

## RANCANG BANGUN ALAT UKUR GAYA DORONG DAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR *BRUSHLESS*

Randis<sup>1\*</sup>, Syaeful Akbar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Balikpapan

\*e-mail : randis@poltekba.ac.id

### ABSTRACT

*The aim of this study is to design and create a thrust force and rotation measuring tools on a brushless motor. The initial stage of the research was done by designing model of thrust force and rotation measuring tools in brushless motor on auto CAD drawing software, then created and assembled thrust and rotation in brushless motor based on the design and the last step was simulation and trial. The system that was developed used arduino uno atmega 328 as microcontroller, while the force generated by the brushless motor was passed by mechanical frames to the digital scales order to measure the magnitude of the thrust produced by the brushless motor, to measure the speed rotation of the brushless motor used an IR sensor whose value was displayed on the LCD 16x2. This research produced a force of thrust and speed rotation of a brushless motor that can be used for the benefit of Unmanned Aerial Vehicle (UAV). The result of the test for three brushless motors showed the significant difference of 70% efficiency of data that should be obtained, this was happened because of the difference of propeller used with reference, but overall the tool can measure the thrust force and motor rotation well.*

*Keyword : Unmanned Aerial Vehicle (UAV), thrust force, speed rotation, brushless motor*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan dan membuat suatu alat ukur gaya dorong dan putaran pada motor *brushless*. Tahap awal penelitian dilakukan dengan mendesain model alat ukur gaya dorong dan putaran pada motor *brushless* dalam sebuah *software drawing autoCAD*, selanjutnya membuat dan merakit alat ukur gaya dorong dan putaran pada motor *brushless* sesuai dengan desain rancangan dan terakhir dengan melakukan simulasi dan uji coba. Sistem yang dikembangkan menggunakan *arduino uno atmega 328* sebagai *mikrokontrollernya*, sementara gaya yang dihasilkan oleh motor *brushless* diteruskan oleh rangka mekanik ke timbangan digital untuk mengukur besarnya gaya dorong yang dihasilkan motor *brushless*, untuk mengukur putaran kecepatan motor *brushless* menggunakan IR sensor yang nilainya akan ditampilkan pada LCD 16x2. Penelitian ini menghasilkan sebuah alat ukur gaya dorong dan kecepatan putaran motor *brushless* yang dapat dipergunakan untuk kepentingan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Hasil pengujian alat terhadap tiga motor *brushless* menunjukkan perbedaan signifikan yaitu efisiensi sebesar 70% data yang seharusnya diperoleh, hal ini dimungkinkan karena perbedaan propeller yang digunakan dengan referensi, tetapi secara keseluruhan alat dapat mengukur gaya dorong dan putaran motor dengan baik.

*Kata kunci : Unmanned Aerial Vehicle (UAV), gaya dorong, kecepatan putaran, motor brushless*

## 1. PENDAHULUAN

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* banyak digunakan oleh warga sipil dan aplikasi komersial (Gangadhara Sai, dkk. 2018; Ping, dkk. 2012), pesawat tanpa awak juga dikembangkan untuk mengantarkan dan mendistribusikan obat-obatan

dan perlengkapan medis pada daerah yang sulit dijangkau oleh manusia karena kurangnya sarana transportasi darat serta medan dan kondisi lingkungan yang berbahaya (Paredes, dkk. 2017). Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

sebagai robot terbang tanpa awak berupa nano drone juga diperuntukkan untuk kepentingan penyerbukan tanaman (Abutalipov, dkk. 2016). Penggunaan pesawat tanpa awak juga digunakan untuk membuat peta 3 Dimensi dimana pesawat ini digunakan untuk membawa kamera *fisheye* kemudian memotret objek yang selanjutnya gambar *static* dan video hasil rekaman yang diperoleh digunakan sebagai data dalam pembuatan peta 3 Dimensi (Taufik, dkk. 2016).

