



JURNAL MISTEK

JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



ANALISIS PENGARUH KECEPATAN UDARA TERHADAP PUTARAN BALING-BALING DRONE HEXACOPTER

Rhamadan Aditya¹, Ansor Salim Siregar², Sunny Ineza Putri³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : Ramadanaditya1327@gmail.com¹

Masuk : 12 Oktober 2022

Direvisi : 19 Oktober 2022

Disetujui : 18 November 2022

Abstrak: Hexacopter adalah teknologi drone berjenis multirotor yang memiliki 6 buah rotor penggerak sebagai penghasil gaya angkat (lift force) yang membuat wahana tersebut dapat terbang secara vertikal. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari tahu bagaimana pengaruh kecepatan udara terhadap kestabilan terbang hexacopter dan sebagai perbandingannya juga pada saat pengujian hexacopter dipasangkan variasi beban 0 kg, 0,55 kg, 0,75 kg. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap hexacopter secara langsung yang bertujuan untuk mengambil data dan dianalisis secara manual menggunakan perhitungan dan persamaan yang telah dicantumkan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperlukan gaya angkat (lift force) 35,28 newton untuk hexacopter mengudara, maka satu rotor harus mampu menghasilkan gaya angkat (lift force) 5,88 newton. Pemilihan motor Brushless dan Propeller menjadi hal yang sangat penting untuk penelitian ini karena bobot dari hexacopter yang terbilang berat yaitu 3,6 kg, motor Brushless yang digunakan yaitu jenis 3508-590kv dan Propeller 12x55. Kecepatan udara dapat mempengaruhi kinerja putaran baling-baling hexacopter. Semakin besar kecepatan udara sekitar maka putaran baling-baling akan semakin pelan, dan menyebabkan Electronic Speed Control (ESC) akan berkerja untuk menyesuaikan putaran dari setiap baling-baling pada rotor hexacopter.

Kata kunci: Hexacopter, propeller, gaya angkat (lift force)

Abstract: Hexacopter is a multirotor type drone technology that has 6 driving rotors as a generator of lift force which makes the vehicle fly vertically. The aims of this research is to determine how the effect of air velocity on the stability of the hexacopter flight and as a comparison when testing the hexacopter, variations of 0 kg, 0.55 kg, and 0.75 kg were used. In this study, a direct hexacopter test was carried out which aims to retrieve data and analyzed manually using the calculations and equations that have been included. Based on the required calculations, a lift force of 35.28 newtons is required for the hexacopter to fly, so one rotor must be able to produce a lift force of 5.88 newtons. The selection of Brushless and Propeller motors is very important for this research because the weight of the hexacopter is fairly heavy, namely 3.6 kg, the Brushless motor used is the 3508-590kv type and the Propeller is 12x55. Airspeed can affect the performance of the hexacopter propeller rotation. The greater speed of air velocity then slower the rotation of the propellers, and this causes Electronic Speed Control (ESC) to work to adjust the rotation of each propeller on the hexacopter rotor.

Keywords: Hexacopter, propeller, lift force

PENDAHULUAN

Teknologi saat ini berkembang dengan pesat, dibuktikan dengan adanya teknologi canggih yaitu UAV (Unmanned Aerial Vehicle) atau lebih dikenal dengan drone. UAV jenis multirotor (multirotor/multicopter) pada umumnya tidak mempunyai sayap seperti pada pesawat terbang biasanya. Tetapi, di setiap rotor atau lengannya memiliki baling-baling (propeller) yang berfungsi untuk menghasilkan gaya dorong (Thrust Force). Drone multirotor memiliki beberapa jenis berdasarkan banyaknya rotor yang terdapat pada drone tersebut seperti tricopter, quadcopter, hexacopter, dan octocopter. (Ilhami, 2015)⁽¹⁾

