

## **JURNAL MERAH PUTIH SEKOLAH DASAR**

Volume 03 No. 01 Bulan Januari Tahun 2026

*Jurnal Merah Putih Sekolah Dasar (JMPSD) memuat artikel yang berkaitan tentang hasil penelitian, pendidikan, pembelajaran dan pengabdian kepada masyarakat di sekolah dasar.*

<https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jmpsd>

### **PEMANFAATAN VIRTUAL REALITY DALAM PENDIDIKAN PENERBANGAN: EVALUASI EFEKTIVITAS, TANTANGAN, DAN TRANSFER KETERAMPILAN MELALUI SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW**

**Rahmat<sup>1</sup>, Hasan Maksum<sup>2</sup>, Dony Novaliendry<sup>3</sup>**

**<sup>1-3</sup>Program Magister Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan  
Fakultas Teknik**

**Universitas Negeri Padang**

Surel: [rahmatace@gmail.com](mailto:rahmatace@gmail.com), [hasan@ft.unp.ac.id](mailto:hasan@ft.unp.ac.id), [dony.novaliendry@ft.unp.ac.id](mailto:dony.novaliendry@ft.unp.ac.id)

---

#### **ABSTRACT**

*This research aims to evaluate the use of Virtual Reality (VR) technology in aviation education, with a focus on improving technical and non-technical skills, implementation challenges, and transferring skills to the real world. The method used is the Systematic Literature Review (SLR), which collects and analyzes scientific articles related to the use of VR in flight training. The results show that VR is effective in improving technical skills, such as aircraft navigation and aircraft control, as well as non-technical skills, such as decision-making and team communication in emergency situations. However, the main challenges facing aviation education institutions are cost and infrastructure, although VR provides significant benefits in terms of training flexibility and reduced reliance on physical simulators. Additionally, while VR improves skills in simulation, the transfer of those skills to the real world still requires further evaluation. In conclusion, VR has great potential to optimize flight training, but it requires integration with hands-on training in the field to ensure effective skill transfer. The study also suggests further research to develop more adaptive and effective VR training models in the context of aviation education.*

**Keywords:** *Virtual Reality, Aviation Education, Technical Skills, Non-Technical Skills, Systematic Literature Review, Skills Transfer.*

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan teknologi Virtual Reality (VR) dalam pendidikan penerbangan, dengan fokus pada peningkatan keterampilan teknis dan non-teknis, tantangan implementasi, serta transfer keterampilan ke dunia nyata. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR), yang mengumpulkan dan menganalisis artikel-artikel ilmiah terkait penggunaan VR dalam pelatihan penerbangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VR efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis, seperti navigasi pesawat dan pengendalian pesawat, serta keterampilan non-teknis, seperti pengambilan keputusan dan komunikasi tim dalam situasi darurat. Namun, tantangan utama yang dihadapi institusi pendidikan penerbangan adalah biaya dan infrastruktur, meskipun VR memberikan manfaat signifikan dalam hal fleksibilitas pelatihan dan pengurangan ketergantungan pada simulator fisik. Selain itu, meskipun VR meningkatkan keterampilan dalam simulasi, transfer keterampilan tersebut ke dunia nyata masih memerlukan evaluasi lebih lanjut. Kesimpulannya, VR memiliki potensi besar untuk mengoptimalkan pelatihan penerbangan, namun membutuhkan integrasi dengan pelatihan langsung di lapangan untuk memastikan

Rahmat, Hasan Maksum, dan Dony Novaliendry. “PEMANFAATAN VIRTUAL REALITY DALAM PENDIDIKAN PENERBANGAN: EVALUASI EFEKTIVITAS, TANTANGAN, DAN TRANSFER KETERAMPILAN MELALUI SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW”.

transfer keterampilan yang efektif. Penelitian ini juga menyarankan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan model pelatihan VR yang lebih adaptif dan efektif dalam konteks pendidikan penerbangan.

**Kata Kunci:** *Virtual Reality, Pendidikan Penerbangan, Keterampilan Teknis, Keterampilan Non-Teknis, Systematic Literature Review, Transfer Keterampilan.*

Copyright (c) 2026 Rahmat<sup>1</sup>, Hasan Maksum<sup>2</sup>, Dony Novaliendry<sup>3</sup>

---

✉ Corresponding author :

Email : [rahmatace@gmail.com](mailto:rahmatace@gmail.com)