Peralatan/*attachmen* dari *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* juga harus mendukung untuk dapat menghasilkan robot terbang yang berkualitas dan sesuai dengan kemampuan yang diinginkan. Salah satu komponen terpenting dari *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah *brushless* motor dan *propeller*. *Brushless* motor dan *propeller* merupakan komponen yang dapat mengangkat *UAV* ke udara, sehingga makin besar gaya angkat/dorong yang dihasilkan oleh *brushless* motor dan *propeller* maka makin besar pula beban yang mampu diangkat oleh *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* (Rahnamai, 2016).

Pengukuran pada motor *brushless* motor didasarkan untuk mendapatkan sebuah kombinasi yang sesuai antara *propeller* dan *brushless* motor yang paling pas, terutama untuk *UAV* yang membutuhkan gaya dorong (*trush force*) yang besar guna mengangkat beban yang lebih berat (Randis, dkk. 2017). Gaya dorong yang dihasilkan oleh motor *brushless* dapat diukur sebelumnya dengan menggunakan alat ukur sehingga pemilihan motor dan *propeller* dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan jenis penggunaan dari *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Dari hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa setiap motor dan baling-baling pada *UAV* memiliki tipe yang sama, maka cukup mengetes satu motor saja untuk menentukan gaya dorong dan torsi yang dihasilkan (Abbas, dkk. 2015; Sayuti, dkk. 2016; Syam, dkk. 2017).

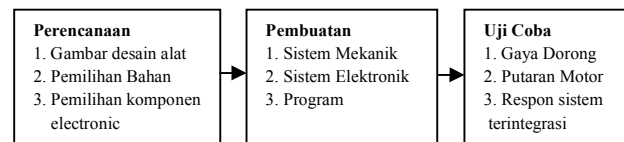
Pada penelitian ini akan merancang dan membuat sebuah alat ukur gaya dorong dan alat ukur putaran motor *brushless* dan *propeller* yang dipergunakan di *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* atau pesawat tanpa awak, sehingga diharapkan dengan alat ini dapat membantu para peneliti dan pengguna

pesawat tanpa awak khususnya dalam merencanakan, memilih dan menggunakan komponen motor *brushless* dan *propeller* yang sesuai dengan kebutuhan pesawat yang akan dibuatnya.

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Prosedur Penelitian

Secara garis besar, tahapan pada penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu, perencanaan, pembuatan alat dan uji coba, diagram tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

#### 1. Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan meliputi gambar desain alat, pemilihan bahan dan material untuk komponen mekanikal serta pemilihan komponen elektronik. Perancangan desain alat yang akan dibuat didesain dengan menggunakan perangkat lunak *software drawing auto cad*, pemilihan bahan meliputi bahan untuk membangun rangka dan sistem mekanik yang sesuai dengan kebutuhan penelitian ini. Sedangkan pemilihan komponen elektronik sangat penting untuk menunjang sistem bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

#### 2. Tahapan Pembuatan

Tahapan pembuatan alat penelitian terbagi menjadi tiga bagian yaitu: Sistem mekanik, sistem elektronik dan integrasi program. Pembuatan sistem mekanik mengacu pada gambar desain yang telah dibuat sebelumnya, dimensi, yaitu panjang, lebar dan tinggi harus sesuai dengan gambar rencana. Pembuatan sistem elektronik letak dan posisinya harus disesuaikan dengan gambar, komponen elektronik diletakkan pada sistem mekanik yang telah dibuat sebelumnya, sehingga

komponen elektronik dan mekanikal dapat menyatu dengan baik. Sedangkan program diintegrasikan kedalam mikrokontroller untuk mendapatkan alat yang dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan, pada program ini merupakan struktur kerja sistem secara keseluruhan.

### 3. Tahapan Uji Coba

Setelah semua tahap perencanaan dan pembuatan selesai maka tahap selanjutnya yaitu uji coba, ada tiga tahapan dalam uji coba yaitu ujicoba terhadap alat ukur gaya dorong motor *brushless*, alat ukur putaran motor *brushless*, dan integrasi keduanya apakah sudah bekerja dengan baik. Tahap selanjutnya setelah tahapan uji coba ini berhasil, maka akan dilakukan pengambilan dan analisis data.