Biasanya *drone* dimanfaatkan sebagai alat untuk pemantauan lalu lintas, pemetaan lahan, investigasi, dan alat untuk mengangkut barang atau *drone cargo* dan lain sebagainya. Tetapi, dengan banyaknya motor yang terdapat pada *drone* adalah suatu masalah tersendiri dalam pemanfaatan *drone*. Semakin banyak motor, akan mengakibatkan durasi terbang *drone* di udara semakin berkurang. Hal tersebut dikarenakan oleh baterai sebagai *supplier* daya untuk motor pada *drone*, maka dari itu jika semakin banyak motor maka akan semakin banyak juga daya yang harus dikeluarkan dari baterai ke motor untuk memutar *propeller*. (Pradana, 2016)⁽²⁾

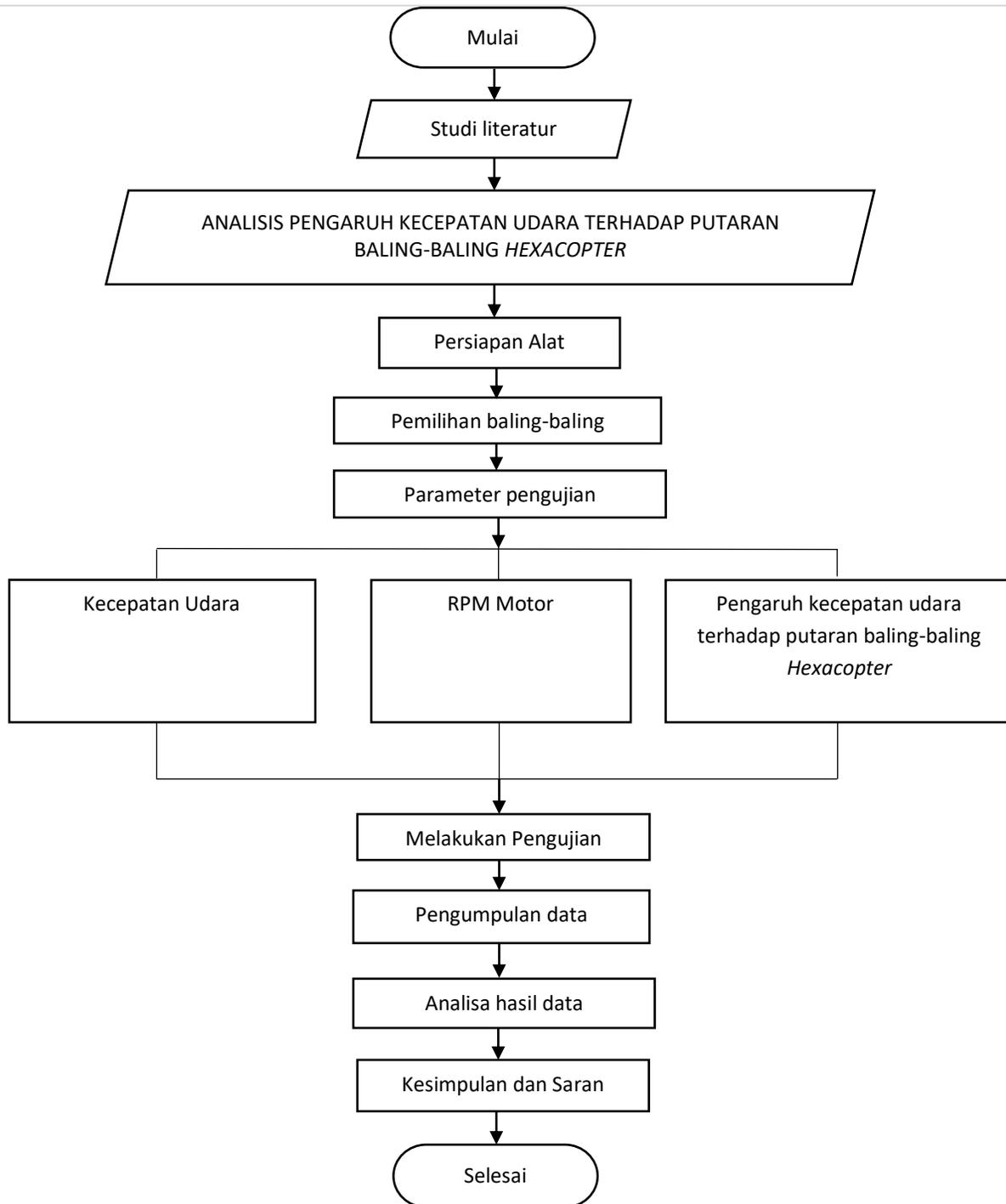
Pada penelitian terdahulu oleh Rahmad Hidayat, Muhaimin, Aidi Finawan (2019) yang berjudul “Rancang Bangun Prototype Drone Penyemprot Pesticida Untuk Pertanian Padi Secara Otomatis”. Penelitian tersebut bertujuan merancang multicopter tipe hexacopter sebagai alat yang dapat digunakan untuk melakukan penyemprotan pestisida yang dapat bekerja secara otomatis tanpa campur tangan dari penggunaannya. Dari hasil pengujian dan analisa penelitian ini hexacopter dapat mengudara selama 1 menit 45 detik menggunakan baterai Lipo 3S 2200 mAh pada saat total massa hexacopter 2,5 kg dan hexacopter mampu bekerja dengan baik menyemprotkan pestisida secara otomatis ke pertanian padi. Dan penelitian berikutnya oleh Rizki Rizaldi, Seno D. Panjaitan, Muhammad Saleh (2021) yang berjudul “Analisis Unjuk Kerja Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Hexacopter Pada Lahan Pertanian”. Dalam penelitian ini bertujuan mendapatkan perkiraan waktu terbang drone hexacopter dan mendapatkan analisis konsumsi daya yang dibutuhkan oleh hexacopter. Hasil dari penelitian ini yaitu menggambarkan tentang estimasi perhitungan konsumsi baterai dari UAV hexacopter tanpa mengangkut beban dan dengan dipasangkan beban dengan variasi beban tertentu. Dalam penelitian yang penulis buat ini terdapat beberapa kesamaan dari penelitian terdahulunya yaitu sama-sama menggunakan drone hexacopter dan membahas konsep yang sama yaitu kegunaan pesawat UAV hexacopter yang difungsikan sebagai alat untuk mengangkut beban, dan terdapat perbedaan yaitu pada penelitian ini berfokus pada UAV hexacopter sebagai alat pengiriman barang sedangkan penelitian terdahulunya berfokus UAV hexacopter sebagai alat untuk memudahkan pekerjaan dibidang pertanian, dan juga part-part untuk hexacopter yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian terdahulunya.⁽³⁾

