

PENGEMBANGAN TRAINING KIT FLIGHT CONTROLLER ROBOT FLYING WINGS UAV SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH ROBOTIKA

DEVELOPMENT OF TRAINING KIT FOR FLYING WINGS UAV ROBOT FLIGHT CONTROLLER AS A ROBOTICS COURSE LEARNING MEDIA

Zulhakim Seftiyana Roviyana¹, Mashoedah²
Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta^{1,2}
E-mail: zulhakimseftiyana.2019@student.uny.ac.id

Abstrak

Fasilitas pendidikan perguruan tinggi yang masih terbatas menjadi salah satu alasan dari minimnya lulusan perguruan tinggi yang terampil di bidang pesawat tanpa awak. Penggunaan media pembelajaran berupa *training kit aerial robotics* merupakan salah satu langkah untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep pesawat tanpa awak secara lebih efektif. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui rancang bangun, unjuk kerja, serta kelayakan *training kit flight controller robot flying wings* UAV sebagai media pembelajaran mata kuliah Robotika. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model pengembangan ADDIE. Tahapan pengembangan meliputi: (1) *Analyze*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation*, dan (5) *Evaluation*. Hasil persentase penilaian uji kelayakan oleh ahli media adalah 95,83% dengan kategori sangat layak. Hasil persentase penilaian uji kelayakan oleh ahli materi adalah 93,75% dengan kategori sangat layak. Hasil persentase penilaian uji kelayakan oleh pengguna atau mahasiswa adalah 90,19% dengan kategori sangat layak.

Kata kunci: *flight controller, flying wings, media pembelajaran*

Abstract

Limited university education facilities are one of the reasons for the lack of skilled university graduates in the field of unmanned aircraft. The use of learning media in the form of *training kit aerial robotics* is one step to help students understand the concept of unmanned aircraft more effectively. This research aims to determine the design, performance and feasibility *training kit flight controller robot flying wings* UAV as a learning medium for Robotics courses. The research method used is *Research and Development* with the ADDIE development model. Development stages include: (1) *Analyze*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation*, and (5) *Evaluation*. The percentage result of the feasibility test assessment by media experts was 95.83% in the very feasible category. The percentage result of the feasibility test assessment by material experts was 93.75% with the very feasible category. The percentage result of the feasibility test assessment by users or students was 90.19% with the very feasible category.

Keywords: *flight controller, flying wings, learning media*

PENDAHULUAN

Teknologi pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Pesawat tanpa awak sendiri merupakan teknologi pesawat terbang tak berawak yang dapat dioperasikan secara otomatis atau dengan kendali jarak jauh menggunakan *remote control*. Teknologi pesawat tanpa awak menjadi teknologi yang populer dan banyak digunakan di berbagai bidang seperti pertanian, pemetaan, pertahanan, dan transportasi (Ardiantara *et al.*, 2014). Meskipun teknologi pesawat tanpa awak sudah banyak digunakan di Indonesia, namun ketersediaan teknisi pesawat tanpa awak yang terampil masih sangat sedikit (Drone, 2023). Fasilitas pendidikan dan komponen pembelajaran perguruan tinggi yang masih terbatas menjadi salah satu alasan dari minimnya ketersediaan teknisi yang terampil di bidang pesawat tanpa awak. Komponen pembelajaran yang terbatas menyebabkan kurangnya optimalisasi dalam melaksanakan proses pembelajaran yang berkualitas (Miftah, 2014).

Proses pembelajaran di perguruan tinggi dituntut untuk terus berkembang mengikuti pesatnya perkembangan teknologi terkini. Pengoptimalan proses pembelajaran dapat dilakukan dengan pemanfaatan media pembelajaran sebagai alat bantu dalam menyampaikan materi pembelajaran. Media pembelajaran merupakan salah satu komponen pembelajaran yang berupa alat peraga, teknologi informasi, maupun sumber belajar lain yang dapat membantu dalam memahami materi pembelajaran yang lebih baik. Asyhar, (2012) menyatakan bahwa media pembelajaran membuat proses pembelajaran tidak membosankan

sehingga mempermudah proses pemahaman siswa. Pemanfaatan media pembelajaran dapat membantu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyerap informasi, mengingat informasi, dan mengaplikasikan informasi yang telah dipelajari. Media pembelajaran merupakan bagian penting dari proses pembelajaran karena dapat membantu memperjelas makna dan menyajikan informasi dalam bentuk yang menarik (Tafonao, 2018), sehingga media pembelajaran diharuskan untuk terus beradaptasi sesuai dengan kondisi perkembangan teknologi terkini.

Berdasarkan hasil observasi pada mata kuliah Robotika di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Universitas Negeri Yogyakarta, keterbatasan media pembelajaran *training kit flight controller* merupakan permasalahan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami konsep *flight controller* pada sistem pesawat tanpa awak. *Flight controller* merupakan perangkat elektronik yang sangat penting dalam mengendalikan dan mengatur kinerja pesawat tanpa awak, sehingga memahami cara kerja *flight controller* merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh lulusan program studi tersebut. Salah satu mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektronika yang mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa Rekayasa dan Teknologi divisi Robotika menyatakan bahwa media pembelajaran *flight controller robot flying wings* pada mata kuliah robotika di program studi tersebut masih terbatas. Hal tersebut menimbulkan kesulitan dalam kegiatan pembelajaran khususnya pada mata kuliah robotika karena belum adanya media pembelajaran yang mendukung untuk akses perangkat keras *flight controller* pada pesawat tanpa awak model *flying wings*.

