



Perancangan Desain Pesawat Aeromodelling Model Trainer untuk Pembelajaran Pengendalian Pesawat Berbasis Sistem Komputer

Deosa Putra Caniago^{*1}, Luki Hernando², Veranny³, Ananda Hilmy⁴

Email: ¹deosa@iteba.ac.id, ²luki@iteba.ac.id

¹²³⁴Teknik Komputer, Institut Teknologi Batam

Diterima: 6 November 2024 | Direvisi: 26 Desember 2024 | Disetujui: 27 Desember 2024

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan pesawat aeromodelling model trainer berbasis sistem komputer yang dapat digunakan dalam pendidikan pengendalian pesawat. Pemilihan material yang tepat menjadi fokus utama, di mana polyfoam digunakan sebagai bahan utama untuk bodi pesawat karena karakteristiknya yang ringan, daya serap benturan yang baik, dan ketahanan terhadap deformasi. Penelitian ini juga mengintegrasikan teknologi sensor dan sistem kontrol otomatis, yang memungkinkan pemantauan penerbangan secara real-time. Metodologi yang diterapkan meliputi desain mekanik, skematik elektronik, perancangan sistem kontrol, serta pengujian performa penerbangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pesawat memiliki tingkat stabilitas mencapai 95% dan dapat beroperasi secara efektif dalam berbagai skenario penerbangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi pendidikan penerbangan dan menyediakan platform pelatihan yang lebih interaktif dan aman bagi siswa pemula di bidang aeronautika.

Kata kunci: aeromodelling, sistem komputer, polyfoam, kontrol otomatis, pendidikan penerbangan.

Design of Aeromodelling Model Trainer Aircraft Design for Computer System Based Aircraft Control Learning

Abstract

This study aims to design and develop a computer-based trainer model aeroplane for flight control education. The selection of appropriate materials is a primary focus, with polyfoam chosen as the main material for the aircraft body due to its lightweight nature, excellent impact absorption, and resistance to deformation. The research also integrates sensor technology and an automatic control system, enabling real-time flight monitoring. The methodology includes mechanical design, electronic schematics, control system design, and flight performance testing. The results indicate that the aircraft achieves a stability level of 95% and operates effectively under various flight scenarios. This research is expected to make a significant contribution to the development of aviation education technology and provide a more interactive and safe training platform for novice students in the field of aeronautics.

Keywords: aeromodelling, computer systems, polyfoam, automatic control, aviation education.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam industri penerbangan tidak hanya terbatas pada pesawat komersial dan militer berukuran besar, tetapi juga mencakup model pesawat seperti aeromodelling. Aeromodelling telah lama menjadi media penting untuk mempelajari prinsip-prinsip dasar aerodinamika, kontrol penerbangan, dan pengoperasian pesawat secara praktis. Dalam konteks pendidikan, pesawat aeromodelling memberikan manfaat yang signifikan bagi pemula, terutama dalam memahami cara kerja pesawat melalui simulasi penerbangan yang aman dan terjangkau [1]. Hal ini menjadikan aeromodelling sebagai alat yang sangat efektif untuk memperkenalkan dasar-dasar penerbangan secara nyata tanpa risiko tinggi.

Selain itu, aeromodelling juga memainkan peran penting dalam pengembangan keterampilan teknis siswa, seperti perancangan, pemilihan komponen, dan pemeliharaan pesawat. Teknologi pesawat aeromodelling telah berkembang dengan pesat, didukung oleh integrasi sensor, komponen elektronik, dan sistem kontrol berbasis komputer. Teknologi ini memungkinkan pemantauan penerbangan secara real-time, serta memberikan akses ke sistem kontrol otomatis yang membuat pengalaman simulasi semakin realistis dan mendalam [2][3]. Dengan peningkatan ini, aeromodelling tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan teknik praktis di bidang penerbangan.

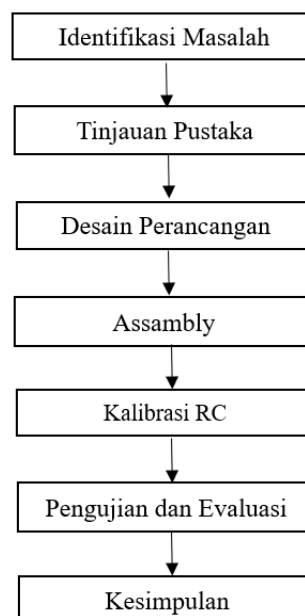
Penelitian sebelumnya telah mengkaji aspek teknologi komputer dalam simulasi dan kontrol penerbangan pada pesawat aeromodelling. Misalnya, Yudhi (2020) meneliti integrasi sensor accelerometer dan gyroscope yang terbukti dapat meningkatkan akurasi dalam pengukuran parameter penerbangan seperti ketinggian, kecepatan, dan stabilitas [4]. Di sisi lain, penelitian oleh Aziz (2021) mengembangkan pesawat aeromodelling dengan sistem kontrol otomatis berbasis komputer yang mampu memberikan umpan balik real-time kepada pengguna mengenai kondisi pesawat selama penerbangan [5][6]. Penelitian ini menunjukkan bahwa pesawat aeromodelling berbasis komputer dapat meningkatkan efektivitas dan keamanan dalam pembelajaran penerbangan, terutama karena pengguna dapat berlatih tanpa risiko kerusakan fisik yang signifikan.