Dalam kesempatan kali ini penulis ingin merancang sebuah alat yang dapat berfungsi mempermudah pengiriman barang (*cargo*) ke daerah yang masih susah dijangkau oleh kendaraan darat. Maka dari itu drone merupakan salah satu alat yang memungkinkan kami untuk menerapkan ide ataupun inovasi yang penulis rancang.⁽⁴⁾

METODOLOGI

Metode penelitian atau metode ilmiah adalah langkah-langkah atau tahapan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh ilmu ilmiah. Metode penelitian merupakan langkah untuk menyusun ilmu pengetahuan. Metode penelitian biasanya mengacu ke bentuk-bentuk penelitian. (Prof. Dr. Suryana, 2012). Penelitian ini dimulai dengan studi literatur, merancang UAV *Hexacopter*, pengumpulan alat dan bahan, pemilihan jenis *propeller*, merakit UAV *Hexacopter*, melakukan pengujian, pengumpulan data, analisis hasil, dan kesimpulan.⁽⁵⁾

Biasanya diagram alir mewakili sebuah proses, sistem, atau tahap dan dimanfaatkan sebagai dokumentasi dari suatu proses penelitian multi-langkah. Diagram alir membantu menjelaskan alur penelitian dan mengidentifikasi proses yang harus diselesaikan sesuai dengan urutan kronologis.⁽⁶⁾



