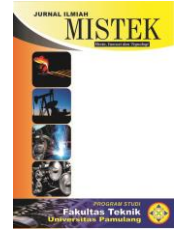




JURNAL MISTEK

JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA LENGAN HEXACOPTER DENGAN SIMULASI CFD

Sofyan Maulana¹, Nur Rohmat², Sunny Ineza Putri³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia
E-mail: sofyanmaulana1299@gmail.com¹, dosen00597@unpam.ac.id², dosen02783@unpam.ac.id³

Masuk : 27 September 2021 Direvisi : 7 Oktober 2021 Disetujui : 17 November 2021

Abstrak: Drone bisa digunakan untuk pengiriman barang dan sudah banyak digunakan. Penelitian ini menggunakan metode transfer konduksi dan internal heat generation menggunakan simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics) pada software Ansys, dengan variasi tanpa beban dengan waktu 5 dan 10 menit, beban 0,5 kg dengan waktu 5 dan 10 menit dan 1 kg dengan waktu 5 dan 10 menit. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perpindahan panas yang dihasilkan oleh motor brushless ke rangka drone. Berdasarkan hasil simulasi, semakin lama waktu penerbangan, maka temperatur motor brushless semakin tinggi. Laju perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada 5 dan 10 menit tanpa beban masing-masing adalah 21248 W dan 23563 W, dari temperatur T1 31,8°C, T2 29°C untuk waktu 5 menit dan temperatur T1 33°C, T2 29,9°C untuk waktu 10 menit. Laju perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada 5 dan 10 menit dengan beban 1kg masing-masing adalah 30053 W dan 36078 W, dari temperatur T1 32,7°C, T2 28,7°C untuk waktu 5 menit dan temperatur T1 34°C, T2 29,2°C untuk waktu 10 menit. Laju perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada 5 dan 10 menit dengan beban 1kg masing-masing adalah 32301 W dan 38353 W, dari temperatur T1 32,3°C, T2 28°C untuk waktu 5 menit dan temperatur T1 35,5°C, T2 30,4°C untuk waktu 10 menit. Hasil perhitungan laju perpindahan panas setara dengan hasil simulasi, semakin lama waktu pengujian maka semakin besar laju perpindahan panas konduksi pada lengan drone.

Kata kunci: perpindahan panas, hexacopter, motor brushless, CFD

Abstract : Drones can be used for the delivery of goods and are already widely used. This study uses the conduction transfer method and internal heat generation using CFD (Computational Fluid Dynamics) simulation in Ansys software, with no-load variation with Time 5 and 10 minutes, 0.5 kg load with Time 5 and 10 minutes, and 1 kg with Time 5 and 10 minutes. The purpose of this study is to analyze the heat transfer generated by the brushless motor to the drone frame. Based on the simulation results, the longer the flight time, the higher the temperature of the brushless motor. The conduction heat transfer rate produced at 5 and 10 minutes without load was 21248 W and 23563 W, respectively, from temperatures T1 31.8°C, T2 29°C for 5 minutes and temperatures T1 33°C, T2 29.9°C for 10 minutes. The conduction heat transfer rate generated at 5 and 10 minutes with a load of 1kg is 30053 W and 36078 W, respectively, from the temperature T1 32.7°C, T2 28.7°C for 5 minutes, and the temperature T1 34°C, T2 29.2°C for 10 minutes. The conduction heat transfer rate generated at 5 and 10 minutes with a load of 1kg is 32301 W and 38353 W, respectively, from the temperature T1 32.3°C, T2 28°C for 5 minutes, and the temperature T1 35.5°C, T2 30.4°C for 10 minutes. The heat transfer rate calculation results are equivalent to the simulation results, the longer the test time, the greater the conduction heat transfer rate generated on the arm drone.

