

## Studi Eksperimental *Thrust* dan Konsumsi Daya Pada *Brushless DC Motor Rotomax 150cc*

Erwan Eko Prasetyo<sup>1</sup>, Erwhin Irmawan<sup>2</sup>, Mega Purboningrum<sup>3\*</sup>

1,2,3\* Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

Email: \*180102005@students.sttkd.ac.id

### Abstract

Unmanned aircraft or UAV (Unmanned Aerial Vehicle) is currently widely used in various fields other than the military field. With increasingly developed technology, the manufacture of UAVs is increasingly sophisticated and efficient. UAV currently uses a lot of electrically powered machines. The use of electric machines is triggered to prevent global warming or what is commonly called global warming. One of the electric machines used by the UAV is the Brushless DC Motor. Brushless DC Motor has high efficiency and good controllability. The purpose of this study is to see whether the performance of this machine is in accordance with the data sheet. Therefore, before using the machine, it is necessary to test the Brushless DC Motor to determine the performance of the Brushless DC Motor according to the data sheet. In this paper, the Brushless DC Motor is tested to determine the thrust generated by the Brushless DC Motor, and to determine the power consumption required by the Brushless DC Motor when working. So in this test using a 150CC Rotomax motor, using a 30 x 8 inch Multistar Carbon Fiber propeller. This test was carried out using the experimental method. The test was carried out in 3 sets using a 16,000 mAh LiPo battery with a voltage of 25.0V. The observed data starts from 500 RPM to 3,200 RPM. The results of this test can be seen at 500 RPM producing a thrust of 0.3 Kgf requires a power of 21.73 watts. The maximum RPM produced is 3,200 RPM and the resulting thrust of 10.7 Kgf requires a power of 199.47 watts. It can be seen that the greater the thrust generated, the greater the power required.

Keywords: UAV (Unmanned Aerial Vehicle), Brushless DC Motor, Thrust, Power Consumption

### Abstrak

Pesawat Tanpa Awak atau UAV (Unmanned Aerial Vehicle) saat ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang selain bidang militer. Dengan teknologi yang semakin berkembang, pembuatan UAV semakin canggih dan efisien. UAV saat ini banyak menggunakan mesin yang berdaya listrik. Penggunaan mesin listrik ini dipicu untuk mencegah pemanasan global atau yang biasa disebut *global warming*. Salah satunya mesin listrik yang digunakan UAV adalah *Brushless DC Motor*. *Brushless DC Motor* memiliki efisiensi yang tinggi dan kemampuan kontrol yang baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat kinerja dari mesin ini apakah sesuai dengan *data sheet*. Maka dari itu sebelum mesin digunakan perlu pengujian *Brushless DC Motor* untuk mengetahui kinerja *Brushless DC Motor* sesuai dengan *data sheet*. Pada makalah ini dilakukan pengujian *Brushless DC Motor* untuk mengetahui *thrust* atau gaya dorong yang dihasilkan oleh *Brushless DC Motor*, dan untuk mengetahui konsumsi daya yang dibutuhkan oleh *Brushless DC Motor* pada saat bekerja. Maka dalam pengujian ini menggunakan jenis motor Rotomax 150CC, dengan menggunakan *propeller* Multistar Carbon Fiber berukuran 30 x 8 inch. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Pengujian dilakukan sebanyak 3 set yang menggunakan baterai LiPo 16.000 mAh dengan tegangan 25,0V. Data yang diamati dimulai dari 500 RPM sampai dengan 3.200 RPM. Hasil dari pengujian ini maka dapat diketahui pada 500 RPM menghasilkan gaya dorong sebesar 0,3Kgf membutuhkan daya sebesar 21,73 watt. Pada maksimum RPM yang dihasilkan yaitu 3.200 RPM dan gaya dorong yang dihasilkan sebesar 10,7 Kgf membutuhkan daya sebesar 199,47 watt. Dapat diketahui bahwa semakin besar gaya dorong yang dihasilkan maka membutuhkan daya yang semakin besar.