## b. Perancangan Sistem Mekanikal

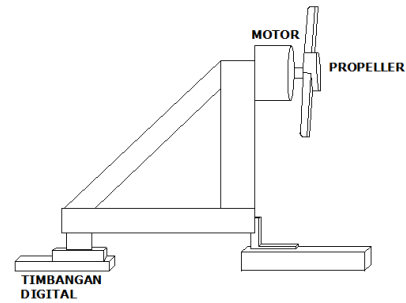
Perancangan sistem mekanik yang direncanakan pada penelitian ini diperlihatkan pada gambar 2 dan gambar 3. Pada perancangan mekanik ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan mekanik untuk alat ukur gaya dorong dan alat ukur untuk putaran (RPM) pada motor *brushless*.

### 1. Perancangan sistem mekanik pada alat ukur gaya dorong

Pada alat ini dibuat sistem mekanik alat ukur gaya dorong diperlihatkan pada gambar 2 dengan bentuk geometris membentuk bangun datar segitiga, sehingga gaya hasil putaran motor *brushless* dan propeller diteruskan pada bagian kaki yang mempunyai alas dan menempel pada timbangan digital yang akan menekan timbangan saat motor berputar, selanjutnya data hasil gaya dorong yang dihasilkan dapat terbaca pada timbangan.

Pada rangka akan menempel pada kotak/papan tripleks yang ikat dengan engsel. Kotak atau papan ini juga berfungsi untuk menempatkan beberapa komponen elektronik seperti arduino *board*, ESC, dan potensiometer serta baterai sebagai sumber tegangan untuk motor dan arduino.

Desain rancangan diperlihatkan pada gambar 2.

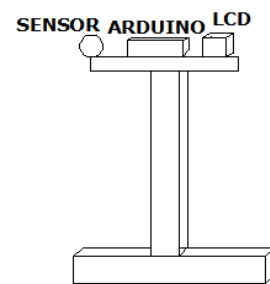


Gambar 2. Perancangan Sistem mekanik alat ukur gaya dorong

### 2. Perancangan sistem mekanik pada alat ukur putaran motor

Pada alat ini direncanakan akan dibuat diperlihatkan pada gambar 3. Sistem mekanik sebagai dukungan komponen elektronik dan sensor yang akan membaca besarnya putaran motor *brushless*. Pada alas akan dibuat berbentuk lingkaran agar dapat lebih kokoh dalam menopang komponen-komponen yang ada di atasnya.

Rangka ini disesuaikan dengan tinggi rangka alat ukur gaya dorong yang telah dibuat sebelumnya, hal ini dimaksudkan agar setiap putaran motor persis mengenai sensor sehingga data yang dihasilkan akan lebih baik lagi. Beberapa komponen elektronik yang akan menempel pada rangka ini yaitu arduino *board*, IR Sensor, LCD, dan baterai sebagai sumber tegangan untuk *board* arduino.



Gambar 3. Perancangan Sistem mekanik alat ukur putaran

## c. Perancangan Sistem Elektrikal

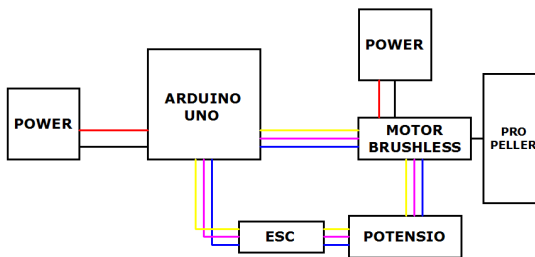
Perancangan sistem elektronik diperlihatkan pada gambar 4 dan 5, sama seperti

pada perangkat sistem mekanik, pada bagian elektronik juga terbagi menjadi 2 bagian yaitu perangkat elektronik untuk alat ukur gaya dorong dan perangkat elektronik untuk alat ukur putaran motor *brushless*.