Salah satu solusi yang ditempuh untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengoptimalkan pemanfaatan media pembelajaran. *Training kit flight controller* merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep *flight controller* secara lebih efektif dan efisien. *Training kit flight controller* terdiri dari mikrokontroler, sensor-sensor, motor *brushless*, motor servo, dan *remote control* sebagai pengendali jarak jauh yang digunakan oleh operator atau pilot.

Melalui *training kit flight controller*, mahasiswa dapat melakukan praktikum yang diperlukan untuk memahami cara kerja *flight controller* dan menganalisis bagaimana *flight controller* mengolah data dari sensor-sensor untuk mengendalikan pesawat tanpa awak. Media pembelajaran *flight controller* yang dikembangkan diharapkan mampu memaksimalkan capaian kompetensi mahasiswa pada mata kuliah robotika khususnya bagian materi *aerial robotic*.

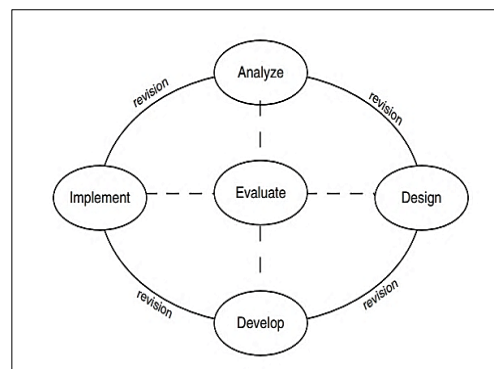
METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *research and development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*analyze, design, development, implementation, evaluation*). Sugiyono, (2015: 297) mengungkapkan bahwa *research and development* (R&D) merupakan metode penelitian yang memiliki tujuan untuk menghasilkan sebuah produk dan menguji efektivitas produk tersebut. Metode penelitian ini memberikan kerangka kerja yang terstruktur dalam pengembangann produk secara efektif dan memastikan

bahwa semua tahap pengembangan tercakup secara komprehensif.

Berikut adalah gambar tahapan langkah penelitian R&D dengan model pengembangan ADDIE (Branch, 2009). Model ini terdiri dari lima tahap utama: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Setiap tahapan menggambarkan proses sistematis dalam mengembangkan program pembelajaran yang efektif. Analisis memahami kebutuhan, desain merencanakan strategi, pengembangan membuat materi, implementasi melaksanakan, dan evaluasi mengevaluasi efektivitas program.



Gambar 1. Tahapan Penelitian R&D dengan Model Pengembangan ADDIE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada program studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY dengan waktu penelitian pada rentang bulan Juni 2023 hingga September 2023.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah 32 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY yang telah atau sedang menempuh mata kuliah Robotika.

Penelitian ini memfokuskan pada objek media pembelajaran mata kuliah Robotika berupa *training kit flight controller* robot *flying wings* yang dilengkapi dengan *jobsheet* dan buku panduan.

Kajian Pustaka

Penelitian ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran berupa *training kit flight controller* pada robot terbang model *flying wings* yang digunakan untuk pembelajaran mata kuliah Robotika.

Media objek merupakan jenis media tiga dimensi yang menggunakan karakter fisik seperti bentuk, ukuran, dan fungsi sebagai sarana penyampaian informasi dalam proses pembelajaran (Sumiharsono dan Hasanah, 2017: 47). Rochayati dan Suprpto (2014: 128) menyebutkan bahwa *training kit* merupakan media pembelajaran berupa peralatan di laboratorium yang digunakan sebagai sarana meningkatkan keterampilan siswa melalui praktikum.

Flight controller adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk menjaga kestabilan dan kontrol pesawat tanpa awak ketika terbang. *Flight controller* bekerja dengan mengumpulkan data berupa orientasi dan gerakan pesawat dari sensor yang digunakan seperti *accelerometer*, *gyroscope*, *magnetometer*, dan *barometer*.

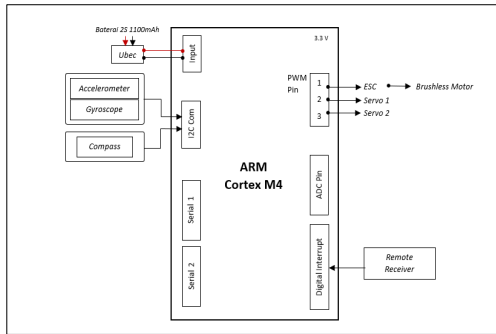
Pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* merupakan teknologi pesawat terbang tak berawak yang dapat beroperasi secara otomatis atau dengan kendali jarak jauh menggunakan remote control. Pesawat tanpa awak dapat terbang dengan menerapkan prinsip aerodinamika sehingga dapat melayang di udara untuk diterapkan di berbagai misi penerbangan (Nonami et al., 2010). Pesawat tanpa awak

terus berkembang dengan bentuk dan jenis yang semakin beragam sesuai kebutuhan dan aplikasinya di berbagai bidang (Majid et al., 2015). Pesawat dapat berputar melalui 3 sumbu (x, y, dan z) terhadap titik pusat massa pesawat ketika melakukan penerbangan. Sistem pengaturan posisi pada pesawat biasanya direpresentasikan melalui pengaturan posisi sudut pesawat yaitu sudut *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Terdapat beberapa macam gaya yang bekerja pada benda-benda yang terbang di udara. Gaya aerodinamika ini meliputi gaya angkat (*lift*), gaya dorong (*thrust*), gaya berat (*weight*), dan gaya hambat udara (*drag*) (Priyambodo et al., 2020).

