

Virtual Reality Implementation for Airport Approach Light Maintenance

Ahmad Rossydi¹⁾, Bayu Purbo Wartoyo²⁾, Andi Fadhillah Nugrah³⁾ Ida Umboro Wahyu Nur Wening⁴⁾, Heru Prasetyo⁵⁾

¹ Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Makassar, Indonesia

^{2,3,4} Teknologi Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Makassar, Indonesia

⁵ Teknologi Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Makassar, Indonesia

 Email korespondensi: ahmad.rossydi@poltekbangmakassar.ac.id

Submit : 16/12/2025 | **Accept :** 28/12/2025 | **Publish :** 31/12/2025

Abstract

This community service activity aimed to improve technical understanding and practical skills in airport approach light maintenance by implementing Virtual Reality (VR) technology. Conventional training for approach lighting systems is often constrained by safety risks, limited access to airside facilities, and high operational costs. The activity was conducted on 24 April 2025 in Malino and involved 43 participants. The method used consisted of introductory lectures, VR-based simulation practice, guided discussion, and evaluation through participant feedback. The VR system simulated airport approach light components, maintenance procedures, and potential fault scenarios in an immersive environment. The results indicate that participants demonstrated increased comprehension of maintenance procedures, improved awareness of safety aspects, and high motivation to engage in technology-based training. This activity demonstrates that VR-based learning can serve as an effective and safe alternative for community capacity building in airport infrastructure maintenance.

Keywords: Virtual Reality; Approach Light; Airport Training; Maintenance; Occupational Safety

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman teknis dan keterampilan praktis terkait pemeliharaan approach light bandara melalui implementasi teknologi *Virtual Reality* (VR). Pelatihan konvensional sistem pencahayaan pendekatan bandara sering menghadapi keterbatasan berupa risiko keselamatan, akses terbatas ke area sisi udara, serta biaya operasional yang tinggi. Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 24 April 2025 di Malino dengan jumlah peserta sebanyak 43 orang. Metode kegiatan meliputi penyampaian materi, praktek simulasi berbasis VR, diskusi terpadu, serta evaluasi melalui umpan balik peserta. Sistem VR mensimulasikan komponen approach light bandara, prosedur pemeliharaan, dan skenario gangguan secara imersif. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap prosedur pemeliharaan, kesadaran keselamatan kerja, serta motivasi yang tinggi terhadap pembelajaran berbasis teknologi. Kegiatan ini membuktikan bahwa pelatihan berbasis VR dapat menjadi alternatif yang efektif dan aman dalam penguatan kapasitas masyarakat di bidang pemeliharaan infrastruktur bandara.

Kata Kunci : Virtual Reality; Keselamatan Kerja; Pengabdian Masyarakat; Approach Light System; Pelatihan Berbasis Teknologi

PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan merupakan aspek fundamental dalam operasional kebandarudaraan yang harus dijaga melalui ketersediaan dan keandalan seluruh fasilitas

pendukung, salah satunya adalah *Approach Lighting System* (ALS). Sistem pencahayaan pendekatan bandara berperan penting dalam membantu pilot memperoleh referensi visual yang memadai pada fase akhir pendekatan dan pendaratan, terutama pada kondisi cuaca buruk atau visibilitas terbatas. Oleh karena itu, pemeliharaan ALS harus dilakukan secara berkala, sistematis, dan sesuai dengan standar internasional yang ditetapkan oleh International Civil Aviation Organization (ICAO).

Dalam praktiknya, kegiatan pemeliharaan dan pelatihan ALS masih menghadapi berbagai tantangan. Akses langsung ke fasilitas sisi udara (airside) memiliki keterbatasan tinggi karena alasan keselamatan dan keamanan penerbangan. Selain itu, pelatihan konvensional di lapangan memerlukan koordinasi operasional yang kompleks, biaya yang besar, serta berpotensi menimbulkan risiko keselamatan kerja bagi peserta pelatihan. Kondisi ini menyebabkan terbatasnya kesempatan masyarakat dan tenaga teknis untuk memperoleh pengalaman praktik yang memadai terkait pemeliharaan fasilitas visual bandara.

Urgensi kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didasarkan pada kebutuhan akan metode pelatihan alternatif yang aman, efektif, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Seiring dengan kemajuan teknologi digital, *Virtual Reality* (VR) muncul sebagai media pembelajaran inovatif yang mampu menghadirkan lingkungan simulasi tiga dimensi secara imersif dan interaktif. Teknologi VR memungkinkan pengguna untuk mempelajari prosedur teknis dan operasional tanpa harus terlibat langsung dengan objek nyata yang berisiko tinggi, sehingga sangat relevan diterapkan pada bidang kebandarudaraan.

