

Virtual Laboratory Logistik Berbasis Metaverse Virtual Reality Untuk Logistik Indonesia Yang Unggul

Achmad Farrel Nanta Sitepu¹, Alfath Farand Subhiantoro¹, Agnia Rahma Akmal Romli¹, Nazwa Alya¹, Alya Rahmadina¹, Vina Dwiyantri¹

¹Teknik Logistik, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Email korespondensi: farrellnantas@upi.edu

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan pengembangan Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) berbasis Metaverse Virtual Reality sebagai solusi inovatif untuk mengatasi kesenjangan antara kompetensi lulusan institusi pendidikan dengan kebutuhan industri logistik di Indonesia. Latar belakang penelitian ini adalah menurunnya Logistics Performance Index (LPI) Indonesia dan perlunya peningkatan kualitas sumber daya manusia di bidang logistik. Metode yang digunakan adalah pengembangan sistem pembelajaran interaktif dengan menggunakan teknologi metaverse virtual reality yang mensimulasikan kondisi nyata industri logistik. ViraLL dirancang dengan tiga fitur utama: Levelling, Logistivitas, dan Interaksi Sosial. Hasil yang diharapkan adalah peningkatan pemahaman dan kemampuan praktis siswa dan mahasiswa logistik, serta pengurangan kesenjangan antara dunia pendidikan dan industri. Implementasi ViraLL diproyeksikan dapat mendukung peningkatan kompetensi sumber daya manusia logistik Indonesia, yang pada akhirnya akan mendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Penelitian ini juga mengeksplorasi potensi realisasi ide, respon masyarakat, perolehan hak cipta, pengembangan PKM-KC, serta dampaknya terhadap aspek pendidikan dan keterlibatan pihak berwenang

Kata Kunci: logistik, metaverse virtual reality, pendidikan, pendidikan vokasi, simulasi logistik

1. Pendahuluan

Perekonomian Indonesia masih menghadapi tantangan akibat ketidakpastian global. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia pada tahun 2023 tercatat sebesar 5,05%, menurun dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 5,31%. Meskipun demikian, pemerintah memproyeksikan pertumbuhan ekonomi akan meningkat menjadi 5,2% pada tahun 2024 dan berada pada kisaran 5,3%–5,6% pada tahun 2025. Proyeksi ini mencerminkan optimisme pemerintah dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional yang berkelanjutan.

Sektor logistik merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi tersebut. Menteri Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia menegaskan bahwa sistem logistik yang efisien menjadi kunci utama dalam mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang berkualitas. Sistem logistik yang baik mampu mendorong pemerataan pembangunan infrastruktur dan aktivitas ekonomi di berbagai wilayah Indonesia, sekaligus mendukung pencapaian visi Indonesia Emas 2045.

Namun, kinerja logistik Indonesia dalam beberapa tahun terakhir justru menunjukkan tren penurunan. Berdasarkan data World Bank tahun 2023, skor Logistics Performance Index (LPI) Indonesia menurun dari 3,15 dengan peringkat ke-46 pada tahun 2018 menjadi 3,00 dengan peringkat ke-61 pada tahun 2023. Salah satu penyebab utama penurunan tersebut adalah melemahnya kompetensi dan kualitas layanan logistik, yang tercermin dari penurunan skor indikator logistics competence and quality dari 3,1 menjadi 2,9 pada periode yang sama.

Penurunan kualitas logistik tersebut menunjukkan perlunya peningkatan kompetensi sumber daya manusia (SDM) logistik. Kesenjangan antara institusi pendidikan dan kebutuhan industri logistik masih menjadi hambatan dalam menyiapkan tenaga kerja yang siap pakai. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman praktik secara realistis, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi metaverse berbasis virtual reality untuk mensimulasikan kondisi industri logistik. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas SDM logistik Indonesia serta mendorong efisiensi sektor logistik secara berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi literatur (literature review). Metode ini bertujuan untuk menganalisis fenomena penurunan kinerja logistik Indonesia, kebutuhan peningkatan kompetensi SDM logistik, serta relevansi pengembangan media pembelajaran berbasis metaverse virtual reality dalam konteks pendidikan vokasi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran komprehensif terkait tren, tantangan, dan peluang implementasi teknologi virtual reality dalam pendidikan logistik.