Mata Kuliah Robotika merupakan mata kuliah pilihan dengan bobot 2 SKS praktek yang menyajikan pemahaman dasar-dasar robotika, pemodelan, dan lintasan kinematik atau dinamis. Mata Kuliah Robotika mempelajari sistem gerak, sensor, aktuator, kontrol robot, mobile robot, robot manipulator (*arm*), dan robot terbang (*x-copter*).

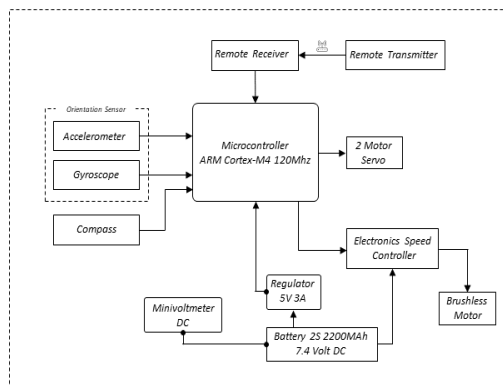
Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Tahap analisis (*analyze*) pada penelitian yang dilakukan memuat kegiatan observasi yang dilakukan menggunakan instrumen penelitian. Adapun instrumen tersebut berupa sebuah angket terkait dengan penggunaan media pembelajaran pada mata kuliah Robotika di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Perancangan desain (*design*) arsitektur ditampilkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Arsitektur Elektronik Flight Controller

Mikrokontroler Arm Cortex-M4 dipilih karena memiliki kecepatan kalkulasi komputasi atau *rated speed* 96Mhz dan dapat ditingkatkan melalui *overclocking* hingga 120MHz. Selain itu 9 mikrokontroler ini memiliki flash memory sebesar 512 KBytes, Bandwidth 192 MBytes/sec dan cache sebesar 256 Bytes. Masukan dari sistem ini berupa sensor pengukur data sebagai nilai yang dibutuhkan dalam sistem kendali robot terbang tipe *flying wings*. Keluaran sistem ini berupa aktuator yang memiliki fungsi untuk mengendalikan pergerakan pesawat untuk mencapai kestabilan penerbangan.



Gambar 3. Blok Diagram Elektronik Flight Controller

Desain blok diagram elektronik pada penelitian ini yang dari beberapa sensor yang digunakan untuk mendapatkan informasi kestabilan dari pesawat. Komponen

elektronik yang digunakan pada penelitian ini secara rinci dijabarkan pada tabel berikut.

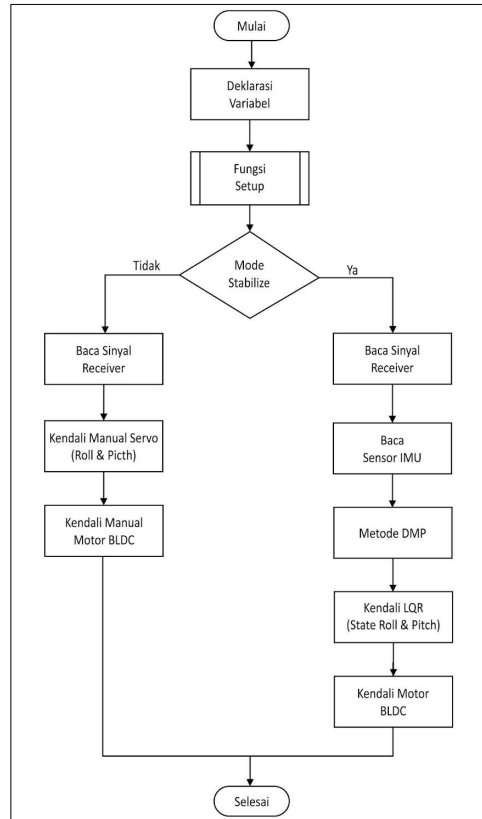
Tabel 1. Daftar Komponen Flight Controller

Nama Komponen	Fungsi
Mikrokontroler Teensy 3.5	Mengolah data pembacaan sensor untuk menghitung perubahan orientasi pesawat. Melakukan perintah ke aktuator untuk mengendalikan kontrol pesawat sesuai instruksi.
GY-86 Modul Sensor	Membaca perubahan parameter orientasi pesawat (<i>roll, pitch, dan yaw</i>)
Receiver Radiomaster R86C	Menerima sinyal radio dari <i>transmitter</i> yang berisikan informasi tentang perintah pengendalian oleh operator atau pilot.
Transmitter FrSKY Taranis QX7	Mengirimkan sinyal kontrol dari operator atau pilot ke <i>receiver</i> .
Motor Servo MG90S	Mengendalikan gerak permukaan kendali (<i>elevon</i>) untuk menjaga kestabilan pesawat.
Motor BLDC 23006 2450KV	Menggerakkan propeller untuk menghasilkan gaya

	dorong (<i>thrust</i>) pada pesawat.
Regulator Step Down Ubec 5V 3A	Menurunkan tegangan baterai menjadi 5V yang digunakan untuk suplai daya mikrokontroler.
<i>Electronic Speed Controller</i> Cyclone BLHELI-S 35A	Mengatur kecepatan putar motor BLDC sesuai dengan perintah dari operator atau pilot melalui sinyal radio yang diproses oleh mikrokontroler.
Baterai Lithium Polymer	Sumber daya utama yang menyediakan energi listrik untuk sistem elektronik pesawat.

