

Analisis Baterai Sistem Kendali Terbang pada RPV *Fixed Wing* dengan *Retractable Landing Gear*

Rakha Ahmad¹, Lenny Iryani²

^{1, 2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : rakha.ahmad.aer21@polban.ac.id

²E-mail : lenny.iryani@polban.ac.id

ABSTRAK

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) sebagai salah satu wahana udara yang telah menjadi bagian terintegrasi dari berbagai misi, termasuk pemetaan udara, pemantauan lingkungan, dan keamanan. Pada penelitian ini dilakukan kajian pengembangan RPV berbasis *fixed wing* dengan fokus pada efisiensi baterai pada sistem kendali terbang. Tantangan utama dalam penggunaan RPV adalah masa pakai baterai yang terbatas dan pada penelitian ini mencoba meningkatkan efisiensi baterai dalam manajemen daya. Peningkatan efisiensi baterai pada RPV *fixed wing* penelitian tahun 2023 memungkinkan RPV *fixed wing* untuk melakukan misi yang lebih lama tanpa perlu sering melakukan pendaratan. Dengan demikian sistem kendali terbang akan meningkat dalam ketepatan dan keamanan operasional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumber data keefektifan strategi manajemen daya dan meningkatkan kemampuan daya kendali terbang menghasilkan RPV *fixed wing* yang lebih efisien dan dapat diandalkan.

Kata Kunci

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), *Fixed Wing*, Baterai, Sistem Kendali Terbang.

ABSTRACT

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) is an aerial vehicle that has become an integrated part of various missions, including aerial mapping, environmental monitoring and security. In this research, a study was carried out on the development of a *fixed wing*-based RPV with a focus on battery efficiency in the flight control system. The main challenge in using RPV is the limited battery life and this research tries to increase battery efficiency in power management. Improved battery efficiency in 2023 research *fixed wing* RPVs will allow *fixed wing* RPVs to carry out longer missions without the need to make frequent landings. Thus the flight control system will improve in operational accuracy and safety. The results of this research are expected to provide a source of data on the effectiveness of power management strategies and improve flight control capabilities to produce more efficient and reliable *fixed wing* RPVs.

Keywords

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), *Fixed Wing*, Battery, Flight Control System.

1. PENDAHULUAN

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) yang pada awalnya selalu dipergunakan dalam bidang militer, namun saat ini mulai dipergunakan untuk kebutuhan sipil seperti pemantauan aktivitas manusia, survei keanekaragaman hayati, survei ekosistem sungai, pemantauan hutan berbasis masyarakat, serta dinamika penduduk dan penegakan hukum (1). UAV adalah sebuah sistem

yang tercipta atas kolaborasi bidang ilmu aeronautika, instrumentasi, serta teknologi sistem pengontrolan (2). Dengan adanya teknologi UAV, pekerjaan manusia bisa tergantikan antara lain dalam hal pemetaan (*mapping*), pemantauan (*monitoring*), pemadaman api, proses penyelamatan, dan pengiriman barang (3). UAV juga dapat dikendalikan secara manual dengan *radio control* (RC) atau secara otomatis dengan menggunakan *flight controller* (FC) (4). Analisa kajian pengembangan baterai pada sistem kendali