HP : 0811306830

Received 25 November 2025, Accepted 19 Desember 2025, Published 19 Desember 2025

## PENDAHULUAN

Pendidikan penerbangan merupakan bidang yang menuntut penguasaan keterampilan teknis dan non-teknis yang tinggi untuk memastikan keselamatan penerbangan yang optimal. Dalam upaya meningkatkan kualitas pelatihan, teknologi Virtual Reality (VR) telah diperkenalkan sebagai alat bantu simulasi yang memberikan pengalaman belajar yang imersif dan aman. VR memungkinkan peserta didik untuk berlatih dalam skenario ekstrem yang sulit dilakukan di dunia nyata, seperti penerbangan dalam cuaca buruk atau menghadapi kegagalan mesin, tanpa harus menghadapi risiko nyata. Meskipun teknologi ini telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk medis dan industri nuklir, pemanfaatan VR dalam pendidikan penerbangan masih relatif baru dan terus berkembang. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk mengeksplorasi efektivitas, tantangan, dan potensi transfer keterampilan yang dipelajari melalui simulasi VR dalam konteks pendidikan penerbangan.

Alasan utama penelitian ini dilakukan adalah untuk mengisi kekosongan dalam literatur yang ada mengenai pengaruh VR dalam meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis di pendidikan penerbangan. Meskipun banyak penelitian sebelumnya telah membahas penggunaan VR dalam pelatihan medis dan sektor lainnya, belum banyak yang mengkaji secara mendalam bagaimana teknologi ini dapat mengintegrasikan aspek teknis (seperti prosedur navigasi dan pengendalian pesawat) dengan keterampilan non-teknis (seperti komunikasi tim, pengambilan keputusan, dan situational awareness) dalam pendidikan penerbangan. Selain itu, tantangan dalam mengimplementasikan VR, seperti biaya dan

infrastruktur yang diperlukan, juga perlu dipahami agar dapat memaksimalkan pemanfaatan teknologi ini dalam kurikulum pendidikan penerbangan. Penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi VR sebagai alat pelatihan yang lebih efektif dan efisien, serta untuk menganalisis sejauh mana keterampilan yang dipelajari melalui VR dapat diterapkan dalam situasi dunia nyata.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan VR dalam meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis dalam pendidikan penerbangan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan dan manfaat yang dihadapi oleh institusi pendidikan penerbangan dalam mengintegrasikan teknologi VR ke dalam kurikulum mereka, serta mengukur sejauh mana keterampilan yang dipelajari melalui VR dapat ditransfer ke situasi nyata dalam pelatihan penerbangan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan kurikulum pendidikan penerbangan, dengan menekankan pada integrasi teknologi mutakhir yang tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis tetapi juga kesiapan mental dan non-teknis peserta didik.

Hubungan penelitian ini dengan literatur yang ada sangat erat, karena banyak studi sebelumnya yang telah menilai penggunaan VR dalam pelatihan berbasis simulasi di bidang medis, teknik, dan industri lainnya. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa VR efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis, mempercepat pembelajaran, dan menciptakan pengalaman belajar yang lebih aman dan terkontrol (Somerville et al., 2024); (Masiello et al., 2022). Namun, masih ada celah yang signifikan dalam literatur terkait integrasi VR

dalam pendidikan penerbangan, terutama dalam menggabungkan dimensi teknis dan non-teknis serta mengukur transfer keterampilan ke dalam dunia nyata. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi gap tersebut dan menawarkan pendekatan yang lebih holistik dalam desain kurikulum pendidikan penerbangan berbasis VR.

Penelitian ini akan menjawab tiga rumusan masalah utama:

1. Efektivitas Penggunaan Virtual Reality dalam Meningkatkan Keterampilan Teknis dan Non-Teknis dalam Pendidikan Penerbangan – Sejauh mana VR dapat meningkatkan keterampilan teknis seperti prosedur navigasi dan pengendalian pesawat, serta keterampilan non-teknis seperti komunikasi tim dan pengambilan keputusan dalam situasi darurat?
2. Tantangan dan Manfaat yang Dihadapi oleh Institusi Pendidikan Penerbangan dalam Mengintegrasikan Teknologi Virtual Reality ke dalam Kurikulum Pelatihan Pilot – Apa saja kendala yang dihadapi institusi pendidikan penerbangan dalam mengimplementasikan teknologi VR, dan apa saja manfaat yang dapat diperoleh dari penerapannya?
3. Sejauh Mana Simulasi Berbasis Virtual Reality Dapat Mentransfer Keterampilan yang Dipelajari ke dalam Situasi Dunia Nyata dalam Pelatihan Penerbangan – Bagaimana transfer keterampilan yang dipelajari melalui VR ke dalam kondisi nyata di dunia penerbangan, dan sejauh mana simulasi berbasis VR dapat mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi tantangan dunia nyata?

Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan wawasan baru mengenai integrasi VR dalam pendidikan penerbangan

serta dampaknya terhadap pengembangan keterampilan pilot, baik secara teknis maupun non-teknis, yang sangat penting dalam menjaga keselamatan dan efisiensi operasional penerbangan.

## **METODE PENELITIAN**

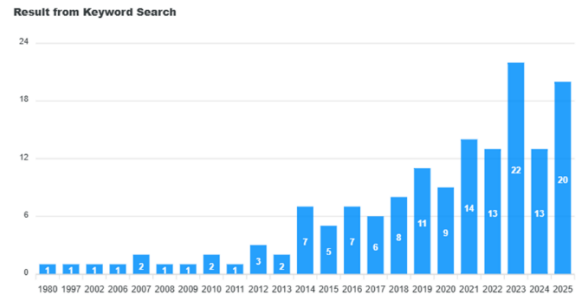
Penelitian ini menggunakan desain penelitian Systematic Literature Review (SLR) dengan PRISMA, yang bertujuan untuk menelaah dan menganalisis berbagai studi terkait pemanfaatan teknologi Virtual Reality (VR) dalam pendidikan penerbangan. Desain ini digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti-bukti yang ada dari penelitian yang relevan dan memberikan kesimpulan yang jelas mengenai efektivitas dan tantangan penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan. SLR merupakan pendekatan yang sangat terstruktur dan dapat diulang, yang memungkinkan peneliti untuk menyaring literatur berdasarkan kriteria yang ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, fokusnya adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi studi-studi yang menggunakan VR dalam simulasi pelatihan penerbangan, khususnya dalam konteks meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis seperti pengambilan keputusan, komunikasi tim, dan situational awareness.

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 151 artikel yang diambil dari database Scopus dengan menggunakan kata kunci yang relevan, seperti "Aviation Education Technology," "Flight Simulation Learning," "Pilot Training Simulation," "Aviation Virtual Environment," dan "Aviation Training Simulation." Proses seleksi artikel dilakukan secara sistematis, mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Artikel yang memiliki abstrak lengkap,

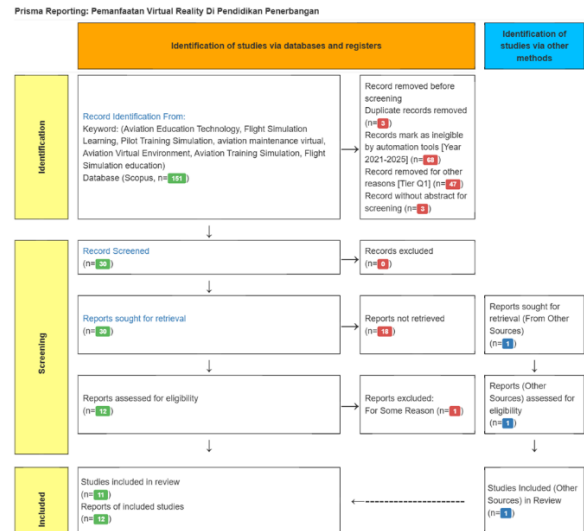
relevansi dengan topik, serta kualitas yang tinggi diutamakan. Setelah dilakukan identifikasi dan penghilangan duplikasi, sebanyak 30 artikel diperiksa lebih lanjut, namun setelah proses skrining, hanya 12 laporan yang memenuhi syarat untuk evaluasi kelayakan dan dimasukkan dalam analisis akhir.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengkodean dan kriteria evaluasi kualitas untuk setiap studi yang dipilih. Evaluasi kualitas dilakukan berdasarkan aspek-aspek penting, seperti desain penelitian, jumlah peserta, metodologi yang digunakan, serta hasil yang dicapai. Data yang dikumpulkan dari setiap studi dianalisis dengan menggunakan pendekatan naratif yang memungkinkan perbandingan temuan dari berbagai penelitian untuk mengidentifikasi pola, kesenjangan, dan kontribusi utama VR dalam pendidikan penerbangan.

Prosedur pengumpulan data melibatkan beberapa tahapan, yang dimulai dengan pencarian artikel dari database Scopus menggunakan kata kunci yang telah disebutkan. Artikel yang ditemukan kemudian disaring berdasarkan tahun publikasi (2021-2025) dan hanya Scopus Q1, relevansi topik, dan ketersediaan informasi yang memadai. Selanjutnya, artikel yang memenuhi kriteria inklusi diperiksa untuk memastikan bahwa mereka memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Setelah artikel yang relevan dipilih, data yang relevan mengenai metodologi penelitian, sampel yang digunakan, dan hasil yang dicapai diekstraksi dan dikodekan untuk analisis lebih lanjut.