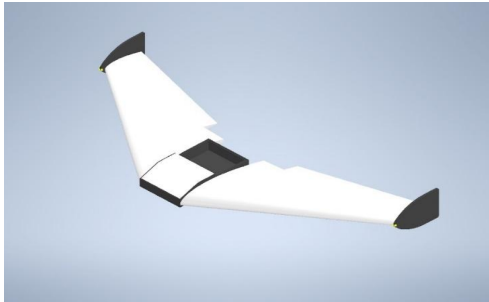
Perancangan desain alir algoritma pada penelitian ini ditampilkan pada gambar berikut. Perancangan desain alir algoritma pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 4, yang memberikan pandangan visual tentang langkah-langkah yang diambil dalam mengembangkan program pembelajaran yang efektif, selain itu alur penelitian menjadi jelas dalam setiap tahapan prosesnya. Alat kendali UAV memerlukan proses pengembangan yang terstruktur, dan visualisasi algoritma pada gambar tersebut memberikan pemahaman yang lebih baik tentang implementasi dan fungsi kontrol pada pesawat tanpa awak. Dengan adanya panduan visual ini, peneliti dan pengembang dapat mengikuti langkah-langkah dengan lebih efisien, memastikan bahwa setiap tahapan proses

pengembangan UAV terintegrasi dengan baik dan memenuhi kebutuhan spesifik dari alat kendali tersebut.



Gambar 4. Desain Alir Algoritma Pemrograman

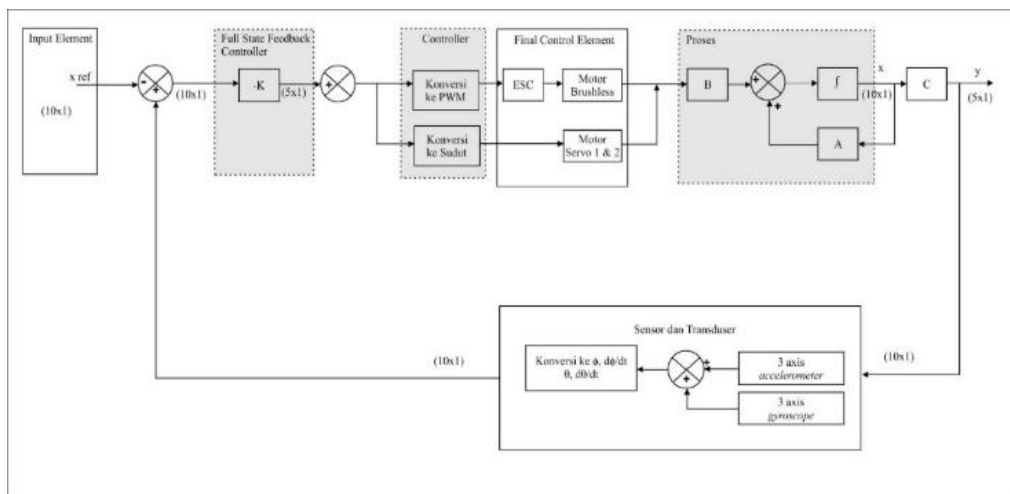
Desain pesawat flying wings dibuat menggunakan desain model flying wings dengan wingspan sebesar 882mm dan tipe airfoil N-22 untuk mencapai efisiensi aerodinamika yang optimal. Model flying wings merupakan pesawat dengan penggabungan elemen wing dan tailless yang dapat memberikan performa penerbangan yang baik dan stabil. Desain 3D model pesawat flying wings pada training kit flight controller beserta dimensinya ditampilkan pada gambar berikut, memberikan gambaran visual yang jelas tentang struktur dan karakteristik pesawat yang dikontrol oleh alat tersebut.



Gambar 5. Desain 3D Pesawat *Flying Wings*

Sistem kontrol yang digunakan pada *training kit flight controller* adalah metode kontrol yang bisa memanfaatkan waktu secara optimal dan *robust* yaitu metode LQR. Diagram blok sistem kendali yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 6 berikut. Sistem kendali pada UAV *flying wings* untuk kendali sikap menggunakan kendali *full state feedback* dengan 10 state dari masukan sensor. Hasil dari masukan tersebut kemudian

dimasukkan pada sistem *full state feedback* dengan mengalikan hasil masukan dengan konstanta K berupa matriks (10x1). Nilai konstanta K pada sistem ini sebelumnya diolah dengan nilai konstanta Q dan R pada setiap sumbu lalu dioperasikan dengan perhitungan Riccati. 10 h Nilai u yang merupakan masukan proses dengan kalkulasi perhitungan hasil perkalian antara *gain feedback* dengan *state* sistem yang akan dikendalikan. Sinyal masukan kendali ini selanjutnya akan digunakan untuk pengendalian kecepatan tiap tiap rotor. Setiap rotor didefinisikan sebagai *final control element* pada sistem UAV *flying wings*. Metode LQR disebut linier karena model dan bentuk kontrolnya berupa linier dan disebut kuadratik karena *cost function*-nya adalah berupa kuadratik, sedangkan disebut regulator karena referensinya bukanlah berupa fungsi waktu.



