

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF TURBO JET ENGINE BERBASIS GAME-BASED LEARNING PADA PENDIDIKAN TEKNIK DIRGANTARA

Oleh

Yuliani Indrianingsih¹, Arif Setiawan², Salam Aryanto³, Harliyus Agustian⁴

^{1,2,3,4}Prodi Informatika Fakultas FTI Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

Email: ¹yulistta@gmail.com, ²arifsetiawan@gmail.com, ³salam@itda.ac.id,

⁴harliyus@itda.ac.id

Article History:

Received: 12-06-2026

Revised: 24-06-2026

Accepted: 15-07-2026

Keywords:

Media Pembelajaran
Interaktif; Turbo Jet
Engine; Game Based
Learning; Teknik
Dirgantara; Metode
ADDIE

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi aplikasi media pembelajaran pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning sebagai solusi atas keterbatasan media pembelajaran konvensional dalam pembelajaran teknik dirgantara. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras berupa komputer dengan spesifikasi grafis yang mendukung visualisasi 3D serta perangkat lunak pengembangan aplikasi dan pemodelan objek tiga dimensi. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri dari tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Implementasi aplikasi dilakukan kepada 30 responden, dengan teknik pengumpulan data melalui pengujian fungsional (black box testing), kuesioner skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berjalan dengan baik secara fungsional dan memperoleh skor total uji pengguna sebesar 1392 dari skor maksimum 1500, dengan indeks efektivitas sebesar 92,8% yang termasuk kategori sangat efektif. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi media pembelajaran pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning efektif meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa dan layak digunakan sebagai media pendukung pembelajaran pada bidang teknik dirgantara.

PENDAHULUAN

Permasalahan utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah keterbatasan media pembelajaran konvensional dalam menyampaikan materi turbo jet engine pada pendidikan teknik dirgantara. Pembelajaran yang masih didominasi oleh presentasi statis dan penjelasan verbal menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep, struktur, serta prinsip kerja komponen mesin secara menyeluruh dan visual. Kompleksitas sistem turbo jet engine menuntut adanya media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan objek tiga dimensi dan alur kerja mesin secara interaktif agar selaras dengan karakteristik pembelajaran teknik. Selain itu, keterbatasan akses terhadap mesin nyata di laboratorium serta risiko keselamatan dalam praktik langsung semakin memperkuat kebutuhan akan alternatif media pembelajaran yang aman, menarik, dan

efektif. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran mahasiswa dengan media yang tersedia, sehingga diperlukan inovasi media pembelajaran digital yang mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan aktif mahasiswa.

Pembelajaran interaktif telah banyak dilaporkan mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman peserta didik melalui pemanfaatan multimedia yang mengintegrasikan teks, visual, animasi, serta interaksi dua arah[1]. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan multimedia pembelajaran interaktif efektif dalam mengatasi pembelajaran konvensional yang bersifat pasif dan berpusat pada guru[2], [3]. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengujian kelayakan media dan peningkatan hasil belajar secara umum, tanpa mengkaji secara mendalam kesesuaian media interaktif dengan karakteristik materi yang kompleks dan kebutuhan pembelajaran spesifik. Selain itu, kajian mengenai penerapan pembelajaran interaktif pada konteks pendidikan vokasi dan teknis masih relatif terbatas[4], [5]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut yang menganalisis pengembangan dan implementasi pembelajaran interaktif secara kontekstual agar mampu menjawab kebutuhan pembelajaran yang lebih spesifik dan aplikatif.

Berbagai kajian tentang pemodelan dan analisis kinerja mesin turbojet dan turbofan menunjukkan bahwa sistem propulsi pesawat memiliki karakteristik yang kompleks, nonlinier, serta dipengaruhi oleh banyak parameter operasi seperti kecepatan putar dan ketinggian terbang[6], [7], [8]. Kompleksitas tersebut menuntut adanya pendekatan pembelajaran interaktif yang mampu memvisualisasikan hubungan antarvariabel dan dinamika sistem secara lebih intuitif dibandingkan pembelajaran konvensional. Namun, penelitian-penelitian yang ada masih dominan berfokus pada aspek matematis dan analisis teknis sebagai objek kendali, tanpa diiringi pengembangan media pembelajaran interaktif yang mendukung pemahaman konseptual peserta didik[9], [10]. Oleh karena itu, integrasi pembelajaran interaktif menjadi penting untuk menjembatani kesenjangan antara kompleksitas materi teknik mesin pesawat dan kebutuhan pembelajaran yang efektif dan aplikatif.