#### 1. Perancangan sistem mekanik pada alat ukur gaya dorong

Perangkat Elektronik pada alat ukur gaya dorong terdiri dari Motor *Brushless*, ESC, *arduino board*, potensio dan baterai sebagai sumber energy. Terdapat dua baterai sebagai sumber energy yaitu baterai untuk menyuplai tenaga pada motor *brushless* dengan menggunakan baterai lippo. Sedangkan power untuk arduino dengan menggunakan sumber tegangan baterai 9 volt.

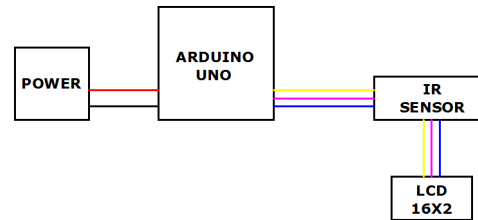
Sistem Perangkat elektronik merupakan bagian yang mencakup sistem kendali dan kelistrikan untuk menguji gaya dorong yang dihasilkan. Baterai menyuplai listrik ke ESC yang kemudian diteruskan ke motor.



Gambar 4. Perangkat elektronik untuk alat ukur gaya dorong

#### 2. Perancangan sistem elektrikal pada alat ukur putaran motor

Perangkat Elektronik pada alat ukur putaran motor Baterai, IR Sensor, LCD Screen, dan *arduino board*. Lcd berfungsi untuk menampilkan hasil putaran motor yang dihasilkan sedangkan IR sensor berfungsi sebagai sensor yang memberikan data yang akan di olah oleh mikrokontroller. Power dari baterai digunakan untuk menyuplay tenaga untuk arduino.



Gambar 5. Perangkat elektronik untuk alat ukur putaran motor

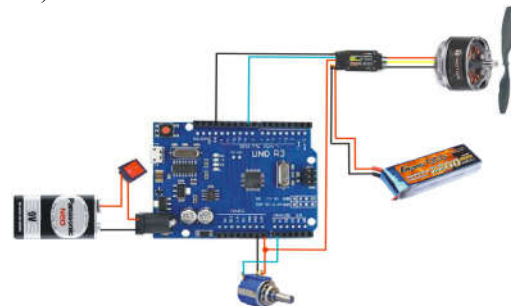
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Implementasi Sistem Elektronik

Pada implementasi sistem elektronik terdapat dua buah sistem yaitu sistem elektronik untuk perangkat alat ukur gaya dorong dan alat ukur kecepatan putaran motor *brushless*. Pada alat ukur gaya dorong terdapat dua buah baterai sebagai sumber tenaga pada alat ini yaitu: 1. Baterai 9 volt sebagai suplai power untuk *board arduino* dan baterai lipo (*Lithium Polymer*) menyuplai listrik ke ESC yang kemudian diteruskan ke motor *brushless*.

Motor *brushless* bekerja digerakkan dengan gelombang yang membutuhkan seperangkat sinyal yang cukup akurat dan rumit, maka dalam hal ini ESC melaksanakan tugas kontrol terprogram sekaligus sebagai driver motor *brushless*. Rangkaian sistem elektrikal alat ukur gaya dorong diperlihatkan pada gambar 6.

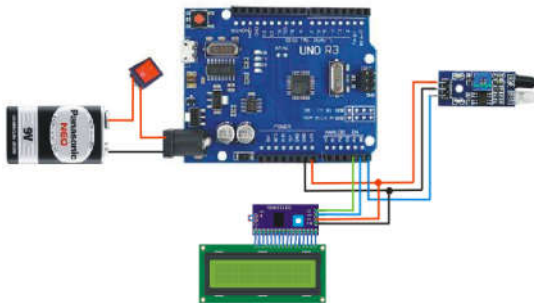
Arduino bertindak sebagai mikrokontroller, sementara *potensio* dan ESC sebagai komponen untuk mengatur besarnya kecepatan yang dihasilkan oleh motor *brushless* (Randis, dkk. 2017).