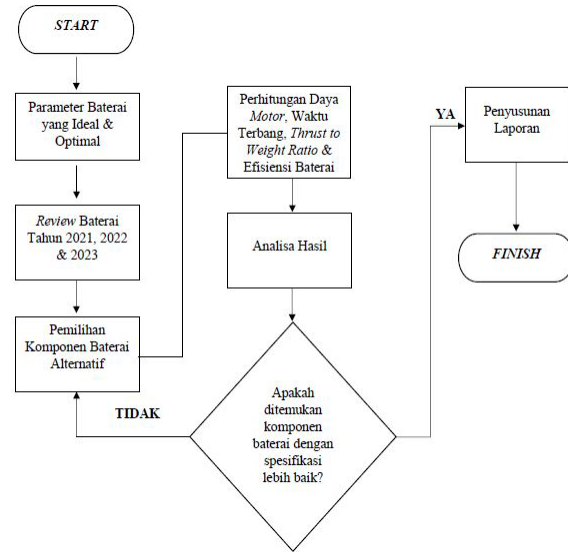
terbang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Analisis mendalam terhadap daya tahan, bobot pada baterai dalam sistem kendali terbang, dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan ketangguhan RPV *fixed wing*. Pada penelitian ini penulis melakukan upaya analisis baterai pada sistem kendali terbang terhadap penelitian tahun 2023 yang dilakukan oleh Muhammad Rafli Suryadiputra bersama tim nya. Serta melakukan perbandingan dan perhitungan pada penelitian tahun 2022 & 2021.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitiannya, mereka melakukan analisa terhadap pesawat *Trainer RC* menggunakan baterai Li-po 2700 mAh dan tegangan baterai 11.1 V dengan *motor brushless* 100 Kv. Hasil dari penelitian disampaikan bahwa energi yang dihasilkan sebesar 4.86 J dan untuk mengetahui daya baterai menggunakan *digital watt meter* (5). Hasil dari penelitian disampaikan bahwa mereka akhirnya merancang sistem *monitoring* yang bisa mengetahui kapasitas baterai UAV dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan yang berlandaskan pengujian data konsumsi daya baterai. Dan mereka membangun sistem yang mampu memberikan informasi mengenai estimasi waktu dan jarak terbang UAV secara *real-time* (6). UAV memerlukan sistem kendali untuk terhindar dari banyaknya resiko yang bisa mengganggu dalam pengendaliannya. Di dalam rancangan sistem memerlukan berbagai aspek mendalam seperti stabilisasi, navigasi, dan pengontrolan otomatis. UAV diharapkan bisa terbang secara *autonomous* dengan rencana penerbangan yang dikendalikan perangkat lunak dan sistem didalamnya (7).

3. METODE PENELITIAN

Metode penyelesaian yang digunakan adalah diagram alir yang menjabarkan langkah pengerjaan dan penyelesaian yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

3.1 Parameter Baterai yang Ideal dan Optimal

Pemilihan baterai yang ideal dan optimal untuk *Remotely Piloted Vehicle* (RPV) sangat penting berdasarkan misi pada tahun lalu yakni misi pemetaan, digunakan untuk memastikan performa maksimal dan efisiensi operasional. Berikut adalah beberapa parameter utama yang harus dipertimbangkan:

1. Daya tahan terbang pesawat (*Endurance*)
2. Bobot lebih ringan (*Weight*)
3. *Thrust* yang dihasilkan

3.2 Review Baterai yang digunakan

3.2.1 DRO

Design Requirement and Objective (DRO) pada penelitian ini berpaku pada rancangan tahun 2023 (8), dan hanya dilakukan perubahan pada pemilihan baterai seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Design requirement and objective

No.	Parameter	Nilai
1	Kecepatan Terbang	15 m/s
2	Ketinggian Terbang	80 - 100 m
3	Durasi Terbang	25 - 30 menit
4	MTOW (<i>Maximum Take Off Weight</i>)	4 kg
5	Jangkauan Terbang	radius 500 m
6	Durasi <i>Retractable Landing Gear</i>	10 s

3.2.2 Peta Data

Dari hasil peninjauan DRO penelitian tahun ke tahun (9), didapatkan hasil berbentuk peta data yang menampilkan beberapa perubahan serta peningkatan dari berbagai aspek yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. DRO Penelitian tahun 2021, 2022, 2023.

PETA DATA					
Tahun	Kecepatan	Ketinggian Terbang	Durasi Terbang	MT-OW	Jangkauan Terbang
2021	12 m/s	100	25	2	500
2022	12 m/s	100	25	2	500
2023	15 m/s	100	30	4	500

Pada penelitian kali ini dilakukan analisis untuk menyempurnakan daya tahan yang lebih maksimal serta bobot yang lebih ringan dengan fokus utama pada baterainya. Dan juga dapat dilihat hasil *review* data uji terbang pada Tabel 3.

Tabel 3. Review data uji terbang

Tahun	Baterai	Berdasarkan Spesifikasi (Perhitungan DRO)	Berdasarkan Data Uji Terbang
2021	Baterai Lxx 5200 mAh	25 menit 11 detik	17 menit 23 detik
2022	Baterai Lxx 5200 mAh	25 menit	1 menit 13 detik
2023	Baterai Zxxx 5200 mAh	30 menit	-

Diperoleh log data dari Tabel 3. bahwa penelitian tahun 2021 mencatatkan waktu terbang selama 17 menit, lalu log data tahun 2022 hanya mencatat waktu 1 menit, dan log data tahun 2023 tidak didapatkan sehingga persentase efisiensi diperoleh dari data DRO yang sudah tertera yaitu 30 menit.