Keywords: heat transfer, hexacopter, brushless motor, CFD

PENDAHULUAN

Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan pada era modern ini ialah Drone yang biasa disingkat UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah teknologi pesawat terbang yang dikendalikan menggunakan jarak jauh oleh operator dengan memakai Remote Control. Terdapat beberapa macam jenis drone, yakni *fixed wing* dan multi rotor. *Fixed wing* mirip dengan pesawat tradisional, drone *fixed wing* didesain supaya terlihat lebih mirip pesawat terbang. *Fixed wing* dibangun dari badan pusat yang mempunyai 2 sayap dan satu baling-baling.

Multirotor adalah jenis pesawat yang mirip dengan helikopter tradisional tetapi dengan lebih dari dua rotor. Jumlah rotor yang paling umum adalah 3 (*tricopter*), 4 (*quadcopter*), 6 (*hexacopter*) atau 8 (*octocopter*), tetapi konfigurasi apa saja dimungkinkan. Lebih banyak rotor memberikan kapasitas angkat maksimum yang lebih tinggi tetapi lebih mahal untuk dibangun dan membutuhkan output arus yang lebih tinggi dari baterai. Jika multirotor menggunakan 6 atau terutama 8 rotor dapat direkomendasikan jika terjadi kecelakaan atau kerusakan dapat dihindari jika satu motor gagal selama penerbangan. Multirotor telah menarik banyak perhatian untuk penelitian di tahun-tahun ini karena kemampuan manuver, konstruksi sederhana, fleksibilitas dan kemampuan untuk mengambil muatan (Fogelberg, 2013).

