

Studi Eksperimental Pengujian Arus Pada *Brushless DC Motor Rotomax* 150cc

Erwan Eko Prasetyo¹, Erwhin Irmawan², Novika Ratnadila^{3*}
^{1,2,3*} Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

*E-mail: 180102007@students.sttkd.ac.id

Abstract

The development of technology is currently very rapid, especially in the field of transportation, both land, sea, and air. Unmanned aircraft is one result of the development of transportation technology. This unmanned aircraft has been widely used to assist in various fields, such as civil, military and health. This aircraft has a variety of propulsion systems, some use electricity as a power source and some use fuel. The unmanned aircraft that will be used for this test uses an electric propulsion system as its power source, which uses a 16000mAh battery. The use of batteries is also a way to save fuel energy and make it more environmentally friendly. The purpose of this test is to determine the current acting on a brushless DC motor when a varying voltage is applied. Apart from wanting to know how much current works on the brushless motor, this test is also to observe the effect of voltage on the resulting RPM. The voltages used are 25V, 24V and 23V and then tested at several RPM levels ranging from 500 RPM to the maximum RPM that can be produced at these voltages. The motor used in this drone is a 150cc BLDC (Brushless DC Motor), then uses an ESC (Electronic Speed controller) 300A, with the propeller used is a 30*8 inch multistar carbon fiber. The method used is the experimental method. The results of this test are at a voltage of 25V, the current generated is higher than the voltage of 24V and 23V. At 25V the current produced reaches 13.2A, at 24V it is 12.6V and at 23V it is 12.33V. Seen at a voltage of 25V and 24V it produces 3200 RPM, while at a voltage of 23V it only reaches 3100 RPM.

Keywords : Unmanned aircraft, current, voltage, RPM, BLDC, ESC.

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat, terutama dalam bidang transportasi baik darat, laut, maupun udara. Pesawat tanpa awak merupakan salah satu hasil dari pengembangan teknologi transportasi. Pesawat tanpa awak ini sudah banyak digunakan untuk membantu diberbagai bidang, seperti sipil, militer dan kesehatan. Pesawat ini memiliki berbagai macam sistem propulsi, ada yang menggunakan elektrik sebagai sumber tenaganya dan ada juga yang menggunakan bahan bakar. Pada pesawat tanpa awak yang akan digunakan untuk pengujian ini menggunakan sistem propulsi elektrik sebagai sumber tenaganya, yaitu menggunakan baterai 16000mAh. Penggunaan baterai juga menjadi salah satu cara untuk penghematan energi bahan bakar dan agar lebih ramah lingkungan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui arus yang bekerja pada *brushless* motor DC bila diberikan tegangan yang bervariasi. Selain karena ingin mengetahui seberapa besar arus yang bekerja pada *brushless* motor, pengujian ini juga untuk mengamati pengaruh tegangan terhadap RPM yang dihasilkan. Tegangan yang digunakan adalah 25V, 24V dan 23V kemudian diuji pada beberapa tingkatan RPM mulai dari 500 RPM hingga maksimal RPM yang dapat dihasilkan pada tegangan tersebut. Motor yang digunakan pada pesawat tanpa awak ini yaitu BLDC (*Brushless DC Motor*) 150cc, kemudian menggunakan ESC (*Electronic Speed controller*) 300A, dengan propeler yang digunakan yaitu multistar carbon fiber berukuran 30*8 inch. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen. Hasil dari pengujian ini yaitu pada tegangan 25V arus yang dihasilkan lebih tinggi dari pada tegangan 24V dan 23V. Pada tegangan 25V arus yang dihasilkan mencapai 13,2A, pada 24V yaitu 12,6V dan pada 23V adalah 12,33V. Terlihat pada tegangan 25V dan 24V menghasilkan 3200 RPM, sedangkan pada tegangan 23V hanya mencapai 3100 RPM.

Kata kunci : Pesawat tanpa awak , arus ,tegangan, RPM, BLDC, ESC.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dari masa ke masa semakin meningkat. Perkembangan tersebut ada yang merupakan penemuan baru dan ada juga yang merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya. Mulai dari teknologi transportasi, teknologi komunikasi hingga teknologi lainnya yang berlomba untuk melakukan perkembangan.