Namun, meskipun penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak berfokus pada teknologi kontrol penerbangan dan simulasi, masih sedikit yang memberikan perhatian pada aspek desain pesawat model trainer yang mengintegrasikan pemilihan bahan dan komponen yang tepat dengan teknik kontrol berbasis komputer. Aspek pemilihan bahan dan komponen yang mempengaruhi performa aerodinamika pesawat sering kali kurang diperhatikan, meskipun hal ini memiliki dampak langsung pada kestabilan dan daya tahan pesawat. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan merancang pesawat aeromodelling model trainer yang menggabungkan pemilihan bahan dan komponen yang mendukung aerodinamika dengan teknologi sensor dan kontrol berbasis komputer yang canggih [7][8].

Penelitian ini akan merancang dan mengembangkan pesawat aeromodelling model trainer berbasis sistem komputer, dengan fokus pada pemilihan bahan dan komponen yang mendukung kestabilan penerbangan serta integrasi sensor untuk kontrol otomatis. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan pesawat aeromodelling yang tidak hanya efisien dari segi desain dan material, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan aman. Selain itu, penelitian ini juga akan menguji performa pesawat dalam berbagai skenario penerbangan untuk memastikan kestabilan serta keefektifan sistem kontrol otomatis yang digunakan [9] [10]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pendidikan penerbangan, serta membuka peluang baru dalam menciptakan platform pelatihan yang lebih maju bagi para pemula.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengevaluasi stabilitas dan kontrol sistem dalam berbagai kondisi jarak. Langkah-langkah penelitian dirancang dengan pendekatan ilmiah yang mencakup perancangan mekanika, skematika elektronika, integrasi komponen, pengujian stabilitas dan respon kontrol, serta analisis hasil. Struktur metode penelitian dijelaskan seperti terlihat pada Gambar 1 berikut ini;



Gambar 1. Kerangka Kerja

Setiap tahapan memiliki tujuan spesifik dan saling terkait untuk mencapai hasil optimal dalam penelitian ini.

1. Identifikasi Ruang Lingkup Masalah

langkah awal yang penting untuk memastikan penelitian tetap fokus dan terarah. Pada tahap ini, peneliti menganalisis masalah yang berkaitan dengan perancangan pesawat aeromodelling. Beberapa isu yang diidentifikasi meliputi pemilihan bahan yang tepat, integrasi komponen elektronik, dan pengendalian jarak jauh (RC). Dengan memahami

masalah yang ada, peneliti dapat merumuskan strategi penyelesaian yang efektif dan efisien, serta menetapkan tujuan penelitian yang jelas untuk mencapai hasil terbaik.

2. Tinjauan Pustaka

Tahap tinjauan pustaka bertujuan untuk menggali kajian-kajian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini. Dalam proses ini, peneliti mencari dan mengumpulkan informasi mengenai desain komponen dan pemilihan bahan pembentuk pesawat aeromodelling. Penelitian sebelumnya mengenai aerodinamika, kontrol penerbangan, dan teknologi sensor menjadi referensi penting untuk menentukan bahan yang ringan namun kuat untuk struktur pesawat. Selain itu, kajian ini juga mencakup analisis tentang pengujian dan riset yang telah dilakukan untuk memahami bagaimana karakteristik aerodinamis dapat mempengaruhi performa dan stabilitas penerbangan.

Tabel 1. Spesifikasi komponen

No	Nama Barang	Spesifikasi
1	Polyfoam Depron	Ketebelan 3mm
2	Hobbywing SkyWalker	40A ESC
3	Micro Servo	Motor SG90 9G Tower pro sg90
4	Brushless Motor For RC	Multirotor Aircraft - No Color A2212 KV1400
5	Propeller pesawat engine	JXF 8x5, 25 nitro 8050
6	Imax	B6 80w
7	Adaptor	12V 5A Adapter Led Run Charger IMAX B6
8	Baterai Lipo eXtreme	2200Mah 11.1V 3S 30C Deans plug
9	Remote Control 6ch T&R	FlySky FS-I6 FSi6 2.4G
10	T Plug Connector Dean Style Male	Size: 1.9x0.7 x 2cm/0.7 x 0.3 x0.9 inches; FOR : ESC LIPO Battery Motor
11	Pushrod Connectors Linkage Stoppers	Hole 1.3mm RC Airplane x 4pcs
12	Servo Y Extension Wire Cable	Panjang kabel 300mm / 30CM