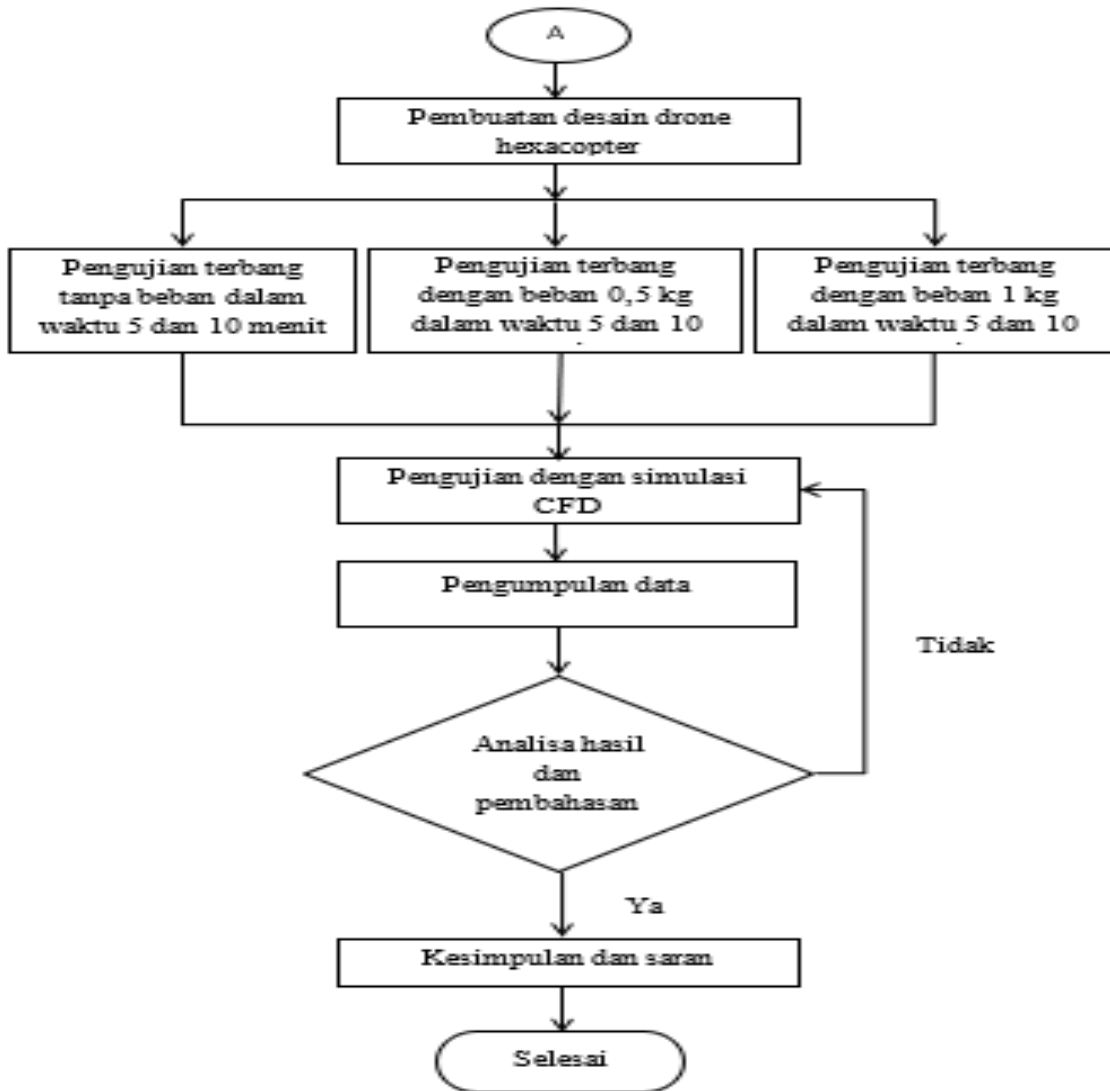
Motor listrik merupakan salah satu komponen drone yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik dibedakan menjadi 2 macam, yaitu motor listrik DC (*Direct Current*) dan motor listrik AC (*Alternating Current*). Kedua jenis motor ini menggunakan pengendalian yang sama, sumber tegangan utama yang sama yakni DC dan memiliki komponen penyusun yang sama. Motor DC menggunakan tegangan searah sumber tenaga. Dengan berkembangnya teknologi penemuan terbaru mengenai motor listrik semakin banyak. Penemuan tingkatan motor DC ialah motor BLDC (*Brushless Direct Current*). Motor BLDC merupakan motor DC yang dikembangkan tidak menggunakan sikat arang sebagai penerus tegangan dari bagian statis ke bagian berputar. Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) menggunakan sensor elektrik untuk mendeteksi sudut rotor, serta mengontrol saklar semikonduktor sehingga motor BLDC berputar. Penerapan motor tanpa sikat arang memungkinkan memiliki lebih sedikit gesekan dan bekerja lebih lama. Walaupun lebih sedikit gesekan panas yang dihasilkan dari kerja putaran induksi pada stator dan rotor tetap ada selama BLDC itu berputar.

Panas didefinisikan sebagai bentuk energi yang berpindah antara sistem dengan lingkungannya (atau antara dua sistem) karena adanya perbedaan suhu. Dalam termodinamika, panas dan energi dakhil adalah dua hal yang berbeda. Energi merupakan sifat suatu substansi, sedangkan panas bukanlah sifat. Suatu benda memiliki energi, bukan panas. Energi berkaitan dengan keadaan, sedangkan panas berkaitan dengan proses. Panas merupakan energi yang mengalir dan hanya diperhitungkan jika melintas lapisan batas dari sistem. Secara *universal*, konvensi tanda yang diterima untuk panas adalah positif jika perpindahan panas menuju ke sistem, dan negatif jika perpindahan panas keluar dari sistem. Artinya, setiap perpindahan panas yang menaikkan energi suatu sistem adalah positif, dan setiap perpindahan panas yang menurunkan energi suatu sistem adalah negatif (Haryanto, 2016;95).

