

## Analisis Kinerja *Brushless Motor* Tipe MR 2205-2300 KV Menggunakan Metode Eksperimen dengan Variasi *Propeller*

Erwan Eko Prasetyo<sup>1</sup>, Wahyuni Fajar Arum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Bantul, D.I. Yogyakarta.

### Informasi Artikel

**Naskah Diterima :** 10 Oktober 2020

**Direvisi :** 21 Desember 2020

**Disetujui :** 21 Desember 2020

**\*Korespondensi Penulis :**  
erwan.eko@sttkd.ac.id

### Graphical abstract



### Abstract

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology is now increasingly used and continues to be developed. In addition to developing more sophisticated UAV technology, it is also necessary to develop drones that are efficient in consuming energy. The purpose of this study was to determine the performance of the brushless motor type MR 2205-2300 KV with three different propeller variations, namely two blades of type 5152, three blades of type 5055, and four blades of type 5040. The performance of the brushless motor is seen based on power consumption, the amount of thrust produced, and the ratio of the ratio produced to the power consumed. So that it can be seen the amount of power consumed by a brushless motor to produce thrust per gram. The performance of the brushless motor type MR 2205-2300 KV with a variation of the propeller requires relatively the same power, namely an average of 29.3 Watts to 29.9 Watts, while the resulting thrust value is different. The test results show that the 2 blades propeller type 5152 produces a thrust of 15.20 grams with a ratio of 1.81. The 3 blades propeller type 5055 produces a thrust of 141.28 grams with a ratio of 0.20. The 4 blades propeller type 5040 produces a thrust of 138.12 grams with a ratio of 0.21. From the test results with the three types of propellers, the MR 2205-2300 KV brushless motor consumes the most efficient power when paired with the 3 blades type 5055 propeller.

**Keywords:** brushless motor, propeller, thrust, UAV

### Abstrak

Teknologi pesawat tanpa awak atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) kini semakin banyak digunakan dan terus dikembangkan. Selain mengembangkan teknologi pesawat tanpa awak menjadi lebih canggih, perlu juga mengembangkan pesawat tanpa awak menjadi efisien dalam mengonsumsi energi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja *brushless motor* tipe MR 2205-2300 KV dengan tiga variasi *propeller* yang berbeda, yaitu dua *blade* tipe 5152, tiga *blade* tipe 5055 dan empat *blade* tipe 5040. Kinerja *brushless motor* dilihat berdasarkan konsumsi daya, besarnya *thrust* yang dihasilkan dan rasio perbandingan antara *thrust* yang dihasilkan terhadap daya yang dikonsumsi. Sehingga dapat diketahui besarnya daya yang dikonsumsi suatu *brushless motor* untuk menghasilkan *thrust* tiap gram. Kinerja *brushless motor* tipe MR 2205-2300 KV dengan variasi *propeller* membutuhkan daya yang relatif sama yaitu rata-rata sebesar 29,3 Watt sampai dengan 29,9 Watt, sedangkan nilai *thrust* yang dihasilkan berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *propeller* 2 *blade* tipe 5152 menghasilkan *thrust* sebesar 15,20 gram dengan rasio sebesar 1,81. *Propeller* 3 *blade* tipe 5055 menghasilkan *thrust* sebesar 141, 28 gram dengan rasio sebesar 0,20. *Propeller* 4 *blade* tipe 5040 menghasilkan *thrust* sebesar 138,12 gram dengan rasio 0,21. Dari hasil pengujian dengan tiga jenis *propeller* tersebut, maka *brushless motor* tipe MR 2205-2300 KV mengonsumsi daya paling hemat jika dipasangkan dengan jenis *propeller* 3 *blade* tipe 5055.