Pesawat tanpa awak merupakan pesawat yang dikendalikan secara jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri untuk terbang. Pesawat tanpa awak ini sendiri ada dua jenis, yaitu *multicopter* dan *fixed wing*[1]. Prinsip kerjanya yaitu mengirimkan sinyal dari *transmitter* ke *receiver* yang ada pada pesawat dan kemudian *receiver* memberikan perintah ke motor dan servo supaya bekerja sesuai sinyal yang dikirimkan[2].

Saat ini pesawat tanpa awak sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang, untuk bidang militer digunakan untuk pertahanan dan keamanan negara[3]. Dapat juga digunakan untuk pemindaian infrastruktur jalan yang berlubang dengan pesawat tanpa awak yang dilengkapi oleh sensor[4]. Pesawat tanpa awak juga dimanfaatkan untuk foto udara yang digunakan untuk pemodelan bangunan 3D dengan metode yang otomatis[5].

Pesawat tanpa awak merupakan sebuah pilihan yang ideal untuk aplikasi yang membutuhkan waktu terbang lama. Namun jika ingin mendapatkan waktu terbang yang lama membutuhkan pengembangan sumber energi yang efektif sesuai dengan kemampuan pesawat tanpa awak yang hanya dapat membawa muatan terbatas[6].

Adanya pesawat tanpa awak ini bertujuan untuk penghematan energi. Hal ini dilakukan agar pesawat tanpa awak maupun teknologi lainnya menjadi lebih efisien[7]. Industri otomotif terus melakukan inovasi dalam menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan[8].

Perkembangan ini juga memberikan dampak persaingan untuk produsen alat-alat pendukung pesawat tanpa awak ini untuk membuat alat yang lebih hemat energi dan efisien. Adanya isu krisis bahan bakar fosil dan kerusakan lingkungan mendorong sektor

transportasi untuk menggunakan motor listrik sebagai alternatif pengganti motor berbahan bakar. Sehingga memunculkan adanya kendaraan listrik hibrida dan kendaraan listrik[9].

Sebelumnya sudah dilakukan uji coba terbang untuk pesawat tanpa awak yang menggunakan sistem propulsi ini, namun mengalami kendala karena hanya dapat terbang sekitar 30 menit dengan tinggi hanya 50cm diatas permukaan tanah. Uji coba ini dilakukan di instansi penulis.

Maka dari itu pada penelitian kali ini akan dilakukan sebuah pengujian pada arus motor DC terhadap RPM. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi arus yang mengalir sesuai dengan tegangan dan RPM yang dibebankan pada motor DC tersebut. Pesawat tanpa awak ini menggunakan *Brushless* DC motor dimana motor ini merupakan sebuah tahap pengembangan teknologi untuk lebih menghemat bahan bakar. BLDC ini menggunakan sumber energi dari baterai yang tersambung pada ESC. Penelitian ini arus akan ditinjau dari kenaikan RPM pada BLDC motor dan diuji dengan beberapa variasi tegangan.

2. Metoda Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Electronic Speed Controller

Electronic Speed Controller atau ESC merupakan salah satu sistem propulsi pada pesawat tanpa awak dimana ESC ini terhubung langsung dengan sumber tegangan dan BLDC motor. ESC digunakan sebagai pengatur kecepatan motor BLDC yang sinyalnya dikirim oleh *flight control*, sinyal tersebut berupa sinyal PWM[10]. ESC ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi ESC [16]

No.	Uraian	Keterangan
1	Tegangan	12V – 65V (4s – 15s) LiPo
2	Arus	300A
3	Ukuran	19cm*12cm*4,9cm
4	Berat	850g

LVC (*Low Voltage Cutoff*) pada ESC ini sudah sepenuhnya diprogram, kemudian sudah tanpa BEC (*Battery Eliminator*

Circuit), adanya pembatasan arus, *timing* dan *cutoff voltage* untuk setiap baterai LiPo.