Kata kunci : UAV(Unmanned Aerial Vehicle), Brushless DC Motor, Thrust, Konsumsi Daya

## 1. Pendahuluan

Saat ini teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau pesawat tanpa awak semakin banyak digunakan untuk keperluan militer dan non militer. Dalam bidang militer UAV digunakan sebagai patroli keadaan perbatasan, pengintaian musuh dan keamanan suatu lokasi. Pada bidang sipil UAV digunakan sebagai pemotretan lahan, penyemprot hama dan proses pengumpulan data tertentu. UAV atau pesawat tanpa awak memiliki teknologi yang canggih, aman dan efisien. Kebanyakan UAV saat ini menggunakan mesin penggerak dengan sumber dari listrik[1]. Tak terkecuali untuk kendaraan transportasi yang ramah lingkungan, hal ini dikarenakan isu global warming yang dihasilkan oleh kendaraan yang masih menggunakan mesin bakar[2]. Oleh karena itu, penggunaan *Brushless DC Motor* menjadi alternatif untuk mesin UAV saat ini. [3], *brushless DC Motor* merupakan motor tanpa sikat sinkron magnet permanen yang di suplai sumber listrik DC pada kontrolnya dan membutuhkan sumber listrik AC tiga fasa untuk menggerakkan rotor motornya[4].

*Brushless DC Motor* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *Motor DC* konvensional yang menggunakan *brush*[5]. Kelebihan *Brushless DC Motor* yaitu efisiensi tinggi, masa operasi lebih tinggi serta perawatan rendah[6]. Riset ini melakukan pengujian *Brushless DC Motor* yang digunakan pada UAV untuk mengetahui kinerja *Brushless DC Motor* untuk mengetahui thrust dan daya yang dikonsumsi pada saat *Brushless DC Motor* beroperasi. Jenis *Brushless DC Motor* yang digunakan untuk pengujian ini adalah Turnigy Rotomax 150CC.

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk menguji *trust force* pada *brushless DC* motor[6-9]. Menggunakan *brushless* motor untuk menguji gaya dorong nya [6-7], sementara pada [8-9], menambahkan putaran motor (RPM) serta simulasi dalam bentuk CFD.

Penelitian terdahulu sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, masih sebatas analisis pada gaya dorong (*trush force*) serta

putaran pada motor *brushless* dan belum ada analisis khusus yang melihat bagaimana pengaruh daya yang dihasilkan pada sebuah motor *brushless* pada perubahan kecepatan putar yang akan diberikan.

Hal ini dianggap penting karena merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan durasi terbang suatu UAV dengan memilih *Brushless DC Motor* dengan konsumsi daya yang paling efisien agar mampu terbang lebih lama [10].

## 2. Metoda Penelitian

### Alat dan Material Penelitian

#### a. *Brushless DC Motor*

BLDC motor atau *Brushless DC Motor* merupakan motor listrik yang banyak digunakan pada kendaraan elektrik, salah satunya yaitu pada UAV. *Brushless DC Motor* adalah motor tanpa sikat, jenis motor sinkron. Motor arus searah (DC) adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan searah untuk menjalankannya[11]. Medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama [12]. Stator yang terbuat dari kumparan 3 fasa dan rotor terbuat dari magnet permanen [13].

Prinsip kerja *Brushless DC Motor* yaitu dengan memanfaatkan perbedaan kutub magnet, dimana 2 buah magnet yang memiliki kutub berbeda akan saling tarik menarik. Sedangkan jika 2 magnet memiliki kutub yang sama maka akan tolak menolak. Akibat tolakan 2 magnet yang memiliki kutub sama tersebut. Maka akan terjadi pergerakan secara berkelanjutan.