Gambar 6. Blok Sistem Kendali *Flight Controller*

Rancangan berupa desain diimplementasikan dalam sebuah produk pada tahap pengembangan (*development*). Tahap pengembangan melibatkan proses pembuatan dan pengembangan secara konkret untuk menciptakan sebuah media pembelajaran dalam

penelitian ini. Tahapan implementasi pada penelitian ini dilakukan setelah mendapatkan nilai yang layak oleh ahli media, ahli materi, dan pengguna. Tahap evaluasi dilakukan melalui proses penilaian dan pengukuran terhadap efektivitas serta kualitas

media pembelajaran yang telah dikembangkan.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data penelitian ini menggunakan teknik observasi dan angket. Teknik observasi dilakukan pada pengambilan data pra-proposal, sedangkan angket digunakan untuk pengambilan data pasca-proposal.

Observasi merupakan memainkan peran penting sebagai langkah awal dalam proses analisis kebutuhan penelitian pada model pengembangan ADDIE. Observasi dilakukan secara non-struktur dengan mengikuti teknik observasi non-sistematis, di mana pengamatan dilakukan tanpa menggunakan instrumen observasi. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas dalam pengamatan dan memungkinkan peneliti untuk menangkap informasi yang muncul secara spontan dan mendalam tanpa terikat pada kerangka instrumen yang baku.

Angket merupakan media yang digunakan untuk mengumpulkan data terkait kelayakan, unjuk kerja, dan respon terhadap produk *training kit flight controller robot flying wings* UAV sebagai media pembelajaran mata kuliah Robotika. Angket diberikan kepada responden yakni ahli media, ahli materi, dan pengguna (mahasiswa) untuk diberikan penilaian, tanggapan, dan pendapat secara tertulis terkait aspek-aspek yang relevan terhadap produk tersebut. Data yang terkumpul dari angket dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan evaluasi dan penyempurnaan lebih lanjut terhadap produk tersebut.

Instrumen Pemungutan Data

Instrumen penelitian (pemungutan data) menurut Sugiyono (2015) merupakan alat yang digunakan untuk

mengukur dan mengumpulkan data terkait fenomena sosial atau alam. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lembar angket tertutup yang dirancang dengan menyediakan alternatif jawaban yang ditentukan, dimana responden hanya perlu memilih satu alternatif jawaban yang paling sesuai dengan pandangan atau pengalaman mereka. Melalui lembar angket tertutup memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data secara sistematis dan objektif sehingga proses penelitian menjadi lebih efisien dan responsif. Poin penilaian pada angket menggunakan skala *likert* dengan respon empat skala meliputi: (1) sangat tidak setuju, (2) tidak setuju, (3) setuju, dan (4) sangat setuju. Empat jenis skala dalam angket tersebut digunakan dengan tujuan untuk memungkinkan perbandingan nilai maksimal yang diperoleh dari responden serta dalam rangka untuk menghindari pilihan netral. Angket tersebut akan diberikan kepada tiga kelompok responden yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan pengguna (mahasiswa).

Pengujian Instrumen

Pengujian validitas instrumen dilaksanakan sebagai proses untuk menilai sejauh mana instrumen pengukuran yang digunakan dalam penelitian benar-benar mengukur apa yang dimaksudkan. Instrumen yang valid mencerminkan bahwa instrumen tersebut dapat digunakan sebagai alat ukur sesuatu hal yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2015: 173). Penelitian ini menggunakan metode validitas konstruk (*construct validity*) yang dapat menilai sejauh mana instrumen mengukur variabel secara tepat. Metode ini membantu mengidentifikasi hubungan antara item dalam instrumen dan mengukur sejauh mana item tersebut mewakili dimensi yang diinginkan.

Pengujian reliabilitas instrumen merupakan proses untuk mengevaluasi sejauh mana instrumen pengukuran konsisten dan stabil dalam mengukur konsep atau variabel berulang kali. Penelitian ini menggunakan uji reliabilitas internal (*internal consistency reliability*) yang digunakan untuk mengukur konsistensi antar item-item dalam instrumen. Metode yang digunakan adalah Koefisien Alpha Cronbach untuk mengestimasi sejauh mana item-item tersebut saling berkorelasi dalam mengukur konsep yang sama.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan untuk menganalisis dan menginterpretasikan data yang dikumpulkan dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif yang melibatkan implementasi produk media pembelajaran serta pengujian keberlanjutan produk sebelum memaparkan media hasil rancangan tersebut. Data kuantitatif didapatkan dari hasil konversi data kualitatif yang diperoleh melalui angket yang diisi oleh ahli media, ahli materi, dan pengguna menggunakan skala likert. Pengolahan dan analisis terperinci terhadap data kuantitatif tersebut, diperoleh persentase kelayakan yang jelas dan terukur dari produk yang dikembangkan. Pada analisis kuantitatif, jawaban dikonversikan ke dalam bentuk skor nilai seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Konversi Skor Penilaian Skala Likert

Keterangan Penilaian	Poin Penilaian	Skor
Sangat Tidak Setuju	SS	1
Tidak Setuju	TS	2