**Gambar. 1 Hasil dari pencarian kata kunci**



**Gambar. 2 Hasil dari pelaporan PRISMA**

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis tematik dan kualitatif. Analisis tematik dilakukan dengan mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari setiap studi yang disertakan dalam review, yang kemudian dikelompokkan berdasarkan dimensi-dimensi penting dalam penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan, seperti keterampilan teknis, keterampilan non-teknis, dan tantangan implementasi. Hasil analisis tematik ini memberikan wawasan mengenai bagaimana VR dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan dalam pelatihan penerbangan serta tantangan yang dihadapi institusi pendidikan dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam kurikulum mereka.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dari sintesis hasil penelitian ada tiga yaitu: Efektivitas Penggunaan Virtual Reality (VR), Tantangan dan Manfaat Integrasi VR dalam Pendidikan Penerbangan, Transfer Keterampilan dari Simulasi VR ke Dunia Nyata.

### **1. Efektivitas Penggunaan Virtual Reality (VR)**

Dari berbagai penelitian yang diulas, sebagian besar studi menunjukkan bahwa penggunaan VR dapat meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis pada peserta pelatihan penerbangan. Penelitian oleh (Somerville et al., 2024) et al. menunjukkan bahwa VR mampu meningkatkan keterampilan pengoperasian drone dengan penurunan displacement sebesar 32%, yang mengindikasikan peningkatan dalam akurasi dan efisiensi pengendalian. Dalam konteks penerbangan, ini berarti VR dapat digunakan untuk mensimulasikan prosedur penerbangan yang rumit seperti pengendalian pesawat atau komunikasi radio tanpa risiko fisik, yang memungkinkan pelatihan dilakukan dalam lingkungan yang aman dan terkendali.

Selain keterampilan teknis, VR juga efektif dalam mengembangkan keterampilan non-teknis yang diperlukan oleh pilot, seperti pengambilan keputusan dalam kondisi darurat, komunikasi tim, dan situational awareness. Misalnya, penelitian oleh (Bornheimer et al., 2024) di bidang pendidikan klinis menunjukkan bahwa VR memungkinkan peserta untuk berlatih dalam situasi stres tinggi, meningkatkan kesiapan mereka untuk menghadapi tantangan nyata. Keterampilan non-teknis ini sangat penting dalam dunia penerbangan, di mana pilot harus mampu bekerja dalam tim, mengambil

keputusan dengan cepat, dan beradaptasi dengan kondisi yang berubah-ubah.

### **2. Tantangan dan Manfaat Integrasi VR dalam Pendidikan Penerbangan**

Penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan menghadapi sejumlah tantangan, terutama terkait dengan biaya dan infrastruktur. Banyak institusi pendidikan penerbangan, terutama di negara berkembang, menghadapi kendala dalam menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk pelatihan berbasis VR. Sebuah penelitian oleh (Bernard et al., 2022) menunjukkan bahwa meskipun VR dapat mengurangi ketergantungan pada simulator fisik yang mahal, banyak institusi menghadapi kesulitan dalam memperoleh dan memelihara peralatan VR yang sesuai. Oleh karena itu, adopsi VR memerlukan investasi awal yang signifikan.

Namun, manfaat penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan sangat besar. Penelitian oleh (Masiello et al., 2022) menunjukkan bahwa VR dapat mengurangi biaya pelatihan dengan menyediakan simulasi penerbangan yang realistis tanpa perlu menggunakan pesawat fisik, yang biasanya memerlukan biaya operasional yang tinggi. Selain itu, VR juga memungkinkan pelatihan dalam kondisi ekstrem yang sulit atau tidak mungkin dipraktikkan di dunia nyata, seperti simulasi penerbangan dalam cuaca buruk atau kegagalan mesin.

### **3. Transfer Keterampilan dari Simulasi VR ke Dunia Nyata**

Salah satu aspek yang menjadi perhatian utama dalam penelitian ini adalah sejauh mana keterampilan yang dipelajari melalui simulasi VR dapat ditransfer ke dunia nyata. Penelitian oleh (Somerville et al., 2024) menunjukkan bahwa meskipun VR efektif dalam meningkatkan keterampilan

teknis dalam simulasi drone, tantangan terbesar adalah bagaimana keterampilan tersebut diterapkan dalam situasi penerbangan nyata. Ini mengindikasikan bahwa meskipun VR dapat mensimulasikan skenario darurat yang rumit, kemampuan peserta untuk mengatasi situasi tersebut dalam dunia nyata masih memerlukan evaluasi lebih lanjut.