Rasionalisasi pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat melalui implementasi VR adalah untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan kompetensi teknis di bidang pemeliharaan fasilitas bandara dengan keterbatasan akses dan risiko pelatihan konvensional. Dengan simulasi VR, peserta dapat memahami struktur, fungsi, serta prosedur pemeliharaan *approach light* secara realistis, berulang, dan aman. Pendekatan ini juga sejalan dengan konsep *experiential learning*, di mana pembelajaran berbasis pengalaman terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan retensi pengetahuan.

Tinjauan pustaka menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi VR dalam pendidikan dan pelatihan teknis telah mengalami perkembangan pesat. Burdea dan Coiffet (2003) menyatakan bahwa VR efektif dalam mensimulasikan lingkungan kompleks yang sulit diakses secara langsung. Radianti et al. (2020) dan Djunaedi et al. (2022) dalam kajian sistematisnya menegaskan bahwa VR mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta pemahaman peserta didik dalam pembelajaran praktik. Dalam konteks kebandarudaraan, ICAO (2018) menekankan pentingnya kompetensi teknis dan pemahaman prosedural dalam pemeliharaan fasilitas visual bandara guna menjamin keselamatan penerbangan.

Berdasarkan latar belakang, urgensi, dan tinjauan pustaka tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk mengimplementasikan teknologi *Virtual Reality* sebagai media pembelajaran pemeliharaan *Airport Approach Light*. Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan dasar peserta, menumbuhkan kesadaran keselamatan kerja, serta memperkenalkan pemanfaatan teknologi digital sebagai solusi inovatif dalam peningkatan kapasitas masyarakat di bidang kebandarudaraan.

METODE KEGIATAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 24 April 2025 di Malino dengan jumlah peserta sebanyak 43 orang. Peserta terdiri dari masyarakat dan tenaga teknis yang memiliki minat dan latar belakang terkait bidang kebandarudaraan dan teknologi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan edukatif-partisipatif dengan memanfaatkan teknologi *Virtual Reality* (VR) sebagai media pembelajaran utama. Pendekatan ini menempatkan peserta tidak hanya sebagai penerima

materi, tetapi juga sebagai subjek aktif yang terlibat langsung dalam proses pembelajaran melalui pengalaman simulasi.

Rancangan kegiatan disusun dalam bentuk pelatihan singkat yang terstruktur dan aplikatif, terdiri atas beberapa tahapan utama yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap perencanaan dilakukan analisis kebutuhan pelatihan, penyusunan materi pemeliharaan *Airport Approach Lighting System* (ALS), serta pengembangan skenario simulasi VR yang merepresentasikan kondisi nyata di bandara. Tahap pelaksanaan meliputi penyampaian materi, praktek simulasi VR, dan diskusi terpandu. Selanjutnya, tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas kegiatan dan capaian pembelajaran peserta.

Ruang lingkup kegiatan pengabdian ini difokuskan pada peningkatan pemahaman dan keterampilan dasar pemeliharaan *approach light* bandara. Objek kegiatan adalah sistem pencahayaan pendekatan bandara yang mencakup pengenalan komponen utama, prosedur inspeksi rutin, identifikasi gangguan, serta prinsip keselamatan kerja. Subjek kegiatan adalah peserta pengabdian masyarakat yang berjumlah 43 orang dan memiliki ketertarikan atau latar belakang pada bidang kebandarudaraan dan teknologi.

Bahan dan alat utama yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi perangkat *Virtual Reality* (VR headset dan controller), perangkat komputer pendukung, serta aplikasi simulasi VR pemeliharaan *approach light* yang telah dikembangkan sebelumnya. Selain itu, digunakan pula bahan pendukung berupa modul materi, presentasi visual, dan dokumentasi kegiatan.

Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 24 April 2025 di Malino sebagai lokasi pelaksanaan pengabdian masyarakat. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan aksesibilitas peserta serta kebutuhan peningkatan literasi teknologi di luar lingkungan bandara aktif.

Teknik pengumpulan data dalam kegiatan ini dilakukan secara kualitatif melalui observasi partisipasi peserta selama kegiatan berlangsung, diskusi dan tanya jawab, serta pengumpulan umpan balik peserta setelah mengikuti simulasi VR. Data yang diperoleh digunakan untuk menggambarkan tingkat pemahaman, antusiasme, dan persepsi peserta terhadap efektivitas penggunaan VR sebagai media pelatihan.