**Kata kunci:** brushless motor, propeller, thrust, UAV

© 2020 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi pesawat tanpa awak kini semakin banyak digunakan. Penggunaan teknologi ini tidak hanya sebatas pada hobi aeromodeling, namun juga digunakan untuk keperluan militer dan surveillance [1]. Beberapa penelitian dan pengembangan dilakukan untuk menciptakan teknologi pesawat tanpa awak menjadi semakin canggih. Penelitian yang mengembangkan quadcopter agar dapat terbang dengan sistem kendali menggunakan suara melalui *smartphone* [2], penelitian untuk mengembangkan sistem kendali pada pesawat tanpa awak menggunakan kontroler CC3D [3], penelitian yang mengembangkan sistem monitoring baterai pada pesawat tanpa awak [4] dan penelitian yang mengembangkan sistem tentang pengendalian *quadcopter* menggunakan *google cardboard* [5].

Upaya peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik pada motor listrik telah dilakukan, salah satunya dengan perbaikan faktor daya [6]. Selain mengembangkan teknologi pesawat tanpa awak menjadi lebih canggih, perlu juga mengembangkan pesawat tanpa awak menjadi efisien dalam mengonsumsi energi [7]. Pada pesawat tanpa awak dengan sumber energi dari baterai, efisiensi penggunaan energi baterai merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Salah satu hal yang mempengaruhi efisiensi baterai adalah karakteristik *brushless motor* yang dipakai pada pesawat tanpa awak. Pemilihan *brushless motor* yang efisien dapat meningkatkan efisiensi penggunaan baterai. Pesawat tanpa awak merupakan wahana yang sangat memperhatikan aspek durasi atau kemampuan terbang. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan terbang suatu pesawat tanpa awak adalah dengan menambah kapasitas baterai yang digunakan. Namun, hal ini akan mengurangi performa pesawat tersebut karena bobot pesawat akan bertambah. Selain menambah kapasitas baterai, durasi terbang pesawat dipengaruhi oleh kinerja tiap-tiap komponen yang digunakan. Komponen yang sangat berpengaruh terhadap konsumsi daya adalah *brushless motor*.

Sebuah pesawat tanpa awak membutuhkan penggerak berupa *propeller* yang diputar oleh motor. *Brushless motor* merupakan teknologi elektrik terbaru yang memiliki putaran sangat tinggi, rendah konsumsi energi dan tidak mudah panas. Saat ini pesawat tanpa awak sudah banyak yang menggunakan *brushless motor* untuk menghasilkan performa tinggi. Efisiensi motor berkaitan dengan durabilitas terbang suatu pesawat, mengingat sumber daya baterai yang digunakan terbatas. Oleh karena itu perlu memilih *brushless motor* dengan daya yang lebih rendah namun dengan performa yang tidak menurun.

Salah satu hal yang menentukan performa pesawat tanpa awak melakukan penerbangan adalah daya dari suatu baterai [8]. Salah satu upaya untuk meningkatkan durasi terbang suatu pesawat tanpa awak ialah dengan memilih *brushless motor* dengan konsumsi daya yang paling efisien agar mampu terbang lebih lama. Agar bisa mengetahui daya yang digunakan suatu *brushless motor* maka harus melakukan pengujian terlebih dahulu. Jika sudah mengetahui konsumsi daya suatu *brushless motor* maka dapat digunakan untuk menghitung prestasi terbang suatu pesawat tanpa awak.

Komponen elektronik yang mempengaruhi konsumsi daya baterai adalah *Electronic Speed Controller (ESC)*. ESC adalah bagian elektronik yang mengatur kecepatan perputaran *brushless motor* dengan cara mengatur suplai arus berdasarkan pulsa yang diberikan. Pada penggunaan ESC perlu memperhatikan tegangan dan arus yang diperbolehkan agar sesuai dengan spesifikasi *brushless motor* yang digunakan. Pada makalah ini pengujian *brushless motor* menggunakan ESC Hobbywing SkyWalker 40A UBEC dengan kapasitas arus pada kondisi *continuous current* sebesar 40A dan mempunyai berat 35g.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja *brushless motor* tipe MR 2205-2300 KV dengan tiga variasi *propeller* yang berbeda, yaitu dua *blade* tipe 5152, tiga *blade* tipe 5055 dan empat *blade* tipe 5040. Kinerja *brushless motor* dilihat berdasarkan konsumsi daya dan besarnya *thrust* yang dihasilkan. Setelah besarnya daya dan *thrust* diketahui maka dapat dihitung rasio perbandingan antara *thrust* yang dihasilkan terhadap daya yang dikonsumsi *brushless motor*. Sehingga dapat diketahui besarnya daya yang dikonsumsi suatu *brushless motor* untuk menghasilkan *thrust* per gram.

