Jurnal Pelayanan dan Pengabdian Masyarakat (PAMAS) e-ISSN : 2685-6301
Vol. 10, No. 4 Oktober 2026, *pp 534-545* p-ISSN : 2685-5968
https://ejournal.urindo.ac.id/index.php/PAMAS https://doi.org/10.52643/pamas.v10i4.7018

Pelatihan Pemodelan 3D Pesawat Terbang Menggunakan Aplikasi SimplePlanes bagi Siswa SMK PL Leonardo Klaten

Training on 3D Aircraft Modeling Using the SimplePlanes Application for Students of SMK PL Leonardo Klaten

Anggraini Kusumaningrum[1], Elizabeth Anna Pratiwi[2*], Sudaryanto[3], Dwi Hartini[4], Djarot Nugroho[5], Dwi Nugraheny[6], Asih Pujiastuti[7], Muhammad Jalu Purnomo[8]
[1,3,6,7] Program Studi Informatika, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
[2,4,5] Program Studi Teknik Dirgantara, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
[8] Program Studi Aeronautika, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
Correspondence Email: anna@itda.ac.id

Abstrak

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) berkomitmen untuk meningkatkan literasi ilmu pengetahuan dan teknologi kedirgantaraan melalui program pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan ini dirancang sebagai bentuk intervensi terstruktur untuk mengatasi permasalahan mitra di SMK PL Leonardo Klaten, di mana siswa kelas X teridentifikasi belum memiliki pemahaman dasar mengenai komponen struktur pesawat terbang dan konsep pemodelan 3D. Sebagai solusi, Program Studi Informatika berkolaborasi dengan Program Studi Teknik Dirgantara menyelenggarakan pelatihan pemodelan 3D pesawat terbang memanfaatkan aplikasi SimplePlanes. Rangkaian materi pelatihan mencakup sosialisasi struktur pesawat, pengenalan fitur perangkat lunak, serta praktik langsung perancangan model 3D berbasis desktop yang dapat dikendalikan menggunakan keyboard. Berdasarkan evaluasi pascapelatihan (post-test) menggunakan tes visual Google Form yang diikuti oleh 200 responden siswa, diperoleh rata-rata tingkat pemahaman komponen pesawat sebesar 80%. Selain pemodelan, dan 70% siswa mampu merancang serta menguji terbang model 3D pesawat sederhana secara virtual. Hasil ini membuktikan bahwa pelatihan berbasis simulasi interaktif ini efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan digital siswa vokasi.

Kata kunci: SimplePlanes, Pemodelan 3D Pesawat, Teknologi Dirgantara, Pengabdian kepada Masyarakat, Sekolah Menengah Kejuruan

Abstract

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) is committed to enhancing literacy in aerospace science and technology through community service programs. This activity was designed as a structured intervention to address partner problems at SMK PL Leonardo Klaten, where 10th-grade students were identified as lacking basic understanding of aircraft structural components and 3D modelling concepts. As a solution, the Informatics Study Program collaborated with the Aerospace Engineering Study Program to conduct 3D aircraft modelling training using the SimplePlanes application. The training material covered socialization on aircraft structures, introduction to software features, and hands-on practice in designing desktop-based 3D models controllable via keyboard. Based on post-training evaluation using a Google Form visual test completed by 200 student respondents, an average comprehension level of 80% regarding aircraft components was achieved. Furthermore, performance assessment results showed that 90% of students mastered the modelling tools, and 70% were able to design and virtually flight-test simple 3D aircraft models. These results prove that interactive simulation-based training effectively improves vocational student's.

Article History:
Submitted: 26-09-2025**,** Revised: 23-10-2026**,** Accepted: 30-10-2026**,** Published: 31-10-2026

Keyword: SimplePlanes, 3D Aircraft Modeling, Aerospace Technology, Community Engagement, Vocational High School

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat pada era globalisasi telah menyebabkan ketergantungan terhadap fungsi dan peran dirgantara (1). Semua negara sudah merasakan dampak dari globalisasi tersebut, salah satunya adalah Indonesia. Globalisasi membawa perubahan besar pada kehidupan masyarakat dunia. Indonesia harus dapat berperan untuk mengamankan kepentingan nasional melalui upaya pembangunan kedirgantaraan. Salah satu upaya tersebut adalah penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menghasilkan produk dan jasa kedirgantaraan. Peluang di era globalisasi dan keterbukaan ini harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk meningkatkan kapasitas Indonesia dalam segala aspek pembangunan kedirgantaraan nasional(1) (2–4).