Definisi operasional variabel kegiatan meliputi: (1) pemahaman peserta terhadap pemeliharaan *approach light*, yang ditunjukkan melalui kemampuan mengenali komponen dan prosedur dalam simulasi VR; (2) keterlibatan peserta, yang diamati dari partisipasi aktif selama praktik dan diskusi; serta (3) persepsi efektivitas VR, yang diperoleh dari tanggapan dan umpan balik peserta.

Evaluasi kegiatan dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kondisi pemahaman peserta sebelum dan setelah mengikuti kegiatan, berdasarkan hasil observasi dan umpan balik. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai sejauh mana kegiatan pengabdian masyarakat berbasis VR mampu meningkatkan kapasitas peserta serta sebagai dasar perbaikan dan pengembangan kegiatan serupa di masa mendatang.

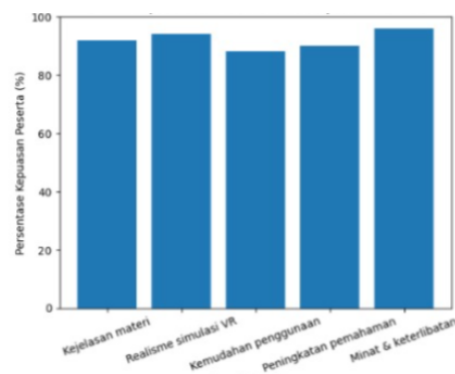
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diikuti oleh 43 peserta yang terdiri dari tenaga teknis dan peserta pelatihan pemeliharaan fasilitas kebandarudaraan. Pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam pelatihan pemeliharaan *airport approach light* memperoleh respons yang sangat positif dari peserta. Antusiasme terlihat sejak sesi pengenalan hingga praktik simulasi, di mana peserta secara aktif bertanya, berdiskusi, dan mencoba berbagai skenario pemeliharaan yang tersedia dalam sistem VR. Kondisi ini mencerminkan tingginya tingkat keterlibatan peserta selama proses pembelajaran berlangsung.

1. Respons dan Kepuasan Peserta

Untuk mengevaluasi persepsi dan kepuasan peserta, dilakukan pengumpulan data menggunakan kuesioner berbasis skala Likert (1–5) yang diisi oleh seluruh 43 peserta setelah kegiatan pelatihan selesai. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mayoritas peserta memberikan penilaian sangat baik terhadap penggunaan teknologi VR sebagai media pembelajaran. Secara umum, tingkat kepuasan peserta berada pada kategori tinggi, dengan rata-rata persentase kepuasan di atas 85% pada seluruh aspek yang dinilai. Aspek *minat dan keterlibatan peserta* memperoleh persentase tertinggi (96%), diikuti oleh *realisme simulasi VR* (94%) dan *kejelasan materi pelatihan* (92%). Sementara itu, aspek *kemudahan penggunaan sistem VR* memperoleh nilai sedikit lebih rendah (88%), yang menunjukkan adanya kebutuhan adaptasi awal bagi sebagian peserta. Visualisasi hasil kepuasan peserta disajikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 1.

Gambar 1. Grafik kepuasan peserta terhadap pelatihan VR



Grafik menunjukkan tingkat kepuasan peserta terhadap pelatihan berbasis *Virtual Reality* (VR). Seluruh aspek penilaian memperoleh persentase kepuasan di atas 85%, dengan aspek *minat dan keterlibatan peserta* mencapai nilai tertinggi sebesar 96%, diikuti oleh *realisme simulasi VR* sebesar 94%. Hasil ini mengindikasikan bahwa teknologi VR efektif dalam meningkatkan keterlibatan peserta serta memberikan pengalaman pembelajaran yang realistis dan mudah dipahami.

2. Peningkatan Pemahaman Teknis Peserta

Selain kepuasan, efektivitas pelatihan juga dievaluasi melalui pengukuran pemahaman teknis peserta menggunakan pre-test dan post-test (data hipotetik) yang diikuti oleh 43 peserta. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan yang konsisten pada seluruh indikator pemahaman setelah peserta mengikuti pelatihan berbasis VR. Rata-rata tingkat pemahaman peserta meningkat dari 64% pada pre-test menjadi 89% pada post-test, atau mengalami peningkatan sebesar 25%. Peningkatan terbesar terlihat pada indikator identifikasi komponen *approach lighting system* dan pemahaman prosedur pemeliharaan standar. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi VR mampu membantu peserta memahami materi teknis yang bersifat kompleks melalui pendekatan visual dan interaktif.