## 2. METODE PENELITIAN

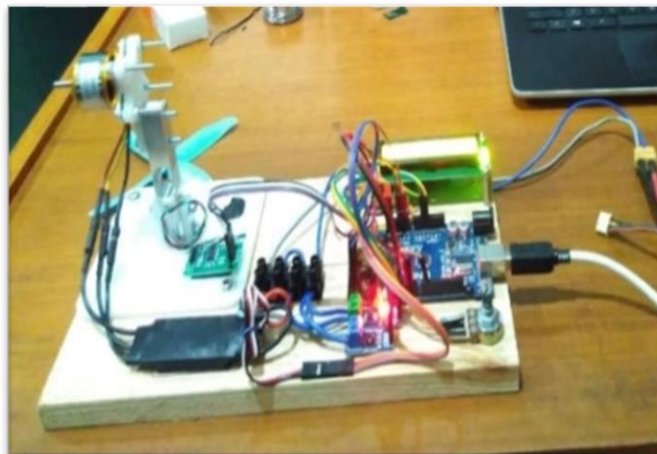
### 2.1 Metode Penelitian

Pada makalah ini *brushless motor* yang diuji adalah *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV seperti pada Gambar 1. Pengujian karakteristik *brushless motor* dilihat berdasarkan tegangan, arus dan daya dorong yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan sumber tegangan DC dari adaptor.



Gambar 1. *Brushless motor* tipe MR 2205-2300KV

Penelitian dilakukan dalam empat tahapan. Pertama, dimulai dari tahap pengumpulan data dan pengujian komponen. Data spesifikasi teknis komponen diambil berdasarkan data manual atau datasheet komponen. Pengujian *brushless motor* bertujuan untuk melihat kinerja *Electronic Speed Controller (ESC)* agar ESC dan *brushless motor* dapat dipastikan berfungsi dan bekerja dengan baik. Kedua, dilanjutkan dengan proses instalasi alat uji. Perakitan alat uji berfungsi untuk mendapatkan data-data nilai tegangan, arus dan *thrust* dari *brushless motor* ketika melakukan pengambilan data. Pada proses instalasi alat uji, dilakukan juga kalibrasi alat ukur agar data yang didapatkan sesuai dan akurat. Ketiga, dilanjutkan dengan tahap uji coba alat untuk memastikan alat yang akan digunakan dalam pengambilan data dapat berfungsi dengan baik. Tahap ini dilakukan untuk memastikan alat yang akan digunakan dalam pengambilan data dapat berjalan dengan baik tanpa mengalami masalah. Data yang ditampilkan oleh alat ukur dapat terbaca dengan jelas dan dapat dicatat dengan baik. Keempat, merupakan tahap terakhir yaitu proses pengambilan data, pengolahan data dan analisis data. Pengambilan data dilakukan setelah uji coba alat dinyatakan tidak mengalami masalah. Data yang didapatkan kemudian diolah untuk mengetahui nilai rata-ratanya. Dari data yang sudah diolah dapat diketahui kinerja *brushless motor* berdasarkan besarnya daya yang dikonsumsi, *thrust* yang dihasilkan dan rasio antara daya terhadap *thrust*. Perakitan alat uji ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Perakitan Alat Pengujian

## 2.2 Diagram Alir Penelitian

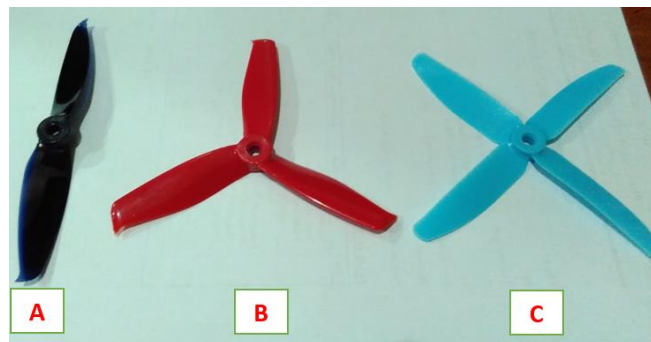
Tahapan penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## 2.3 Perancangan Penelitian