GAMBAR 1. DIAGRAM ALIR

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan gaya angkat *hexacopter* dimulai dengan menentukan massa dari *hexacopter* dan spesifikasi motor BLDC dan *propeller* yang digunakan, perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar gaya angkat yang diperlukan dan untuk memastikan *hexacopter* mampu terbang sesuai dengan fungsinya. Putaran motor *maksimum* yang dihasilkan dari pesawat *hexacopter* ini dapat mencapai 14000 rpm saat dipasang *propeller* dengan kombinasi baterai yang telah dicantumkan spesifikasinya sebelumnya. Gaya utama yang dibutuhkan *hexacopter* untuk mengudara adalah gaya angkat yang diperoleh dari putaran *propeller* yang tersambung ke motor *brushless* dari keenam rotor *hexacopter*. Terdapat juga gaya berat (*weight force*) yang diperoleh dari perkalian antara massa total *hexacopter* dengan gaya gravitasi pada bumi. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan gaya angkat awal untuk menentukan spesifikasi motor dan *propeller* yang akan dipakai. Untuk perhitungan gaya angkat (*lift force*) yang dibutuhkan *hexacopter* berdasarkan berat *hexacopter* itu sendiri, dari perhitungan gaya berat (*weight force*) didapatkan:

$$f_l = W \quad (1)$$

$$W = m \cdot g = 3,6\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 35,316 \text{ N} \quad (2)$$

$$Cl = \frac{1}{2} f_l \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \quad (3)$$

$$f_l = Cl \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^4 \cdot \omega^2 \quad (4)$$



Gambar 2. Motor *Brushless* 590kv dan *Propeller* 1255

Setelah mendapatkan hasil analisis untuk gaya angkat yang diperlukan *hexacopter* untuk dapat melakukan *take off* yaitu masing-masing rotor harus menghasilkan gaya angkat sebesar 5,88 Newton.



Gambar 3. Diagram Benda Bebas *Hexacopter*

Berdasarkan hukum *Newton* II, dari gambar diatas menunjukkan bahwa gaya angkat lebih besar daripada gaya berat yang artinya *hexacopter* dapat melakukan *take off*. Dari keenam motor *brushless* menghasilkan gaya angkat mencapai 52,956 N pada saat kecepatan rotasi *propeller* 3500 rpm dan mampu menghasilkan pesawat *hexacopter* seberat 3,6 Kg dapat melakukan *take off* (terbang).

TABEL 1. DATA PENGUJIAN PAGI

Parameter	Beban		
	0 kg	0.5 kg	1 kg
Kecepatan udara sekitar	4 m/s	3,4 m/s	4,7 m/s
Rpm <i>propeller idle</i>	2142rpm	1985rpm	1937rpm
Tegangan baterai	24,82v	22,82v	22,24v
Rpm <i>propeller</i> saat terbang	4325rpm	4636rpm	4827rpm
Kecepatan udara yang disebabkan <i>propeller</i>	10,4m/s	10,8m/s	11,7m/s
Ketinggian terbang pengujian	3m	3m	3m

TABEL 2. DATA PENGUJIAN SIANG

Parameter	Beban		
	0 kg	0,55 kg	0,75 kg
Kecepatan udara sekitar	3,4 m/s	3,3 m/s	3 m/s
Rpm <i>propeller idle</i>	1910 rpm	1941 rpm	2155 rpm
Tegangan baterai	21.5v	22.15v	24.84v
Rpm <i>propeller</i> saat terbang	4441 rpm	4772 rpm	5019 rpm
Kecepatan udara yang disebabkan <i>propeller</i>	10,2 m/s	10,7 m/s	11,3 m/s
Ketinggian terbang pengujian	3 m	3 m	3 m