2.2 Teknik Pengumpulan dan Seleksi Literatur

Pengumpulan literatur dilakukan dengan mengumpulkan, mengkaji, dan mensintesis berbagai sumber ilmiah, seperti jurnal nasional dan internasional, laporan lembaga resmi, regulasi pemerintah, buku, serta publikasi terkait teknologi virtual reality dan pendidikan vokasi. Untuk memastikan proses penelusuran yang sistematis, penelitian ini menetapkan prosedur pengumpulan literatur sebagai berikut:

- (1) identifikasi kata kunci seperti “logistics performance index”, “metaverse education”, “virtual reality learning”, “pendidikan vokasi”, dan “SDM logistik”;
- (2) penelusuran literatur melalui basis data seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, portal kementerian, dan laporan resmi organisasi internasional;
- (3) seleksi literatur berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan kesesuaian dengan topik;
- (4) pembacaan mendalam untuk mengekstraksi konsep, data, dan temuan yang relevan;
- (5) pengelompokan literatur ke dalam tema-tema analisis utama.

Kriteria pemilihan literatur ditetapkan untuk menjaga kualitas dan kredibilitas sumber, yaitu:

- (1) literatur harus relevan dengan topik logistik, pendidikan vokasi, teknologi VR/metaverse, atau pengembangan kompetensi;
- (2) berasal dari sumber kredibel seperti jurnal terindeks, prosiding ilmiah, buku akademik, laporan lembaga resmi (World Bank, BPS, Kemenko Perekonomian), serta regulasi pemerintah;
- (3) memiliki rentang tahun publikasi 2018–2024 untuk memastikan keterbaruan informasi;
- (4) menyediakan data empiris atau konsep teoretis yang mendukung analisis.

2.3 Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan pendekatan analisis tematik (*thematic analysis*), dengan mengelompokkan data dari berbagai literatur ke dalam beberapa tema utama, seperti kondisi kinerja logistik nasional, tantangan kompetensi SDM, dan potensi pemanfaatan teknologi VR dalam pendidikan vokasi. Hasil pengelompokan disintesis secara naratif untuk merumuskan konsep pengembangan Virtual Laboratory Logistics (ViraLL).

3. Hasil Analisis dan Pembahasan

3.1 Virtual Reality dalam Konteks Pembelajaran Logistik

Virtual Reality (VR) merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna berinteraksi secara langsung dengan lingkungan virtual tiga dimensi yang disimulasikan oleh komputer, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan menyerupai kondisi dunia nyata. Melalui perangkat pendukung seperti head-mounted display dan controller, VR mampu meningkatkan kesadaran situasional pengguna, memperluas persepsi visual, serta memfasilitasi pemahaman terhadap objek dan proses yang kompleks secara lebih mendalam dibandingkan media pembelajaran konvensional (Radianti et al., 2020; Jensen & Konradsen, 2018).

Dalam konteks pendidikan, VR tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai lingkungan pembelajaran interaktif yang memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi, pengambilan keputusan, dan refleksi secara langsung di dalam skenario virtual. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis VR mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta pemahaman konseptual peserta didik karena menghadirkan pengalaman belajar yang bersifat experiential dan kontekstual (Makransky et al., 2019; Parong & Mayer, 2018).

Penerapan VR dalam pembelajaran logistik menjadi semakin relevan mengingat karakteristik proses logistik yang bersifat kompleks, dinamis, dan melibatkan banyak tahapan operasional. Melalui simulasi berbasis VR, aktivitas logistik seperti manajemen persediaan, pergudangan, transportasi, dan alur distribusi dapat divisualisasikan secara realistis tanpa keterbatasan fasilitas fisik. Pendekatan ini memungkinkan peserta didik memahami keterkaitan antarproses logistik secara holistik serta mengembangkan kemampuan analisis dan pengambilan keputusan yang dibutuhkan dalam lingkungan industri logistik modern (Radianti et al., 2020; Merchant et al., 2014).