3. Aspek Keselamatan dan Realisme Pembelajaran

Penggunaan teknologi VR memberikan keuntungan signifikan dalam aspek keselamatan kerja. Melalui simulasi virtual, peserta dapat mempelajari prosedur pemeliharaan *airport approach light* tanpa harus terpapar langsung pada risiko operasional di area bandara aktif. Sebanyak 93% dari 43 peserta menyatakan bahwa simulasi VR membantu mereka memahami potensi bahaya kerja serta langkah-langkah mitigasi risiko dengan lebih baik. Temuan ini sejalan dengan prinsip *Safety Management System* (SMS) dalam

kebandarudaraan yang menekankan pentingnya pelatihan berbasis simulasi untuk meningkatkan keselamatan dan kesiapan kerja.

4. Pembahasan

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam pelatihan pemeliharaan *airport approach light* efektif dalam meningkatkan keterlibatan, kepuasan, dan pemahaman teknis peserta. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa VR mampu meningkatkan *learner engagement* melalui pengalaman imersif dan interaktif yang sulit dicapai oleh metode pembelajaran konvensional (Radianti et al., 2020; Makransky & Petersen, 2019). Keterlibatan aktif 43 peserta selama kegiatan menunjukkan bahwa VR dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan memotivasi, khususnya dalam konteks pelatihan teknis dan prosedural.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wartoyo, Yahya, dan Agung (2024) yang menyatakan bahwa integrasi teknologi *Virtual Reality* dalam pendidikan kebandarudaraan, khususnya pada pengembangan prototipe *runway light*, mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran teknis serta memperkuat pemahaman peserta terhadap sistem pencahayaan bandara. Studi tersebut menegaskan bahwa visualisasi tiga dimensi dan interaksi langsung dengan objek virtual berperan penting dalam membantu peserta memahami konsep dan prosedur teknis yang bersifat kompleks, terutama pada sistem keselamatan penerbangan yang memiliki standar operasional ketat.

Selain itu, peningkatan skor pemahaman teknis menegaskan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) melalui simulasi virtual mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik lapangan. Hal ini mendukung teori *experiential learning* yang dikemukakan oleh Kolb (1984), di mana pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung memberikan dampak signifikan terhadap pemahaman konseptual dan keterampilan praktis. Hal ini konsisten dengan temuan Wartoyo et al. (2024) yang menekankan bahwa pembelajaran berbasis VR tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, tetapi juga membangun kesiapan praktis dan kesadaran keselamatan sebelum peserta terlibat dalam aktivitas lapangan yang sesungguhnya.

Selain itu, penggunaan VR dalam kegiatan PKM ini juga mendukung pendekatan *experiential learning*, di mana peserta belajar melalui pengalaman langsung dalam lingkungan simulasi yang aman. Dengan demikian, hasil kegiatan ini memperkuat bukti empiris bahwa teknologi *Virtual Reality* memiliki potensi besar untuk diadopsi secara lebih luas dalam pelatihan dan pendidikan kebandarudaraan, baik dalam konteks akademik maupun pelatihan profesional. Integrasi VR dalam pelatihan pemeliharaan *airport approach light* tidak hanya relevan secara pedagogis, tetapi juga strategis dalam mendukung peningkatan kualitas sumber daya manusia dan budaya keselamatan di lingkungan bandara.

Dalam konteks pelatihan pemeliharaan fasilitas kebandarudaraan, VR memungkinkan peserta untuk berlatih prosedur secara aman tanpa risiko terhadap peralatan nyata maupun keselamatan kerja (Pedram et al., 2020). Selain itu, dari perspektif psikolinguistik dan keterlibatan kognitif, pembelajaran berbasis lingkungan virtual terbukti mampu meningkatkan *virtual engagement*, fokus, serta pemrosesan informasi peserta didik, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap efektivitas pembelajaran teknis dan prosedural (Oktavia, Rossydi, & Kurnianto, 2021).

Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan ini mengindikasikan bahwa teknologi VR memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai media pelatihan inovatif dalam bidang pemeliharaan fasilitas kebandarudaraan. Integrasi VR secara berkelanjutan diharapkan dapat meningkatkan kualitas pelatihan, memperkuat aspek keselamatan kerja, serta mendukung pengembangan kompetensi sumber daya manusia di sektor bandar udara, sebagaimana juga

direkomendasikan dalam berbagai studi terkait penerapan teknologi imersif di sektor aviasi dan industri berisiko tinggi (Renganayagalu et al., 2021).

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat “*Virtual Reality Implementation for Airport Approach Light Maintenance*” telah berhasil dilaksanakan dengan melibatkan 43 peserta dan memperoleh respons yang sangat positif. Berdasarkan hasil kegiatan dan pembahasan, penerapan teknologi *Virtual Reality* (VR) terbukti efektif sebagai media pelatihan dalam meningkatkan pemahaman teknis peserta terhadap struktur, fungsi, dan prosedur pemeliharaan *airport approach light*. Selain itu, penggunaan simulasi VR juga mampu meningkatkan keterlibatan peserta selama proses pembelajaran serta memperkuat kesadaran terhadap aspek keselamatan kerja melalui lingkungan simulasi yang aman dan realistis.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mayoritas peserta merasa lebih mudah memahami materi dan prosedur pemeliharaan dibandingkan dengan metode pelatihan konvensional. Dengan demikian, teknologi VR dapat berperan sebagai solusi pembelajaran inovatif yang menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, sekaligus mendukung peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidang pemeliharaan fasilitas kebandarudaraan.

Berdasarkan simpulan tersebut, beberapa saran untuk keberlanjutan dan pengembangan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Politeknik Penerbangan Makassar kebandarudaraan, disarankan untuk mengintegrasikan teknologi *Virtual Reality* secara berkelanjutan ke dalam kurikulum pelatihan teknis, khususnya pada materi pemeliharaan fasilitas keselamatan penerbangan, sebagai upaya peningkatan kualitas dan efektivitas pembelajaran.
2. Bagi pengelola bandar udara dan unit teknis pemeliharaan, kegiatan pelatihan berbasis VR dapat dimanfaatkan sebagai sarana *refreshment training* dan peningkatan kesadaran keselamatan kerja sebelum pelaksanaan tugas di lapangan, sehingga risiko kesalahan prosedural dan kecelakaan kerja dapat diminimalkan.
3. Bagi pengembang dan tim pelaksana kegiatan PKM selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan materi simulasi VR, tidak hanya pada *approach lighting system* tetapi juga pada fasilitas kebandarudaraan lainnya, serta melibatkan lebih banyak pemangku kepentingan, seperti regulator, praktisi bandara, dan institusi pendidikan vokasi.
4. Bagi peneliti dan akademisi, kegiatan ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian lanjutan yang mengkaji efektivitas pelatihan VR secara kuantitatif dan longitudinal, guna memperkuat bukti empiris terhadap pemanfaatan teknologi imersif dalam pelatihan kebandarudaraan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Penerbangan Makassar dan seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, panitia pelaksana, serta seluruh peserta yang berpartisipasi aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, R. T. (2015). Location-based mixed and augmented reality storytelling. *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, 259–276.
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. John Wiley & Sons.
- Djunaedi, Khadijah, Maha Surya, P., & Muhammad Rizal, A. (2022). Digitizing Learning Based on 3D Augmented reality Genset 2000 kVA and Audio Visual to Support Practical Learning in Airport Technology Study Program. *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 5(2), 78–86. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v5i2.310>

- ICAO. (2018). *Aerodrome Design Manual Part 4: Visual Aids*. International Civil Aviation Organization.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Immersive virtual reality and learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 31(3), 561–589.
- Oktavia, W., Rossydi, A., & Kurnianto, B. (2021). Psycholinguistic Study: Virtual-Engagement in Online Learning . *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 4(2), 80–89. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v4i2.182>
- Pedram, S., Palmisano, S., Perez, P., & Farrelly, M. (2020). Training for safety-critical tasks using virtual reality. *Safety Science*, 129, 104837.
- Radiani, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. *Education and Information Technologies*, 25, 1–38.
- Renganayagalu, S. K., Mallam, S. C., & Nazir, S. (2021). Effectiveness of virtual reality in aviation safety training. *Safety Science*, 142, 105366.
- Wartoyo, B. P., Yahya, M., & Agung, M. (2024). Revolutionizing Aviation Education: Integrating Virtual Reality into Runway Light Prototype Development at Makassar Aviation Polytechnic. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 50(8), 66–75. <https://doi.org/10.9734/ajess/2024/v50i81507>