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) sebagai perguruan tinggi berbasis kedirgantaraan berfokus pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi penerbangan yang berkualitas. Dalam rangka mencapai visi tersebut, institusi secara aktif menjalankan peran strategis akademis melalui berbagai program pendampingan dan pemberdayaan masyarakat secara berkelanjutan. Bentuk kegiatan yang dapat diwujudkan contohnya melalui pendampingan pengenalan teknologi kedirgantaraan kepada masyarakat (5–7)Adanya kegiatan pendampingan diharapkan dapat menambah pengetahuan para peserta, khususnya di teknologi kedirgantaraan (7,8). Selain itu, peserta memiliki kesadaran bahwa penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat meningkatkan kemandirian dan daya saing nasional sedemikian rupa sehingga mempengaruhi kekuatan ketahanan nasional dalam menghadapi dinamika lingkungan strategis (2,9–12).

Di Indonesia, TNI Angkatan Udara-lah yang memiliki otoritas mengamankan wilayah udara nasional dari berbagai ancaman udara, termasuk dari personel penerbangan pemerintah dan swasta yang turut berkontribusi dalam upaya pengembangan potensi penerbangan nasional — kekuatan yang melindungi keutuhan negara. Fungsi dan tugas yang telah dijalankan oleh TNI AU selama ini diharapkan sebagai acuan untuk menjadi potensi yang bergerak lebih maju. Pembinaan potensi dirgantara dalam arti yang luas dihadapkan pada tugas-tugas yang diberikan kepada Dinas Potensi Dirgantara (Dispotdirga) (2,9). Salah satu potensi kedirgantaraan yang dapat dilakukan oleh ITD Adisutjipto sebagai perguruan tinggi di bawah pembinaan TNI AU adalah ikut serta dalam Pembinaan Minat Dirgantara (Natdirga).

Kegiatan ini bertujuan menumbuhkan rasa cinta terhadap dunia dirgantara melalui pendampingan pengenalan teknologi kedirgantaraan kepada siswa sekolah menengah melalui forum komunikasi seminar kedirgantaraan, demo produk kedirgantaraan dari hasil karya Dosen dan Mahasiswa ITD Adisutjipto. Salah satunya adalah pesawat Glider. Glider adalah jenis pesawat yang

dirancang untuk pelatihan dan olahraga udara. Pesawat ini biasanya tidak dilengkapi dengan tenaga penggerak sehingga harus ditarik oleh kendaraan bermotor atau pesawat terbang untuk terbang. Namun, ada beberapa pesawat layang yang dilengkapi pendorong untuk meningkatkan jangkauan atau bahkan lepas landas dan mendarat. Bahan struktur pesawat layang terbuat dari komponen yang ringan namun berkekuatan dan kekakuan tinggi (13)

Dalam konteks pengenalan teknologi kedirgantaraan kepada generasi muda, penggunaan aplikasi simulasi seperti SimplePlanes dapat menjadi media yang menarik dan efektif. Keunggulan SimplePlanes dibandingkan aplikasi pemodelan umum lainnya terletak pada kemampuannya yang tidak hanya sekadar membuat objek 3D, tetapi juga memungkinkan peserta merancang dimensi dan proporsi komponen pesawat secara presisi serta menguji performa terbangnya secara virtual dalam satu platform interaktif (14,15) . Pendekatan ini memberikan pengalaman belajar berbasis praktik (*experiential learning*) yang lebih realistis dan aplikatif bagi siswa sekolah menengah (8,14–17). Studi-studi menunjukkan bahwa penggunaan simulator dan game edukasi dapat meningkatkan motivasi, pemahaman konsep aerodinamika, dan keterampilan desain (8,14–17). Pendekatan pembelajaran berbasis proyek dan game-based learning terbukti mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta kreativitas siswa (18–21) .