Pengujian *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV dilakukan dengan cara eksperimen menggunakan tiga variasi *propeller* yang berbeda, yaitu dua *blade* tipe 5152, tiga *blade* tipe 5055 dan empat *blade* tipe 5040. *Propeller* yang digunakan ditunjukkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Variasi *Propeller* (A) 2 *Blade* Tipe 5152; (B) 3 *Blade* Tipe 5055; (C) 4 *Blade* Tipe 5040

Pengujian dilakukan dengan cara mengatur arus yang masuk ke ESC dari rentang 0A sampai 4A dengan kelipatan 0,1A. Tegangan *power supply* yang digunakan dari adaptor 14VDC. Data yang diamati adalah data arus, tegangan, dan *thrust*. Data arus dan tegangan diukur menggunakan AVO meter sesuai fungsinya sedangkan data *thrust* diukur menggunakan *thrust* meter. Data arus dan tegangan kemudian digunakan untuk menghitung daya yang dikonsumsi *brushless motor* [9]. Daya dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P=V.I$$

P adalah daya dalam satuan Watt (W), V adalah tegangan dalam satuan Volt (V) dan I adalah arus dalam satuan Ampere (A). Setelah daya dan *thrust* diketahui maka dapat dihitung rasio antara daya terhadap *thrust* yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui besarnya daya yang diserap *brushless motor* saat menghasilkan *thrust* per satu gram. Rasio antara daya terhadap *thrust* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\varphi=P/T$$

$\phi$  adalah rasio antara daya terhadap *thrust* (W/g), P adalah daya dalam satuan Watt (W) dan T adalah gaya dorong dalam satuan gram (g). Rasio W/g menunjukkan besarnya daya dalam satuan Watt yang dibutuhkan untuk menghasilkan *thrust* tiap 1 gram.

Masing-masing pengujian dilakukan pengambilan data sebanyak tiga kali pada tiap variasi *propeller*, kemudian data yang sudah didapatkan diambil nilai rata-ratanya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi resiko kesalahan pada saat pengambilan data.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

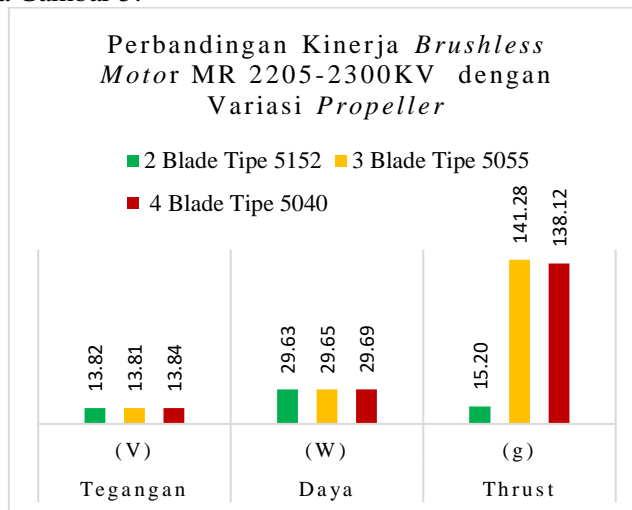
Pengujian *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV sudah dilakukan sebanyak tiga kali pada tiap tipe *propeller*. Pengujian dilakukan dengan *propeller* mulai dari tipe 5152 (2 *blade*), kemudian dilanjutkan dengan *propeller* tipe 5055 (3 *blade*) dan diakhiri dengan *propeller* tipe 5040 (4 *blade*). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data rata-rata tegangan, daya, *thrust* dan rasio antara daya terhadap *thrust*. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian *Brushless motor* Tipe MR 2205-2300KV

Tipe <i>Propeller</i>	Teg. (V)	Daya (W)	<i>Thrust</i> (g)	Rasio (W/g)
5152 (2 <i>blade</i> )	13,82	29,63	15,20	1,81
5055 (3 <i>blade</i> )	13,81	29,65	141,28	0,20
5040 (4 <i>blade</i> )	13,84	29,69	138,12	0,21

Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV membutuhkan daya yang relatif hampir sama pada semua tipe *propeller* saat dilakukan pengujian dengan arus antara 0A sampai dengan 4A. Pada *propeller* 2 *blade* tipe 5152 daya yang diserap sebesar 29,63 Watt. Pada *propeller* 3 *blade* tipe 5055 daya yang diserap sebesar 29,65 Watt. Pada *propeller* 4 *blade* tipe 5040 daya yang diserap sebesar 29,69 Watt. Namun jika dilihat berdasarkan *thrust* yang dihasilkan, nilai *thrust* terbesar dihasilkan oleh *propeller* 3 *blade* tipe 5055 dengan nilai *thrust* sebesar 141,28 gram. Sedangkan nilai *thrust* terkecil dihasilkan oleh *propeller* 2 *blade* tipe 5152 dengan nilai *thrust* sebesar 15,20 gram.

Data perbandingan unjuk kerja *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV dengan variasi *propeller* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Unjuk Kerja *Brushless motor* tipe MR 2205-2300KV dengan Variasi *Propeller*

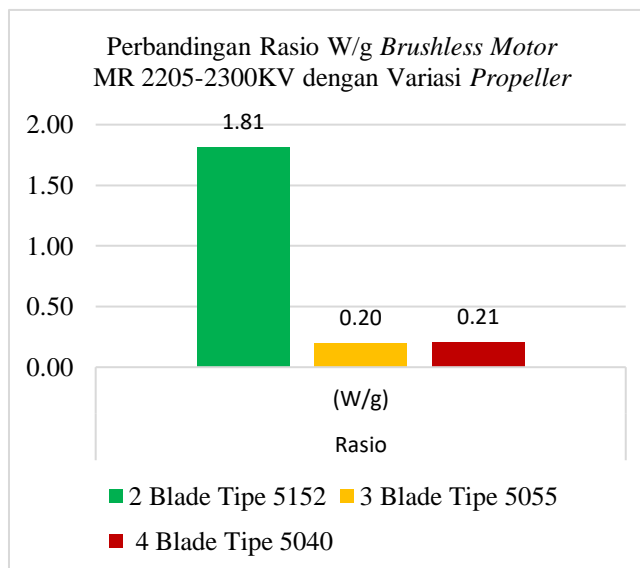
Berdasarkan data pada Gambar 5 menunjukkan hasil bahwa *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV menggunakan tegangan yang relatif sama pada semua variasi tipe *propeller*. Selain tegangan, daya yang diserap juga relatif sama pada semua tipe *propeller*. Hal ini dapat disimpulkan bahwa variasi *propeller* tidak mempengaruhi unjuk kerja *brushless motor* jika dilihat dari tegangan dan daya



yang diserap oleh *brushless motor*. Akan tetapi jika dilihat berdasarkan *thrust* yang dihasilkan, maka penggunaan variasi *propeller* sangat berpengaruh pada besarnya *thrust* yang dihasilkan.

Meskipun memiliki konsumsi daya yang relatif hampir sama, namun penggunaan *propeller* yang berbeda mengakibatkan *thrust* yang dihasilkan juga berbeda. Pada makalah ini, pengujian *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV menghasilkan *thrust* terbesar saat menggunakan *propeller 3 blade* tipe 5055.

Unjuk kerja *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV juga dapat dilihat berdasarkan nilai rasio antara daya yang dikonsumsi terhadap *thrust* yang dihasilkan. Data perbandingan rasio W/g disajikan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Rasio *Brushless motor* tipe MR 2205-2300KV dengan Variasi *Propeller*

Berdasarkan data pada Gambar 6 menunjukkan hasil bahwa *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV menghasilkan rasio 1,81 saat menggunakan *propeller 2 blade* tipe 5152, dan menghasilkan rasio 0,20 saat menggunakan *propeller 3 blade* tipe 5055, serta menghasilkan rasio 0,21 saat menggunakan *propeller 4 blade* tipe 5040. Dengan melakukan pengujian menggunakan variasi *propeller* tersebut, *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV memiliki rasio terkecil pada saat dipasangkan dengan *propeller 3 blade* tipe 5055. Sehingga pada implementasinya, *brushless motor* tipe MR 2205-2300KV dapat menyerap daya paling kecil saat dipasangkan dengan *propeller 3 blade* tipe 5055, karena untuk menghasilkan *thrust* per satu gram hanya membutuhkan daya rata-rata sebesar 0,20 Watt.