3. Desain Perancangan

Setelah mendapatkan informasi dari tinjauan pustaka, peneliti melanjutkan ke tahap desain perancangan. Pada tahap ini, peneliti menentukan model pesawat aeromodelling yang akan dikembangkan, termasuk skema rangkaian elektronik yang akan digunakan. Proses desain melibatkan perhitungan dimensi pesawat untuk memastikan bahwa semua komponen dapat dirakit dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain itu, peneliti juga merancang sistem kontrol penerbangan yang mencakup penggunaan sensor seperti accelerometer dan gyroscope untuk meningkatkan pengalaman belajar.

4. Assembly (Perakitan)

Setelah desain selesai, tahap assembly atau perakitan dimulai. Pada tahap ini, semua komponen yang telah dipilih dan dirancang dirakit menjadi satu kesatuan. Proses ini mencakup perakitan body pesawat dari bahan pembentuk yang telah ditentukan, pemasangan propeler, dan integrasi rangkaian elektronik, seperti motor DC dan baterai. Peneliti juga memasang roda untuk memastikan pesawat dapat bergerak dengan stabil di darat. Semua langkah perakitan dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa setiap komponen terpasang dengan baik dan berfungsi sesuai dengan tujuan desain.

5. Kalibrasi RC

Setelah proses perakitan selesai, langkah selanjutnya adalah kalibrasi sistem Remote Control (RC). Pada tahap ini, peneliti melakukan penyettingan frekuensi pengontrolan jarak jauh agar sesuai dengan sistem penerima di pesawat. Kalibrasi yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa sinyal dari pengendali jarak jauh dapat diterima dengan akurat oleh pesawat, sehingga memberikan respons yang baik saat dikendalikan. Proses ini juga mencakup pengujian awal untuk memastikan bahwa semua sistem berfungsi dengan baik sebelum pengujian terbang dilakukan.

6. Pengujian Terbang

Tahap kritis dalam penelitian ini. Pada tahap ini, pesawat aeromodelling diuji dalam kondisi nyata untuk mengevaluasi performanya. Peneliti melakukan manuver dan uji terbang menggunakan RC untuk mengamati stabilitas, respons kontrol, serta kemampuan pesawat dalam berbagai kondisi penerbangan. Selama pengujian, parameter penting seperti ketinggian, percepatan, dan sudut kemiringan pesawat dipantau dengan menggunakan sensor yang telah terintegrasi. Data yang dikumpulkan selama pengujian akan digunakan untuk analisis lebih lanjut mengenai kinerja pesawat.

7. Hasil Pengujian dan Evaluasi

Setelah pengujian terbang selesai, peneliti melakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh. Data yang tercatat selama pengujian digunakan untuk mengevaluasi kelayakan pesawat aeromodelling yang dirancang, termasuk dimensi, beban, dan stabilitas terbang. Hasil evaluasi ini sangat penting untuk menentukan apakah pesawat memenuhi standar yang telah ditetapkan. Jika hasil pengujian menunjukkan bahwa pesawat dapat terbang dengan stabil dan aman, maka penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pengembangan lebih lanjut untuk aplikasi di bidang pendidikan penerbangan.

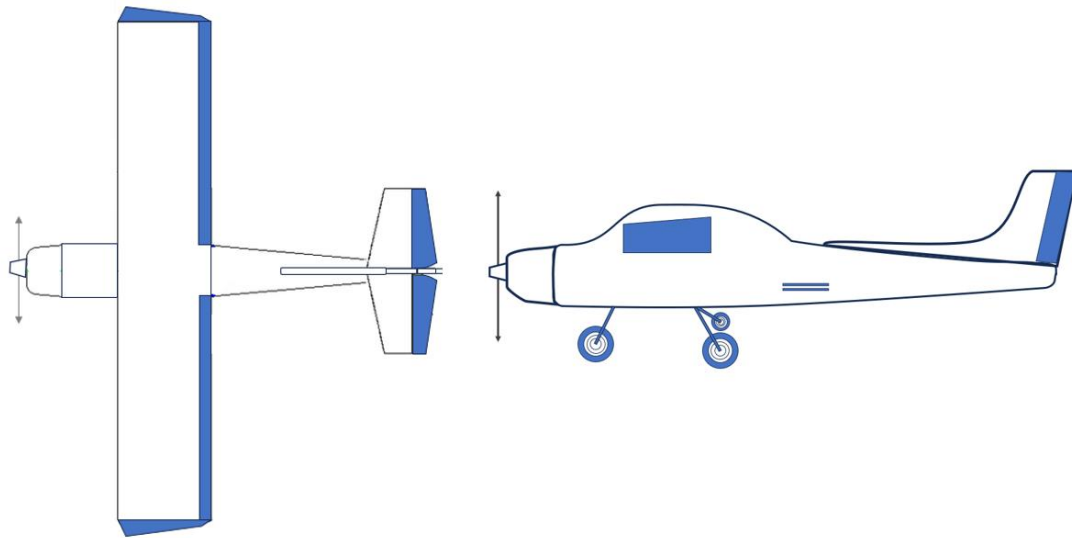
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, hasil perancangan dan pengujian desain pesawat aeromodelling model trainer akan dijabarkan secara rinci, mulai dari desain mekanik, skematika elektronika, proses perancangan, hingga pengujian serta hasil pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pesawat trainer yang mampu mendukung pembelajaran pengendalian berbasis sistem komputer dengan desain yang efisien dan fungsi yang optimal.