Pelatihan ini dirancang sebagai intervensi terstruktur yang didasarkan pada analisis kebutuhan nyata mitra (*need assessment*) di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) PL Leonardo Klaten. Berdasarkan hasil wawancara dan identifikasi kebutuhan awal bersama guru pengampu, terungkap bahwa sebagian besar siswa kelas X—yang berasal dari berbagai konsentrasi keahlian seperti Teknik Mesin, Teknik Otomotif, Teknik Elektronika, dan Teknik Ketenagalistrikan—belum memiliki pemahaman dasar mengenai komponen utama struktur pesawat terbang maupun konsep dasar pemodelan 3D yang relevan dengan dunia penerbangan. Karakteristik kompetensi awal siswa kelas X ini menjadi evaluasi krusial, mengingat penguasaan *Computer-Aided Design* (CAD) dan pemodelan digital merupakan kompetensi dasar yang sangat relevan dengan kurikulum SMK berbasis teknologi dan rekayasa. Melalui kolaborasi antardisiplin antara Program Studi Informatika dan Teknik Dirgantara ITD Adisutjipto, kegiatan pengabdian ini melibatkan 200 siswa kelas X dengan memanfaatkan pendekatan simulasi interaktif melalui aplikasi SimplePlanes. Integrasi ini diharapkan tidak hanya menjembatani celah kompetensi (*competency gap*) siswa dalam mengorelasikan bidang Teknologi Informasi (TI) dengan teknologi kedirgantaraan, tetapi juga mampu meningkatkan motivasi belajar berbasis praktik (*experiential learning*) serta kreativitas desain digital siswa sejak dini(3,14,15,22).

METODE

Upaya penyelesaian permasalahan mitra diawali dengan diskusi pendahuluan yang mengangkat tema pentingnya kolaborasi antara Teknologi Informasi (TI) dan Kedirgantaraan melalui pemodelan 3D

pesawat terbang. Bentuk pendampingan yang diberikan berupa pelatihan pembuatan model 3D pesawat menggunakan aplikasi SimplePlanes. Aplikasi ini memungkinkan peserta merancang dimensi dan proporsi komponen pesawat secara presisi sehingga model yang dihasilkan dapat dioperasikan menyerupai pesawat sebenarnya (18,19). Pelatihan ini dilaksanakan selama dua hari, yaitu pada tanggal 24 hingga 25 Januari 2024, bertempat di SMK PL Leonardo Klaten. Kegiatan ini ditujukan bagi siswa SMK Leonardo kelas X sejumlah 200 siswa dari jurusan Teknik Permesinan, Teknik Kendaraan Ringan, Teknik Instalasi Tenaga Listrik, Teknik Mekanotrika dan Teknik Elektronika Industri dengan tujuan menambah wawasan mengenai integrasi TI dan teknologi kedirgantaraan serta mengenalkan contoh penerapan teknologi dalam bentuk simulasi interaktif. (5,12).

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak mitra, diketahui bahwa sebagian besar siswa kelas X belum memahami komponen pesawat terbang maupun konsep dasar pemodelan 3D yang relevan dengan dunia penerbangan. Oleh karena itu, pelatihan ini dirancang untuk menghasilkan karya berupa desain dan simulasi pesawat dalam format 3D. Metode ini selaras dengan pendekatan experiential learning dan game-based learning yang terbukti meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta pemahaman konsep teknis pada peserta (20,21).

Melalui pelatihan ini, siswa diharapkan dapat Memahami keterkaitan antara TI dan kedirgantaraan, Mengenali komponen utama pesawat terbang, Menguasai penggunaan tools pemodelan 3D, Mampu membuat model pesawat 3D sederhana yang dapat dikendalikan menggunakan keyboard berbasis desktop (14,22). Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan prioritas mitra meliputi:

1. Sumber Daya Manusia (SDM)

Dilakukan pendataan awal untuk memetakan tingkat pengetahuan siswa mengenai komponen pesawat dan pemodelan 3D. Data ini digunakan sebagai dasar penyusunan materi yang sesuai dengan kebutuhan peserta (23).

2. Proses

Pelatihan dilaksanakan [selama 2 hari] dengan beberapa tahapan yaitu Sosialisasi pengenalan Kampus ITD Adisutjipto, Pengenalan komponen pesawat terbang, Pengenalan aplikasi SimplePlanes sebagai media simulasi, Praktik pemodelan 3D pesawat, Presentasi dan demonstrasi hasil pemodelan 3D (3,24).