3.2 Penggunaan VR sebagai media pembelajaran

Penggunaan Virtual Reality (VR) sebagai media pembelajaran dalam pendidikan kejuruan terbukti mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik, efektif, dan mendekati kondisi dunia kerja nyata. Melalui lingkungan virtual yang imersif, peserta didik dapat mempelajari proses kerja industri secara visual dan interaktif, sehingga meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis dibandingkan pembelajaran konvensional berbasis teks atau video (Allcoat & Mühlénen, 2018; Wu et al., 2020).

Selain meningkatkan pemahaman, VR juga menyediakan lingkungan belajar yang aman dan terkendali, di mana peserta didik dapat melakukan latihan dan simulasi tanpa risiko keselamatan maupun kerugian material. Karakteristik ini menjadikan VR sangat relevan untuk pendidikan kejuruan yang menuntut penguasaan praktik, khususnya pada bidang yang memiliki tingkat kompleksitas dan risiko operasional tinggi. Berbagai studi menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis VR memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan, keterampilan kognitif, serta kemampuan praktik peserta didik dengan efektivitas yang signifikan (Kyaw et al., 2019; Makransky et al., 2019).

Pembelajaran berbasis VR juga menunjukkan kecenderungan yang lebih positif dalam pengembangan kompetensi non-teknis dibandingkan pembelajaran reguler. Lingkungan virtual memungkinkan terjadinya interaksi, kolaborasi, dan komunikasi antarpeserta didik secara aktif, sehingga mendorong pengembangan kemampuan kerja tim, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan. Aspek-aspek tersebut merupakan kompetensi penting yang sangat dibutuhkan di dunia industri modern (Villena-Taranilla et al., 2022; Marion et al., 2023).

Dalam konteks pembelajaran logistik, VR berperan sebagai media yang mampu memvisualisasikan proses logistik yang kompleks dan dinamis, seperti manajemen persediaan, pergudangan, transportasi, dan distribusi. Melalui simulasi berbasis VR, peserta didik dapat mengalami secara langsung alur kerja logistik serta memahami keterkaitan antarproses tanpa keterbatasan fasilitas fisik. Pendekatan ini membantu peserta didik memperoleh gambaran yang lebih realistis mengenai tuntutan kompetensi industri logistik serta meningkatkan kesiapan kerja lulusan pendidikan vokasi (Radianti et al., 2020; Pickering et al., 2024).

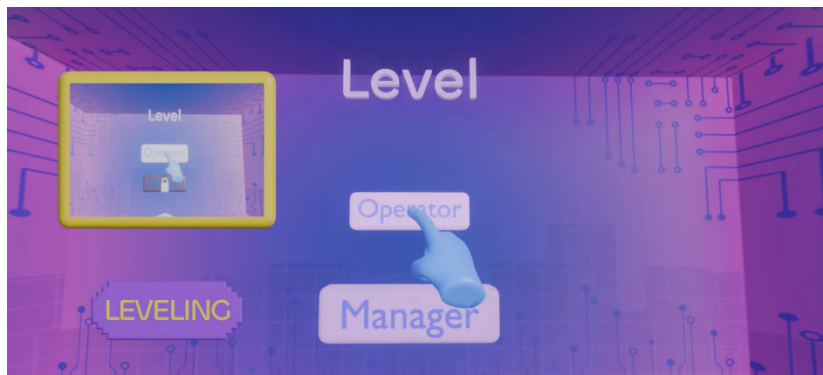
3.3 Pengenalan Inovasi Virtual Laboratory Logistics (ViraLL)

Mengatasi permasalahan kesenjangan antara kompetensi yang dihasilkan institusi pendidikan dengan kebutuhan di dunia industri dibutuhkan suatu inovasi revolusioner. Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) memungkinkan institusi pendidikan mengikuti perkembangan tren peralatan yang digunakan dunia industri logistik tanpa memerlukan biaya pembelian dan biaya perawatan yang terlalu besar.