3.3 Penentuan Komponen

Penggunaan komponen masih menggunakan komponen penelitian tahun sebelumnya dan hanya melakukan analisa baterai yang membandingkan

baterai tahun sebelumnya dengan baterai alternatif yang lebih mumpuni yang tertera pada Tabel 4.

3.3.1 Pemilihan Baterai Alternatif

Tabel 4. Komponen baterai alternatif

No.	Baterai	Kapasitas	Voltage	Discharge Rate	Weight
1	Gxxx Gxx	5500 mAh	14.8 V	100 C	475 g
2	Gxxx Axx	5500 mAh	14.8 V	60 C	494 g
3	Fxx	5500 mAh	14.8 V	35 C	532.2 g
4	Oxxx Pxxx	5400 mAh	14.8 V	60 C	580 g
5	Lxx	5200 mAh	14.8 V	45 C	548 g
6	Zxxx	5200 mAh	14.8 V	50 C	524 g
7	Txxx	5200 mAh	14.8 V	35 C	436.5 g
8	Oxx	5200 mAh	14.8 V	40 C	488 g
9	Txxy	5200 mAh	14.8 V	12 C	500 g
10	Hxx	5200 mAh	14.8 V	50 C	488 g
11	Cxxx	5200 mAh	14.8 V	90 C	530 g
12	Mxxx Gxx	5200 mAh	14.8 V	45 C	496 g
13	Sxx Sxx Rxx	5100 mAh	14.8 V	70 C	513 g
14	Sxx	5000 mAh	14.8 V	50 C	515 g
15	Yxx	5000 mAh	14.8 V	100 C	540 g

3.4 Perhitungan Daya Motor Listrik

Daya motor listrik dihitung untuk membantu dalam menentukan arus dan daya yang dibutuhkan oleh *motor*. Dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I \text{ (watt)}$$

P : Daya motor listrik (watt)

V : Tegangan (Voltage)

I : Arus (Ampere)

3.5 Perhitungan Waktu Terbang

Perhitungan waktu terbang ini merencanakan penggunaan energi pada pesawat atau *drone*.

Perhitungan ini berlaku jika *motor* beroperasi terus-menerus pada kondisi maksimum atau *full throttle* (10). Dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Waktu pakai (H)} \\ &= \frac{\text{Kapasitas Baterai (mAh)}}{\text{Arus Maksimal Motor (mA)}} \end{aligned}$$

3.6 Perhitungan Thrust to Weight Ratio

Perhitungan mengenai *thrust to weight ratio* ini hanya memperhitungkan berat komponen yang dibawa oleh RPV tanpa melibatkan berat struktur sebagai perhitungan kasar. Dengan rumus sebagai berikut:

$$TWR = \frac{T}{W}$$

T
: Thrust yang dihasilkan motor (Newton)
 W : Weight (kg)

$$W = m \times g$$

m : massa RPV (kg)

g : percepatan gravitasi, sekitar 9.81 m/s²

3.7 Perhitungan Efisiensi

Perhitungan efisiensi baterai pada RPV menghitung tingkat efisiensi dalam mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang digunakan untuk mendukung berbagai komponen dalam RPV, selama periode penerbangan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Efisiensi (\%)} \\ &= \frac{\text{Total Energi yang Digunakan (Wh)}}{\text{Total Energi (Wh)}} \times 100 \end{aligned}$$

-Total Energi yang Digunakan (Wh)

$$= \text{Total Arus (A)} \times \text{Waktu Penerbangan (h)} \times \text{Efisiensi Sistem}$$

Efisiensi Sistem diperkirakan 0.8 (80%)

-Total Energi (Wh)

$$= \frac{\text{Kapasitas Baterai (mAh)} \times \text{Tegangan Baterai (V)}}{1000}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ini berguna demi kepentingan dalam proses pembuatan RPV dengan mempertimbangkan ketahanan sebuah baterai yang dapat bertahan lebih maksimal, dengan

bobot yang lebih ringan serta harga yang cukup terjangkau.