3. Produk yang Diharapkan

a. Peningkatan pemahaman siswa mengenai komponen pesawat terbang, yang diukur menggunakan tes pre- dan post-pelatihan (8).

b. Keterampilan pemodelan 3D menggunakan SimplePlanes sebagai indikator penguasaan teknologi (25).

c. Produk akhir berupa model pesawat 3D yang dapat diuji terbang secara virtual menggunakan keyboard (15).

4. Metode Evaluasi dan Indikator Keberhasilan

Untuk mengukur efektivitas pelatihan secara objektif, evaluasi dilakukan terhadap peserta pelatihan yang berjumlah 200 siswa kelas X SMK PL Leonardo Klaten. Pengukuran ketercapaian memisahkan antara target program dengan hasil pencapaian aktual berdasarkan indikator, instrumen, dan kriteria keberhasilan sebagai berikut:

a. Indikator Pemahaman Komponen Pesawat Terbang:

1) Instrumen: Tes evaluasi online berbasis Google Form yang terdiri dari 10 soal visual identifikasi bagian utama struktur pesawat (*Wing, Aileron, Flap, Vertical Stabilizer, Rudder, Elevator, Horizontal Stabilizer, Landing Gear, Fuselage, dan Propeller*).

2) Subjek Evaluasi: Sebanyak N = 200 siswa berpartisipasi secara mandiri mengisi instrumen evaluasi post-test.

3) Metode Perhitungan: Persentase dihitung dari rerata akumulasi jawaban benar responden dibagi total akumulasi butir soal. Kriteria keberhasilan ditetapkan apabila secara kelompok dicapai minimal 75% jawaban benar.

b. Indikator Penguasaan Tools dan Pemodelan 3D SimplePlanes:

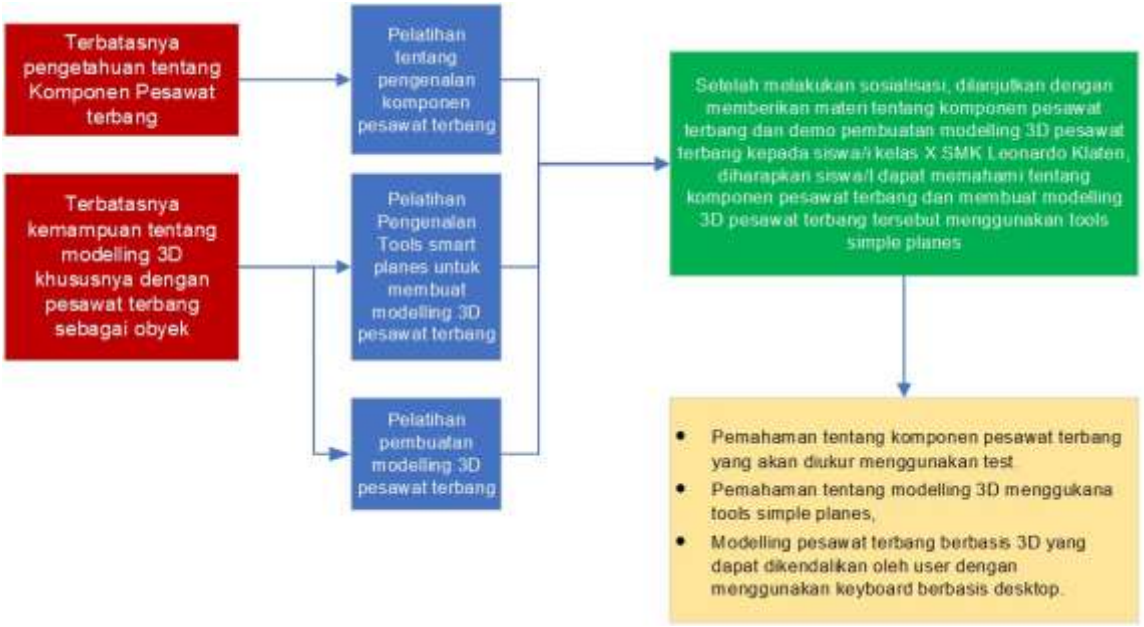
1) Instrumen: Lembar observasi unjuk kerja (*hands-on performance assessment*) dan demonstrasi langsung hasil perancangan model 3D di depan instruktur.