ViraLL adalah inovasi pembelajaran terpadu interaktif yang menggunakan VR untuk menggambarkan situasi nyata di dunia industri. Inovasi ini menggambarkan seluruh aktivitas logistik, memberikan berbagai pilihan transportasi multimoda, dan menunjukkan berbagai masalah yang mungkin dihadapi selama prosesnya. ViraLL memungkinkan interaksi real-time dengan pengguna tanpa batasan tempat. Alat ini dibuat untuk memberikan pilihan alternatif dalam kasus pandemi. Pengguna dapat memvisualisasikan aktivitas logistik nyata, seperti penerimaan barang, pengumpulan stok, dan pengiriman barang, dengan menggunakan prosedur yang nyata.

Penggunaan ViraLL memanfaatkan beberapa teknologi untuk mendukung pengalaman yang lebih nyata bagi para penggunanya. Teknologi yang digunakan, seperti Virtual Reality Glasses dan hand Controller. Virtual reality glasses memberikan pengalaman langsung dalam melihat dan berinteraksi secara langsung dalam kegiatan logistik yang menjadi replika nyata keadaan di dunia industri. Selain itu, hand controller memungkinkan pengguna untuk mengoperasikan perangkat dan menjalankan berbagai aktivitas logistik dengan efisien serta navigasi yang lebih nyata dalam dunia virtual reality. Penggunaan Kombinasi dari kedua teknologi ini memastikan bahwa pengguna dapat bekerja dengan efektif dan responsif dalam menjalankan operasi logistik mereka.

ViraLL juga memiliki fitur-fitur seperti leveling, logistivity, dan interaksi sosial memberikan pengguna pengalaman yang mendalam dalam memahami dan mengelola berbagai aspek logistik, sehingga meningkatkan kemampuan adaptasi dan pengambilan keputusan dalam situasi yang beragam.



Gambar 1. Fitur Levellling

Fitur leveling, peserta didik dapat mengatur tingkat kesulitan yang dibutuhkan, misalnya level operasional untuk para siswa SMK dan level manajerial untuk para mahasiswa. Selain itu, fitur logistivity menggambarkan aktivitas di dunia logistik sesuai dengan keadaan nyata di dunia industri.



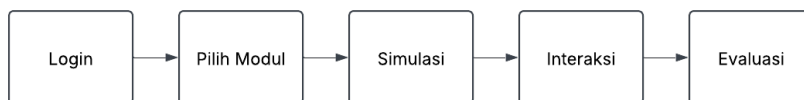
Gambar 2. Fitur Logistivity

Fitur logistivity dilengkapi berbagai tahapan logistik dan memberi kesempatan pada peserta didik untuk berlatih mengoperasikan peralatan logistik.



Gambar 3. Fitur Social Interaction

Pada fitur interaksi sosial memungkinkan peserta didik untuk berdiskusi dan berinteraksi secara langsung dalam prosesnya, mencerminkan pentingnya komunikasi dan kerja tim dalam pengelolaan logistik yang efektif di dunia industri. Oleh karena itu, ViraLL diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa dan mahasiswa tentang keadaan nyata di dunia kerja dan dapat mengatasi tiga perbedaan antara kemampuan yang dihasilkan sekolah dan kemampuan yang dibutuhkan industri.



Gambar 4. Diagram Userflow

Diagram alur penggunaan (user flow) Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) menggambarkan tahapan interaksi pengguna dalam memanfaatkan media pembelajaran berbasis virtual reality. Proses dimulai dari pengguna, baik peserta didik SMK maupun mahasiswa, yang mengakses sistem dan memilih modul pembelajaran logistik sesuai dengan kebutuhan kompetensi. Selanjutnya, pengguna memasuki lingkungan simulasi virtual yang merepresentasikan aktivitas logistik dunia nyata, seperti pengelolaan persediaan, pergerakan barang, dan alur distribusi.