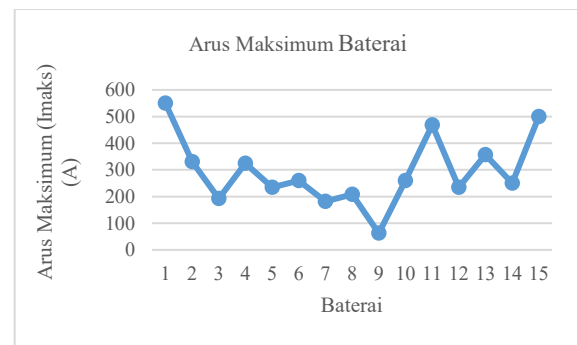
4.1 Daya Motor Listrik

Ditunjukkan hasil perhitungan daya motor listrik yang terdapat pada Tabel 5.

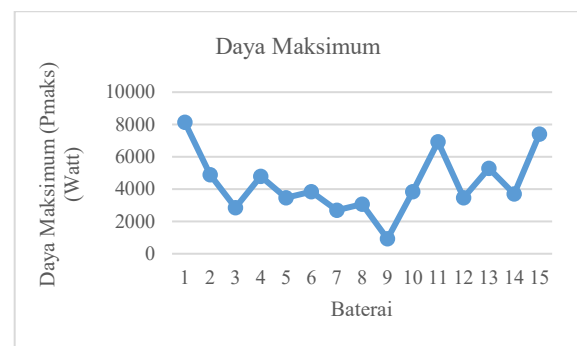
Tabel 5. Daya motor listrik

No	Nama	Arus Maksimum (Imaks)	Daya Maksimum (Pmaks)
1.	Gxxx Gxx	550	8140
2.	Gxxx Axx	330	4884
3.	Fxx	192.5	2849
4.	Oxxx Pxxx	324	4795.2
5.	Lxx	234	3463.2
6.	Zxxx	260	3848
7.	Txxx	182	2693.6
8.	Oxx	208	3078.4
9.	Txy	62.4	923.52
10.	Hxx	260	3848
11.	Cxxx	468	6926.4
12.	Mxxx Gxx	234	3463.2
13.	Sxx Sxx	357	5283.6
	Rxx		
14.	Sxx	250	3700
15.	Yxx	500	7400

Dan berikut ditunjukkan nilai perbandingan dari isi pada Tabel 5. yang menjadi berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 2. & Gambar 3.



Gambar 2. Nilai arus maksimum baterai



Gambar 3. Nilai daya maksimum baterai

Didapatkan baterai No. 1 yaitu Baterai Gxxx Gxx yang telah menunjukkan nilai arus maksimum tertinggi dan daya maksimum yang luar biasa dibandingkan dengan baterai lainnya.

- Arus Maksimum: Baterai menghasilkan arus maksimum hingga 550 A.
- Daya Maksimum: Dengan daya maksimum sebesar 8140 W, baterai memperlihatkan kapasitas daya yang signifikan.

4.2 Waktu Terbang

- Tahun 2021 terhadap tahun 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan waktu terbang tahun 2021 & 2024

Tahun	Arus Maksimal Motor	ESC yang dipakai	Thrust	Perhitungan Waktu Terbang	Perhitungan Waktu Terbang (second)
2021	56.6 Amper	80 A	3.15 kg	5.51 Menit	330.6 s
2024	56.6 Amper	80 A	3.15 kg	5.83 Menit	349.8 s

Dan berikut nilai perbandingan dari Tabel 6. berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan waktu terbang tahun 2021 & 2024

Tahun 2021 didapatkan hasil perhitungan waktu terbang yaitu selama 5.51 menit atau (330.6 detik) dengan memakai Baterai Lxx 5200 mAh. Tahun 2024 diganti baterai menjadi Gxxx Gxx menambah waktu menjadi 5.83 menit (349.8 detik) meningkat selama 19.2 detik dalam kondisi *full throttle*.

- Tahun 2022 terhadap tahun 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan waktu terbang tahun 2022 & 2024

Tahun	Arus Maksimal Motor	ESC yang dipakai	Thrust	Perhitungan Waktu Terbang	Perhitungan Waktu Terbang (second)
2022	60 Amper	80 A	3 kg	5.19 Menit	311.4 s
2024	60 Amper	80 A	3 kg	5.49 Menit	329.4 s

Dan berikut nilai perbandingan dari Tabel 7. berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan waktu terbang tahun 2022 & 2024

Tahun 2022 didapatkan hasil perhitungan waktu terbang yaitu selama 5.19 menit atau (311.4 detik) dengan memakai Baterai Lxx 5200 mAh. Tahun 2024 diganti baterai menjadi Gxxx Gxx menambah waktu menjadi 5.49 menit (329.4 detik) meningkat selama 18 detik dalam kondisi *full throttle*.