Pembelajaran interaktif, khususnya melalui pendekatan game-based learning dan multimedia digital, telah banyak dikaji sebagai strategi efektif untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran[11], [12]. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi elemen permainan, visualisasi, serta interaksi dua arah mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan bermakna dibandingkan metode konvensional[13]. Selain itu, pembelajaran interaktif memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara aktif melalui eksplorasi, umpan balik langsung, dan pengalaman belajar kontekstual[13]. Namun, sebagian penelitian masih berfokus pada efektivitas umum dan belum secara spesifik mengaitkan desain pembelajaran interaktif dengan karakteristik materi dan jenjang pendidikan tertentu[15]. Oleh karena itu, pengembangan pembelajaran interaktif yang kontekstual dan berbasis kebutuhan pembelajaran masih menjadi area penelitian yang relevan untuk dikaji lebih lanjut.

Berbagai studi yang menggunakan metode Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluatio (ADDIE) telah menunjukkan bahwa pembelajaran interaktif efektif meningkatkan kualitas belajar pada beragam konteks. Multimedia interaktif berbasis

simulasi membantu visualisasi proses pembuatan batik dan memperbaiki pembelajaran konvensional, sementara Virtual Reality terintegrasi metaverse berbasis ADDIE menghadirkan pengalaman imersif dan kolaboratif yang meningkatkan motivasi serta hasil belajar[17]. Selain itu, media Android dengan multimedia, video, dan kuis meningkatkan kemandirian mahasiswa daring[18], gamifikasi memperkuat keterlibatan matematika dasar[19], dan e-learning ADDIE.

Penelitian ini menawarkan solusi atas keterbatasan media pembelajaran konvensional pada materi turbo jet engine melalui pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis game-based learning yang mampu memvisualisasikan struktur, komponen, dan cara kerja mesin secara tiga dimensi dan dinamis. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan serta mengevaluasi aplikasi pembelajaran yang efektif, menarik, dan aman digunakan untuk meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa pendidikan teknik dirgantara terhadap sistem turbo jet engine. Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada integrasi visualisasi 3D realistis, elemen permainan edukatif, dan fitur evaluasi pembelajaran dalam satu aplikasi yang dikembangkan secara sistematis menggunakan metode ADDIE. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada analisis teknis atau kelayakan media secara umum, penelitian ini menekankan kesesuaian desain pembelajaran interaktif dengan karakteristik materi teknik dirgantara yang kompleks, sehingga menghasilkan media pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan berorientasi pada kebutuhan pembelajaran vokasi.

LANDASAN TEORI

Media Edukasi

Kata media berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari kata “medium” yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar”. Dengan demikian, Media adalah segala alat yang di gunakan oleh guru dalam proses belaja. Jadi, media dapat memudahkan seorang guru dalam mengajar, selain itu penggunaan media dapat membangkitkan motivasi belajar siswa .

Turbo Jet

Mesin jet adalah sebuah mesin penggerak yang menggunakan gas buang yang keluar dari *nozzle* dengan kecepatan tinggi untuk menghasilkan daya dorong dan menggerakkan sebuah pesawat atau kendaraan lainnya. Mesin jet umumnya digunakan pada pesawat terbang, namun juga digunakan pada kendaraan lain seperti roket dan jet ski.

Menurut ahli teknik penerbangan, mesin jet adalah sebuah mesin yang menggunakan siklus *Brayton* untuk menghasilkan daya dorong. Siklus *Brayton* adalah suatu siklus termal yang terdiri dari empat tahap yaitu kompresi, pembakaran, ekspansi, dan pelepasan. Di dalam mesin jet, udara masuk ke dalam kompresor dan dikompresi secara bertahap hingga mencapai suhu dan tekanan yang tinggi. Udara yang sudah terkompresi ini kemudian diinjeksikan dengan bahan bakar dan dibakar di dalam ruang bakar, menghasilkan gas panas yang mengalir ke turbin. Turbin ini menggerakkan kompresor dan juga fan di bagian depan mesin jet. Akhirnya, gas buang yang keluar dari *nozzle* dengan kecepatan tinggi menghasilkan daya dorong yang mendorong pesawat ke depan .

