

MODIFKASI DAN EKSPERIMEN PEMBUATAN PESAWAT *GLIDER* SEDERHANA TANPA MESIN DAN KONTROL KENDALI MENGUNAKAN BAHAN KAYU DENGAN METODE PENGUJIAN *TIP LAUNCH*

Igas Krisna Bayu Astadipranata¹, Ajeng Wulansari², Didi Hariyanto³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya
Email: igaskrisna@gmail.com

Abstrak

Perancangan ini dilatar belakangi oleh kurangnya pemahaman pemilihan bahan, perancangan ulang, serta modifikasi suatu alat. Perancangan ulang atau *Redesign* yang dimana memiliki tujuan sebagai melihat seberapa efisien pesawat *Unmanned Aerial Vehicle* terbang setelah di *Redesign* dan sedikit di modifikasi . Pesawat *Unmanned Aerial Vehicle* adalah pesawat model yang ingin di modifikasi dan disederhanakan menjadi pesawat *Glider* dengan metode terbang menggunakan metode *Tip Launch*. Dengan Metode Modifikasi dan Eksperimen pembuatan pesawat ini menggunakan kayu berjenis kayu balsa dan juga metode perancangan ulang serta sedikit modifikasi. Menguji alat ini berdasarkan dari membandingkan kekuatan bahan dari peneliti sebelumnya dan pengujian data dari lapangan yang berpatokan dengan kecepatan angin, maka akan di peroleh data seperti kondisi alat serta bahan setelah diuji dan *variable* perbedaan waktu. Berdasarkan penelitian ini diharapkan pesawat *Unmanned Aerial Vehicle* yang telah di *redesign* dan juga dimodifikasi memberikan *alternative* pemecahan masalah bagi anak-anak muda yang ingin memilih bahan dan juga mengembakan design pesawat ini. Diharapkan juga, agar bahan kayu seperti kayu balsa dapat dikenal lebih luas oleh kalangan taruna, mahasiswa maupun peng-*hobby* seperti komunitas *aeromodelling*.

Kata Kunci: Modifikasi, *Glider*, *Unmanned Aerial Vehicle*, *Tip Launch*, *Gliding*

Abstract

This design is motivated by a lack of understanding of material selection, redesign, and modification of a tool. Redesign or Redesign which has the aim of seeing how efficiently the Unmanned Aerial Vehicle aircraft flies after being redesigned and slightly modified. An Unmanned Aerial Vehicle is a model airplane that wants to be modified and simplified into a Glider aircraft by flying method using the Tip Launch method. With the modification and experimental method of making this aircraft using balsa wood and also a redesign method and a few modifications. Testing this tool is based on comparing the strength of the material from previous researchers and testing data from the field based on wind speed, it will obtain data such as the condition of the tool and material after being tested and the time difference variable. Based on this research, it is expected that the Unmanned Aerial Vehicle which has been redesigned and also modified to provide alternative problem solving for young people who want to choose materials and also develop the design of this aircraft. It is also hoped that wood materials such as balsa wood can be known more widely by cadets, students and hobbyists such as the aeromodelling community

Keywords: *Modification, Glider, Unmanned Aerial Vehicle, Tip Launch, Gliding*

PENDAHULUAN

Di masa era globalisasi ini, perkembangan Industri di bidang Kedirgantaraan semakin besar. Hal ini dapat dilihat melalui perkembangan alat bantu sebagai media pembelajaran dan juga pada bidang wirausaha. Alat bantu serupa seperti alat peraga ini sangat membantu dalam suatu bidang wirausaha di karenakan seseorang dapat mengerti secara dasar bagaimana suatu alat tersebut bekerja lalu diterapkan pada alat nyata. Pesawat model atau pesawat tiruan memiliki penggabungan unsur modifikasi dan dirancang dengan lebih sederhana dari pesawat aslinya. Pemilihan bahan untuk pesawat model haruslah ringan, beberapa bahan yang bisa dijadikan sebagai bahan utama pembuatan pesawat model seperti karbon, kayu, depron dan juga *polyfoam*.