Spesifikasi *Brushless DC Motor* pada pengujian ini menggunakan jenis *brushless* Rotomax 150CC Size *Brushless* Outrunner Motor seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 sedangkan spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 1. Rotomax 150CC Size Brushless Outrunner Motor

Tabel 1. Spesifikasi Rotomax 150CC Size Brushless Outrunner Motor

<b>Battery</b>	14 Cells/51.8V
<b>RPM</b>	150kv
<b>Max Current</b>	190A
<b>Watts</b>	9800w
<b>No Load Current</b>	51.8V/5.2A
<b>Internal Resistance</b>	0.011 ohm
<b>Weight</b>	2530 g
<b>Diameter of Shaft</b>	10 mm
<b>Winding</b>	8T
<b>Stator Pole</b>	24
<b>Motor Pole</b>	20
<b>Stator Diameter</b>	101
<b>Lamination Tickness</b>	0.2 mm
<b>Suggested ESC</b>	250A 14S Compatible

b. *Brushless DC Motor*

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh beberapa parameter yaitu thrust yang dihasilkan dan konsumsi daya yang dibutuhkan oleh *Brushless DC Motor* dengan menggunakan alat ukur sesuai dengan parameter yang diamati. Jenis *Brushless DC Motor* (BLDC) yang digunakan dalam pengujian ini adalah Turnigy Rotomax 150CC Size Brushless Outrunner Motor dengan menggunakan *propeller*. Jenis *propeller* yang digunakan yaitu Multistar Carbon Fiber 30 x 8 inch. Spesifikasi Multistar Carbon Fiber 30 x 8 inch ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Propeller

<b>Ukuran</b>	<b>30 x 8.0</b>
<b>Hub</b>	Baut langsung diagonal 31x31
<b>Berat</b>	105g/pc

c. *Clamp Meter*

Merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus yang bekerja, clamp meter memiliki bagian penjepit. Bagian penjepit dikaitkan pada kabel ESC yang menghubungkan ke baterai, gambar 3 menunjukkan sebuah *clamp meter*.



Gambar 3. *Clamp Meter*

d. *Tachometer*

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur putaran mesin atau rpm adalah tachometer seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. *Tachometer*

e. *Timbangan*

Timbangan digunakan untuk mengukur gaya dorong yang dihasilkan oleh *BLDC* yang di pasangkan *propeller*. Timbangan tersebut diletakkan pada meja pengujian seperti gambar 5.



Gambar 5. Timbangan dan meja pengujian

f. *Multimeter*

*Multimeter* digunakan untuk mengukur tegangan yang terdapat pada baterai. Tegangan tersebut dicatat pada setiap kenaikan rpm yang telah ditentukan. Gambar 6 menunjukkan sebuah multimeter yang digunakan pada penelitian ini.

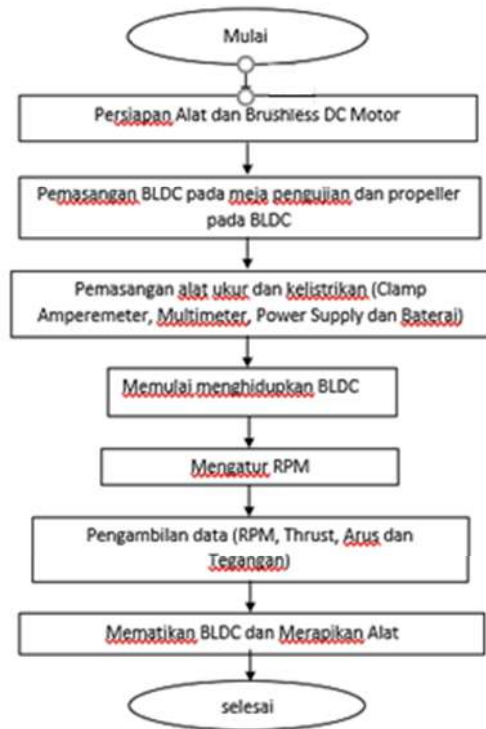


Gambar 6. Multimebter

Pengujian ini menggunakan baterai sebagai sumber kelistrikan pada *brushless DC motor*, menggunakan baterai LiPo 16.000 mAh dengan tegangan sebesar 22,2V. Pengendalian kecepatan motor menggunakan *CCPM Servo Consistency Master* atau *Servo Tester* yang dihubungkan ke ESC. Pengujian dilakukan sebanyak 3 set pengujian, data yang diamati dimulai dari 500 – 3200 RPM dengan kelipatan 500 RPM. Interval 500 – 3200 dipilih karena merujuk pada kemampuan maksimum putaran motor dengan menggunakan input tegangan baterai sebesar 22,0V.