Game Based Learning

Game based learning merupakan metode penggabungan konten pendidikan kedalam game dengan tujuan melibatkan peserta didik. Penggunaan *software game* di komputer maupun

aplikasi pada *smartphone* didesain untuk menyeimbangkan konten pembelajaran dengan konten permainan serta mampu menilai kemampuan pembelajaran apakah sudah menguasai dan mampu mengaplikasikan pengetahuannya pada dunia nyata [1]

METODE PENELITIAN

Gambar 1 menggambarkan alur metode ADDIE yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation, yang disusun secara sistematis dan saling berkesinambungan dalam suatu siklus pengembangan pembelajaran. Tahap Analysis berfokus pada identifikasi kebutuhan dan permasalahan pembelajaran, kemudian dilanjutkan dengan tahap Design untuk merancang tujuan, materi, serta strategi pembelajaran, dan tahap Development untuk merealisasikan rancangan tersebut ke dalam bentuk media atau produk pembelajaran yang siap digunakan. Selanjutnya, tahap Implementation digunakan untuk menerapkan media pembelajaran kepada pengguna sasaran, sedangkan tahap Evaluation dilakukan untuk menilai efektivitas, kualitas, dan keberhasilan media yang dikembangkan, sehingga keseluruhan tahapan ADDIE berperan penting dalam menghasilkan media pembelajaran yang terstruktur, efektif, terukur, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.



Gambar 1. Metode ADDIE yang digunakan dalam penelitian

Pada penelitian ini, metode ADDIE diterapkan secara sistematis dalam pengembangan aplikasi media pembelajaran pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning sebagai solusi terhadap keterbatasan media pembelajaran konvensional. Tahap Analysis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan permasalahan yang dihadapi mahasiswa, kemudian dilanjutkan dengan tahap Design dan Development yang berfokus pada perancangan struktur aplikasi, visualisasi 3D, animasi, serta pengembangan fitur pembelajaran dan evaluasi yang sesuai dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, tahap Implementation dilaksanakan dengan mengujicobakan aplikasi kepada 30 responden, sedangkan tahap Evaluation dilakukan melalui pengujian fungsional, uji pengguna menggunakan skala Likert, serta pre-test dan post-test untuk mengukur efektivitas aplikasi dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa terhadap materi turbo jet engine secara objektif dan terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

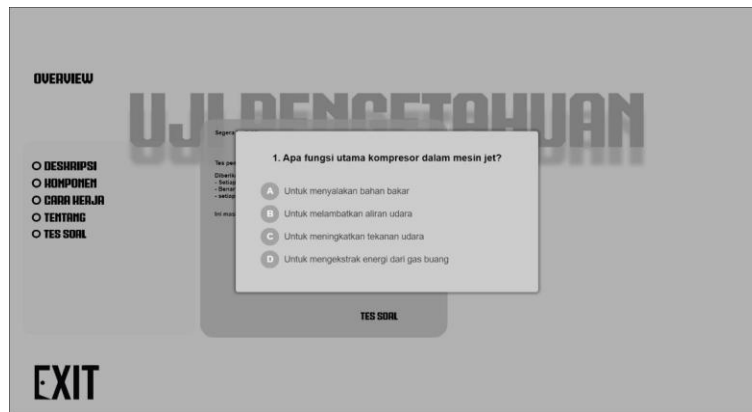
Hasil penelitian terkait media pembelajaran pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep, komponen, dan cara kerja turbo jet engine. Aplikasi yang dikembangkan memiliki beberapa fitur utama, yaitu: halaman home, overview, deskripsi mesin, komponen, part komponen, cara kerja, informasi pengembang, latihan soal, serta hasil evaluasi pembelajaran yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan aplikasi media pembelajaran pengenalan mesin turbo jet