Pesawat Model *Glider* adalah hasil dari *Redesign* dan modifikasi pesawat *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* tanpa awak, yang dimana Pesawat Model *Glider* di *redesign* dan dimodif tanpa menggunakan sistem *Flight Control*, Tanpa Mesin, dan juga tanpa menggunakan sistem *electrical* lainnya. Pesawat *Glider* memodifikasi pesawat jenis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dengan menggunakan Aplikasi Rancangan AUTOCAD dan juga Solid Work. Pesawat jenis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dimodifikasi menjadi sederhana dan pada bagian *tail section* menggunakan jenis *V tail*.

Hasil Rancangan sebelumnya yang dilakukan oleh **Hilman Abdurahman, Suwandi Suwandi, Endang Rosdiana (2020)** berjudul Rancang bangun dan perakitan *fixed wing* pesawat *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* yang dapat lepas landas secara *Vertical** membahas tentang perakitan jenis sayap tetap dan juga penggunaan sistem berbasis ARDUINO. Hasil dari pengujian ini adalah pesawat *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* mampu lepas landas secara *vertical*,

untuk ketinggian *takeoff* secara *vertical* tinggi yang diperoleh hanya 2cm. Ketika lepas landas tidak stabil dikarenakan perbedaan kecepatan putaran pada kedua motor.

Sedangkan, pada penelitian lain yaitu **Hardy Samuel Saroinsong (2018)** dalam penelitiannya yang berjudul Rancang Bangun Wahana Tanpa awak (*fixed wing*) dengan modifikasi berbasis Ardupilot membahas modifikasi pesawat *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* tanpa *landing gear* dengan pembuatan menggunakan bahan *Polyfoam* dan menambahkan sistem *Ardupilot* sebagai penggerak otomatis *flight control*.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk membuat modifikasi alat dengan judul “MODIFIKASI DAN EKPERIMEN PEMBUATAN PESAWAT *GLIDER* SEDERHANA TANPA MESIN DAN KONTROL KENDALI MENGGUNAKAN BAHAN KAYU DENGAN METODE PENGUJIAN *TIP LAUNCH*”

Rumusan Masalah

1. Bagaimana *Re-design* dan modifikasi pesawat *UAV* menjadi *Glider*?
2. Apakah memodifikasi pesawat menggunakan sistem launching manual dapat terbang lebih lama?
3. Apakah Setelah dimodifikasi dan menggunakan kayu balsa sebagai bahan utama, berat pesawat akan lebih ringan daripada hasil pesawat modifikasi sebelumnya yang menggunakan *polyfoam*?

Tujuan Penelitian

1. Agar taruna dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang dipelajari dan bisa menambah ilmu seperti

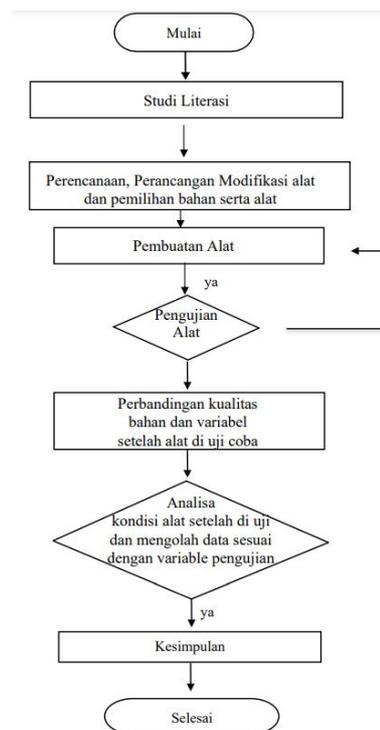
dari proses pemilihan bahan, pengukuran, perancangan, hingga pembuatan dari alat yang umumnya akan di tujukan oleh taruna serta untuk memenuhi salah satu syarat akhir dalam menyelesaikan perkuliahan di Politeknik Penerbangan Surabaya.

2. Dapat membuat suatu alat yang berhubungan dengan Dasar *Aerodynamic*. Dapat mengerjakan pembuatan suatu alat yang bekerja secara *progressive*. Dapat membuat alat seefesien mungkin, baik dari segi proses pengerjaan, pengujian maupun penggunaan serta pemilihan bahan yang diperlukan

METODE

Dalam menyelesaikan masalah ini, peneliti menggunakan metode kuantitatif, karena penelitian ini melibatkan angka-angka untuk nilai waktu gliding dan kecepatan angin. Penelitian kuantitatif adalah ilmu yang mempelajari data berupa angka-angka, dan penggunaan data statistik untuk analisis guna menemukan hasil penelitian yang terbaik serta melihat kondisi bahan pada saat setelah di uji coba.