- Tahun 2023 terhadap tahun 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan waktu terbang tahun 2023 & 2024

Tahun	Arus Maksimal Motor	ESC yang dipakai	Thrust	Perhitungan Waktu Terbang	Perhitungan Waktu Terbang (second)
2023	66.3 Amper	80 A	3.55 kg	4.70 Minute	282 s
2024	66.3 Amper	80 A	3.55 kg	4.97 Minute	298.2 s

Dan berikut nilai perbandingan dari Tabel 8. berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan waktu terbang tahun 2023 & 2024

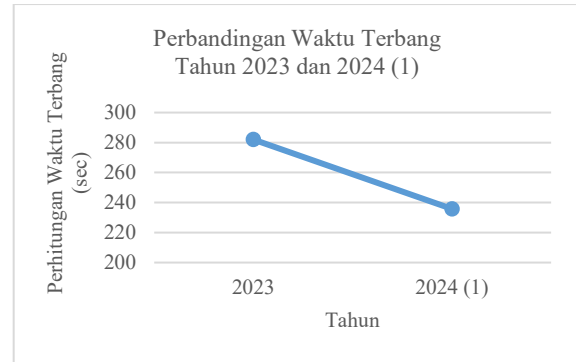
Tahun 2023 didapatkan hasil perhitungan waktu terbang yaitu selama 4.70 menit atau (282 detik) dengan memakai Baterai Zxxx 5200 mAh. Tahun 2024 diganti baterai menjadi Gxxx Gxx menambah waktu menjadi 5.97 menit (298.2 detik) meningkat selama 16.2 detik dalam kondisi *full throttle*.

- Tahun 2023 terhadap tahun 2024 (1) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan waktu terbang tahun 2023 & 2024 (1)

Tahun	Arus Maksi- mal Motor	ESC yang dipa- kai	Thru- st	Perhitun- gan Waktu Terbang	Perhitun- gan Waktu Terbang (second)
2023	66.3 Ampe- re	80 A	3.55 kg	4.70 Minute	282 s
2024 (1)	83.8 Ampe- re	100 A	3.92 kg	3.93 Minute	235.8 s

Dan berikut nilai perbandingan dari Tabel 9. berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan waktu terbang tahun 2023 & 2024 (1)

Tahun 2023 didapatkan hasil perhitungan waktu terbang yaitu selama 4.70 menit atau (282 detik) dengan memakai Baterai Zxxx 5200 mAh. Tahun 2024 (1) diganti baterai menjadi Gxxx Gxx, perubahan *propeller* menjadi XDL 14x8 inch (11) dan ESC menjadi 100 A (12). Dari segi misi pemetaan (Bobot yang dibutuhkan lebih banyak) baterai & *propeller* Tahun 2024 (1) mampu memaksimalkan performa *thrust motor* RPV untuk kuat membawa beban sebesar 3.9 kg dibandingkan Tahun 2023 hanya 3.55 kg.

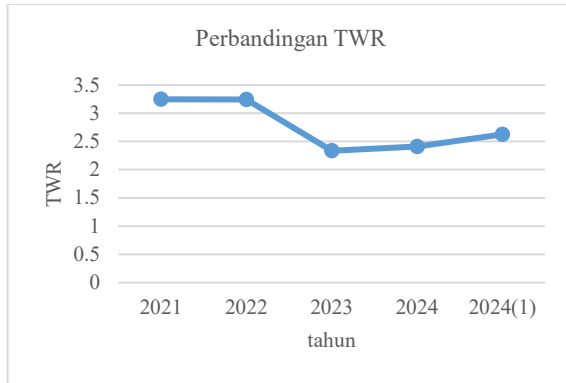
4.3 Thrust to Weight Ratio

Ditunjukkan hasil perhitungan *thrust to weight ratio* yang terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan *thrust to weight ratio*