TABEL 3. DATA PENGUJIAN MALAM

Parameter	Beban		
	0 kg	0,55 kg	0,75 kg
Kecepatan udara sekitar	3,2 m/s	2,8 m/s	3,4 m/s
Rpm <i>propeller idle</i>	1926 rpm	1973 rpm	2136 rpm
Tegangan baterai	21,6v	22,4v	24,8v
Rpm <i>propeller</i> saat terbang	4482 rpm	4697 rpm	5132 rpm
Kecepatan udara yang disebabkan <i>propeller</i>	9,2 m/s	9,8 m/s	10,6 m/s
Ketinggian terbang pengujian	3 m	3 m	3 m

Hasil Perhitungan Gaya Angkat (*Lift Force*) berdasarkan data pengujian yang telah didapat, untuk menetapkan nilai koefisien *lift* yang akan dipakai untuk perhitungan data pengujian yang telah didapat. Dengan spesifikasi *hexacopter* yang telah dijelaskan sebelumnya, didapatkan luas penampang *propeller* (*A*) yaitu $0,073 \text{ m}^2$, bila kecepatan udara yang melewati *propeller* saat terbang diasumsikan 10 m/s maka,

$$Fl = W = \frac{35,28\text{N}}{6} = 5,88\text{N} \quad (5)$$

$$Cl = \frac{2 \cdot Fl}{\rho \cdot A \cdot v^2} = Cl = \frac{2 \cdot 5,88\text{N}}{1,2 \cdot 0,073 \text{ m}^2 \cdot 10^2 \text{ m/s}} = Cl = \frac{11,76\text{N}}{8,796} = 1,336 \approx 1,3 \quad (6)$$

Maka nilai dari *Cl* yang akan digunakan untuk menghitung data pengujian yang telah dicantumkan sebelumnya adalah 1,3. Dengan menggunakan persamaan (4) yang telah dituliskan sebelumnya maka didapatkan nilai gaya angkat berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.

TABEL 4. LIFT FORCE YANG DIHASILKAN BERDASARKAN DATA PENGUJIAN

Variasi beban	Data Hasil			
	Variasi beban (kg)	Kecepatan udara yang disebabkan <i>propeller</i> (m/s)	<i>Revolutions Per Minute</i> (rpm)	<i>Lift Force</i> yang dihasilkan (N)
Pengujian pagi	0	10,4	4325	82,37
	0,55	10,8	4636	94,65
	0,75	11,7	4827	102,61
Pengujian siang	0	10,2	4441	86,85
	0,55	10,7	4772	100,28
	0,75	11,3	5019	110,93
Pengujian malam	0	9,2	4482	88,46
	0,55	9,8	4697	97,15
	0,75	10,6	5132	115,98

Dari Tabel 4. dapat dilihat gaya angkat tertinggi yang dihasilkan pada saat pengujian malam dengan beban $0,75 \text{ kg}$ yang menghasilkan gaya angkat sebesar $115,98 \text{ Newton}$, dan gaya angkat yang paling rendah yaitu pada saat pengujian pagi dengan tanpa beban yang menghasilkan gaya angkat sebesar $82,37 \text{ Newton}$. Untuk melihat perhitungan gaya angkat sehingga didapatkan seperti pada Tabel 4 penulis telah mencantumkan lampiran yang berisi perhitungan manual gaya angkat yang dihasilkan oleh *hexacopter* berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan. Untuk nilai kecepatan udara penulis memakai rata-rata kecepatan yang disebabkan oleh *propeller* (*v*) yaitu 10 m/s , dan nilai omega yaitu kecepatan rotasi per menit *propeller* yang dikonversikan ke rotasi per detik yang dibagikan dengan nilai 60.

Hasil pengujian terbang yang dilakukan pada *hexacopter* ini belum mencapai hasil yang maksimal karena keterbatasan alat ukur pengujian yang dirasa masih belum cukup presisi. Berdasarkan penimbangan massa *drone hexacopter* secara keseluruhan memiliki berat kosong $3,6 \text{ kg}$. Dari berat kosong tersebut dipasangkan variasi beban tanpa beban (0 kg), $0,55 \text{ kg}$, dan $0,75 \text{ kg}$. Berdasarkan persamaan berat pesawat UAV *hexacopter*, berat masing-

masing komponen dijumlahkan dan akan menghasilkan berat terbang UAV *hexacopter*. Untuk perhitungan data hasil pengujian digunakan persamaan-persamaan yang telah dicantumkan pada bab 2.