Setuju	S	3
Sangat Setuju	SS	4

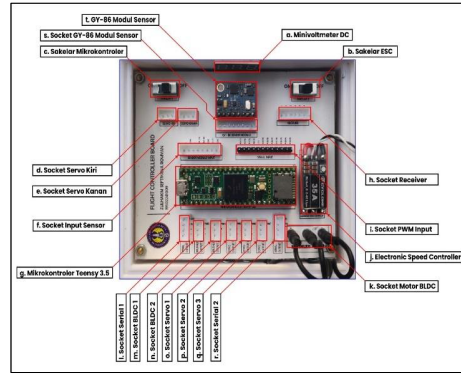
Data yang diperoleh diubah menjadi format data kuantitatif berdasarkan tabel tersebut. Tujuan dari konversi ini adalah untuk memberikan bobot skor pada setiap tanggapan yang diberikan. Perhitungan persentase kelayakan merupakan tahapan yang dilakukan setelah mendapatkan skor rata-rata, dimana perhitungan persentase kelayakan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Presentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor hasil observasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

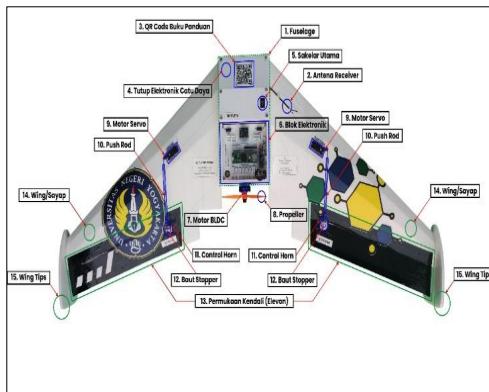
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses rancang bangun *training kit flight controller robot flying wings* UAV sebagai media pembelajaran mata kuliah Robotika melibatkan langkah-langkah sesuai metode penelitian R&D dengan model pengembangan ADDIE. Penelitian dilakukan sesuai potensi masalah mengenai keterbatasan *training kit* yang terdapat pada mata kuliah robotika di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Rancangan desain media pembelajaran dibuat sebagai respon terhadap masalah yang diidentifikasi khususnya pada pengembangan *training kit* dengan materi yang disusun berdasarkan silabus mata kuliah Robotika tahun 2019. Proses pembuatan media pembelajaran menghasilkan produk berupa *training kit* dengan bagian utama yakni wahana pesawat *flying wings* dan remote kendali (*transmitter*). *Training kit* dilengkapi dengan buku panduan dan *jobsheet* sebagai panduan praktis bagi mahasiswa ketika melakukan

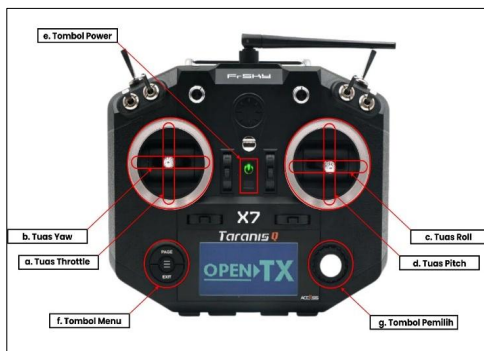
praktikum pada mata kuliah Robotika. Media pembelajaran berupa *training kit* yang dihasilkan tersusun atas beberapa komponen inti yaitu sensor, prosesor, dan aktuator. Sensor yang digunakan adalah sensor module GY-86 dengan prosesor mikrokontroler Teensy 3.5 serta aktuator berupa motor servo dan motor brushless. *Transmitter* dan *receiver* merupakan bagian dari *training kit* yang digunakan sebagai komponen pengirim dan penerima sinyal gelombang radio, dimana sinyal radio tersebut berisikan informasi kontrol untuk mengendalikan wahana pesawat *flying wings*.



Gambar 9. Elektronik *Training Kit Flight Controller*



Gambar 7. Wahana *Training Kit Flight Controller*



Gambar 8. Remote Kendali *Training Kit Flight Controller*



Gambar 10. *Jobsheet Training Kit Flight Controller*

Hasil pembuatan *jobsheet* disusun dengan lima buah topik sebagai pedoman kegiatan praktikum yang terdiri dari: (1) Praktik Akses Sinyal *Receiver* dan Radio Control (*Transmitter*). (2) Praktik Akses Sensor IMU MPU6050 (Accelerometer dan Gyroscope).

(3) Praktik Akses Aktuator Motor Servo. (4) Praktik Akses Aktuator Motor BLDC. (5) Praktik Sistem Kontrol Stabilize Pesawat dengan Kendali LQR. Pembuatan buku panduan berisikan informasi mengenai materi tentang *training kit flight controller* yang memuat gambar dan penjelasan bagian-bagian penyusun *training kit* tersebut.