Dalam konteks pelatihan penerbangan, VR dapat memberikan manfaat besar dengan memungkinkan peserta berlatih dalam situasi darurat yang sulit dicapai dengan metode konvensional, seperti cuaca ekstrem atau kerusakan mesin. Namun, tantangannya adalah seberapa baik keterampilan yang dipelajari dalam simulasi dapat diterjemahkan ke dalam tindakan nyata. Penelitian oleh (Philip et al., 2023) menunjukkan bahwa teknologi haptic feedback dalam VR dapat meningkatkan keterampilan psikomotorik, tetapi banyak peserta yang merasa VR tidak dapat sepenuhnya menggantikan pelatihan langsung.

Dari ketiga hal tersebut dilanjutkan dengan pembahasan, dimana temuan dalam penelitian ini mengenai pemanfaatan Virtual Reality (VR) dalam pendidikan penerbangan memberikan kontribusi yang signifikan dalam memahami bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis, tantangan yang dihadapi dalam integrasi VR ke dalam kurikulum pelatihan, serta sejauh mana keterampilan yang dipelajari melalui VR dapat ditransfer ke dunia nyata. Hasil penelitian ini berfokus pada analisis berbagai studi terdahulu yang relevan dan menghubungkannya dengan temuan yang ada dalam penelitian ini. Dalam diskusi ini, akan dibahas temuan-temuan utama dengan mengaitkannya dengan

literatur yang telah ada, menjawab setiap research question secara rinci, serta memberikan pemahaman tentang signifikansi hasil penelitian, implikasi, dan batasan dari penelitian ini.

#### 1. Efektivitas Penggunaan Virtual Reality dalam Meningkatkan Keterampilan Teknis dan Non-Teknis dalam Pendidikan Penerbangan

Temuan pertama penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan dapat meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis secara signifikan. Seperti yang telah diungkapkan oleh (Somerville et al., 2024), VR memungkinkan simulasi penerbangan yang realistis tanpa risiko fisik, yang memungkinkan pelatihan dilakukan dalam kondisi yang aman dan terkontrol. Dalam konteks pendidikan penerbangan, VR digunakan untuk mensimulasikan prosedur yang rumit, seperti pengendalian pesawat dan komunikasi radio, yang membutuhkan tingkat akurasi dan efisiensi tinggi. Penelitian ini menemukan bahwa peserta pelatihan VR mengalami peningkatan keterampilan teknis yang signifikan, yang juga diamati dalam penelitian oleh (Rizvi et al., 2025) yang menemukan bahwa VR memberikan kontribusi besar dalam pelatihan penerbangan umum.

Lebih lanjut, penelitian ini juga menemukan bahwa VR efektif dalam mengembangkan keterampilan non-teknis yang sangat dibutuhkan oleh pilot, seperti pengambilan keputusan dalam kondisi darurat, situational awareness, dan komunikasi tim. Penelitian oleh (Bornheimer et al., 2024) mengenai pelatihan klinis menunjukkan bahwa VR sangat efektif dalam membantu peserta pelatihan mengasah

keterampilan non-teknis dengan memberi mereka pengalaman yang lebih realistis mengenai situasi kritis yang mereka mungkin hadapi di dunia nyata. Temuan ini menguatkan hasil yang ditemukan oleh penelitian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis VR dapat meningkatkan kesiapan mental dan keterampilan reflektif, yang esensial dalam profesi pilot.

Sebagai kesimpulan, hasil ini sejalan dengan teori Cognitive Theory of Skill Acquisition yang digunakan oleh (Somerville et al., 2024) dalam mengkaji peningkatan keterampilan teknis. VR, dengan kemampuannya untuk menyediakan pelatihan dalam situasi yang aman, memungkinkan peserta untuk memperoleh keterampilan dengan pengulangan dan umpan balik yang konsisten, yang sangat penting dalam meningkatkan kompetensi teknis dan non-teknis. Temuan ini menunjukkan bahwa VR dapat diintegrasikan dalam pendidikan penerbangan untuk mempercepat penguasaan keterampilan teknis dan non-teknis yang kompleks.

## 2. Tantangan dan Manfaat yang Dihadapi oleh Institusi Pendidikan Penerbangan dalam Mengintegrasikan Teknologi Virtual Reality ke dalam Kurikulum Pelatihan Pilot

Temuan kedua penelitian ini membahas tantangan dan manfaat yang dihadapi institusi pendidikan penerbangan dalam mengintegrasikan teknologi VR ke dalam kurikulum pelatihan. Salah satu tantangan utama yang ditemukan adalah biaya dan infrastruktur. Seperti yang dicatat oleh (Bernard et al., 2022), meskipun VR dapat mengurangi ketergantungan pada simulator fisik yang mahal, banyak institusi pendidikan,

terutama yang beroperasi di negara berkembang, menghadapi kesulitan dalam menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk pelatihan berbasis VR. Penelitian ini mengonfirmasi temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa biaya awal yang tinggi untuk pengadaan perangkat VR, serta kebutuhan untuk pengembangan perangkat lunak khusus untuk pelatihan penerbangan, dapat menjadi hambatan signifikan bagi banyak institusi.