KESIMPULAN

Berikut ini kesimpulan penelitian ini berdasarkan analisa dan pengujian yang telah dilakukan:

1. Kecepatan udara dapat mempengaruhi kinerja putaran baling-baling *hexacopter*. Semakin besar kecepatan udara sekitar maka putaran baling-baling akan semakin pelan, dan menyebabkan *Electronic Speed Control* (ESC) akan berkerja untuk menyesuaikan putaran dari setiap baling-baling pada *rotor hexacopter*.
2. Semakin cepat perputaran *propeller* maka gaya angkat (*lift force*) yang diperoleh akan semakin besar. Hal ini dikarenakan pada saat *hexacopter* dipasangkan beban maka semakin bobot dari *hexacopter* bertambah dan membutuhkan lebih banyak gaya angkat.
3. Gangkat yang diperlukan untuk membuat *hexacopter* mengudara harus lebih besar dari 35,28 *Newton*.

Adapun saran yang penulis rekomendasikan jika akan ada pengembangan lebih lanjut untuk penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengurangi beban kosong *hexacopter*, karena dengan berat 3,6 kg terbilang berat untuk *drone hexacopter* yang memiliki ukuran sedang.
2. Menambahkan modul *telemetry* sebagai alat yang mengirimkan dan menerima data melalui sinyal radio agar akurasi data lebih akurat.
3. Menggunakan alat pengujian yang mempunyai spesifikasi lebih tinggi daripada yang digunakan pada penelitian ini agar didapat data yang lebih presisi dan maksimal.
4. Pada pengembangan lebih lanjut diharapkan beban yang dipakai memiliki bobot yang lebih berat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, A. Y., Harinita, D., & Bachtiar, A. (2018). Korelasi Gaya Angkat dengan Kecepatan Putaran Rotor pada Sistem Pesawat Quadcopter. *Teknik Elektro Institut Teknologi Padang*.
- [2] Edfi, R. D., & Utama, I. K. A. P. (2019). Analisa Perubahan Gaya Angkat dan Hambatan Total Terhadap Variasi Aspect Ratio dan Winglet pada Sayap Kapal Wing In Surface Effect Menggunakan Aplikasi CFD. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), 204–209. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.35471>
- [3] Firdaus, R. (2020). *BERBASIS WAYPOINT DAN COMPUTER VISION*.
- [4] Hasan, G. A., & Akbar, S. A. (2021). Perancangan Hexacopter Untuk Mengambil Barang Menggunakan Sensor Lidar Lite V3. *Transmisi*, 23(2), 68–75. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.2.68-75>
- [5] Hidayat, M. F. (2014). Dengan Ansys Fluent. *Analisa Aerodinamika Airfoil NACA 0021 Dengan Ansys Fluent*, 10(2), 83–92.
- [6] Hidayat, R., Muhaimin, & Aidi, F. (2019). Rancang Bangun Prototype Drone Penyemprot Pestisida Untuk Pertanian Padi Secara Otomatis. *Jurnal Tektro*, 3(2), 86–94. <http://ejournal.pnl.ac.id/index.php/TEKTRO/article/view/1550>
- [7] Ikhsan, M., Permana, I., Pratama, R. A., Tunas, U., & Surakarta, P. (n.d.). *DESAIN DAN ANALISIS STRUKTUR DRONE BERBAHAN ALUMINIUM*. 8(1), 44–51.
- [8] Ilhami. (2015). Rancang Bangun Pesawat Hexacopter dengan Kendali PID. *Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- [9] Jangkauan, P., & Ketinggian, B. (n.d.). *Kemampuan Strategis Pesawat Udara Nir Awak Bppt the Strategic Flight Performance of Bppt Uav for Supporting the Naval Operation*.
- [10] Lagg, T., Daryanto, Y., Wijiatmoko, G., & Eng, M. (2016). *aerodinamika pesawat Pengujian Aerodinamika*

model Pesawat Udara Nir Awak – PUNA Dalam pembuatan suatu pesawat terbang , suatu analisis sebelum terbang terhadap kinerja aerodinamika dari pesawat tersebut sangat diperlukan , terutama untuk daerah dimana met. February.