Tahun	Total Berat Diangkut (kg)	Thrust Motor (kg)	Thrust Motor (N)	TWR
2021	0.97 kg	3.15 kg	30.89095 N	3.246
2022	0.925 kg	3 kg	29.41995 N	3.241
2023	1.52 kg	3.55 kg	34.81361 N	2.334
2024	1.471 kg	3.55 kg	34.81361 N	2.412
2024 (1)	1.493 kg	3.92 kg	38.44207 N	2.623

Dan berikut nilai perbandingan dari Tabel 10. berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan *thrust to weight ratio*

Untuk memaksimalkan kemampuan *thrust* agar sebanding dengan bobot pesawat. Perhitungan Tahun 2024 (1) merupakan hasil terbaik yang relevan untuk dipakai saat ini. Tetapi jika dibutuhkan untuk keseimbangan antara bobot serta *thrust* sebagai penunjang pesawat, perhitungan Tahun 2024 merupakan hasil yang optimal dari tiap-tiap perhitungan yang ada karena mampu memberi dampak yang seimbang mengenai komponen apa yang dibutuhkan dan berapa perkiraan bobot yang tepat untuk dipakai saat terbang. Hasil ini menunjukkan bahwa desain RPV yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi persyaratan dasar untuk penerbangan dan manuver di udara.

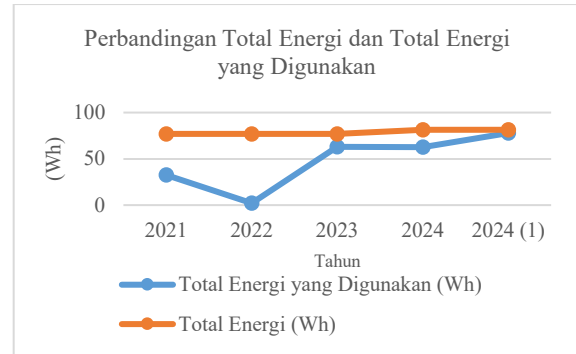
4.4 Efisiensi

Ditunjukkan hasil perhitungan efisiensi yang terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Efisiensi

Tahun	Total Energi yang Digunakan (Wh)	Total Energi (Wh)	Efisiensi %
2021	32.678 Wh	76.96 Wh	42.46%
2022	2.08 Wh	76.96 Wh	2.7%
2023	62.864 Wh	76.96 Wh	81.4%
2024	62.684 Wh	81.4 Wh	77%
2024 (1)	77.864 Wh	81.4 Wh	95.65%

Dan berikut nilai perbandingan dari Tabel 10. berupa sebuah kurva yang dapat dilihat pada Gambar 9. & Gambar 10.



Gambar 9. Perbandingan total energi & total energi yang digunakan



Gambar 10. Perbandingan persentase efisiensi

Didapatkan:

1. Efisiensi data tertinggi didapat oleh tahun 2024 (1) yang mencatatkan 95.65% yang merupakan perbandingan antara *thrust* yang dihasilkan dan bobot yang diangkat oleh pesawat.
2. Karena baterai digunakan untuk pemenuhan misi pemetaan, dan pertimbangan mengenai waktu terbang dan kostumisasi komponen yang relevan untuk dipakai nanti, maka nilai efisiensi yang dibutuhkan memakai Tahun 2024. Dikarenakan dari segi perhitungan waktu terbang lebih unggul dibandingkan Tahun 2023 dan bobot baterai juga lebih ringan.

5. KESIMPULAN

Didapatkan pemilihan baterai tergantung dengan spesifikasi, berpengaruh terhadap kerja *motor*, *propeller* serta bobot pesawat. Dan sebagai penopang sistem pada RPV ini harus menggunakan Baterai Gxxx Gxx sebagai komponen penunjang sistem di RPV karena memiliki efisiensi yang cukup signifikan dengan kapasitas 5500 mAh, *discharge rate* 100 C dan bobot 475 g.

1. Baterai alternatif yang ideal dan optimal adalah baterai yang memiliki parameter yang

mencakupi seperti memiliki daya tahan terbang yang cukup lama, bobot yang ringan serta efisiensi berat dan konsumsi daya yang bisa diberikan dari baterai tersebut.