1. Desain Mekanik dan Sistem

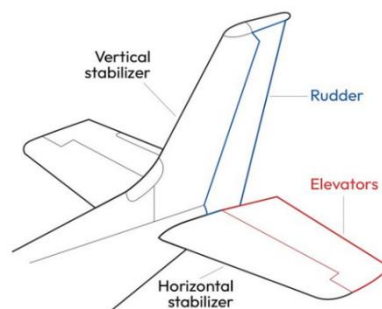
Desain mekanik pesawat aeromodelling model trainer ini mencakup struktur bodi, sayap, ekor, dan sistem stabilisasi. Desain ini dibuat dengan mempertimbangkan prinsip aerodinamika dasar yang memengaruhi stabilitas dan kelancaran penerbangan. Struktur bodi dirancang dengan material ringan, polyfoam yaitu bahan yang terbuat dari polistirena yang memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan terhadap benturan.

Sayap utama dirancang dengan bentuk *airfoil* yang sesuai, yang mampu menghasilkan lift optimal pada kecepatan rendah, sesuai dengan karakteristik yang diinginkan untuk model trainer. Panjang sayap ditentukan berdasarkan perhitungan daya angkat dan kestabilan yang diperlukan untuk menjaga pesawat tetap mudah dikendalikan. Tipe dan ukuran sayap ini memungkinkan pesawat untuk memiliki kecepatan rendah dan tingkat manuver yang sesuai, sehingga cocok untuk pembelajaran dasar pengendalian pesawat yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Mekanik Aeromodelling

Desain ekor pesawat terdiri dari bagian ekor horizontal (*horizontal stabilizer*) dan vertikal (*vertical stabilizer*) yang berfungsi sebagai pengontrol arah dan stabilisator selama penerbangan. Bagian ini dioptimalkan untuk menjaga pesawat tetap stabil saat menghadapi gangguan angin maupun perubahan arah yang dilakukan oleh pengguna. Desain mekanik yang direncanakan juga memungkinkan pesawat melakukan gerakan dasar seperti take-off, berbelok, dan landing secara stabil yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Ekor Aeromodelling

Ekor pesawat aeromodelling merupakan komponen vital yang berperan dalam menjaga stabilitas dan kontrol penerbangan. Ekor terdiri dari beberapa elemen penting, masing-masing dengan fungsi spesifik yang berkontribusi terhadap performa keseluruhan pesawat.

1. Vertical Stabilizer (Stabilisator Vertikal)

Bagian ekor yang tegak lurus terhadap sayap pesawat dan bertugas menjaga kestabilan arah yaw (gerakan ke kiri atau ke kanan pada sumbu vertikal pesawat). Komponen ini membantu pesawat agar tetap terbang lurus dengan menahan pengaruh angin atau gangguan aerodinamis yang dapat membuat pesawat berbelok ke samping secara tak terkendali.

2. Horizontal Stabilizer (Stabilisator Horizontal)

Bagian ekor pesawat yang diposisikan secara horizontal dan berfungsi menjaga kestabilan pitch (gerakan naik-turun pada sumbu horizontal pesawat). Fungsi utamanya adalah menjaga bagian depan pesawat (hidung) tetap stabil pada

posisi yang diinginkan, sehingga pesawat dapat terbang lurus dan tidak mengalami perubahan ketinggian yang tiba-tiba.

3. **Rudder**

Bagian yang terpasang pada vertical stabilizer dan dapat bergerak ke kiri atau ke kanan. Fungsinya adalah untuk mengontrol yaw, yaitu untuk mengarahkan hidung pesawat ke kiri atau ke kanan selama penerbangan. Saat rudder digerakkan, ia akan menciptakan gaya aerodinamis yang mendorong ekor pesawat ke arah berlawanan, sehingga membantu pesawat berbelok atau melakukan koreksi arah sesuai dengan kebutuhan pengendalian.