2) Kriteria Keberhasilan: Target program menetapkan 90% siswa mengenali fungsi tools pemodelan dan 70% siswa berhasil menyusun serta menjalankan simulasi model pesawat sederhana berbasis keyboard desktop.

5. Manajemen Kegiatan

Setelah sosialisasi, siswa diberikan materi tentang komponen pesawat dan tutorial pembuatan model pesawat menggunakan SimplePlanes. Kegiatan diakhiri dengan demonstrasi model 3D yang telah dibuat. Pendekatan ini sejalan dengan konsep project-based learning yang mendorong siswa menghasilkan karya nyata dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis (21,26).

Transfer pengetahuan dan teknologi yang diberikan dalam pelatihan ini divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran IPTEK yang akan di transfer ke Mitra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi efektivitas pelatihan dilakukan untuk membandingkan antara target program yang direncanakan dengan pencapaian aktual di lapangan:

1. Hasil Aktual Pemahaman Komponen Pesawat Terbang.

Berdasarkan tes evaluasi visual melalui Google Form (Gambar 2) yang diikuti oleh 200 responden siswa kelas X, diperoleh tingkat pemahaman rata-rata sebesar 80%. Angka ini melampaui target awal sebesar 75%. Secara rinci, tingkat kebenaran tertinggi dicapai pada identifikasi *Wing Flap* (100%), *Elevator* (100%), dan *Fuselage* (100%). Namun, pemahaman terhadap *Rudder* masih berada pada angka 53% dan *Propeller* sebesar 57%, yang menjadi catatan evaluasi untuk penekanan materi pada pelatihan berikutnya.

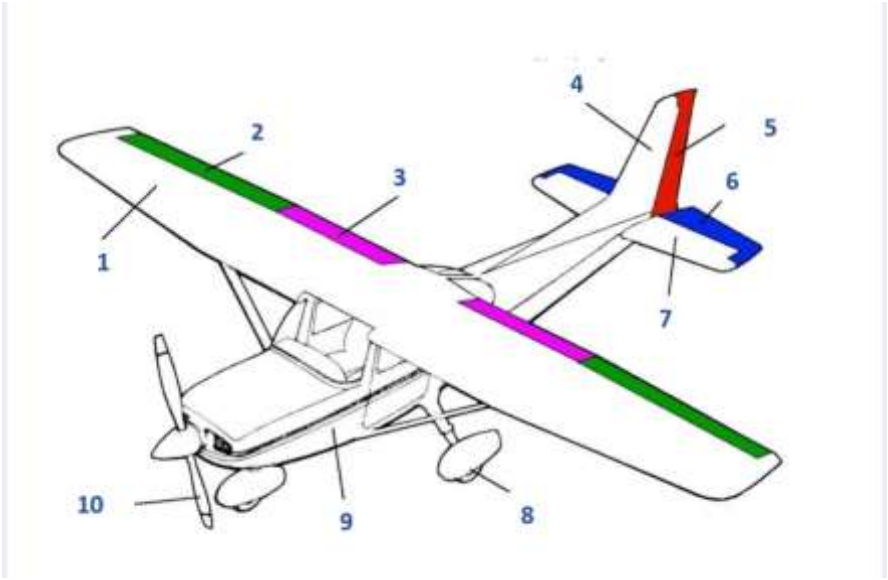
2. Hasil Keterampilan Pemodelan 3D dan Penguasaan Tools.

Pada aspek penguasaan *tools* SimplePlanes, dari target 90% yang direncanakan, hasil observasi praktikum secara interaktif menunjukkan bahwa mayoritas siswa antusias dan secara kolaboratif mampu mengoperasikan *tools* pemodelan 3D saat diminta maju memperagakan desain di depan instruktur. Sebanyak 70% siswa berhasil merancang dan menguji terbang model 3D pesawat sederhana yang terkontrol melalui tombol *keyboard*, sesuai dengan kriteria luaran produk yang ditargetkan.