**Prosedur Penelitian**

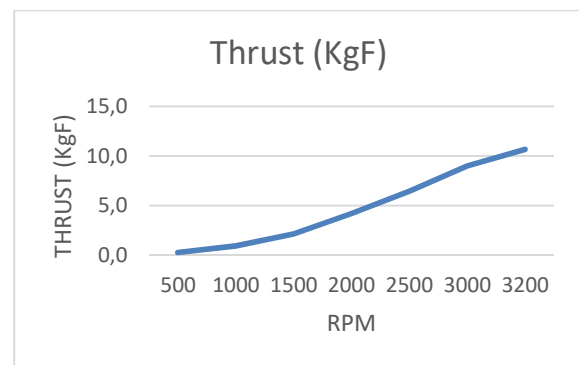
Pengambilan data pada pengujian ini dilakukan melalui beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Tahapan Pengambilan data

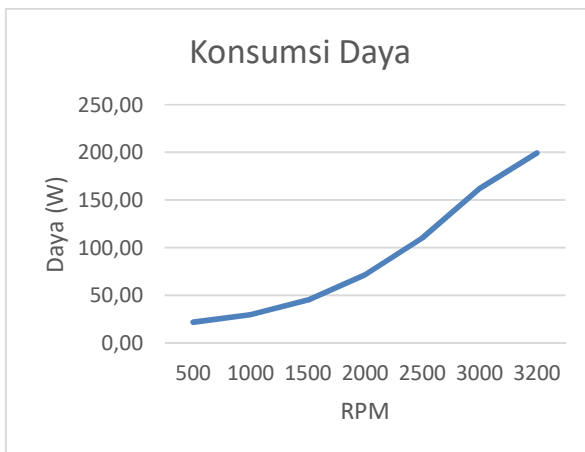
**3. Hasil Penelitian**

Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan tegangan baterai sebesar 22,2V. Data yang diamati dimulai dari putaran motor sebesar 500 rpm sampai dengan 3.200 rpm. Data hasil pengujian tersebut kemudian diolah dan disajikan dalam grafik. Hasil pengujian gaya dorong yang didapatkan ditunjukkan pada gambar 8 sedangkan hasil pengujian besarnya daya yang digunakan *brushless DC motor* ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 8. Grafik Pengujian Gaya Dorong

Hasil pengujian *thrust* atau gaya dorong didapat dengan menggunakan timbangan yang berada di meja pengujian. Dari hasil pengujian tersebut, pada 500 rpm dihasilkan gaya dorong sebesar 0,3 kgf dan terus meningkat mengikuti kenaikan rpm yang telah diatur. Sampai dengan maksimum 3.200 rpm gaya dorong yang dihasilkan sebesar 10,7 Kgf. Semakin besar putaran motor maka gaya dorong yang dihasilkan semakin tinggi, hal ini semakna dengan penelitian pada [6,8,9].



Gambar 10 Grafik pengujian Daya

Hasil pengujian ini didapat dari kalkulasi antara tegangan dan arus yang telah diamati pada setiap kenaikan rpm. Hasil pengujian konsumsi daya pada rpm rendah yaitu pada putaran motor 500 rpm daya yang dibutuhkan sebesar 21,73 Watt dan terus meningkat sampai pada putaran maksimum yaitu 3.200 rpm daya yang dibutuhkan sebesar 199,47 Watt. Pada pengujian ini arus yang dihasilkan semakin tinggi mengikuti kenaikan rpm.