Peneliti ingin menunjukkan perbandingan waktu gliding pesawat *Tip Launch Glider* dengan variabel Kecepatan Angin yang berbeda pada pesawat *Tip Launch Glider* menggunakan alat *anemometer*. Desain penelitian yang akan penulis lakukan digambarkan dalam *flowchart*. *Flowchart* sendiri adalah diagram, yang menggunakan simbol-simbol secara terpisah menggambarkan atau mewakili langkah-langkah proses berurutan, membuat proses lebih sederhana dan lebih mudah dipahami.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian Sumber :
Olahan Penulis 2022

Terdapat bahan dan alat yang perlu dipersiapkan. Berikut bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan pesawat *Tip Launch Glider* :

1. Kayu Biasa (berat 1- 15 gram dengan panjang 100 cm dan ketebalan 1-10 mm)
2. Kayu Mahoni
3. Stik Fiber
4. Stiker Karbon
5. Pernis Kayu

Selain itu terdapat pula alat-alat yang perlu dipersiapkan. Berikut alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan pesawat *Tip Launch Glider*:

1. Penggaris
2. Busur Derajat
3. *Cutter*
4. Amplas
5. Lem G
6. *Timer Manual*

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental dan Pengumpulan data penelitian ini didapat dari beberapa sumber untuk mendukung suatu rancangan yang ingin dibuat diantaranya adalah untuk mengetahui seberapa efisien pesawat ini diterbangkan dan stabil pada saat terbang setelah di modifikasi. Selain itu, peneliti menggunakan instrumen penelitian berupa Alat *Stopwatch* untuk mengukur waktu dan juga *Anemometer* untuk mengukur kecepatan angin dalam satuan m/s.

Teknik analisis data melalui identifikasi studi literatur yang diharapkan peneliti dapat menjelaskan dengan jelas mengenai kondisi bahan dan perbandingan lama waktu gliding dengan menggunakan variabel kecepatan angin yang dihasilkan. Dengan demikian dapat diketahui seberapa efisien pemilihan bahan dan lama pesawat *Tip Launch Glider* dapat gliding pada setiap variabel penelitian secara terperinci dengan mengolah data dan dapat ditampilkan dengan diagram batang atau grafik.

Waktu penelitian dimulai bulan September 2021 hingga Agustus 2022, dan seminar tugas akhir diadakan pada akhir Januari 2022. Pada bulan September 2021 telah menentukan topik tugas akhir. Setelah disetujui oleh dosen penguji, penelitian akan dilanjutkan. Pada bulan Agustus 2022 melakukan persiapan dan pelaksanaan ujian tugas akhir. Lokasi penelitian ini adalah Lapangan Terbuka Madiun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pesawat *UAV* dimodif menjadi *glider* sederhana tanpa menggunakan mesin dan juga *servo* sebagai *control* kendali pesawat. Sistem pengujian kali ini tidak menggunakan landasan peluncur maupun mesin melainkan menggunakan Teknik manual yang dimana bisa disebut dengan teknik *Tip Launch*.

Modifikasi sederhana pesawat *UAV* dengan menggunakan satu *tailboom* sebagai penghubung antara *fuselage* dan *tail section*. Lalu pada bagian *Wing Tip* didesain dengan di beri pegangan jari gunanya untuk *Launch* pesawat tersebut.



Gambar 4. 7 Modifikasi Sederhana Pesawat *UAV*

Berikut tata cara pembuatan dan pengujian pada pesawat *Tip Launch Glider* :

1. Berat Pesawat Sebelum Pengujian

Pesawat ditimbang terlebih dahulu untuk melihat berat dari keseluruhan pesawat tersebut. Sebelum pengujian berat pesawat 76,94.



Gambar 4. 8 Berat pesawat sebelum pengujian

2. Pesawat Uji Pertama

Uji coba pertama dengan kecepatan angin kecil 5- 10m/s masih terlihat baik baik saja dari segi sayap hingga keseluruhan.