4. **Elevators**

Bagian yang terpasang pada horizontal stabilizer dan dapat digerakkan naik atau turun. Fungsinya adalah untuk mengontrol pitch, yaitu gerakan naik-turun pesawat. Ketika elevator dinaikkan, bagian belakang pesawat akan turun, mengakibatkan hidung pesawat naik, sehingga pesawat dapat menambah ketinggian. Sebaliknya, jika elevator diturunkan, bagian belakang pesawat akan naik, menurunkan hidung pesawat dan mengurangi ketinggian.



Gambar 4. Hasil Perancangan Mekanika

Dengan adanya keempat komponen ini, pesawat dapat dikendalikan dengan lebih stabil dan akurat dalam berbagai manuver. Vertikal dan horizontal stabilizer menjaga pesawat tetap lurus dan stabil dalam arah tertentu, sementara rudder dan elevator memungkinkan pengendalian yang lebih fleksibel dan presisi pada arah serta ketinggian pesawat sesuai dengan instruksi pengendali.

2. **Desain Elektronika**

Desain elektronika merupakan aspek krusial dalam perancangan pesawat aeromodelling, yang mendukung fungsi kontrol dan komunikasi antara pesawat dan pilot. Pada penelitian ini, desain skematik dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu komponen yang terpasang pada pesawat aeromodelling dan komponen yang terdapat pada remote control [11].

a. **Komponen Pada Pesawat Aeromodelling**

Pada bagian pesawat, sistem kontrol menggunakan receiver sebagai komponen utama yang berfungsi untuk menerima sinyal dari remote control. Receiver ini terhubung dengan tiga motor servo yang memiliki peran spesifik dalam pengendalian pesawat.

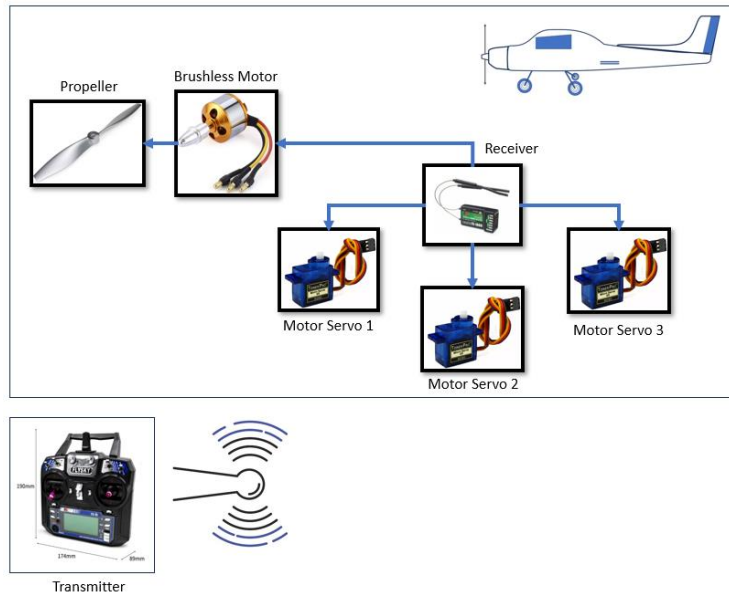
1) **Motor Servo untuk Aileron:** Dua motor servo digunakan untuk menggerakkan aileron, di mana satu motor mengontrol aileron kiri dan yang lainnya mengontrol aileron kanan. Aileron berfungsi untuk mengatur roll pesawat, memberikan kemampuan manuver yang diperlukan selama penerbangan.

2) **Motor Servo untuk Elevators:** Satu motor servo lainnya digunakan untuk mengendalikan elevators yang terletak pada ekor pesawat. Elevators berfungsi untuk mengatur pitch pesawat, yang berpengaruh langsung pada naik turunnya pesawat selama terbang.

Desain skematik elektronika pesawat ini memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan baik dan berfungsi secara optimal. Sinyal dari receiver diteruskan ke motor servo, yang kemudian akan menggerakkan kontrol penerbangan sesuai dengan instruksi yang diterima dari remote control.

b. **Komponen Pada Remote Control (RC)**

Remote control berperan sebagai transmitter yang memancarkan sinyal radio untuk mengendalikan pesawat aeromodelling dari jarak jauh. Penggunaan gelombang radio memungkinkan komunikasi yang efektif antara transmitter dan receiver, dengan rentang jarak yang dapat disesuaikan untuk aplikasi yang diinginkan. Transmitter ini dilengkapi dengan beberapa kontrol untuk mengatur aileron dan elevators, serta memberikan umpan balik visual kepada pilot.



Gambar 4. Desain Skematik Rangkaian Elektronika

Dalam diagram ini, terlihat jelas hubungan antara transmitter, receiver, dan motor servo. Setiap komponen terhubung melalui jalur yang menunjukkan aliran sinyal, memungkinkan pengendalian yang responsif dan efisien selama penerbangan.

