

# Simulator Respon Pesawat Berbasis Mikrokontroler: Media Edukatif bagi Siswa dan Komunitas Radio Kontrol

Buyung Junaidin<sup>1</sup>, Djarot Wahyu Santoso<sup>2</sup>, Bambang Sudibya<sup>3</sup>, Agung Prakoso<sup>4</sup>, Makus Tri Wahyudi<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup> Prodi Teknik Dirgantara, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Institut Teknologi Dirgantara Adisujipto, Yogyakarta;

<sup>3</sup> Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Dirgantara Adisujipto, Yogyakarta;

<sup>4</sup> Prodi Aeronautika, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Institut Teknologi Dirgantara Adisujipto, Yogyakarta;

## Article history

Received: 21<sup>th</sup> November 2025

Revised: 28<sup>th</sup> December 2025

Accepted: 30<sup>th</sup> December 2025

## \*Corresponding Author:

Buyung Junaidin, Prodi Teknik Dirgantara, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Institut Teknologi Dirgantara

Adisujipto, Yogyakarta;

Email:

[buyung112011@gmail.com](mailto:buyung112011@gmail.com)

**Abstract:** Interactive learning media are essential in aerospace engineering education, particularly for understanding flight control systems that are difficult to grasp through theory alone. Aircraft responses to aileron, elevator, and rudder deflections require clear visualization to help learners connect control inputs with changes in aircraft attitude. To address this need, this community service program developed a microcontroller-based aircraft response simulator equipped with an attitude sensor as an educational tool for students and radio control (RC) enthusiasts. The microcontroller processes real-time data from an Inertial Measurement Unit (IMU) and displays the aircraft's attitude angles (yaw, pitch, and roll) on an LCD screen, allowing participants to directly observe how control inputs influence attitude changes. The miniature aircraft responds according to the displayed attitude angles, enabling learners to better understand the relationship between control inputs and aircraft dynamics. Evaluation results show that the simulator operates reliably, provides accurate attitude information, and significantly enhances participants' understanding of flight control concepts and attitude dynamics. Users also reported that the simulator is easy to operate, engaging, and effective for foundational training in RC aviation. Thus, the microcontroller and IMU-based simulator serves as a practical, replicable, and modern learning medium aligned with contemporary aerospace education.

**Keywords:** Attitude angle, Educational media, Microcontroller, Radio control, Simulator

## Pendahuluan

Alat peraga pembelajaran memiliki peran penting dalam meningkatkan efektivitas pendidikan teknik, khususnya pada bidang kedirgantaraan yang banyak memuat konsep mekanika dan aerodinamika bersifat abstrak. Media pembelajaran interaktif memungkinkan peserta didik mengaitkan teori dengan fenomena nyata,

sehingga dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar. Hal ini telah dibuktikan dalam berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga mampu memperjelas materi teknis yang kompleks dan sulit dipahami secara teoritis semata. Nurdyansyah, *et al* (2021), Aryanto, *et al* (2014).

Salah satu materi fundamental dalam pendidikan dirgantara adalah sistem kendali pesawat yang meliputi aileron, elevator, dan rudder. Ketiga bidang kendali tersebut bertanggung jawab

terhadap gerakan pesawat pada sumbu roll, pitch, dan yaw. Namun, hubungan kausal antara defleksi kendali dan perubahan sikap pesawat sering kali sulit dipahami oleh peserta didik maupun komunitas radio control (RC), terutama ketika pembelajaran hanya mengandalkan penjelasan verbal atau ilustrasi statis tanpa visualisasi dinamis dan interaktif. Wijiatmoko, (2017).

Penggunaan simulator merupakan pendekatan yang efektif untuk menjembatani kesenjangan tersebut karena mampu merepresentasikan respon pesawat secara aman dan terkontrol. Berbagai studi menunjukkan bahwa simulator, baik berbasis multimedia maupun semi-nyata, dapat meningkatkan pemahaman peserta terhadap dinamika penerbangan dan sistem kendali terbang. Aryanto, *et al* (2014), Retnowati, *et al* (2024). Pendekatan semi real-world simulator yang menggabungkan miniatur pesawat fisik dengan visualisasi digital juga terbukti membantu peserta memahami hubungan antara input kendali dan respon gerak pesawat secara lebih komprehensif Arisandi, *et al* (2019).