Gambar 6. Rangkaian Sistem Elektrikal Alat Ukur Gaya Dorong

Sedangkan pada alat ukur kecepatan putaran motor *brushless* hanya menggunakan satu sumber tegangan dari baterai 9 volt untuk menyuplai power ke *board* arduino, sementara power untuk LCD dan IR sensor diambil dari pin gnd dan vcc pada *board* arduino. Arduino mengontrol seluruh proses seperti membaca pulsa yang dihasilkan modul IR sensor, menghitung RPM dan mengirim nilai RPM ke LCD. Sensor IR digunakan untuk objek penginderaan. Sensitivitas sensor ini dapat diatur dengan menggunakan potensiometer yang terletak di modul IR sensor, modul sensor IR terdiri dari pemancar IR dan dioda foto yang mendeteksi atau menerima sinar inframerah.

Pemancar inframerah mentransmisikan sinar infra merah, ketika sinar ini jatuh pada permukaan apa saja, memantulkan kembali dan mendeteksi dengan dioda foto. Output foto dioda terhubung ke komparator, yang membandingkan keluaran dioda foto dengan tegangan referensi dan hasilnya diberikan sebagai output ke arduino. Rangkaian sistem elektrikal alat ukur gaya dorong diperlihatkan pada gambar 7.

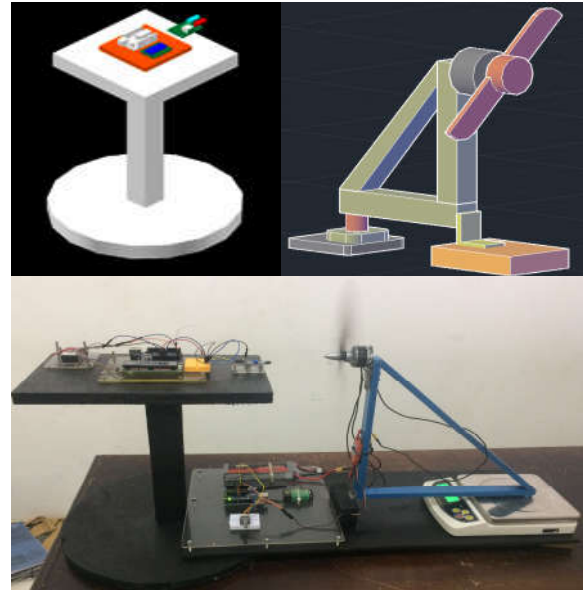


Gambar 7. Rangkaian Sistem Elektrikal Alat Ukur kecepatan putaran motor *brushless*

### 3.2. Implementasi Sistem Mekanikal

Sebagaimana pada sistem elektrikal, pada sistem mekanikal juga dibagi mejadi 2 buah sistem yaitu: sistem mekanikal alat ukur gaya dorong dan sistem mekanikal alat ukur kecepatan putaran motor *brushless*. Pada alat ukur gaya dorong, hasil putaran motor diteruskan ke ujung rangka sebelah kanan untuk menekan timbangan digital sehingga gaya dorong yang dihasilkan oleh motor dapat terbaca pada tampilan lcd timbangan digital.

Sementara pada alat ukur kecepatan putaran motor *brushless* dibuat sebagaimana rancangan awal untuk menopang komponen elektronik termasuk IR sensor untuk membaca putaran motor yang dihasilkan. Hasil desain pada *software drawing* dan hasil aktual sistem mekanikal ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Sistem Mekanikal

### 3.3. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga buah motor *brushless* yang berbeda, yaitu T-Motor tipe MT 2216 KV 800, KV 900, dan 1100. Sementara Propeller yang digunakan untuk semua jenis pengujian motor yaitu propeller genfan 10 x 4,5. Hasil pengujian gaya dorong (*trust force*) ketiga motor *brushless* dengan menggunakan alat yang dirancang diperlihatkan pada tabel 1. Sedangkan hasil pengujian putaran motor *brushless* diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Gaya Dorong

No	Motor <i>Brushless</i> (T- Motor)	Prop	Rara-rata Trust (g)	Referensi Trust (g)	Efisiensi (%)
1	MT 2216 KV 800	Genfan 10 x4,5	439.7666667	620	71
2	MT 2216 KV 900	Genfan 10 x4,5	507.1233333	720	70
3	MT 2216 KV 1100	Genfan 10 x4,5	800.6	1030	77