- [11] Mulyadi, M. (2015). Analisis Aerodinamika pada Sayap Pesawat Terbang dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamic (CFD). *Universitas Gunadarma*, 1–13.
- [12] Penerbangan, O., Bandara, D., Hananjoeddin Belitung, H. A. S., Meteorologi, S., & Pangkalpinang, D. A. (2012). *Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara terhadap Akhmad Fadholi*. 12(2), 93–101.
- [13] Pradana, M. G. A. (2016). Single Propeller Drone (Singrone): Inovasi Rancang Bangun Drone Single Propeller Sebagai Wahana Pemetaan Lahan Berbasis Unmanned Aerial Vehicle (Uav). *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 1(3), 157–162. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v1i3.12822>
- [14] Prakoso, D. (2018). Analisis pengaruh tekanan udara, kelembaban udara dan suhu udara terhadap tingkat curah hujan di kota semarang. *Universitas Negeri Semarang*, 1–77.
- [15] Prof. Dr. Suryana, Ms. (2012). Metodologi Penelitian : Metodologi Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Universitas Pendidikan Indonesia*, 1–243. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- [16] Purba, A. U., Yulianti, B., Unsurya, M. E., Teknik, D., & Unsurya, E. (n.d.). *Analisis Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Putaran Propeller Dan Kestabilan Quadcopter*. 27–33.
- [17] Rahim, R., Asniawaty, Martosenjoyo, T., Amin, S., & Hiromi, R. (2016). Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI*, 1(1), 75–79.
- [18] Rahmawan, E., & Jatisukanto, G. (2017). Analisis Kestabilan Aerodinamika Pada Rudder Pesawat Terbang N2Xx Pada Kondisi Left Engine Inoperatif (Lei). *Jurnal ROTOR, Edisi Khusus*(3), 53–57.
- [19] Raven, A. (2005). *Pesawat nirawak*.
- [20] Ridhwan, M. T. (2012). Rancang Bangun Penggerak Daya Motor Brushless Dc 350W/48V Design and Implementation of Power Driver Brushless Direct *Academia.Edu*. https://www.academia.edu/download/53016537/RANCANG_BANGUN_PENGGERAK_DAYA_MOTOR_BRUSHLESS_DC_350W48V.pdf
- [21] Rizaldi, R., Panjaitan, S. D., Saleh, M., Studi, P., Teknik, S., Jurusan, E., Elektro, T., Teknik, F., & Tanjungpura, U. (2021). *Analisis Unjuk Kerja Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Hexacopter*. 8.
- [22] Rombe, A., Marausna, G., Jayadi, F., Studi, P., Dirgantara, T., Tinggi, S., Kedirgantaraan, T., & Abstrak, Y. (2021). *Analisis Karakteristik Aerodinamika Pada Pesawat Uav Fixed Wing Tenaga Surya Dengan Airfoil Tipe Mh32*. 7(2), 2622–3244.
- [23] Saroinsong, H. S., Poekoel, V. C., Manembu, P. D. K., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2018). Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(1), 73–84.
- [24] Setyawan, G. E., Setiawan, E., & Kurniawan, W. (2015). Sistem Kendali Ketinggian Quadcopter Menggunakan PID. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(2), 125. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201522144>
- [25] Sunarto, S. F. M., Fatra, O., & Alfaridzi, A. Y. (2022). Analisis Pengaruh Winglet pada Propeller Uav terhadap Thrust dan Kebisingan yang Dihasilkan. *JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, 6(2), 71. <https://doi.org/10.31543/jtm.v6i2.747>