Namun, meskipun ada tantangan terkait biaya, penelitian ini juga menunjukkan banyak manfaat yang diperoleh institusi pendidikan penerbangan yang telah mengintegrasikan VR dalam kurikulumnya. Manfaat utama yang ditemukan adalah peningkatan fleksibilitas pelatihan. Seperti yang dibuktikan oleh (Masiello et al., 2022), VR memungkinkan pelatihan dilakukan kapan saja dan di mana saja, tanpa dibatasi oleh lokasi fisik atau ketersediaan pesawat fisik. Hal ini sangat penting bagi institusi yang memiliki keterbatasan infrastruktur fisik, karena VR memungkinkan simulasi penerbangan yang realistis tanpa memerlukan biaya operasional tinggi.

Penelitian ini juga mencatat bahwa VR memungkinkan simulasi skenario ekstrem yang sulit atau berbahaya untuk dipraktikkan di dunia nyata. Hal ini memberikan peluang bagi peserta pelatihan untuk mengasah keterampilan dalam kondisi yang sangat berisiko, seperti dalam cuaca buruk atau saat terjadi kegagalan mesin, yang sangat relevan untuk pelatihan penerbangan. Ini sesuai dengan temuan dari (Bernard et al., 2022), yang menunjukkan bahwa VR efektif untuk pelatihan berisiko tinggi seperti pemeliharaan pesawat.

Dengan demikian, meskipun tantangan terkait biaya dan infrastruktur tetap

ada, manfaat jangka panjang dari penggunaan VR sangat signifikan, dan institusi pendidikan penerbangan dapat mengatasi hambatan ini dengan kebijakan dan investasi yang tepat. Ini sejalan dengan temuan dalam penelitian (Strand et al., 2025), yang menunjukkan bahwa kebijakan institusi dan pemerintah yang mendukung integrasi teknologi dapat memainkan peran penting dalam keberhasilan penerapan VR dalam pendidikan penerbangan.

### 3. Sejauh Mana Simulasi Berbasis Virtual Reality Dapat Mentransfer Keterampilan yang Dipelajari ke dalam Situasi Dunia Nyata dalam Pelatihan Penerbangan

Temuan ketiga penelitian ini mengkaji sejauh mana keterampilan yang dipelajari melalui simulasi berbasis VR dapat ditransfer ke dunia nyata. Seperti yang ditemukan dalam penelitian (Philip et al., 2023), meskipun VR efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis, ada tantangan signifikan terkait dengan transfer keterampilan tersebut ke dalam situasi dunia nyata. Penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan yang dipelajari dalam simulasi VR tidak selalu sepenuhnya dapat diterapkan dalam skenario dunia nyata, terutama karena kompleksitas variabel yang ada di lapangan yang sulit untuk disimulasikan.

Namun, penelitian ini juga menunjukkan bahwa VR memiliki potensi untuk meningkatkan kesiapan peserta dalam menghadapi situasi dunia nyata. Sebagaimana diungkapkan oleh (Bernard et al., 2022), meskipun VR tidak menggantikan pelatihan fisik, VR memberikan peserta kesempatan untuk berlatih dalam skenario yang berisiko tinggi dan mempercepat pemahaman mereka sebelum berhadapan dengan situasi nyata. Temuan ini sejalan dengan teori Deliberate

Practice yang diperkenalkan oleh (Philip et al., 2023), yang menunjukkan bahwa pengulangan, umpan balik, dan refleksi yang dilakukan dalam simulasi VR dapat meningkatkan keterampilan psikomotorik peserta dan mempersiapkan mereka untuk situasi nyata.

Secara keseluruhan, hasil ini menyoroti pentingnya penggunaan VR sebagai alat pendukung dalam pendidikan penerbangan. Meskipun tantangan terkait transfer keterampilan tetap ada, VR memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan keterampilan dasar yang diperlukan sebelum peserta pelatihan memasuki dunia nyata. Penelitian ini menyarankan bahwa penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan harus dikombinasikan dengan pelatihan langsung di lapangan untuk memastikan transfer keterampilan yang optimal.