Tabel 2. Hasil Pengujian Putaran Motor *Brushless*

No	Motor <i>Brushless</i> (T- Motor)	Prop	Rara-Rata Putaran (RPM)	Referensi Putaran (RPM)	Efisiensi (%)
1	MT 2216 KV 800	Genfan 10 x4,5	5092.3333	6650	76
2	MT 2216 KV 900	Genfan 10 x4,5	5291.66667	7000	75
3	MT 2216 KV 1100	Genfan 10 x4,5	7567.66667	9500	78

Referensi yang digunakan yaitu *data sheet* T-Motor MT 2216 KV 800, MT 2216 KV 900, dan MT 2216 KV 1100, trottle pada nilai 100% dan motor menggunakan propeller T-Motor 11\*3,7 CF (Anonim, 2015). Dari hasil pengujian menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik untuk mengukur gaya dorong (*trust force*) dan putaran motor *brushless*. Terdapat selisih yang signifikan yaitu sebesar 70% efisiensi data gaya dorong dan putaran motor yang dihasilkan, hal ini diperkirakan karena penggunaan propeller yang lebih kecil dibandingkan dengan diameter yang disarankan pada referensi.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Implementasi sistem mekanikal, elektrikal dan integrasi program kedalam mikrokontroler dan uji coba merupakan proses dalam perencanaan dan pembuatan alat ini.
- Alat dapat bekerja dengan baik untuk membaca data gaya dorong (*trust force*) dan kecepatan putaran motor *brushless* dengan baik.
- Terdapat perbedaan signifikan yaitu sebesar efisiensi 70% data yang seharusnya diperoleh, hal ini dimungkinkan karena perbedaan propeller yang digunakan dengan referensi.

## 5. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis propeller terhadap gaya dorong dan putaran yang dihasilkan oleh motor *brushless*. Juga perlu penelitian lanjutan terhadap pengaruh diameter propeller terhadap gaya dorong yang paling maksimal dari sebuah motor *brushless*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abutalipov, R. N., Bolgov, Y. V., & Senov, H. M. (2016). Flowering plants pollination robotic system for greenhouses by means of nano copter (drone aircraft). *2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies, IT and MQ and IS 2016*, 7–9.
- Anonim. (2015). *Tiger Motor T-Motor MT Series MT2216-11 900kv V2*. (n.d.).
- Gangadhara Sai, P., Sandhya Rani, C., & Rani Nelakuditi, U. (2018). Implementation of Power Optimization Technique for UAVs. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 132–137.
- Hammada Abbas, Rafiuddin Syam, Mustari (2015). *Rancang Bangun Prototipe Quadrotor Tanpa Awak, (SNTTM XIV)*, 7–8.
- Paredes, J. A., Acevedo, J., Mogrovejo, H., Villalta, J., & Furukawa, R. (2017). Quadcopter design for medicine transportation in the Peruvian amazon rainforest. *Proceedings of the 2016 IEEE 23rd International Congress on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2016*.
- Ping, J. T. K., Ling, A. E., Quan, T. J., & Dat, C. Y. (2012). Generic Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for civilian application. *Proceedings of the IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (STUDENT)*, (October), 289–294.
- Rahnamai, K. (2016). *Quadrotor Drone es Thrust Measurement Apparatus*, 1–6.
- Randis, Dharmawan, I. B., Syahrudin. (2017). *Rancang Bangun Alat Uji Gaya Dorong (Trust Force) Motor Brushless*, 5(2).
- Sayuti, S., Hakim, M. S. (2016). Perancangan dan

Pembuatan Rangka Drone yang Ekonomis dan Praktis. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2016*, 486–490

Syam, R., Mappaita, A., & Hidayat, R. (2017). *Simple Design of VTOL Hexacopter for Simple Navigation*, 4(1), 243–247.

Taufik, A., Okamoto, S., & Lee, J. H. (2016). *3D Map Modeling Using Static Photo Images and Video Images of Environment around a River Captured by a Fisheye-Lens Camera Mounted on a Multi-Rotor Drone*, (3), 145–150.