3. Setting Remote

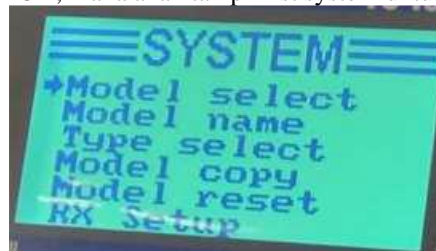
Setting remote control dilakukan agar remote control dapat mengontrol pesawat trainer yang sudah dibuat. Proses setting remote control untuk proyek ini adalah sebagai berikut:

- Pastikan remote control sudah terpasang baterai, lalu nyalakan remote control dengan menggeser sakelar Power.
- Tekan dan tahan tombol OK pada remote control, lalu lepaskan jika Menu System Setting sudah tampil di layar.



Gambar 5. Setting Remote

- Lanjutnya dengan menekan tombol OK, maka akan tampil list system untuk pengaturan.



Gambar 6. Menu system

- Lakukan pemilihan Model. Jika tanda panah sudah mengarah ke Model Select, tekan tombol OK. Bagian ini untuk memilih model yang sudah di simpan sebelumnya
- Untuk memberi nama pada Model, navigasikan tanda panah menggunakan tombol UP atau DOWN. Jika panah sudah menunjuk ke Model Name, tekan tombol OK. Untuk memilih karakter, gunakan tombol UP atau DOWN, lalu tekan tombol OK jika sudah sesuai pilihan.



Gambar 7. Modelling setting

Jika sudah, simpan nama model dengan menekan dan menahan tombol CANCEL hingga tampil menu utama setting.

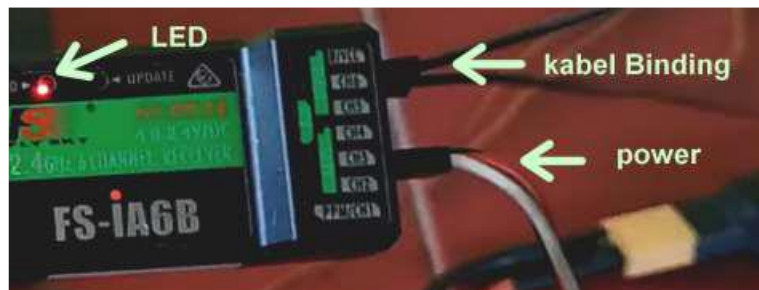


Gambar 8. Modelling setting Save

- f. Untuk memilih jenis Model, arahkan tanda panah ke Type Select, lalu tekan tombol OK. Untuk jenis pesawat pada proyek ini, pilih Airplane or glider.
4. Binding untuk *remote control*

Proses *Binding* untuk *remote control* dan *receiver* yang digunakan pada proyek ini adalah sebagai berikut:

- a. Pastikan *remote control* sudah terpasang baterai.
- b. Pasang kabel *binding* pada port B/VCC di *receiver*.
- c. Beri *power* ke *receiver* untuk menghidupkan *receiver* yang ditandai dengan lampu *LED* pada *receiver* berkedip.



Gambar 9. Binding

- d. Tekan dan tahan tombol Bind pada remote control, lalu nyalakan remote control saat tombol Bind masih pada posisi ditekan dengan menggeser sakelar Power ke posisi ON (keatas).



Tombol Bind Sakelar Power

Gambar 10. Posisi Tombol Bind dan Sakelar Power

- e. Apabila proses *Binding* berhasil, maka lampu *LED* pada *receiver* akan berhenti berkedip (menyala terus). Dan proses *Binding* selesai.
- f. Matikan *power* pada *receiver* dan dilanjutkan dengan mematikan *remote control*.

5. Kalibrasi ESC

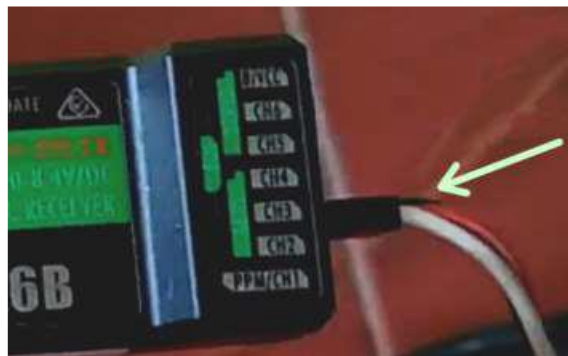
Electronic Speed Control (ESC) yang digunakan dapat di kalibrasi melalui remote control dengan cara:

- a. Pastikan remote control sudah terpasang baterai, lalu nyalakan remote control dengan menggeser sakelar Power ke posisi ON (keatas).
- b. Posisikan throttle stick pada posisi maksimal.