Gambar 2 menampilkan antarmuka halaman overview dari aplikasi media pembelajaran pengenalan Turbojet Engine General Electric J47 berbasis game-based learning. Pada bagian tengah layar ditampilkan model 3D turbojet engine yang divisualisasikan secara realistis dan diletakkan pada dudukan rangka, sehingga menyerupai kondisi mesin di laboratorium. Visualisasi ini dirancang untuk membantu pengguna memahami bentuk fisik dan struktur umum mesin turbojet secara menyeluruh. Di sisi kiri layar terdapat menu navigasi yang terdiri dari Deskripsi, Komponen, Cara Kerja, Tentang, dan Tes Soal. Menu ini memungkinkan pengguna berpindah antar fitur pembelajaran sesuai kebutuhan, mulai dari materi teoritis hingga evaluasi pemahaman. Tata letak menu dibuat sederhana agar mudah diakses dan digunakan oleh pengguna. Secara keseluruhan, tampilan overview ini menggabungkan unsur visualisasi 3D, interaktivitas, dan desain antarmuka yang bersih. Kombinasi tersebut bertujuan meningkatkan daya tarik pembelajaran, memudahkan eksplorasi materi, serta mendukung proses pembelajaran teknik dirgantara secara lebih efektif dan menarik.

Gambar 3 menunjukkan fitur evaluasi pembelajaran pada aplikasi media pengenalan turbojet engine berbasis game based learning. Halaman ini dirancang untuk mengukur pemahaman pengguna setelah mempelajari materi. Soal ditampilkan dalam bentuk pilihan ganda dengan tampilan sederhana dan fokus, sehingga pengguna dapat berkonsentrasi menjawab tanpa gangguan visual.



Gambar 3 Halaman pengujian pemahaman pengguna

Setiap pertanyaan yang terlihat pada gambar 3 disusun berdasarkan materi turbojet engine, khususnya fungsi dan prinsip kerja komponen utama. Pendekatan ini membantu mengaitkan teori dengan visualisasi yang telah dipelajari sebelumnya. Pilihan jawaban diberikan secara jelas dan terstruktur, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan penilaian diri. Sistem ini juga melatih ketelitian dan pemahaman konseptual secara mandiri. Dengan adanya fitur tes soal, aplikasi tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian informasi, tetapi juga sebagai alat evaluasi pembelajaran yang interaktif, objektif, dan mendukung peningkatan hasil belajar pengguna dalam konteks pembelajaran teknik dirgantara modern yang menekankan pemahaman sistem secara menyeluruh dan relevan dengan kebutuhan industri nasional.

Tabel 1 menyajikan daftar pertanyaan kuesioner yang digunakan untuk mengukur persepsi dan tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi media pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning. Instrumen kuesioner disusun menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Netral (N), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Pertanyaan dalam kuesioner mencakup beberapa aspek utama, antara lain daya tarik media pembelajaran dibandingkan presentasi konvensional, kemudahan pemahaman materi, efektivitas pembelajaran, serta kemudahan penggunaan aplikasi. Selain itu, kuesioner juga mengevaluasi aspek teknis dan visual, seperti fungsi tombol, kualitas animasi dan visualisasi 3D, kejelasan tampilan, serta kesesuaian tata letak dan warna antarmuka.

Tabel 1 Daftar pertanyaan yang disampaikan pada lembar kesioner

No	Pertanyaan	Jawaban				
1	Apakah Aplikasi Media Pengenalan Turbo Jet Engine Berbasis Game Based Learning lebih menarik daripada media pembelajaran presentasi power point?	SS	S	N	TS	STS

Secara keseluruhan, instrumen pada Tabel 1 dirancang untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kualitas aplikasi dari sudut pandang pengguna. Hasil jawaban responden terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan tingkat efektivitas aplikasi dalam mendukung proses pembelajaran turbo jet engine. Penelitian yang menghasilkan aplikasi pengenalan jet engine yang dilengkapi dengan menu pengujian ini selanjutnya diujikan ada beberapa responden. Data yang diambil dari responden berupa pengisian kuesioner yang dikonversikan menggunakan skala likert selanjutnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pie hasil kuesioner