## 4. KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

Kinerja *brushless motor* tipe MR 2205-2300 KV dengan variasi *propeller* membutuhkan daya yang relatif sama yaitu rata-rata sebesar 29,3 Watt sampai dengan 29,9 Watt, sedangkan nilai *thrust* yang dihasilkan berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *propeller 2 blade* tipe 5152 menghasilkan *thrust* sebesar 15,20 gram dengan rasio sebesar 1,81. *Propeller 3 blade* tipe 5055 menghasilkan *thrust* sebesar 141, 28 gram dengan rasio sebesar 0,20. *Propeller 4 blade* tipe 5040 menghasilkan *thrust* sebesar 138,12 gram dengan rasio 0,21. Dari hasil pengujian dengan tiga jenis *propeller* tersebut, maka *brushless motor* tipe MR 2205-2300 KV mengonsumsi daya paling hemat jika dipasangkan dengan jenis *propeller 3 blade* tipe 5055.

### 4.2 Saran

Pada makalah ini masih memiliki kekurangan karena pengujian hanya terbatas pada variasi tiga jenis *propeller* yang sudah ada. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan desain *propeller* yang dapat menghasilkan nilai efisiensi yang lebih baik. Selain itu parameter terkait

juga perlu diteliti, misalnya jenis ESC maupun jenis kabel penghantar yang dipakai untuk mengetahui tingkat efisiensinya.

## REFERENSI

- [1] S. B. Wibowo, R. Sumiharto, and R. M. Hujja, "Desain Pengembangan Autopilot Pesawat Udara Tanpa Awak Menggunakan AVR-Xmega Sebagai Perangkat OBDH," *Jurnal Teknologi*, vol. 8, no. No.1, pp. 11–19, 2015.
- [2] F. A. Pallas, G. E. Setyawan, and B. H. Prasetio, "Sistem Kendali Navigasi Quadcopter Menggunakan Suara Melalui Smartphone dan Arduino dengan Metode Text Processing," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 732–738, 2018.
- [3] M. Raafi, A. Kurniawan, and P. P. Branjangan, "Rancang Bangun Fixed Wing Drone Menggunakan Controller CC3D Untuk Pemantauan Lahan," *Jurnal JIT*, vol. 2, no. 2, pp. 31–37, 2018.
- [4] Y. Dewantara, G. E. Setyawan, and B. H. Prasetio, "Perhitungan Kapasitas Baterai dan Arus Komponen pada Ar . Drone Quadcopter untuk Estimasi Waktu dan Jarak Terbang," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 9, pp. 3146–3152, 2018.
- [5] D. A. Pribadi, E. M. A. Jonemaro, and G. E. Setyawan, "Implementasi Pengendalian Quadcopter Dengan Prinsip Virtual Reality Menggunakan Google Cardboard," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, vol. 1, no. 12, pp. 1451–1458, 2017.
- [6] D. Mangantar, "Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Motor Penumpang Nusa Mulia," *SETRUM*, vol. 3, no. 1, pp. 54–60, 2014.
- [7] T. Túró, "Monitoring of military vehicles batteries," *ICMT 2015 - International Conference on Military Technologies 2015*, 2015, doi: 10.1109/MILTECHS.2015.7153716.
- [8] N. Williard, W. He, M. Osterman, and M. Pecht, "Predicting Remaining Capacity of Batteries for UAVs and Electric Vehicle Applications," *Polymer*, 2010.
- [9] Suwito, M. Ashari, M. Rivai, and A. M. Muh, "Energy Consumption of Brushless DC Motor for Modern Irrigation System," *Proceeding - 2018 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application, ISITIA 2018*, pp. 105–110, 2018, doi: 10.1109/ISITIA.2018.8711076.