Gambar 1. ESC Fatboy 300A [16]

Brushless DC Motor dan Propeller

Motor DC merupakan motor yang membutuhkan tegangan serah agar bisa beroperasi[10]. Pada dasarnya BLDC memiliki prinsip kerja yaitu gaya tarik antara dua magnet dengan kutub yang berlainan kutub dan gaya tolak antara dua magnet yang sama[12]. Pesawat tanpa awak yang digunakan untuk pengujian kali ini menggunakan sistem propulsi elektrik dengan motor BLDC rotomax 150cc.



Gambar 2. BLDC Rotomax 150cc.

Tabel 2. BLDC Rotomax 150cc[16]

No.	Uraian	Keterangan
1	Baterai	14 Cell/51,8V
2	RPM	150kv
3	Arus	190A (Maksimal)
4	Tegangan	9800W
5	No. Load current	51,8V/5,2A
6	Internal Resistance	0.011ohm
7	Berat	2530g
8	Diameter shaft	10mm

Motor ini juga dilengkapi dengan *propeller* multistar dengan bahan carbon fiber. Ukuran dari *propeller* ini adalah 30*8. *Propeller* ini nanti akan terpasang pada DC motor dan diberi tanda menggunakan *reflective tape* pada bagian datar di

propeller tersebut untuk mengukur putaran RPM motor.



Gambar 3. Propeller multistar.

Tabel 3. Kondisi Pemenuhan Kesetimbangan Statis Dari Berbagai Metoda.

No.	Uraian	Keterangan
1	Ukuran	30*8 inch
2	Hub	Bolt 31*31
3	Berat	105g/pcs

Digital Clamp Meter

Merupakan alat yang digunakan untuk membaca arus pada pengujian ini. *Clamp* ini nantinya dikaitkan pada kabel baterai yang tersambung ke ESC.



Gambar 4. Digital clamp meter.

Tacho Meter

Digital tacho meter seperti pada Gambar 5 digunakan untuk membaca putaran RPM. Sebelum *propeller* berputar, terlebih dahulu di beri kertas reflektif. Kertas ini digunakan untuk memantulkan cahaya dari tacho meter.



Gambar 5. Tacho Meter.

Power Supply dan Baterai

Baterai pada pesawat tanpa awak ini merupakan komponen penting untuk memberikan suplai kebutuhan daya yang diperlukan[13]. Untuk pengujian ini menggunakan power dari baterai sebagai sumber utama. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 16000mAh. Kemudian *power supply* digunakan sebagai sumber power untuk PWM.



Gambar 6. Baterai Tattu 16000mAh.



Gambar 7. Power Supply.

2.2. Tahap Pengujian Arus

Arus adalah sebuah perubahan kecepatan terhadap waktu, atau bisa disebut dengan muatan yang bergerak. Arus ada dua macam yaitu arus searah dan arus bolak-balik. Arus searah mempunyai nilai tetap terhadap satuan waktu dan arus bolak-balik memiliki nilai yang berubah disetiap satuan waktu[14]. Untuk hal ini pengujian dilakukan menggunakan arus searah yaitu DC. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan tahapan penelitian yang telah dibuat seperti yang di tunjukkan pada gambar 8.

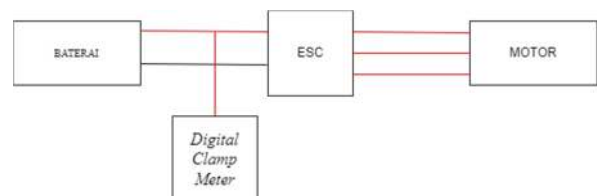


Gambar 8. Diagram Alir.

Untuk pengujian ini menggunakan sumber tegangan dari baterai 16000W. Kemudian untuk pembacaan arusnya menggunakan *digital clamp meter* dan *tacho meter* untuk pembacaan RPM.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dimana metode tersebut dilakukan untuk menguji arus yang dihasilkan bila RPM semakin tinggi dan dibandingkan dengan data arus pada variasi tegangan.

Pengujian dilakukan melalui beberapa proses sebagaimana diagram blok pada gambar 9. Proses pertama yaitu dilakukan pengecekan terhadap alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian, seperti pengecekan BLDC, ESC dan alat-alat pengujian lainnya. Pengecekan ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada kerusakan pada alat dan bahan yang akan digunakan nantinya.



Gambar 9. Diagram Blok Pengujian.