### Signifikansi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini penting karena memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana VR dapat digunakan dalam pendidikan penerbangan untuk meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis. Dengan semakin berkembangnya teknologi VR, hasil penelitian ini menawarkan panduan yang praktis untuk institusi pendidikan penerbangan dalam merancang kurikulum yang lebih fleksibel dan berbasis teknologi. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya dukungan kebijakan dan investasi infrastruktur untuk mengatasi tantangan biaya dan memungkinkan institusi untuk memanfaatkan teknologi VR dengan lebih optimal.

Lebih jauh lagi, penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang keilmuan pendidikan penerbangan dengan mengisi celah yang ada dalam literatur, khususnya

dalam hal integrasi VR dengan keterampilan non-teknis seperti komunikasi tim dan pengambilan keputusan dalam situasi darurat. Dengan mengembangkan model pelatihan VR yang mengintegrasikan keterampilan teknis dan non-teknis secara simultan, penelitian ini membuka jalan bagi pengembangan kurikulum pendidikan penerbangan yang lebih holistik dan menyeluruh.

Implikasi dari hasil penelitian ini adalah pentingnya integrasi teknologi VR dalam pendidikan penerbangan, terutama di negara berkembang di mana keterbatasan infrastruktur menjadi hambatan utama. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun ada tantangan terkait biaya dan infrastruktur, manfaat jangka panjang dari VR sangat signifikan, dan institusi pendidikan penerbangan dapat mengatasi hambatan ini dengan kebijakan yang mendukung. Selain itu, penelitian ini juga mengimplikasikan bahwa VR tidak hanya dapat menggantikan pelatihan konvensional, tetapi juga dapat menjadi pelengkap yang efektif, terutama untuk skenario pelatihan berisiko tinggi.

Batasan utama dari penelitian ini adalah bahwa hanya beberapa studi yang dapat dimasukkan dalam tinjauan sistematis ini, dan penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih besar dan evaluasi jangka panjang masih diperlukan untuk mengkonfirmasi temuan ini. Selain itu, sebagian besar studi yang ada lebih fokus pada pelatihan teknis, sedangkan aspek non-teknis seperti pengambilan keputusan dalam situasi darurat masih perlu dieksplorasi lebih lanjut dalam konteks pendidikan penerbangan.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Virtual Reality (VR) memiliki potensi besar

untuk meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis dalam pendidikan penerbangan. VR memungkinkan pelatihan dalam kondisi yang aman, realistis, dan berulang tanpa risiko fisik, yang sangat penting untuk prosedur yang rumit dan berisiko tinggi seperti navigasi pesawat dan komunikasi radio. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh (Somerville et al., 2024), yang menunjukkan peningkatan keterampilan pengoperasian drone menggunakan VR, serta (Bornheimer et al., 2024), yang mengonfirmasi bahwa VR juga efektif dalam meningkatkan keterampilan non-teknis, seperti pengambilan keputusan dan komunikasi tim dalam situasi darurat. Dengan demikian, VR dapat diintegrasikan ke dalam pendidikan penerbangan untuk mempercepat penguasaan keterampilan teknis dan non-teknis yang kompleks.

Namun, meskipun VR menawarkan banyak manfaat, penelitian ini juga menemukan bahwa tantangan utama dalam penerapannya adalah biaya dan infrastruktur. Banyak institusi pendidikan penerbangan, terutama di negara berkembang, menghadapi kesulitan dalam menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Namun, meskipun biaya awal cukup tinggi, manfaat jangka panjang yang diberikan VR, seperti fleksibilitas pelatihan dan pengurangan ketergantungan pada simulator fisik berbiaya tinggi, memberikan alasan kuat untuk investasi dalam teknologi ini. Selain itu, VR memungkinkan simulasi dalam kondisi ekstrem yang sulit dicapai dengan pelatihan konvensional, seperti penerbangan dalam cuaca buruk atau kegagalan mesin, yang semakin meningkatkan efektivitas pelatihan.

Di sisi lain, transfer keterampilan yang dipelajari melalui VR ke dunia nyata masih menjadi tantangan yang perlu perhatian lebih

lanjut. Meskipun VR dapat meningkatkan keterampilan teknis, efektivitasnya dalam mentransfer keterampilan tersebut ke dalam situasi nyata membutuhkan evaluasi lebih lanjut. Temuan ini menunjukkan bahwa VR harus diintegrasikan dengan pelatihan langsung di lapangan untuk memastikan transfer keterampilan yang optimal. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dari pelatihan berbasis VR dan bagaimana keterampilan yang dipelajari dalam simulasi dapat diterjemahkan ke dalam performa dunia nyata.