Gambar 11. Posisi kontrol remot

- c. Hubungkan ESC dengan receiver melalui port CH3, lalu nyalakan ESC dengan menghubungkan ESC ke baterai LIPO.



Gambar 12. Port CH3

- d. ESC akan mengeluarkan nada *beep* untuk setiap *item* program sesuai gambar di bawah ini.

Tabel 1. Manual Beep

No	Indikator	Notifikasi	Keterangan
1	"beep"	brake	(1 short tone)
2	"beep-beep-"	battery type	(2 short tone)
3	"beep-beep-beep-"	cutoff mode	(3 short tone)
4	"beep-beep-beep-beep-"	cutoff threshold	(4 short tone)
5	"beep-----"	startup mode	(1 long tone)
6	"beep--beep-"	timing	(1 long 1 short)
7	*beep -beep-beep-"	set all to default	(1 long 2 short)
8	"beep--beep..."	exit	(2 long tone)

Note: 1 long "beep—" = 5 short "beep-"

- e. Jika ingin memprogram pada salah satu item program, tunggu sampai ESC mengeluarkan nada beep item yang ingin di program, lalu turunkan throttle stick pada posisi minimal.



Gambar 13. Posisi Kontrol

- f. Kemudian ESC akan mengeluarkan nada *beep* sesuai dengan nilai *item* (*item value*). Nada *item value* dan nilai *item* yang bisa di set dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 2. Set Item Value

Items\ Tones	'beep--" 1 Short tone	"beep-beep--" 2 Short tones	"beep-beep-beep" 3 Short Tones
Brake	Off	On	/
Battery Type	Lipo	NMH	/
Cutoff Mode	Shoft-Cut	Cut-Off	/
Cutoff Threshold	Low	Medium	High
Start Mode	Normal	Soft	Super Soft
Timing	Low	Medium	High

- g. Jika ESC sudah mengeluarkan nada beep sesuai dengan nilai item yang diinginkan, posisikan kembali throttle stick ke posisi maksimal. Lalu ESC akan melanjutkan proses pemilihan item program dengan mengeluarkan nada beep untuk setiap item program.
- h. Jika proses kalibrasi telah selesai, tunggu ESC mengeluarkan nada beep item program exit (angka 8) yaitu dua long tone. Setelah nada beep exit berbunyi, turunkan throttle stick pada posisi minimal. Dan proses kalibrasi selesai.
- i. Matikan ESC dan receiver dengan memutuskan hubungan dengan baterai, lalu matikan remote control.

Pengujian

Pengujian adalah tahap penting dalam penelitian ini, bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pada bab ini, kami akan menjelaskan metode pengujian yang dilakukan, serta hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut.

1. Pengujian Fungsionalitas
 - a) Pengujian Motor Servo: Motor servo diuji satu per satu untuk memastikan bahwa masing-masing dapat bergerak dengan respons yang cepat dan akurat sesuai perintah dari remote control.
 - b) Pengujian Receiver: Receiver diuji untuk memverifikasi kemampuannya dalam menerima sinyal dari transmitter dengan baik.
 - c) Pengujian Transmitter: Transmitter diuji untuk memastikan bahwa semua kontrol dapat berfungsi dengan baik dan tidak ada lag dalam pengiriman sinyal.
2. Pengujian Jarak Kendali

Pengujian jarak kendali bertujuan untuk mengetahui batas maksimum jarak yang dapat dicapai oleh transmitter untuk mengontrol pesawat dengan baik.

 - a) Pesawat diterbangkan pada jarak tertentu dari titik peluncuran.
 - b) Pilot mengontrol pesawat menggunakan transmitter dari berbagai jarak untuk mencatat titik di mana sinyal mulai terputus.
 - c) Hasil pengujian dicatat untuk analisis lebih lanjut.

3. Analisis Hasil Pengujian

Berikut adalah tabel hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 3. Hasil Pengujian

No	Parameter Uji	Nilai Target	Nilai Aktual	Error (%)	Keterangan
1	Ketinggian Stabil	100 meter	95 meter	5%	Stabil, berada dalam batas toleransi
2	Kecepatan Horizontal	50 km/jam	48 km/jam	4%	Berada dalam batas toleransi
3	Respons Aileron Kiri	30 derajat	29 derajat	3.3%	Berfungsi dengan baik, deviasi kecil
4	Respons Aileron Kanan	30 derajat	31 derajat	3.3%	Berfungsi dengan baik, deviasi kecil
5	Respons Elevator	20 derajat	19 derajat	5%	Berada dalam batas toleransi
6	Jarak Kendali Maksimal	500 meter	490 meter	2%	Berfungsi dengan baik dalam rentang kontrol
7	Pengendalian Otomatis Jalur	100 meter (rata-rata)	105 meter	5%	Berfungsi sesuai ekspektasi, deviasi dalam batas
8	Waktu Respons Transmitter	0.5 detik	0.52 detik	4%	Respons cepat, berada dalam batas toleransi