Dalam tahap simulasi, pengguna dapat berinteraksi dengan berbagai objek dan skenario logistik melalui fitur interaktif yang disediakan, termasuk pembelajaran bertahap (leveling), peningkatan keterlibatan (logistivity), serta interaksi sosial yang mendukung kolaborasi. Proses pembelajaran kemudian diakhiri dengan tahap evaluasi, di mana pengguna memperoleh umpan balik terhadap kinerja dan pemahaman konsep logistik. Alur ini dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang sistematis, intuitif, dan mendekati kondisi operasional industri logistik.

3.3.1 Perbandingan ViraLL dengan Media Pembelajaran Logistik Konvensional dan Berbasis Teknologi

Untuk menegaskan posisi Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) sebagai inovasi pembelajaran logistik berbasis virtual reality, diperlukan analisis perbandingan dengan media pembelajaran logistik yang telah digunakan sebelumnya. Perbandingan ini bertujuan untuk menunjukkan karakteristik, keunggulan, serta keterbatasan masing-masing media pembelajaran dalam mendukung penguasaan kompetensi logistik pada pendidikan vokasi. Melalui analisis komparatif ini, diharapkan dapat terlihat secara jelas kontribusi ViraLL dalam menjawab permasalahan kesenjangan antara pembelajaran di institusi pendidikan dan kebutuhan kompetensi di dunia industri logistik.

Media pembelajaran logistik yang dibandingkan dalam penelitian ini meliputi praktikum logistik konvensional berbasis laboratorium fisik, pembelajaran logistik berbasis e-learning atau learning management system (LMS), serta simulasi logistik berbasis komputer non-virtual reality. Praktikum konvensional umumnya mengandalkan fasilitas fisik dan peralatan nyata, sementara e-learning lebih menekankan penyampaian materi secara daring dengan keterbatasan pengalaman praktik. Simulasi logistik non-virtual reality menyediakan visualisasi proses logistik melalui perangkat komputer, namun belum memberikan pengalaman belajar yang imersif. Sebagai pembanding utama, Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi virtual reality dan metaverse untuk menghadirkan simulasi aktivitas logistik yang interaktif, imersif, dan mendekati kondisi industri nyata.

Table 1 Perbandingan ViraLL dengan Media Pembelajaran Logistik Konvensional dan Berbasis Teknologi

Aspek Perbandingan	Praktikum Logistik Konvensional	E-learning Logistik (LMS)	Simulasi Logistik Non-VR (Desktop)	ViraLL (VR & Metaverse)
Tingkat imersi pembelajaran	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi (immersive VR)
Visualisasi proses logistik	Terbatas pada alat fisik	Visual 2D (video/grafik)	Visual digital 2D/3D	Visual 3D interaktif mendekati nyata
Interaksi pengguna	Langsung, terbatas ruang	Terbatas (forum/tugas)	Interaksi berbasis mouse/keyboard	Interaksi natural melalui VR & controller
Simulasi kondisi industri nyata	Terbatas fasilitas	Sangat terbatas	Cukup representatif	Mendekati kondisi industri nyata
Fleksibilitas waktu & tempat	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Risiko keselamatan	Ada (alat & lingkungan fisik)	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Biaya implementasi jangka panjang	Tinggi (alat & perawatan)	Rendah–sedang	Sedang	Relatif efisien jangka panjang
Adaptasi level kompetensi	Tidak adaptif	Tidak adaptif	Terbatas	Adaptif (SMK–Mahasiswa)
Pengembangan soft skill	Terbatas	Terbatas	Sedang	Tinggi (kolaborasi & komunikasi)
Kesesuaian untuk pendidikan vokasi	Cukup sesuai	Cukup sesuai	Sesuai	Sangat sesuai

Berdasarkan Tabel X, terlihat bahwa setiap media pembelajaran memiliki karakteristik dan kontribusi masing-masing dalam pembelajaran logistik. Praktikum logistik konvensional berperan penting dalam penguasaan dasar-dasar operasional, namun memiliki keterbatasan dari segi fleksibilitas, biaya, serta risiko keselamatan. Pembelajaran e-learning logistik unggul dalam aspek aksesibilitas dan fleksibilitas, tetapi belum mampu memberikan pengalaman praktik yang mendalam. Simulasi logistik non-virtual reality berbasis desktop menawarkan visualisasi proses logistik yang lebih baik dibanding e-learning, namun masih terbatas pada tingkat imersi dan interaksi pengguna.