METODOLOGI

Diagram alir yang merupakan gambaran besar secara berurutan langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian sebagai berikut



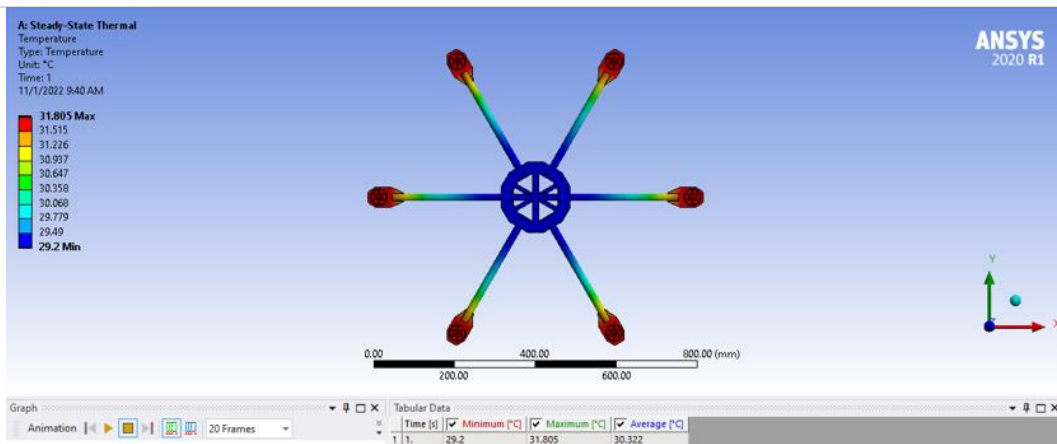


Gambar 1. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi 5 menit tanpa beban

Adapun simulasi pada motor brushless ini menggunakan material aluminium, dengan nilai temperature sebesar 31,8°C dan 29°C. Berdasarkan nilai-nilai yang telah di input maka diperoleh hasil simulasi sebagai berikut..



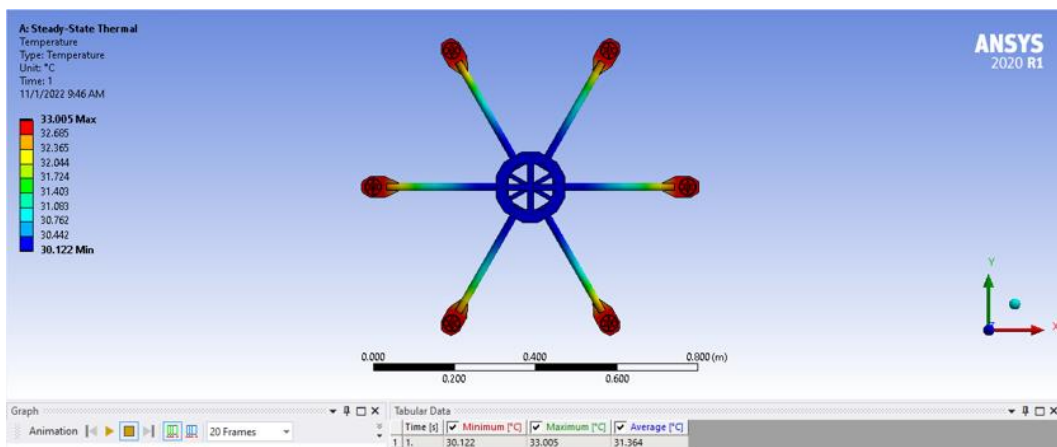
gambar 4. 1 hasil simulasi 5 menit tanpa beban

Sumber : (galeri pribadi)

Pada hasil simulasi tanpa beban dan waktu 5 menit memiliki nilai *maximum* sebesar 31.805°C, nilai minimum sebesar 29.2°C, nilai rata-rata sebesar 30.322°C dan nilai perpindahan panas konduksi sebesar 21248 W.