**Gambar. 3 Mengoptimalkan pelatihan penerbangan dengan virtual reality**

Penelitian ini membuka banyak peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang pendidikan penerbangan berbasis VR. Pertama, studi longitudinal yang mengukur dampak jangka panjang dari penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan sangat dibutuhkan. Penelitian ini perlu menilai bagaimana keterampilan yang dipelajari melalui VR dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang lama dan bagaimana VR dapat berkontribusi pada peningkatan performa pilot dalam dunia nyata. Selain itu, penelitian lebih lanjut juga dapat fokus pada pengembangan model pelatihan yang mengintegrasikan dimensi teknis dan non-teknis secara simultan. Ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas VR dalam membentuk kompetensi pilot yang holistik.

Selain itu, pengembangan VR dengan dukungan kecerdasan buatan (AI) adaptif merupakan area penelitian yang sangat menjanjikan. Penelitian seperti yang dilakukan oleh (Strand et al., 2025) menunjukkan bahwa skenario VR berbasis AI adaptif dapat menyesuaikan tingkat kesulitan dengan kemampuan peserta, sehingga dapat memberikan pelatihan yang lebih terpersonalisasi. Implementasi teknologi AI dalam VR untuk pendidikan penerbangan dapat membantu menciptakan pengalaman pelatihan yang lebih realistis dan menyesuaikan dengan kemampuan masing-masing peserta, meningkatkan efektivitas pelatihan. Oleh karena itu, penelitian yang menggabungkan AI dalam pelatihan VR penerbangan akan memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas pelatihan dan kesiapan peserta dalam menghadapi situasi darurat.

Selanjutnya, penelitian yang lebih mendalam tentang tantangan infrastruktur yang dihadapi institusi pendidikan penerbangan di negara berkembang sangat diperlukan. Penelitian ini dapat mengeksplorasi solusi untuk mengatasi kendala biaya, seperti penggunaan perangkat keras VR yang lebih terjangkau atau pengembangan perangkat lunak pelatihan berbasis VR yang lebih mudah diakses. Dengan memahami dan mengatasi tantangan ini, penggunaan VR dalam pendidikan penerbangan dapat diperluas dan diimplementasikan di lebih banyak institusi, sehingga menciptakan peluang untuk pelatihan penerbangan yang lebih efisien dan efektif secara global.

Dengan demikian, meskipun penelitian ini sudah memberikan kontribusi penting dalam memahami pemanfaatan VR dalam pendidikan penerbangan, penelitian

lebih lanjut yang lebih mendalam dan komprehensif diperlukan untuk memaksimalkan potensi teknologi ini dalam meningkatkan pelatihan penerbangan di masa depan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Bernard, F., Bonnardel, X., Paquin, R., Petit, M., Marandel, K., Bordin, N., & Bonnardel, F. (2022). Digital simulation tools in aviation maintainability training. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(2), 384–395. <https://doi.org/10.1002/cae.22461>
- Bernard, F., Bonnardel, X., Paquin, R., Petit, M., Marandel, K., Bordin, N., & Bonnardel, F. (2022). Digital simulation tools in aviation maintainability training. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(2), 384–395. <https://doi.org/10.1002/cae.22461>
- Bornheimer, L. A., Li Verdugo, J., Humm, L., Steacy, C., Krasnick, J., Goldstein Grumet, J., Aikens, J. E., Gold, K. J., Hiltz, B., & Smith, M. J. (2024). Computerized Suicide Prevention Clinical Training Simulations: A Pilot Study. *Research on Social Work Practice*, 34(2), 182–193. <https://doi.org/10.1177/10497315231161563>
- Masiello, I., Herault, R., Mansfeld, M., & Skogqvist, M. (2022). Simulation-Based VR Training for the Nuclear Sector—A Pilot Study. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su14137984>
- Philip, N., Ali, K., Duggal, M., Daas, H., & Nazzal, H. (2023). Effectiveness and Student Perceptions of Haptic Virtual Reality Simulation Training as an Instructional Tool in Pre-Clinical Paediatric Dentistry: A Pilot Pedagogical Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph20054226>
- Rizvi, S. A. Q., Rehman, U., Cao, S., & Moncion, B. (2025). Exploring technology acceptance of flight simulation training devices and augmented reality in general aviation pilot training. *Scientific Reports*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85448-7>
- Somerville, A., Lynar, T., Joiner, K., & Wild, G. (2024). Use of Simulation for Pre-Training of Drone Pilots. *Drones*, 8(11), 1–14. <https://doi.org/10.3390/drones8110640>
- Strand, A., Gorton, P. R., & Brathen, K. (2025). Modeling Air Combat Behavior for Simulation-Based Pilot Training: A Survey of Machine Learning Approaches. *IEEE Access*, 13(June), 113666–113685. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3580279>