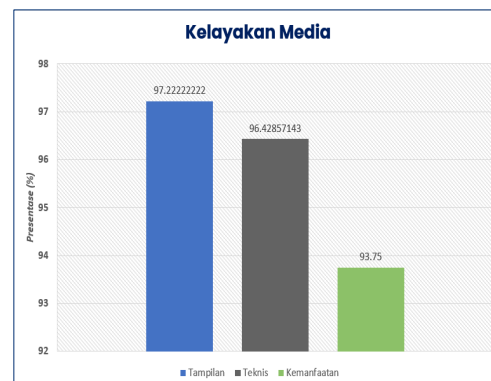
Gambar 11. Buku Panduan *Training Kit Flight Controller*

Training kit flight controller robot *flying wings* memiliki unjuk kerja yang dinilai dengan beberapa tahapan, yaitu: (1) pengujian fungsional produk, (2) pengujian oleh dosen ahli media, (3) pengujian oleh dosen ahli materi, dan (4) pengujian oleh responden (mahasiswa). Pengujian fungsional produk dilakukan untuk mencapai kriteria yang diharapkan, dimana pengujian tersebut dilaksanakan dengan memastikan kinerja komponen inti yaitu sensor (GY-86), prosesor (Teensy 3.5), aktuator (motor brushless dan motor servo), serta

komponen radio control (*transmitter* dan *receiver*).

Hasil Pengujian Ahli Media

Penilaian uji kelayakan oleh ahli media dilakukan dengan sebuah angket penelitian yang terdiri dari 24 soal pernyataan. Indikator penilaian uji kelayakan oleh ahli media meliputi tiga aspek utama: tampilan, teknis, dan kemanfaatan. Ahli media mengukur kelayakan program dengan mempertimbangkan apakah program tersebut memiliki tampilan yang menarik, aspek teknis yang baik, dan kemanfaatan yang nyata. Hasil persentase penilaian uji kelayakan *training kit flight controller* robot *flying wings* oleh ahli media mencapai 95,83%, dengan kategori sangat layak. Ini menunjukkan bahwa *training kit* tersebut berhasil mencapai standar yang tinggi dalam hal tampilan visual, aspek teknis, dan kemanfaatan dalam konteks penggunaannya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ahli media menilai program ini sangat cocok dan sesuai untuk digunakan dalam konteks yang ditunjukkan.

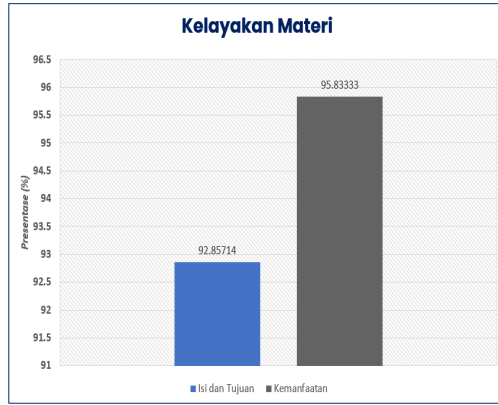


Gambar 12. Grafik Persentase Kelayakan Ahli Media

Hasil Pengujian Ahli Materi

Penilaian uji kelayakan oleh ahli materi dilakukan dengan sebuah angket penelitian yang memuat 20 butir pernyataan. Indikator penilaian uji kelayakan oleh ahli materi meliputi

dua aspek utama yaitu isi dan tujuan serta kemanfaatan. Hasil persentase penilaian uji kelayakan *training kit flight controller robot flying wings* oleh ahli materi adalah **93,75%** dengan kategori sangat layak.



Gambar 12. Grafik Persentase Kelayakan Ahli Media

Hasil Validitas Butir Instrumen

Tahapan uji validitas pernyataan pada butir instrumen pengguna merupakan tahap yang dilakukan setelah melakukan proses validasi ahli media dan materi. Data responden pada penelitian ini sejumlah 32 mahasiswa (N =32) sehingga nilai r tabel yang digunakan adalah 0,349 (taraf signifikan 5%). Butir instrumen dikategorikan valid apabila nilai r_{xy} lebih besar atau sama dengan nilai r tabel yang dipakai ($r_{xy} \geq r$). Hasil pengolahan data korelasi XY setiap butir instrumen secara keseluruhan ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data Validitas Instrumen

Instrumen	Nilai r Hitung (r_{xy})	Nilai r Tabel	Keterangan
1	0,752	0,349	Valid
2	0,673	0,349	Valid
3	0,655	0,349	Valid
4	0,787	0,349	Valid
5	0,817	0,349	Valid

6	0,763	0,349	Valid
7	0,781	0,349	Valid
8	0,787	0,349	Valid
9	0,753	0,349	Valid
10	0,788	0,349	Valid
11	0,703	0,349	Valid
12	0,677	0,349	Valid
13	0,700	0,349	Valid
14	0,689	0,349	Valid
15	0,632	0,349	Valid
16	0,841	0,349	Valid
17	0,694	0,349	Valid
18	0,867	0,349	Valid
19	0,703	0,349	Valid
20	0,847	0,349	Valid
21	0,866	0,349	Valid
22	0,776	0,349	Valid
23	0,788	0,349	Valid
24	0,752	0,349	Valid
25	0,788	0,349	Valid
26	0,733	0,349	Valid
27	0,722	0,349	Valid
28	0,775	0,349	Valid
29	0,812	0,349	Valid

Hasil Reliabilitas Butir Instrumen

Pengujian reliabilitas dilaksanakan dengan metode Alpha Cronbach untuk mengestimasi sejauh mana item-item tersebut saling berkorelasi dalam mengukur konsep yang sama. Perhitungan nilai reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach* dengan variabel data diatas sebagai berikut.

n=29	$\sum \sigma b^2 = 7,12$	$\sigma t^2 = 117,73$
------	--------------------------	-----------------------

$$r_{11} = \left(\frac{n}{(n-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma t^2} \right)$$

$$r_{11} = \left(\frac{29}{(29-1)} \right) \left(1 - \frac{7,12}{117,73} \right)$$

$$r_{11} = 0,973$$

Nilai reliabilitas dari pengolahan data diatas adalah 0,973 dengan kategori keadaan koefisien reliabilitas **sangat tinggi** sehingga data hasil penelitian yang diperoleh dapat diandalkan.