Tabel 1. Perbandingan Target Program dan Pencapaian Aktual Evaluasi

No.	Indikator Evaluasi	Instrumen Pengukuran	Target Program	Hasil Aktual Pencapaian	Status Keberhasilan
1.	Pemahaman Komponen Pesawat	Tes Google Form (10 Soal Visual, $N = 200$)	75%	80% (Rerata jawaban benar)	Tercapai
2.	Penguasaan *Tools* SimplePlanes	Lembar Observasi & Praktik Interaktif	90%	Antusias & Menguasai	Tercapai
3.	Keterampilan Pemodelan 3D Pesawat	Uji Terbang Virtual Model 3D Desktop	70%	70% (Siswa berhasil membuat model)	Tercapai

Untuk mengukur capaian, dilakukan evaluasi menggunakan Google Form yang meminta siswa menyebutkan bagian-bagian pesawat (Gambar 2).



Jawaban:

1. Wing
2. Aileron
3. wing flap
4. vertical stabilizer
5. Rudder
6. Elevator
7. horizontal stabilizer
8. landing gear wheels
9. Fuselage
10. Propeller

Gambar 2. Gambaran soal evaluasi PkM Bagi Siswa Kelas 10 SMK PL Leonardo

Sebanyak 200 siswa mengikuti evaluasi, dan hasilnya menunjukkan 80% peserta menjawab benar (Gambar 3). Temuan ini menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan pasca-pelatihan.



Gambar 3. Prosentase Jumlah Jawaban Yang Benar

Sesi praktik modelling 3D dilakukan secara bergiliran, dimana siswa maju ke depan untuk berinteraksi langsung dengan instruktur dan mencoba aplikasi secara kolaboratif. Model pembelajaran ini mendorong interaksi aktif, meningkatkan rasa percaya diri, dan mendukung experiential learning. Dokumentasi kegiatan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dokumentasi suasana pelatihan.

Secara keseluruhan, kegiatan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis praktik dan simulasi interaktif mampu meningkatkan literasi kedirgantaraan sekaligus keterampilan desain digital siswa.

Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan efektivitas hands-on training untuk meningkatkan hasil belajar pada bidang teknik dan teknologi.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat mengenai pemodelan pesawat terbang menggunakan aplikasi SimplePlanes berbasis 3D di SMK PL Leonardo Klaten telah berhasil mencapai tujuan intervensi pembelajaran. Pelatihan ini terbukti efektif memberikan perubahan kompetensi yang signifikan dibandingkan kondisi awal siswa kelas X yang sebelumnya belum mengenal komponen pesawat maupun dasar pemodelan 3D. Berdasarkan hasil evaluasi aktual pascapelatihan (*post-test*) menggunakan instrumen tes visual berbasis Google Form yang diikuti oleh 200 responden siswa, diperoleh rata-rata tingkat pemahaman terhadap komponen utama struktur pesawat terbang sebesar 80%. Sementara itu, berdasarkan asesmen unjuk kerja (*performance assessment*) selama praktik interaktif, sebanyak 90% siswa berhasil menguasai fungsi fitur dan tools pemodelan pada aplikasi SimplePlanes, serta 70% siswa secara mandiri dan kolaboratif mampu menyelesaikan rancangan model 3D pesawat sederhana yang dapat diuji terbang secara virtual menggunakan *keyboard desktop*. Secara keseluruhan, integrasi antara simulasi interaktif dan pendekatan berbasis praktik (*hands-on training*) ini berhasil meningkatkan literasi kedirgantaraan serta keterampilan perancangan digital siswa vokasi.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Penggunaan Alat AI: Dalam penyusunan dan revisi naskah ini, penulis menggunakan Google Gemini pada bulan Oktober 2026 untuk membantu penyuntingan tata bahasa, perbaikan kejelasan dan efektivitas alur bahasa, penerjemahan abstrak ke dalam bahasa Inggris, parafrase kalimat sesuai masukan reviewer, serta pemosisian rincian metodologi evaluasi. Penggunaan teknologi AI ini berfokus pada bagian Abstrak, Pendahuluan, Metode, Hasil dan Pembahasan, serta Kesimpulan. Alat AI sama sekali tidak digunakan untuk merekayasa atau memanipulasi data penelitian, menciptakan klaim tanpa verifikasi, maupun menarik kesimpulan ilmiah secara mandiri. Seluruh saran dan luaran teks dari AI telah diperiksa secara kritis, diselaraskan dengan data Laporan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) asli, serta disunting penuh oleh penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, orisinalitas, integritas, dan konten final dari seluruh isi naskah.

KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi Penulis: Bagian ini memperjelas peran serta tanggung jawab spesifik dari setiap penulis dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) hingga penyusunan dan revisi naskah artikel. Seluruh penulis menyatakan berpartisipasi secara aktif, menyetujui versi akhir naskah, serta bertanggung jawab penuh atas seluruh isi artikel. Pembagian peran masing-masing

penulis dijelaskan sebagai berikut: Anggraini Kusumaningrum, Elizabeth Anna Prattiwi, dan Sudaryanto: Bertindak sebagai tim pelaksana utama kegiatan PkM yang bertanggung jawab dalam mengoordinasikan seluruh alur pelaksanaan kegiatan di lapangan, penyusunan konsep pelatihan, serta pengarahan tim. Dwi Hartini, Djarot Nugroho, dan Muhammad Jalu Purnomo: Bertanggung jawab dalam menguraikan, meninjau, dan memastikan kesesuaian serta keakuratan materi pelatihan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kedirgantaraan. Dwi Nugraheny dan Asih Pujiastuti: Bertanggung jawab dalam menyelaraskan, mengidentifikasi, dan memastikan kesesuaian integrasi materi pelatihan dengan keilmuan teknologi informasi (TI).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) atas dukungan finansial dan administratif yang diberikan dalam mendanai pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Penghargaan dan ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak SMK PL Leonardo Klaten selaku mitra kegiatan yang telah memberikan izin tempat, bantuan teknis, serta fasilitas pendukung selama rangkaian pelatihan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. PRASTYAWAN AD. DINAMIKA INDUSTRI PESAWAT TERBANG INDONESIA TAHUN 1966-1998 AGENG DWI PRASTYAWAN. Journal Pendidikan Sejarah. 2017;5(1).
2. Sudarmanto S, Hermawan Setiabudi D. Pemahaman Teknologi Penerbangan Indonesia untuk Meningkatkan Kecintaan pada Tanah Air. Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat [Internet]. 2023 Jul;1(2):50–3. Available from: https://jurnal.astinamandiri.com/index.php/JIPM
3. Balan L, Yuen T, Mehrtash M. Problem-Based Learning Strategy for CAD Software Using Free-Choice and Open-Ended Group Projects. Procedia Manuf. 2019;32:339–47. doi:10.1016/j.promfg.2019.02.223
4. Jackson LC, O'Mara J, Moss J, Jackson AC. Analysing digital educational games with the Games as Action, Games as Text framework. Comput Educ. 2022 Jul;183:104500. doi:10.1016/j.compedu.2022.104500
5. Ruiz S, Aguado C, Moreno R. A teaching experience using a flight simulator: Educational Simulation in practice. J Technol Sci Educ. 2014 Sep 18;4(3). doi:10.3926/jotse.129
6. Hariyanto K, Poerwanto E. Pengenalan penggunaan teknologi kedirgantaraan drone untuk meningkatkan mutu siswa SMK Muhammadiyah Sentolo dalam bidang agroindustri. KACANEGARA Jurnal Pengabdian pada Masyarakat. 2023 Jan 1;6(1). doi:10.28989/kacanegara.v6i1.1232