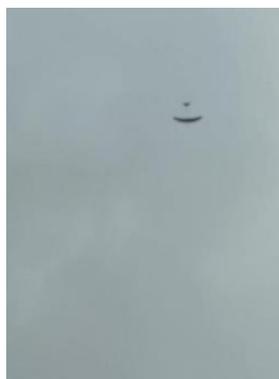
Pada uji pertama ini pesawat mampu terbang hingga 30 detik dengan menggunakan *timer tester* untuk pemberhentian.



Gambar 4. 9 pesawat uji coba pertama

3. Pesawat Uji Kedua

Uji coba yang ke 2 dengan kecepatan angin kecil 5-10m/s masih terlihat pesawat masih dalam keadaan baik baik saja terlihat pada gambar 4.10. Perbedaan dari uji yang pertama adalah selisih waktu timer yang telah *disetting* sebelum pesawat di terbangkan yaitu selisih 5 detik. Untuk uji yang ke 2 ini mendapatkan waktu 25 detik.



Gambar 4. 10 pesawat uji coba kedua

4. Pesawat Uji Ketiga

Pada Kecepatan angin Sedang berkisar 11-15m/s, pesawat ini mampu mengudara 52 detik.



Gambar 4. 11 pesawat uji coba ketiga

5. Pesawat Uji Ke-empat

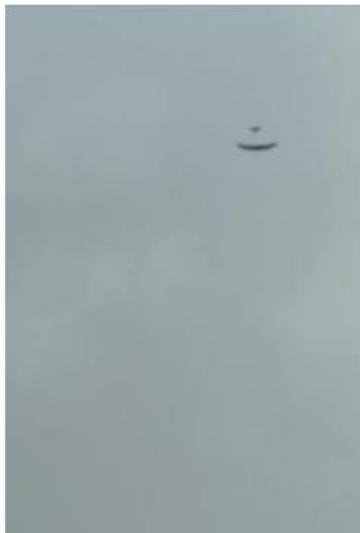
Pada Pengujian Ke-empat ini dan masih dengan angin yang berkecepatan sedang 11-15m/s, pesawat ini mampu mengudara dengan waktu 59 detik. Namun pada saat *landing*, pesawat ini mengalami *crash landing*. Bagian *Vtail* dari pesawat ini mengalami *crack* akibat benturan dari *crash* pada saat *landing* tersebut.



Gambar 4. 12 kondisi pesawat uji coba keempat

6. Pesawat Uji Kelima

Uji Coba ke lima dengan kondisi *Vtail* sudah di perbaiki dapat dilihat pada gambar 4.13 pesawat ini di terbangkan dengan kecepatan angin tinggi berkisar 16- 20m/s dengan tujuan untuk menge-*test timer* apakah masih berfungsi dengan baik juga setelah pesawat mengalami *crash landing* dan hasil dari uji coba yang ke lima pesawat mampu terbang 34 detik sesuai dengan *timer* yang telah di *setting*.



Gambar 4. 13 pesawat uji coba kelima

7. Penimbangan Berat Pesawat Setelah di Uji

Pada Pengujian yang keenam ini dikhususkan untuk melihat performa terbang pesawat dengan berat pesawat 76,94 gram. Pesawat di *lauch* berbarengan dengan angin kencang dan melihat apakah pesaawat dapat terbang lebih tinggi dari pada sebelumnya. Untuk proteksi pada pengujian yang ke-enam ini, *timer*

disetting 45 detik agar pesawat tidak hilang atau terbang bebas. Dan hasil dari pengujian yang keenam ini, secara visual pesawat dapat menghasilkan gaya angkat yang besar dari pada sebelumnya. Dan setelah dilakukan semua tahap pengujian ternyata berat pesawat bertambah menjadi 78,64 gram.