Penelitian sebelumnya oleh Junaidin, *et al* (2025) menunjukkan bahwa simulator semi-nyata berbasis miniatur pesawat dan sinyal PPM-PWM mampu meningkatkan pemahaman peserta pelatihan lebih dari 40%. Meskipun demikian, sebagian besar simulator yang ada masih berfokus pada pergerakan mekanis servo tanpa menyajikan informasi sikap pesawat secara numerik dan real-time. Padahal, dalam sistem kendali penerbangan modern, pembacaan sudut yaw, pitch, dan roll merupakan parameter utama dalam analisis dinamika pesawat serta pengembangan sistem autopilot.

Oleh karena itu, terdapat celah pengembangan (research gap) pada media pembelajaran kendali pesawat, yaitu kebutuhan akan simulator yang tidak hanya menampilkan gerakan fisik miniatur, tetapi juga mampu menyajikan pembacaan sikap pesawat secara real-time menggunakan sensor inersia. Integrasi sensor Inertial Measurement Unit (IMU) dengan mikrokontroler memungkinkan data percepatan dan kecepatan sudut diolah menjadi sudut Euler (yaw-pitch-roll) dan ditampilkan secara langsung kepada pengguna. Saroinsong, *et al* (2018).

Berdasarkan celah tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengembangkan simulator respon pesawat berbasis

mikrokontroler yang mengintegrasikan gerakan fisik miniatur pesawat dengan pembacaan sikap numerik (yaw, pitch, dan roll) secara real-time menggunakan sensor IMU. Simulator ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh, baik secara visual maupun analitis, serta selaras dengan perkembangan teknologi sistem kendali kedirgantaraan modern.

## Metode

### Rancangan Sistem Simulator

Simulator yang dikembangkan terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler (Arduino Uno), sensor IMU MPU6050, LCD I2C 16×2 sebagai penampil data, serta tiga buah motor servo yang merepresentasikan gerakan pada sumbu roll, pitch, dan yaw. Input kendali berasal dari stik transmiter RC. Data dari IMU diproses menggunakan filter komplementer sederhana untuk memperoleh sudut sikap pesawat, kemudian ditampilkan pada LCD yang merepresentasikan sikap pesawat dari pergerakan servo pada mekanisme gimbal miniatur pesawat.

### Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

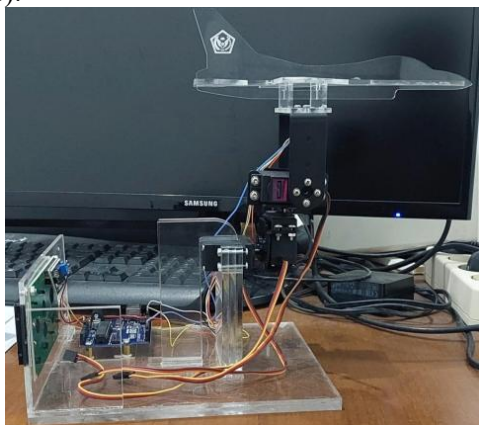
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif dan edukatif dengan tiga tahapan utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pendekatan partisipatif dipilih agar peserta terlibat langsung dalam proses pelatihan dan penggunaan alat, sehingga proses transfer pengetahuan dan keterampilan dapat berlangsung lebih efektif. Sutrisno, *et al* (2020).

Pada tahap persiapan, tim pelaksana melakukan survei kebutuhan serta asesmen awal kepada kelompok sasaran, yaitu siswa dan komunitas penggemar pesawat RC. Asesmen ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman awal peserta tentang prinsip kendali pesawat dan kebutuhan mereka terhadap media pembelajaran berbasis simulator. Berdasarkan hasil asesmen tersebut, tim kemudian merancang simulator respon pesawat berbasis mikrokontroler, berupa miniatur pesawat yang dilengkapi dengan sistem pembacaan sudut sikap menggunakan sensor Inertial Measurement Unit (IMU) sesuai gambar 1.