Hasil Pengujian Responden

Penilaian uji kelayakan oleh pengguna dilakukan oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY yang telah atau sedang menempuh mata kuliah Robotika. Penilaian dilakukan dengan sebuah angket penelitian yang memuat 29 butir pernyataan. Indikator penilaian uji kelayakan oleh pengguna meliputi aspek kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi, dan kemanfaatan. Hasil persentase penilaian uji kelayakan *training kit flight controller robot flying wings* oleh pengguna adalah 90,19% dengan kategori sangat layak.

Tabel 4. Persentase Kelayakan Pengguna

Aspek	Skor Maksimal	Skor Pengguna	Persentase (%)
Kualitas Tampilan	1152	1037	90,02
Kualitas Teknis	768	689	89,71
Kualitas Materi	768	700	91,14
Kebermanfaatan	1024	922	90,04
Rerata Persentase Kelayakan			90,19

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa pengembangan *training kit flight controller robot flying wings* dilaksanakan menggunakan metode penelitian *Research and Development* dengan model pengembangan ADDIE. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Fokus penelitian adalah objek berupa *training kit flight controller robot flying wings* dengan buku panduan serta *jobsheet* praktikum. Pengumpulan

data penelitian menggunakan instrumen penelitian berupa angket tertutup dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Produk *training kit flight controller robot flying wings* dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media praktikum berdasarkan penilaian oleh ahli media, ahli materi, dan pengguna. Hasil persentase penilaian uji kelayakan *training kit flight controller robot flying wings* oleh ahli media adalah 95,83% dengan kategori sangat layak. Hasil persentase penilaian uji kelayakan *training kit flight controller robot flying wings* oleh ahli materi adalah 93,75% dengan kategori sangat layak. Hasil persentase penilaian uji kelayakan *training kit flight controller robot flying wings* oleh pengguna adalah 90,19% dengan kategori sangat layak.

Saran

Produk *training kit flight controller* dirancang untuk digunakan sebagai sebuah media pembelajaran, sehingga agar dapat digunakan secara optimal terdapat beberapa saran meliputi: (1) pengembangan *training kit flight controller robot flying wings* dapat dilakukan dengan menambah beberapa fitur pada *flight controller* yaitu mode *altitude*, mode *heading*, dan mode *autonomous waypoint* dengan menambah komponen elektronik berupa modul GPS, (2) pengembangan modul pembelajaran mengenai konsep dasar pengendalian pesawat tanpa awak dengan praktik berupa simulasi piloting pesawat, sehingga produk *training kit* dapat dilakukan percobaan di lapangan untuk melihat unjuk kerja berupa karakteristik terbang pesawat secara langsung, dan (3) membuat sebuah aplikasi untuk integrasi sistem kendali pesawat dengan sebuah

simulasi terbang pesawat, hal tersebut ditujukan untuk mengetahui unjuk kerja karakteristik terbang *training kit* dengan cara yang lebih mudah dan aman tanpa harus melaksanakan pengujian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiantara, P., Sumiharto, R., & Wibowo, S. B. (2014). Purwarupa Kontrol Kestabilan Posisi dan Sikap pada Pesawat Tanpa Awak Menggunakan IMU dan Algoritma Fusion Sensor Kalman Filter. *IJEIS*, 4(1), 25–34.
- Asyhar, R. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Referensi Jakarta.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Drone, T. (2023). *Tantangan dan Keahlian yang Harus Dimiliki oleh Seorang Pilot Drone*. <https://Academy.Terra-Drone.Co.Id/Tantangan-Dan-Keahlian-Yang-Harus-Dimiliki-Oleh-Seorang-Pilot-Drone/>.
- Majid, A., Sumiharto, R., & Wibisono, S. B. (2015). Identifikasi Model dari Pesawat Udara Tanpa Awak Sayap Tetap Jenis Bixler. *IJEIS*, 5, 43–54.
- Miftah, M. (2014). Pemanfaatan Media Pembelajaran Untuk Peningkatan Kualitas Belajar Siswa. *Jurnal Kwangsan*, 2(1), 1–11.
- Nonami, K., Kendoul, F., Suzuki, S., Wang, W., & Nakazawa, D. (2010). *Autonomous Flying Robots*. Springer Japan.
- Priyambodo, T. K., Dhewa, O. A., & Susanto, T. (2020). Model of Linear Quadratic Regulator (LQR) Control System in Waypoint Flight Mission of Flying Wing UAV. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 12(4), 43–49.
- Rochayati, U., & Suprpto. (2014). Keefektifan Trainer Digital Berbasis Mikrokontroler Dengan Model Briefcase Dalam Pembelajaran Praktik Di Smk. *Jurnal Kependidikan*, 44(2), 127–138.
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian pendidikan*. CV Alfabeta.
- Sumiharsono, M. R., & Hasanah, H. (2017). *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Pustaka Abadi.
- Tafonao, T. (2018). Peranan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103–114.