Pada kedua grafik di atas dapat dilihat bahwa kenaikan rpm mempengaruhi hasil dari gaya dorong dan daya yang dikonsumsi. Hal itu terjadi akibat putaran motor yang semakin besar, maka gaya dorong yang dihasilkan dapat mencapai 10 KgF. Dan daya yang dibutuhkan semakin besar.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian, didapatkan sebuah kesimpulan bahwa pada putaran motor

menghasilkan gaya dorong sebesar 0,3 Kgf membutuhkan daya sebesar 21,73 watt. Sedangkan pada maksimum gaya dorong yang dihasilkan oleh Brushless DC Motor sebesar 10,7 Kgf membutuhkan daya sebesar 199,47 watt. Hal ini membuktikan bahwa Brushless DC Motor Rotomax 150CC untuk menghasilkan gaya dorong yang besar maka membutuhkan konsumsi daya yang besar juga.

#### 5. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya pengambilan data sebaiknya menggunakan data logger. Sumber daya menggunakan baterai dengan tegangan sebesar 51,8V dan mengganti timbangan dengan menggunakan sensor *loadcell* untuk membaca *thrust*. Agar mendapatkan data yang lebih akurat.

#### 6. Daftar Pustaka

- [1] A. A. Hamzah, "Motor Listrik Dan Pengontrolnya," vol. 1, pp. 7–8, 2020.
- [2] D. Akbar and S. Riyadi, "Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation)," *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi*, 2018.
- [3] N. I. Suendri, S. Hani, and D. S. Priyambodo, "ANALISIS PERFORMA BRUSHLESS MOTOR DC PADA MOBIL LISTRIK MOLISTA," *Jurnal Elektrikal*, vol. 5, no. 1, pp. 18–26, 2018.
- [4] A. Wirawan, "PENGUJIAN GAYA DORONG MOTOR ELEKTRIK UNTUK SOLAR UAV," *Bunga Rampai Hasil Litbangyasa: Teknologi Pada Pesawat Terbang, Roket, dan Satelit*, pp. 107–114, 2015.
- [5] Y. C. Wibowo and S. Riyadi, "Analisa Pembebanan pada Motor Brushless DC (BLDC)," pp. 277–282, 2018, doi: 10.5614/sniko.2018.33.
- [6] Randis, Randis, Ida Bagus Dharmawan, and Syahrudin Syahrudin. "Rancang Bangun Alat Uji Gaya Dorong (Trust Force) Motor Brushless." *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 5.2 (2017): 128-133.

- [7] Hermanto, Dedy. "Perancangan Pengukur Kekuatan Motor Brushless Berbasis ESP8266." *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)* 5.1 (2018): 36-44.
- [8] Randis, Randis, and Syaeful Akbar. "Rancang Bangun Alat Ukur Gaya Dorong Dan Kecepatan Putaran Motor Brushless." *Din. J. Ilm. Tek. Mesin* 9.2 (2018).
- [9] Alfiannor, A., Riyanti, L. E., & Kurniawan, A. (2022). Pengukuran Thrust dan RPM Propeller Motor Brushless pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 15(01), 11-17.
- [10] E. Eko Prasetyo and W. Fajar Arum, "Analisis Kinerja Brushless Motor Tipe MR 2205-2300 KV Menggunakan Metode Eksperimen dengan Variasi Propeller," *Jurnal Ilmiah Setrum*, vol. 9, no. 2, pp. 74–80, 2020.
- [9] I. Suroso, "Peran Drone/Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Buatan Sttkd Dalam Dunia Penerbangan," pp. 104–112, 2016.
- [10] M. R. Sirojuddin, S. B. Wibowo, and G. Nugroho, "Perancangan dan Pengujian Terbang Pesawat Tanpa Awak Lokeswara," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, pp. 334–338, 2019.
- [11] Kurnianto, Dennis Rakhman. *Penentuan Spesifikasi Motor BLDC pada UAV Militus*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [12] H. S. Saroinsong, V. C. Poekoel, and P. D. K. Manembu, "Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 73–84, 2018.
- [13] E. M. Sartika, Muliady, and Alfian, "Simulasi Karakteristik Motor BLDC UAV," *Seminar FORTEI 2019*, 2019.