Tahap pelaksanaan dimulai dengan pemberian materi dasar mengenai konsep kendali pesawat dan peran masing-masing bidang kendali dalam menghasilkan gerakan pada sumbu roll, pitch, dan yaw, sebagaimana dijelaskan dalam literatur sistem kendali terbang. Wijiatmoko, (2017). Setelah sesi teori, peserta mengikuti demonstrasi penggunaan simulator dan melakukan praktik langsung. Pada sesi ini, peserta mengamati bagaimana input kendali menyebabkan perubahan sudut sikap yang terbaca oleh sensor IMU dan ditampilkan pada LCD, sehingga hubungan antara perintah kendali dan respon pesawat dapat dipahami secara visual dan interaktif. Diskusi, sesi tanya jawab, dan studi kasus dilakukan untuk memperkuat pengalaman belajar. Kegiatan ini diikuti oleh 25 peserta yang terdiri dari siswa dan anggota komunitas RC.

### Instrumen Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengetahui peningkatan pemahaman peserta setelah menggunakan simulator. Selain itu, kuesioner kepuasan dibagikan untuk mengevaluasi kenyamanan penggunaan alat dan kualitas pelatihan. Tahap evaluasi ini penting sebagai refleksi dan dasar perbaikan dalam pelaksanaan pengabdian di masa mendatang, sesuai dengan prinsip pengabdian berbasis hasil (outcome-based community service). Nurdyansyah, *et al* (2021).



Gambar 1 Simulator Respon Pesawat RC

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini berfokus pada penerapan simulator respon pesawat berbasis mikrokontroler sebagai media pembelajaran interaktif bagi siswa dan komunitas RC guna meningkatkan pemahaman mengenai dinamika sikap pesawat. Evaluasi dilakukan pada tiga aspek utama: fungsionalitas alat, efektivitas pembelajaran, dan kepuasan pengguna, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.

Hasil uji fungsionalitas memperlihatkan bahwa seluruh responden (100% dari 25 peserta) menyatakan simulator bekerja sesuai rancangan, di mana mikrokontroler mampu mengolah data IMU secara real-time dan menampilkan sudut yaw, pitch, dan roll pada LCD dengan akurasi yang memadai, sementara mekanisme gimbal berbasis tiga servo menunjukkan respons gerak yang halus, stabil, dan merepresentasikan perubahan sikap secara konsisten. Dari sisi efektivitas, pelatihan menunjukkan peningkatan pemahaman yang signifikan; nilai rata-rata pre-test sebesar 39% meningkat menjadi 95% pada post-test setelah peserta memperoleh penjelasan konseptual dan melakukan praktik langsung. Adapun tingkat kepuasan pengguna menunjukkan penerimaan yang sangat baik, dengan 61% responden menyatakan sangat setuju dan 36% setuju bahwa simulator mudah digunakan, informatif, dan mendukung proses pembelajaran.



Gambar 2 Pelaksanaan Evaluasi

### Pembahasan

Peningkatan pemahaman dari 39% menjadi 95% menunjukkan efektivitas simulator sebagai media pembelajaran interaktif. Hasil ini sejalan, bahkan lebih tinggi, dibandingkan temuan Junaidin, *et al* (2025) yang melaporkan peningkatan pemahaman peserta lebih dari 40% melalui simulator semi-nyata tanpa pembacaan sikap

numerik. Penambahan informasi sudut sikap secara numerik melalui LCD memungkinkan peserta tidak hanya mengamati gerakan fisik, tetapi juga memahami besaran sudut secara kuantitatif.