Kemudian setelah pengecekan alat dan bahan dilakukan perangkaian pada *propeller*, BLDC motor, ESC dan baterai.

Sebuah penelitian menyebutkan bahwa pada pengaturan *throttle* rendah, efisiensinya juga rendah kemudian meningkat drastis dan antara 80%[15]. Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data dengan tegangan yang telah ditentukan yaitu 25V, 24V dan 23V.

Digital clamp meter yang dikaitkan pada kabel yang tersambung dari baterai ke ESC tersebut agar nilai arus terbaca. Setelah dilakukan pengujian, data yang dihasilkan kemudian diolah untuk dijadikan tabel dan kemudian dibuat menjadi grafik untuk dianalisis dan diambil kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

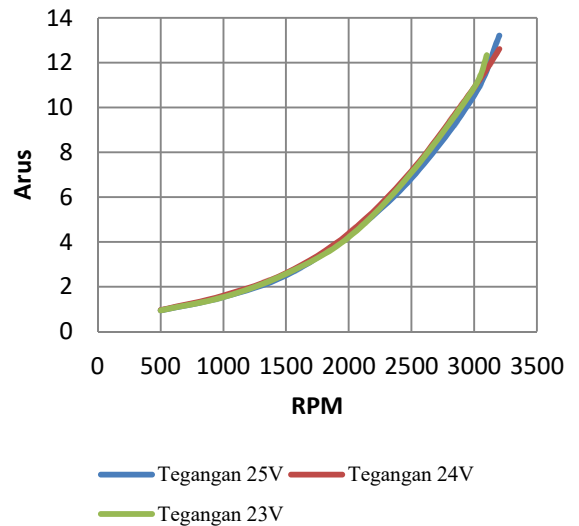
Berdasarkan data spesifikasi dari BLDC, ESC, dan *propeller* yang digunakan pada pengujian ini telah disajikan pada Tabel 1, 2 dan 3. Pengujian ini dilakukan menggunakan sumber tegangan dari baterai yang memiliki kapasitas 16000W.

Saat pelaksanaan pengujian, putaran *propeller* diatur dengan menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) dan kemudian menggunakan tachometer untuk pembacaan putaran RPM tersebut.

Tabel 4. Hasil Pengujian pada Tegangan 25V, 24V dan 23V.

RPM	Current(A)		
	25V	24V	23V
500	0,95	0,96	0,95
1000	1,54	1,61	1,54
1500	2,51	2,61	2,58
2000	4,3	4,38	4,21
2500	6,84	7,17	7,09
3000	10,54	10,89	10,89
3100(max.RPM)	-	-	12,33
3200(max.RPM)	13,2	12,6	-

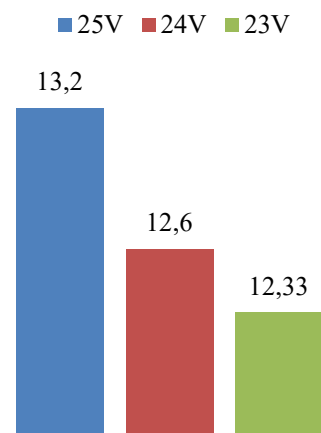
Pada tabel diatas untuk tegangan 25V dan 24V arus di RPM 3100 tidak ada nilainya karena pada tegangan tersebut maksimal RPM yang dicapai adalah 3200. Sedangkan pada 23V maksimal RPM yang dicapai 3100 sehingga pada arus pada RPM 3200 tidak ada nilainya.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Arus terhadap RPM.

Dari grafik pada gambar 10, menunjukkan bahwa pada ketiga tegangan berbeda yang digunakan untuk pengujian tersebut menunjukkan hasil yang hampir sama. Saat pengujian ini perbedaan ditemukan pada RPM maksimal yang dihasilkan untuk tegangan 23V lebih menurun dibandingkan pada tegangan 25V dan 24V dimana untuk kedua tegangan tersebut maksimal RPM yang dihasilkan nilainya sama besar.

Pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 11, terlihat bahwa pada tegangan 25V arus yang dihasilkan lebih tinggi dari pada tegangan 24V dan 23V. Pada 25V arus yang dihasilkan mencapai 13,2A, pada 24V yaitu 12,6V dan pada 23V adalah 12,33V.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Arus Maksimal terhadap Tegangan.

Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka arus yang dihasilkan akan menunjukkan nilai yang besar juga

4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang didapat, dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar juga arus yang dihasilkan dan sebaliknya jika tegangan yang diberikan kecil maka arus yang dihasilkan akan kecil juga. Penelitian ini juga membuktikan pengaruh arus terhadap motor DC yaitu terlihat pada meningkatnya RPM yang dihasilkan pada motor. Hal ini terjadi karena tegangan yang digunakan juga besar sehingga motor DC bekerja lebih efektif dan efisien.

5. Saran

Saran untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan menggunakan sumber tegangan yang sesuai seperti yang dibutuhkan oleh BLDC motornya. Karena pada pengujian ini masih menggunakan metode eksperimen dimana data yang dihasilkan ditulis secara manual maka bisa juga pada penelitian berikutnya menggunakan sensor-sensor yang datanya langsung dapat terinput ke komputer.

6. Daftar Pustaka

- [1] I. Suroso, "Peran Drone/Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Buatan Sttkd Dalam Dunia Penerbangan," pp. 104–112, 2016.
- [2] K. K. Arifah and A. E. Purkuncoro, "Analisis Enersi Dari Bateray Pada Pesawat Trainer Rc Berdasarkan Spesifikasi Tegangan Bateray," pp. 1–4.
- [3] Y. Hidayat, "Implementasi uav sebagai alat pengintai di bidang militer," no. June, p. 12, 2018, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/0885328211401933>.
- [4] I. Mandaya, "(Unmanned Aerial Vehicle) Untuk Identifikasi Dan Klasifikasi Jenis - Jenis Kerusakan Jalan," vol. xx, no. x, pp. 1–10, 1978.
- [5] B. Subakti, "Pemanfaatan Foto Udara Uav Untuk Pemodelan Bangunan 3D Dengan Metode Otomatis," *Spectra*, vol. 60, no. 30, pp. 15–30, 2017.
- [6] A. Wirawan and D. Anggraeni, "Desain Sistem Manajemen Daya untuk Solar UAV," pp. 1–7, 2015.
- [7] E. E. Prasetyo and W. F. Arum, "Analisis Perbandingan Kinerja Brushless Motor Menggunakan Metode Eksperimen (Comparative Analysis of Brushless Motor Performance Using Experimental Methods)," vol. 10, no. 1, pp. 71–76, 2021.
- [8] N. I. Suendri and S. Hani, "ANALISIS PERFORMA BRUSHLESS MOTOR DC PADA MOBIL LISTRIK MOLISTA 18 , Suendri , Analisis Performa Brushless Motor DC Pada Mobil Listrik Molista," pp. 18–25.
- [9] S. Riyadi, "Peran Motor Listrik pada Transportasi Ramah Lingkungan," pp. 13–23.
- [10] D. R. Kurnianto, "Penentuan Spesifikasi Motor BLDC Pada UAV Militus," 2018.
- [11] S. Ghozi, "Penggunaan Aplikasi GeoGebra dalam Pembelajaran dan Penyelesaian Persoalan Statistik," in *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2015, pp. 15–22.
- [12] M. Penelitian, "Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation)," pp. 10–11, 2018.
- [13] I. N. Y. Putro and Y. A. Nugroho, "Analisis Kebutuhan Baterai Berdasarkan Hasil Perancangan Dan Pengujian Daya Elektrikal Pada Pesawat Lsu-03ng," pp. 274–281, 2017.
- [14] A. Rosman, Risdayana, E. Yuliani, and Vovi, "Karakteristik arus dan tegangan pada rangkaian seri dan rangkaian paralel dengan menggunakan resistor," *J. Ilm. d'Computare*, vol. 9, pp. 40–43, 2019.
- [15] A. Gong and D. Verstraete, "Experimental testing of electronic speed controllers for UAVs," *53rd AIAA/SAE/ASEE Jt. Propuls. Conf. 2017*, no. July, 2017.
- [16] Hobbyking.com. (2022, 5 Januari). *Brushless DC Motor Rotomax 150cc*. https://hobbyking.com/en_us/TurnigyRotoMax150ccSizeBrushlessOutrunner