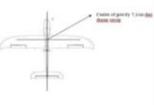


Gambar 4. 14 Berat pesawat Setelah pengujian

Pembahasan Hasil Pengujian Modifikasi

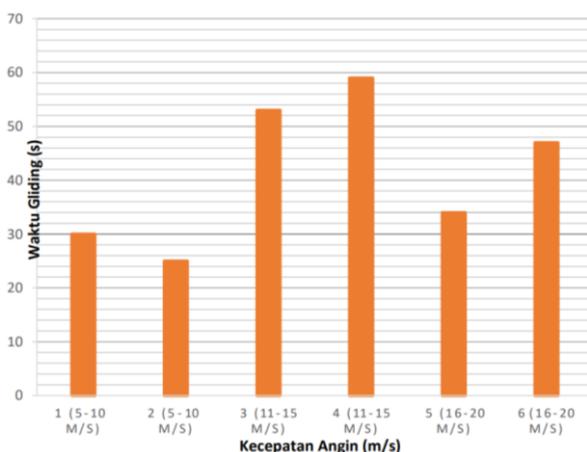
Hasil modifikasi dari penelitian sebelumnya dan peneliti 2022 dapat terlihat pada tabel 4.1 yang dimana penulis 2022 memodifikasi pesawat *UAV* menjadi *glider* sederhana tanpa landasan peluncur, mesin, dan juga *control* kendali.

Tabel 4. 1 Perbandingan Modifikasi

No	Terdahulu 2018	Peneliti 2022	Penjelasan
1			Modifikasi pada peneliti 2022 dalam bentuk fisik yaitu pada bagian <i>Tailboom</i> yang menggunakan satu ruas, bentuk <i>wing</i> dan <i>fuselage</i> serta <i>tail section</i> yang mana menggunakan jenis <i>Vtail</i> . Bentuk ini dimodifikasi sedemikian rupa sehingga menjadi agak sederhana dan tanpa <i>flight control</i> .
2			Lalu, Modifikasi dalam bentuk teknik penerbangan yang dimana semula peneliti terdahulu menggunakan sistem launching dengan <i>Ardupilot</i> , pada peneliti 2022 disederhanakan dengan menggunakan teknik launching manual " <i>tip launch</i> " serta pemilihan bahan pembuatan yang sebelumnya menggunakan <i>polyfoam</i> , pada peneliti 2022 bahan pembuatan di eksperimen dengan menggunakan bahan dasar kayu balsa.

Hasil Waktu Pengujian Alat Modifikasi

Hasil Waktu terbang alat yang sudah dimodifikasi oleh peneliti 2022 mampu mengalahkan lama waktu terbang dari hasil modifikasi sebelumnya. Waktu yang paling lama dari 6 variabel pengujian adalah 59 detik dengan menggunakan teknik pengujian *Tip Launch* secara manual.



Gambar 4.15 Perbedaan Waktu terbang setiap *variable* kecepatan angin

Pada gambar 4.15 berdasarkan hasil analisis, ditinjau dari perbandingan Variabel waktu Uji Coba, dapat di urutkan sebagai berikut

1. Hasil pengujian pertama menggunakan *variable* angin rendah dan dengan menguji alat timer menggunakan kecepatan angin bekisar 5-10m/s pesawat

mendapatkan waktu terbang hanya 30 detik.

2. Hasil pengujian kedua menggunakan *variable* angin rendah dan dengan menguji alat timer menggunakan kecepatan angin bekisar 5-10m/s pesawat mendapatkan waktu terbang hanya 25 detik.
3. Hasil pengujian ketiga menggunakan *variable* angin sedang menggunakan kecepatan angin bekisar 11-15m/s pesawat mendapatkan waktu terbang hanya 57 detik.
4. Hasil pengujian ke-empat menggunakan *variable* angin sedang menggunakan kecepatan angin bekisar 11-15m/s pesawat mendapatkan waktu terbang hanya 59 detik.
5. Hasil pengujian kelima menggunakan *variable* angin sedang menggunakan kecepatan angin bekisar 16-20m/s pesawat mendapatkan waktu terbang hanya 34 detik.
6. Hasil pengujian ke-enam menggunakan *variable* angin sedang menggunakan kecepatan angin bekisar 16-20m/s pesawat mendapatkan waktu terbang hanya 47 detik.
7. Hasil dari pengamatan pada pengujian pertama, pesawat mendapatkan gaya angkat yang cukup, namun pada pengujian kedua gaya angkat yang didapatkan oleh pesawat menurun dikarenakan kecepatan angin yang tiba tiba menurun
8. Untuk hasil dari pengamatan pada pengujian ketiga sampai ke-enam, pesawat mendapatkan gaya angkat

yang lumayan besar dikarenakan kecepatan angin terus bertambah seiring pengujian tahap ketiga sampai keenam berlangsung, akan tetapi untuk proteksi agar pesawat tidak hilang maka timmer telah *disetting* untuk langkah pencegahan.