2. Pemilihan ukuran *propeller* tidak menghasilkan *thrust* berbanding dengan MTOW pada tahun 2023, yaitu *maximum thrust* yang bisa diperoleh hanya 3.55 kg sedangkan nilai MTOW yaitu 4 kg.
3. Terdapat 2 hasil dari analisis yang telah dilakukan
 - Untuk pemenuhan misi pemetaan yang mencakup durasi terbang, baterai alternatif dengan kapasitas besar dibutuhkan dan bisa memakai komponen yang sama dengan tahun sebelumnya. Dibuktikan dengan perhitungan baterai tahun 2024 yang lebih unggul dari segi perhitungan waktu terbang serta bobot yang lebih ringan dibandingkan tahun 2023.
 - Untuk pemenuhan misi pemetaan dengan bobot yang dimaksimalkan, Perhitungan baterai tahun 2023 terhadap tahun 2024 (1) bisa memberi dampak signifikan dari *thrust* yang dihasilkan bisa mengangkat beban lebih berat. Dengan perlu digantinya *propeller* APC 13x6.5 inch menjadi *propeller* XDL 14x8 inch. Perlu juga dilakukan penggantian terhadap komponen ESC menjadi 100 A untuk kualitas yang lebih baik dan menghindari ESC yang bisa terbakar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini teruntuk Gabriel Ria, M. Miftah Rasyid, M. Rafli Suryadiputra, Diky Prasetyo, serta seluruh pihak yang telah membantu penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Hakim, H. Emawati, and E. D. Mujahiddin, "Peran drone dalam pemetaan," vol. XX, pp. 1–14, 2021.
- [2] A. Mulia, "Rancang Bangun Dan Analisa Sistem Kendali Pid Pada Unmanned Aerial Vehicle (Uav

-) Fixed Wing Pid Pada Unmanned Aerial Vehicle (Uav)," p. 57, 2016.
- [3] M. Muliady and E. J. Subagya, "Sistem Pemetaan Udara Menggunakan Pesawat Fixed Wing," *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 21, no. 1, p. 26, 2019, doi: 10.24912/tesla.v21i1.3244.
- [4] A. R. Akbar and A. Imron, "Penerbangan otomatis pesawat tanpa awak sayap tetap menggunakan flight controller berbasis iNav," *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 90–100, 2022, doi: 10.29244/jika.9.1.90-100.
- [5] P. Studi, T. Mesin, D. Itn, J. L. Raya, and K. Km, "SPESIFIKASI TEGANGAN BATERAY Khoiratul Ken Arifah , Aladin Eko Purkuncoro," pp. 1–4.
- [6] I. Maulana, A. Rusdinar, and I. Purnama, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Baterai Uav (Unmanned Aerial Vehicle) Untuk Menentukan Estimasi Waktu Dan Jarak Terbang Secara Real-Time Design Of Uav (Unmanned Aerial Vehicle) Battery Monitoring System To Determine Estimated Time And Flight Distance Rea," vol. 9, no. 2, pp. 199–208, 2022.
- [7] A. M. R. A. Bappy, M. D. Asfak-Ur-Rafi, M. D. S. Islam, A. Sajjad, K. N. Imran, and P. K. Saha, "Design and Development of Unmanned Aerial Vehicle (Drone) for Civil Applications," *Electrical & Electronic Engineering*, vol. Bachelor o, p. 54, 2015.
- [8] M. R. Suryadiputra, *FIXED WING DENGAN RETRACTABLE LANDING GEAR: KAJI SISTEM KENDALI TERBANG Design and Modification of Fixed Wing Oleh FIXED WING DENGAN RETRACTABLE LANDING GEAR: KAJI SISTEM KENDALI TERBANG*. 2023.
- [9] D. Prasetyo and L. Iryani, "Rancang Bangun dan Modifikasi RPV Fixed Wing untuk Misi Pemetaan: Kaji Sistem Instrumentasi," *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*, pp. 13–14, 2022.
- [10] D. Jurusan, T. Mesin, and Y. Hutasoit, "RANCANG BANGUN RPV UNTUK MISI PEMETAAN : KAJI INSTRUMENTASI," 2021.
- [11] Sunnysky, "SunnySky X3520 Brushless Motors." Accessed: Apr. 20, 2004. [Online]. Available: <https://sunnyskyusa.com/products/sunnysky-x3520-brushless-motor>
- [12] Hobbywing, "ESC hobbywing skywalker 80A." [Online]. Available: <https://www.hobbywing.com/en/products/skywalker-v2-series274.html>