1. HASIL SIMULASI 10 MENIT TANPA BEBAN

Adapun simulasi pada motor brushless ini menggunakan material aluminium, dengan nilai temperature sebesar 33°C dan 29,9°C. Berdasarkan nilai-nilai yang telah di input maka diperoleh hasil simulasi sebagai berikut:



Gambar 4. 2 hasil simulasi 10 menit tanpa beban

Perhitungan Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Dengan :

- q : Laju perpindahan panas, W
- k : Konduktivitas panas, W/Mk
- A : Luas penampang, m²
- dT : Beda temperatur, °C
- dx : Beda jarak, m

Perhitungan perpindahan panas konduksi pada lengan drone dengan variasi tanpa beban dan waktu 5 menit

q : Laju perpindahan panas, W
 k : 237, W/Mk
 A : 0,6763 m²
 dT : 2,8 °C
 dx : 0,36 m

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

$$q = -237 \times 0,6763 \frac{2,8}{0,36} = -1246,6W$$

Perhitungan perpindahan panas konduksi pada lengan drone dengan variasi tanpa beban dan waktu 10 menit

q : Laju perpindahan panas, W
 k : 237, W/Mk
 A : 0,6763 m²
 dT : 3,1 °C
 dx : 0,36 m

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

$$q = -237 \times 0,6763 \frac{3,1}{0,36} = -1380,2 W$$

Perhitungan perpindahan panas konduksi pada lengan drone dengan variasi beban 0,5 kg dan waktu 5 menit

q : Laju perpindahan panas, W
 k : 237, W/Mk
 A : 0,6763 m²
 dT : 4 °C
 dx : 0,36 m

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

$$q = -237 \times 0,6763 \frac{4}{0,36} = -1780,9 W$$

Perhitungan perpindahan panas konduksi pada lengan drone dengan variasi beban 0,5 kg dan waktu 10 menit

q : Laju perpindahan panas, W
 k : 237, W/Mk
 A : 0,6763 m²
 dT : 4,8 °C
 dx : 0,36 m

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

$$q = -237 \times 0,6763 \frac{4,8}{0,36} = -2137,1 W$$

Perhitungan perpindahan panas konduksi pada lengan drone dengan variasi beban 1 kg dan waktu 5 menit

q : Laju perpindahan panas, W
 k : 237, W/Mk
 A : 0,6763 m²
 dT : 4,3 °C
 dx : 0,36 m

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

$$q = -237 \times 0,6763 \frac{4,3}{0,36} = -1914,4 W$$

Perhitungan perpindahan panas konduksi pada lengan drone dengan variasi beban 1 kg dan waktu 10 menit

q : Laju perpindahan panas, W
 k : 237, W/Mk
 A : 0,6763 m²
 dT : 5,1 °C
 dx : 0,36 m

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

$$q = -237 \times 0,6763 \frac{5,1}{0,36} = -2270,6 \text{ W}$$

Analisis Simulasi

Table 4.1 analisis hasil simulasi

Variasi beban	Waktu	Temperature T1	Temperature T2	Nilai panas konduksi
Tanpa beban	5 menit	29°C	31,8°C	21248 W
	10 menit	29,9°C	33°C	23563 W
Beban 0,5 kg	5 menit	28,7°C	32,7°C	30053 W
	10 menit	29,2°C	34°C	36078 W
Beban 1 kg	5 menit	28°C	32,3°C	32301 W
	10 menit	30,4°C	35,5°C	38353 W

Pada hasil simulasi memiliki kenaikan temperature yang signifikan, baik itu dengan waktu 5 menit tanpa beban, 10 menit tanpa beban, 5 menit dengan beban 0,5 kg, 10 menit dengan beban 0,5 kg, 5 menit dengan beban 1 kg, dan 10 menit dengan beban 1 kg.

KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa pengujian langsung dan pengujian simulasi *steady-state thermal* didapatkan berupa data analisis pada lengan drone yang telah diberi beberapa variasi waktu dan beban melalui *software Ansys R1 2020* dinyatakan bahwa:

1. Laju perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada 5 dan 10 menit tanpa beban masing-masing adalah 21248 W dan 23563 W, dari temperatur T1 29°C ke T2 31,8°C untuk waktu 5 menit dan temperatur T1 29,9°C ke T2 33°C untuk waktu 10 menit. Memiliki kenaikan temperatur yang signifikan disetiap waktu pengujiannya.
2. Laju perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada 5 dan 10 menit dengan beban 0,5 kg masing-masing adalah 30053 W dan 36078 W, dari temperatur T1 28,7°C ke T2 32,7°C untuk waktu 5 menit dan temperatur T1 29,2°C ke T2 34°C untuk waktu 10 menit. Beban yang bawa drone memiliki pengaruh yang signifikan terhadap temperatur di lengan drone.
3. Laju perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada 5 dan 10 menit dengan beban 1 kg masing-masing adalah 32301 W dan 38353 W, dari temperatur T1 28°C ke T2 32,3°C untuk waktu 5 menit dan temperatur T1 30,4°C ke T2 35,5°C untuk waktu 10 menit. Beban yang bawa drone memiliki pengaruh yang signifikan terhadap temperatur di lengan drone.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmajayani, R. D., Nahdlatul, U., & Blitar, U. (2018). Implementasi Penggunaan Aplikasi AutoCAD dalam Meningkatkan Kompetensi Dasar Menggambar teknik bagi Masyarakat. 3, 184–189.
- [2] Dermawan, Q., Sadli, M., & Bintoro, A. (2018). Penggunaan Motor DC Brushless Sunny Sky X2212-13 KV : 980 II Pada Perancangan Quadcopter. 7, 38–46.
- [3] Fogelberg, J. (2013). Navigation and Autonomous Control of a Hexacopter in Indoor Environments.
- [4] Haryanto, A. (2016). Termodinamika Edisi 2. Innosain.
- [5] Idawati Supu, Baso Usman, Selviani Basri, S. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material Yang Berbeda. 07(1), 62–73.
- [6] Irnin Astuti, D. (2015). Penentuan Konduktivitas Termal Logam Tembaga , Kuningan , dan. 6, 30–34.
- [7] Mukhlisin, A., Pembimbing, D., Magister, P., Keahlian, B., Konversi, R., Mesin, D. T., & Industri, F. T. (2017). Pendinginan Pada Axial Brushless Direct Current (BLDC) Motor Untuk.
- [8] Nababan, C. A. (2018). Analisis Computational Fluid Dynamics (CFD) Pada Mesin Pengering Pakaian Yang Memanfaatkan Energi Panas Buangan Kondensor AC (Air Conditioner) Split 1 PK Dengan Menggunakan Software Solidworks 2015.
- [9] Nine Ardiah, Drs. Siswanto, M.Si., Drs. Djony Izak R., M. S. (2016). Studi Konduktivitas Termal Semen Gigi Sementara Kalsium Fosfat Dengan Penambahan ZnO (Zinc Oxide).
- [10] Prasetyo, E. E., & Arum, W. F. (2021). Analisis Perbandingan Kinerja Brushless Motor Menggunakan Metode Eksperimen (Comparative Analysis of Brushless Motor Performance Using Experimental Methods). 10(1), 71–76.
- [11] Putra, N., & Ariantara, B. (2017). Electric Motor Thermal Management System Using L-shaped Flat Heat. Applied Thermal Engineering, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.01.090>
- [12] Suhada, A., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2021). Analisis Konduktivitas Termal Pada Berbagai Jenis Logam Dengan Menggunakan Aplikasi Solidworks.
- [13] Yudi Prihadnyana, G. W. K. R. D. (2017). Analisis Aerodinamika Pada Permukaan Bodi Kendaraan Mobil Listrik Gaski (Ganesha Sakti) Dengan Perangkat Lunak Ansys 14 . 5.
- [14] Yuliantoro, p. (2013). Pengaman Motor Listrik 3 Fasa Dengan Sensor Suhu IC LM 35 Electrical Safety Motor 3 Phase With Temperature Sensor IC LM 35.
- [15] Zaenuri. (2019). Pendinginan Motor Listrik Pada Bus Listrik.