Pembacaan sudut secara real-time terbukti sangat membantu peserta dengan gaya belajar analitis karena mereka dapat mengaitkan perubahan angka dengan respon kendali, sementara representasi gerakan fisik tetap mendukung peserta dengan kecenderungan visual. Kombinasi kedua pendekatan ini memperkuat pemahaman konseptual dan aplikatif terhadap dinamika sikap pesawat.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulator respon pesawat berbasis mikrokontroler memberikan kontribusi positif dalam peningkatan pemahaman peserta mengenai konsep sikap pesawat. Evaluasi yang dilakukan menunjukkan bahwa tujuan kegiatan dapat dicapai secara efektif. Adapun kesimpulan utama adalah sebagai berikut:

1. Simulator berhasil diimplementasikan sebagai media pembelajaran yang fungsional dan mudah digunakan oleh siswa dan komunitas RC.
2. Uji fungsionalitas menunjukkan keberhasilan operasional 100%, dengan sistem mampu menampilkan data sudut sikap secara real-time dan stabil.
3. Efektivitas pembelajaran meningkat signifikan, ditandai dengan kenaikan nilai rata-rata dari 39% menjadi 95% setelah penggunaan simulator.
4. Tingkat kepuasan pengguna sangat tinggi, menunjukkan penerimaan positif terhadap kegunaan dan kemudahan operasional alat.
5. Secara keseluruhan, simulator terbukti layak digunakan sebagai media edukatif pendukung pembelajaran dasar kedirgantaraan.

## Saran

Untuk mendukung keberlanjutan dan peningkatan kualitas kegiatan, beberapa rekomendasi disampaikan sebagai berikut:

1. Kegiatan pelatihan dianjurkan untuk diperluas kepada kelompok peserta yang lebih

beragam guna memperoleh evaluasi yang lebih menyeluruh.

2. Penyusunan modul lanjutan dan materi pendukung agar simulator dapat dimanfaatkan secara optimal dalam berbagai kegiatan edukasi.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto atas dukungan fasilitas dan sarana untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat hingga selesai.

## Daftar Pustaka

- Arisandi, D. A., Suhardi, H., Setiawan, R. 2019. *Desain alat peraga sistem kendali pesawat terbang berbasis simulasi*. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.
- Arisandi, M. F. A., Utomo, R. A., Nainggolan, B., 2019. *Rancang bangun model simulator bidang kendali utama pada pesawat fixed-wing*. Nasional Teknik Mesin, 965–971.
- Aryanto, S., Retnowati, N. D., Basir, B. 2014. *Simulator kendali pesawat terbang Extra 300 L berbasis 3D dengan metode simulation game*. Compiler, 3(1), 91–100.
- Darmawan, S. P. D. P., Wibowo, S. S. 2023. *Rancang bangun miniatur alat peraga control surface pesawat fixed wing Cessna 172 Skyhawk*. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 14(1), 419–424.
- Junaidin, B., Nanditaputra, D. S., Musyadad, H. F., Santoso, D. W., Sudibiya, B. 2025. *Semi Real-World Simulator: Media Pembelajaran Interaktif Kendali Pesawat untuk Pelatihan Siswa dan Komunitas Radio Control*. Jurnal Abadimas Adi Buana, 9(1), 59-65.
- Nurdyansyah, U., Budi, B., Rosid, M. A. 2021. *Pengembangan media alat peraga edukatif interaktif (APEI) laboratorium bengkel belajar berbasis custom by user*. Jurnal Teknologi Pendidikan, 6(1), 54–71.
- Pangestu, D. S., Wibowo, T. 2023. *Rancang bangun dan modifikasi miniatur pesawat Cessna 172 Skyhawk untuk simulasi*

*primary flight control surface berbasis Arduino*. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar.

- Retnowati, Y., Hidayat, T., Saputra, R. 2024. *Pengembangan simulator semi nyata untuk pembelajaran teknik*. Prosiding Konferensi Nasional Inovasi Pembelajaran.
- Saroinsong, H. S., Poekoel, V. C., Manembu, P. D. 2018. *Rancang bangun wahana pesawat tanpa awak (fixed wing) berbasis Ardupilot*. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(1), 73–84.
- Sutrisno, H., Mulyani, A., Raharjo, S. 2020. *Metodologi pengabdian kepada masyarakat: Pendekatan kolaboratif dan partisipatif*. *Jurnal Abdimas Teknik*, 5(2), 112–120.
- Wijiatmoko, A. 2017. *Dasar-dasar sistem kendali terbang pesawat*. Penerbit Dirgantara.