Gambar 3 tersebut menunjukkan distribusi jawaban responden terhadap instrumen penelitian tahap dua secara keseluruhan. Berdasarkan grafik, mayoritas responden memberikan jawaban Sangat Setuju (SS) dengan persentase sebesar 65,7%, yang mengindikasikan tingkat penerimaan dan penilaian positif yang sangat tinggi terhadap aspek yang diukur dalam penelitian. Selanjutnya, jawaban Setuju (S) menempati urutan kedua dengan persentase 32,7%, menunjukkan bahwa sebagian besar responden lainnya juga memiliki persepsi positif meskipun tidak pada tingkat tertinggi. Sementara itu, jawaban Netral (N) hanya muncul sebesar 1,7%, yang menandakan bahwa sangat sedikit responden yang bersikap ragu atau tidak memiliki kecenderungan sikap tertentu. Secara keseluruhan, distribusi ini menggambarkan respons yang sangat dominan ke arah positif terhadap media atau instrumen yang dievaluasi dalam penelitian.

Uji pengguna dalam penelitian ini dilakukan terhadap 30 responden dengan menggunakan instrumen skala Likert yang terdiri dari 10 indikator penilaian. Hasil perhitungan menunjukkan total skor sebesar 1392 dari skor maksimal 1500, sehingga diperoleh indeks efektivitas sebesar 92,8%. Berdasarkan interval interpretasi skala Likert, nilai tersebut berada pada rentang 80%–100% yang dikategorikan sebagai aplikasi sangat efektif. Capaian ini menunjukkan bahwa secara umum pengguna memberikan respons yang sangat positif terhadap aplikasi media pembelajaran pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning. Penilaian tersebut mencerminkan persepsi pengguna bahwa aplikasi lebih menarik dibandingkan media pembelajaran konvensional, lebih mudah dipahami, serta efektif dalam menyampaikan materi. Selain itu, aspek visual berupa animasi dan objek 3D dinilai jelas dan representatif, didukung oleh antarmuka aplikasi yang user friendly sehingga mudah digunakan tanpa memerlukan panduan teknis yang kompleks.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi media pembelajaran pengenalan turbo jet engine berbasis game-based learning yang layak dan efektif digunakan sebagai pendukung pembelajaran pada bidang teknik dirgantara. Keberhasilan penelitian ditunjukkan melalui hasil pengujian fungsional yang membuktikan seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan rancangan, serta hasil uji pengguna terhadap 30 responden yang menghasilkan skor total 1392 dari skor maksimum 1500 atau indeks efektivitas sebesar

92,8%, yang termasuk dalam kategori aplikasi sangat efektif. Meskipun demikian, penelitian ini masih menghadapi beberapa kendala, antara lain keterbatasan variasi materi dan tingkat soal evaluasi, serta ketergantungan pada spesifikasi perangkat keras tertentu untuk menjalankan visualisasi 3D secara optimal. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan cakupan materi yang lebih luas, menambahkan tingkat kesulitan soal yang adaptif, serta mengoptimalkan performa aplikasi agar dapat berjalan pada berbagai platform dan perangkat. Dengan pengembangan berkelanjutan tersebut, aplikasi ini berpotensi menjadi media pembelajaran digital interaktif yang lebih komprehensif dan dapat diterapkan secara lebih luas dalam pembelajaran teknik, khususnya pada pendidikan vokasi dan keteknikan dirgantara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. A. Setyawan and I. M. C. Wibawa, "Software GeoGebra: As an Assistance to the Guided Inquiry Model in Improving Students' Numeracy Skills," *MIMBAR PGSD Undiksha*, vol. null, p. null, 2023, doi: 10.23887/jjpgsd.v11i3.65782.
- [2] D. A. Ginting *et al.*, "Multimedia Interaktif Berbasis Pendekatan Kontekstual pada Pembelajaran Tematik untuk Siswa Kelas III Sekolah Dasar," *Indonesian Journal of Instruction*, vol. null, p. null, 2021, doi: 10.23887/iji.v2i3.50951.
- [3] R. Rohayati, "Improving Thematic Learning Outcomes Using Problem Based Learning Models in Class III SD," *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, vol. null, p. null, 2021, doi: 10.20961/SHES.V3I4.53330.
- [4] M. Farhan and I. G. W. Sudatha, "Interactive Learning Multimedia Based on Indonesian Realistic Mathematics Education in Mathematics Subjects," *Jurnal Edutech Undiksha*, vol. null, p. null, 2024, doi: 10.23887/jeu.v11i2.63853.
- [5] D. A. Ratnasari, A. Agung, G. Agung, I. Gde, and W. Sudatha, "Development of Mathematics Interactive Multimedia on Third Grade Elementary School Students," *Proceedings of the 2nd International Conference on Technology and Educational Science (ICTES 2020)*, vol. null, p. null, 2021, doi: 10.2991/ASSEHR.K.210407.268.
- [6] A. Tudosie and E.-E. Dragomir, "Study of a Low Bypass Mixed Flow Turbofan for Aircraft Use as Controlled Object," *2025 29th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, vol. null, pp. 685–690, 2025, doi: 10.1109/ICSTCC66753.2025.11240336.
- [7] A. Tudosie, "Study of an Aircraft Turbo-Jet Engine as Controlled Object," *2024 25th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, vol. null, pp. 1–6, 2024, doi: 10.1109/ICCC62069.2024.10569283.
- [8] A. Tudosie, "TurboJet Engine with Variable Area Exhaust Nozzle for Aircraft Use as Controlled Object," *2024 10th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*, vol. null, pp. 999–1004, 2024, doi: 10.1109/CoDIT62066.2024.10708289.
- [9] A. Tudosie, "Study of an Aircraft Twin-Spool Single-Jet Turbo-Engine as Controlled Object," *2024 International Conference on Applied and Theoretical Electricity (ICATE)*, vol. null, pp. 1–6, 2024, doi: 10.1109/ICATE62934.2024.10748632.
- [10] A. Tudosie, "Aircraft Turbojet Engine with Afterburning as Controlled Object," *2024 25th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, vol. null, pp. 1–6, 2024, doi:

- 10.1109/ICCC62069.2024.10569513.
- [11] S. Torre, J. Napolitano, G. Ritella, and M. B. Ligorio, "Learning About Sustainability with Play IT Cool: Insights from Two Pilot Studies," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 17, no. 23, pp. 1–19, 2025, doi: 10.3390/su172310662.
- [12] M. S. Alotaibi, "Game-based learning in early childhood education: a systematic review and meta-analysis," *Front. Psychol.*, vol. 15, no. April, 2024, doi: 10.3389/fpsyg.2024.1307881.
- [13] F. I. Revuelta Domínguez, J. Guerra-Antequera, J. A. Antequera-Barroso, and M. I. Pedrera-Rodríguez, "Exploring the Impact of the Video Game Monité on Exogenous Factors and Resilience against Bullying in Primary Education Students," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 13, no. 8, 2023, doi: 10.3390/educsci13080814.
- [14] N. N. Dan, L. T. B. T. Trung, N. T. Nga, and T. M. Dung, "Digital game-based learning in mathematics education at primary school level: A systematic literature review," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 20, no. 4, 2024, doi: 10.29333/ejmste/14377.
- [15] wilk Oliveira, J. Hamari, K. Kiili, and J. Vassileva, "Introduction to the game-based learning minitrack," *Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on system Science*, 2023.
- [16] H. Wicaksono, I. S. Widiati, and M. Setiyawan, "Pengembangan Multimedia Interaktif Model Simulasi Proses Pembuatan Batik Menggunakan Metode ADDIE," *JEKIN - Jurnal Teknik Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 150–161, 2025, doi: 10.58794/jekin.v5i1.1009.
- [17] Arek Satria and Tata Sutabri, "Pengembangan Pembelajaran Virtual Reality Berbasis Metaverse Menggunakan Metode ADDIE," *Router: Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, vol. 3, no. 2, pp. 01–09, 2025, doi: 10.62951/router.v3i2.409.
- [18] Y. M. Juanda and Y. Hendriyani, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Mata Kuliah Keperawatan Medikal Bedah III," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 2, no. 1, pp. 20–30, 2022.
- [19] H. Syuhada, S. Hidayat, S. Mulyati, and A. Giri Persada, "Pengembangan Gamifikasi Pada Pelajaran Matematika Sd Dengan Metode Addie Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa," *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 9, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.36341/rabit.v9i1.466.
- [20] T. Agustiyani, T. Hartati, and D. Amalia, "Sistem Pembelajaran E-learning Menggunakan Metode," *Islamic Education Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 2656–5625, 2022