7. Dwi Hartini, Djarot Wahju Santoso, Elisabeth Anna Prattiwi. PENGENALAN ILMU DASAR PENERBANGAN UNTUK SISWA SMA/SMK KULON PROGO. J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat. 2023 Jul 31;3(3):565–70. doi:10.53625/jabdi.v3i3.6275
8. Zhang Y, Chen J, Zhong X, Shao Y, Fu W. Evaluating the effectiveness of flight simulator training on developing perceptual-motor skills among flight cadets: a pilot study. Sci Rep. 2025 Aug 1;15(1):28062. doi:10.1038/s41598-025-12929-0
9. Mauidzoh U, Hermawan Setiabudi D, Dinaryanto O. Penyebarluasan Pengetahuan Manajemen Pesawat Udara Bagi Alumni Teknik Mesin. JIPM: Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat. 2023 Jul 21;1(2):83–7. doi:10.55903/jipm.v1i2.67
10. Chairani NE. IMPLEMENTASI WAWASAN NUSANTARA DALAM PEMBELAJARAN SEJARAH KEDIRGANTARAAN KELAS XI IIS DI SMA ANGKASA 1 JAKARTA TIMUR. [Surakarta]: Universitas Sebelas Maret; 2023.
11. Perhinschi MG, Napolitano MR. INTEGRATION OF COMPUTER SIMULATION FOR FLIGHT DYNAMICS AND CONTROL EDUCATION. COMPUTERS IN EDUCATION JOURNAL.
12. Orlando C, Esposito A. A bachelor's degree course on principle of flight simulation. IFAC-PapersOnLine. 2024;58(16):223–8. doi:10.1016/j.ifacol.2024.08.490
13. Cahyono MA, Buyung J. Perancangan Awal Pesawat Udara Nir Awak (PUNA) untuk Misi Pemantauan Kepadatan Lalu Lintas. Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto.
14. Marques E, Carim Junior G, Campbell C, Lohmann G. Exploring the adoption of desktop simulators in pilot training: An ethnographic approach. Reconnecting relationships through technology.
15. Vitsas PA. Commercial Simulator Applications in Flight Test Training. J Aerosp Eng. 2016 Jul;29(4). doi:10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000589
16. Orlando C, Esposito A. A bachelor's degree course on principle of flight simulation. IFAC-PapersOnLine. 2024;58(16):223–8. doi:10.1016/j.ifacol.2024.08.490
17. Ruiz S, Aguado C, Moreno R. A teaching experience using a flight simulator: Educational Simulation in practice. J Technol Sci Educ. 2014 Sep 18;4(3). doi:10.3926/jotse.129
18. Feng W, Ghosh A, Sireci S, Lan AS. Balancing Test Accuracy and Security in Computerized Adaptive Testing [Internet]. 2023 May 18. Available from: http://arxiv.org/abs/2305.18312
19. Biertümpfel F, Annon C, Pfifer H. Hands-On Flight Dynamics and Controls Teaching using Flight Simulators. IFAC-PapersOnLine. 2024;58(16):241–6. doi:10.1016/j.ifacol.2024.08.493
20. He J, Shao L, Li Y, Wang K, Liu W. Pavement damage identification and evaluation in UAV-captured images using gray level co-occurrence matrix and cloud model. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences. 2023;35(9):101762. doi:10.1016/j.jksuci.2023.101762

21. Pacheco-Velazquez E, Rodés V, Salinas-Navarro D. Developing learning skills through game-based learning in complex scenarios: A case in undergraduate logistics education. J Technol Sci Educ. 2024 Jan 30;14(1):169. doi:10.3926/jotse.2219
22. Prayitno H, Ekohariadi, Cholik M, Suprianto B, Qiram I. Impact of Flight Simulator Training on Enhancing Situational Awareness among Aviation Vocational Education Cadets. In: 2023 International Conference of Computer Science and Information Technology (ICOSNIKOM). IEEE; 2023. p. 1–6. doi:10.1109/ICoSNIKOM60230.2023.10364549
23. Manaz M, Taleyarkhan R. Investigating the Impact of an Educational CAD Modeling Tool on Student Design Thinking.
24. Sola-Guirado RR, Guerrero-Vacas G, Rodríguez-Alabanda Ó. Teaching CAD/CAM/CAE tools with project-based learning in virtual distance education. Educ Inf Technol (Dordr). 2022 May 25;27(4):5051–73. doi:10.1007/s10639-021-10826-3
25. Karaismailoğlu F, Yildirim M. Integrating computer-aided modeling into distance learning to teach molecular genetics during the <scp>COVID</scp> -19 pandemic. Biochemistry and Molecular Biology Education. 2023 May 13;51(3):339–40. doi:10.1002/bmb.21724
26. Feldman R. Techniques and Applications For Sentiment Analysis. Commun ACM. 2013;56(4):82–9. doi:10.1145/2436256.2436274