Pengujian Alat

Tabel 4.3 dibawah ini berisikan penilaian data mengenai *variable* pengujian, waktu gliding dan juga kondisi bahan setelah selesai melakukan pengujian.

tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian Alat Modifikasi

No	Variabel Kecepatan angin	Waktu Gliding (s)	Berat Pesawat	Kondisi Bahan
1	Kecepatan angin (5-10m/s)	30 Detik	76,94 gram	
2	Kecepatan angin (5-10m/s)	25 Detik	76,94 gram	
3	Kecepatan angin (11-15m/s)	57 Detik	76,94 gram	

No	Variabel Kecepatan angin	Waktu Gliding (s)	Berat Pesawat	Kondisi Bahan
4	Kecepatan angin (11-15m/s)	59 Detik	76,94 gram	
5	Kecepatan angin (16-20m/s)	34 Detik	78,64 gram	
6	Kecepatan angin (16-20m/s)	47 Detik	78,64 gram	

Sumber: Olahan penulis 2022

Kesimpulan hasil Pengujian

Ada beberapa aspek perbandingan yang dapat diambil setelah melakukan pengujian yang telah dilakukan di lapangan terbuka diantaranya ;

1. Dalam Pemilihan bahan serta alat dalam pembuatan, peneliti 2022 memilih bahan yang tepat dan kuat untuk membuat sebuah pesawat dengan bahan dasar kayu yang tidak mudah hancur dari penelitian terdahulu yang dimana memilih bahan *polyfoam*. Walaupun bahan kayu balsa terbilang lumayan mahal dan agak susah dicari, peneliti 2022 berusaha menyajikan bahan terbaik dalam proses pembuatannya.
2. Pemilihan metode pemodifikasian yang dilakukan peneliti 2022 juga lebih sederhana dan tidak mengeluarkan cukup banyak biaya, dikarenakan tidak menggunakan sistem *electronic* apapun, sedangkan peneliti terdahulu menggunakan

sistem *electric* dalam memodifikasi pesawatnya.

3. Metode pengujian alat yang sudah dimodifikasi pada penelitian terdahulu lebih sederhana dengan menggunakan teknik *launching* manual dan tidak memakan banyak tempat pada saat pesawat di terbangkan sedangkan pada penelitian sebelumnya memerlukan alat yang cukup besar dalam melakukan pengujian.
4. Hasil terbang yang di dapat pada peneliti 2022 lebih lama, pesawat dengan teknik *launch* manual dapat terbang lebih lama dibandingkan dengan pengujian sebelumnya yang menggunakan landasan peluncur dan juga menggunakan sistem *Vertical Takeoff Landing*.
5. Biaya Modifikasi Modifikasi memerlukan biaya untuk membeli keperluan pada saat ingin memodifikasi suatu alat.

Tabel 4. 4 Biaya Pengeluaran Modifikasi Dan Eksperimen

No	Nama Bahan	Harga satuan	Kebutuhan	Total
1	Kayu Balsa 8mm	120.000	5 buah	600.000
2	Kayu Balsa 7mm	100.000	1 buah	100.000
3	Kayu Balsa 1,5mm	35.000	2 buah	70.000
4	Stick Fiber	185.000	3 buah	555.000
5	Sticker karbon 7d	170.000	1 meter	170.000
6	Pernish	-	1 kaleng	-
7	Tiner	-	1 kaleng	-
8	Lem G	6.000	3	18.000
9	Amplas Kasar	8.000	1 meter	8.000
10	Amplas Halus	6.000	1 meter	6.000
11	Timer	75.000	3 buah	225.000
12	kawat	-	30 cm	-
13	Timah 1,5kg	10.000	1 buah	10.000
			Total	1.762.000

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pengujian penelitian dapat diambil kesimpulan sesuai rumusan masalah yang

telah ditentukan, sehingga kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perbedaan Hasil dari modifikasi mempengaruhi dalam performa kerja suatu alat, mau dari segi teknik pengujian, pengambilan data, dan lainnya
2. Dengan adanya penyederhanaan dalam modifikasi ini, kita masih bisa melihat bagaimana pesawat masih bisa mampu terbang dengan baik daripada sebelumnya dan lebih cocok pesawat *UAV* ini dimodifikasi menjadi pesawat semi Glider.
3. Pemilihan bahan kayu seperti kayu berjenis kayu balsa menjadi pilihan yang baik dalam pembuatan alat karena tekstur dan ketahanan kayu ini sangat kuat dibandingkan *polyfoam* maupun *sterofoam* walaupun harganya sedikit lebih mahal dan susah di cari.
4. Semakin bertambahnya kecepatan angin dan juga luas penampang sayap serta sudut serang yang tepat maka semakin besar gaya lift yang dihasilkan, maka dari sebab itu mempengaruhi lama waktu terbang pesawat ini.