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan dalam tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa pesawat aeromodelling model trainer ini berhasil mencapai kinerja yang stabil dan responsif sesuai dengan spesifikasi desain yang diharapkan. Seluruh parameter yang diuji, seperti ketinggian stabil, kecepatan horizontal, respons aileron, elevator, dan jangkauan kendali, menunjukkan deviasi yang kecil dengan error maksimum 5%, yang berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Pengendalian otomatis juga bekerja dengan baik dalam menjaga jalur penerbangan, menunjukkan stabilitas yang cukup baik dalam berbagai kondisi pengujian.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pesawat aeromodelling model trainer berbasis sistem kontrol komputer yang telah

dirancang dan diuji berhasil memenuhi kebutuhan sebagai alat pembelajaran dalam memahami prinsip dasar aerodinamika dan kontrol penerbangan. Desain mekanik dan skematik elektronika yang dikembangkan menunjukkan integrasi komponen yang efektif, seperti sensor dan motor servo, untuk menghasilkan performa kendali yang responsif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pesawat mampu mempertahankan stabilitas dan akurasi dengan tingkat error yang rendah, yaitu maksimum 5%, dalam menjaga posisi, ketinggian, dan respons kendali pada setiap kondisi pengujian. Integrasi teknologi ini memberikan platform pelatihan yang aman dan interaktif, memungkinkan pengguna, khususnya pemula, untuk mempelajari pengoperasian pesawat secara praktis dan efektif. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi pendidikan di bidang aeromodelling serta membuka peluang bagi riset lanjutan untuk menyempurnakan fitur kendali otomatis pada pesawat model.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Vitka, Rektor ITEBA, serta LPPM ITEBA atas dukungan dan arahan yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini. Terima kasih atas kontribusi semua pihak yang telah mewujudkan keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zuhdi M, Makhus M, Wahyudi W. Hubungan Kecepatan Stall dan Berat Total Pesawat Aeromodelling Wing Dragon. *Konstan - J Fis Dan Pendidik Fis*. 2022;6(2):102–8.
- [2] Hermanto D. Perancangan Pengukur Kekuatan Motor Brushless Berbasis ESP8266. *JATISI (Jurnal Tek Inform dan Sist Informasi)*. 2018;5(1):36–44.
- [3] Caniago DP. Application on Student Assignee Smart Box using ESP32-Cam. 2022;3(3):479–86. Available from: <https://ejournal.umri.ac.id/index.php/coscitech/article/view/4347>
- [4] Gunardi Y. Setting Hover, Roll, Yaw Pitch And Altitude Tricopter Using Arduino Multiwii. *J Appl Sci Process Eng*. 2021;8(1):806–19.
- [5] Isrofi A, Utama SN, Putra OV. RANCANG BANGUN ROBOT PEMOTONG RUMPUT OTOMATIS MENGGUNAKAN WIRELESS KONTROLER MODUL ESP32-CAM BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT). *J Teknoinfo*. 2021;15(1):45.
- [6] Caniago DP, Hernando L. Revolusi Pengelolaan Alcoholism: Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things untuk Kadar Alkohol pada Minuman Berkaleng. *J CoSciTech (Computer Sci Inf Technol)*. 2023;4(2):461–7.
- [7] Novianti RD, Hariyadi S, Putro S, Pambudiyatno N. Analisis Aerodinamika Penggunaan Plain Flap Pada Airfoil Naca 2412. 2022;6(1):12–7. Available from: <https://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php>
- [8] Rina Saidatul Ulya N, Sulaiman S, Soegiyanto S. Evaluation of Aeromodelling Sports Achievement Development at the 2019 National Sports Games Training center of Central Java Province. *J Phys Educ Sport [Internet]*. 2022;11(2):163–70. Available from: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes>
- [9] Ganes GSW. Sistem Pengendali Posisi Ketinggian Pada Towercopter Menggunakan Kontrol Proporsional Integral Derivatif (Pid). *Techno Bahari*. 2023;8(2):9–15.
- [10] Firmanto B, Dylan Aminto Syahid, M. Abdul Ghofur. 4. Analisis Cfd Performa Aerodinamika Model Sayap X Pada Pesawat Terbang Radio Controlled Untuk Aeromodelling Taruna Aau. *TNI Angkatan Udar*. 2023;2(4):1–8.
- [11] Alfaridzi AY, Kurniawan A. Analisis Computational Fluid Dynamic Pengaruh Jarak Propeller Pada Contra Rotating Propeller Terhadap Gaya Dorong Pesawat Tanpa Awak. *JTM-ITI (Jurnal Tek Mesin ITI)*. 2022;6(2):87.