Saran

Berikut merupakan beberapa saran untuk penelitian berikutnya yang berkaitan dengan penelitian ini:

1. Melakukan analisa atau modifikasi lanjutan mengenai penambahan *flight control* pada pesawat ini dengan tujuan apakah pesawat ini cocok ditambahkan *flight control* atau tidak.
2. Menambah penelitian mengenai Modifikasi Alat.
3. Dalam melakukan pengambilan data lakukan pada lapangan luas

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurahman, H., Suwandi, & Rosdiana, E. (2020). Perancangan Dan Perakitan Fixed Wing UAV Yang Dapat Lepas Landas Secara Vertikal (eProceeding of Engineering: Vol.7, No.1 April 2020). Bandung: Universitas Telkom.
- [2] AC-61-23A, Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge. (Washington, D.C.: Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 1971) diambil dari http://www.aviation-history.com/theory/relative_wind.htm
- [3] Aji, Rizky P. (2020). Analisis Penambahan Vortex Generator Terhadap Performa Sayap UAV Mohinder Unnes. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [4] Fakhrudin, M., Wicaksono, H., Baananto, F., Firmansyah, H. I., Sari, P. A., Muzaki, M., ... Hardyanto, N. D. (2021). Optimasi Aerodinamika Bodi Mobil Hemat Energi Ken Dedes Electric Evo 3 Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD) (Jurnal Teknik Energi Vol.17 No.1 Januari 2021; 36-45). Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [5] Husnayati, N. & Moelyadi, M. A. (2013). Analisis Aerodinamika dan Studi Parameter Sayap CN-235 Kondisi Terbang Jelajah. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [6] How are thermals found?. (2015, Agustus) Diambil dari <https://aviation.stackexchange.com/questions/2469/how-are-thermals-found>
- [7] Marsan, K. (2007). Koefisien Lift Dan Drag Pada Sudu Runner Turbin Aliran Silang Dengan Menggunakan British Profil 9c7/32,5 C50 (Jurnal SMARTek, Vol. 5, No. 3, Agustus 2007). Palu: Universitas Tadulako.
- [8] Randis, Dharmawan, Ida B., & Syahrudin. (2017). Rancang Bangun Alat Uji Gaya Dorong (Trust Force) Motor Brushless. (Jurnal Teknologi Terpadu Vol. 5 No. 2 Oktober 2017). Balikpapan: Politeknik Negeri Balikpapan
- [9] Santoso, D. Dwi. (2018). Aerodinamika Pada Modifikasi Bodi Kendaraan Angkutan Pedestal (TEDC Vol. 12 No. 2, Mei 2018). Bandung: Politeknik TEDC Bandung.
- [10] Saroinsong, H. S., Poekoel, V. C., & Manembu, P. D. K. (2018). Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot (Jurnal Teknik Elektro dan Komputer vol. 7 no. 1, 2018. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- [11] Setyaningsih, E., Prastiyanto, D., & Suryono. (2017). Penggunaan Sensor Photodiode sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang *Vertical Take-Off Landing* (VTOL) (Jurnal Teknik Elektro Vol. 9 No. 2). Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [12] Susanto, T. & Ahdan, S. (2020). Pengendalian Sikap Lateral Pesawat Flying Wing Menggunakan Metode LQR (Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Volume 7.No 2, September 2020). Lampung: Universitas Teknokrat.
- [13] Turanoğuz, Eren. (2014). Design of a medium range tactical UAV and improvement of its performance by using winglets. Ankara: Middle East Technical University.
- [14] US FAA. Aerodynamic of Flight Chapter 5. Diambil dari https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/07_phak_ch5.pdf
- [15] US FAA. (2007). Aircraft Weight and Balance Handbook. Diambil dari

<https://skybrary.aero/articles/centre-gravitycg>