Sebagai pembanding utama, Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) menunjukkan keunggulan pada hampir seluruh aspek perbandingan, khususnya dalam hal imersi pembelajaran, simulasi kondisi industri nyata, adaptasi level kompetensi, serta pengembangan soft skill melalui

interaksi sosial. Karakteristik tersebut menjadikan ViraLL lebih relevan untuk konteks pendidikan vokasi logistik yang menuntut pengalaman praktik, kolaborasi, dan kesiapan kerja. Dengan demikian, ViraLL berpotensi menjadi media pembelajaran logistik yang efektif untuk menjembatani kesenjangan antara pembelajaran di institusi pendidikan dan kebutuhan kompetensi di dunia industri logistik.

3.4 Pihak yang Terlibat dalam ViraLL

Kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan sangat penting dalam implementasi ViraLL. Pertama, ahli media pembelajaran membantu validasi fungsional dari media pembelajaran yang akan digunakan oleh SMK, memastikan bahwa teknologi yang diterapkan dapat digunakan secara efektif dan efisien. Kedua, institusi pendidikan vokasi khususnya SMK yang berperan dalam mengalokasikan sumber daya untuk menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Selain itu, mereka mengintegrasikan penggunaan teknologi dan kurikulum pembelajaran sehingga materi pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan terkini. Ketiga, kolaborasi dengan industri logistik sangat penting, karena membuka peluang untuk mengintegrasikan pengalaman belajar dunia nyata dengan simulasi. Industri dapat menyediakan pengalaman praktikum virtual yang realistis, membantu siswa mendapatkan keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan pasar. Keempat, dinas pendidikan terlibat dalam mengembangkan kebijakan, standar, dan pedoman terkait penggunaan ViraLL pada SMK, serta memberikan pelatihan kepada tenaga pendidik tentang integrasi dan penggunaan inovasi pembelajaran berbasis metaverse virtual reality. Keenam, investor memegang peran kunci dalam mendukung pengembangan teknologi dan platform yang diperlukan. Keterlibatan investor meliputi pendanaan, pengembangan teknologi, ekspansi pasar, dan penyediaan akses yang semuanya mendukung terciptanya pengalaman pembelajaran yang inovatif dan efektif. Melalui kerja sama dengan berbagai pihak, diharapkan implementasi ViraLL di SMK dapat berjalan dengan sukses, mendukung peningkatan kualitas pendidikan vokasi dan keselarasan dengan kebutuhan industri.

3.5 Manfaat Implementasi ViraLL dalam Pendidikan Vokasi

ViraLL berbasis metaverse virtual reality berpotensi direalisasikan di Indonesia sebagai solusi inovatif pendidikan logistik. Gagasan ini mengatasi keterbatasan akses peralatan industri mahal dan kesulitan kunjungan industri yang sejalan dengan tren global yang mengadopsi teknologi pendidikan dan upaya pemerintah meningkatkan kualitas SDM logistik untuk peningkatan LPI Indonesia.

Inovasi ViraLL memberikan dampak positif pada sektor pendidikan, industri, masyarakat serta ekonomi. Pertama, inovasi ViraLL dapat membantu guru dalam proses pembelajaran sehingga menciptakan pengalaman pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran. Kedua, manfaat yang akan diperoleh peserta didik jika gagasan ViraLL terwujud adalah peserta didik memperoleh pengalaman pembelajaran yang mendalam dan realistis pada bidang logistik. Selain itu, peserta didik dapat memiliki pemahaman yang lebih baik terhadap konsep-konsep pembelajaran logistik yang sulit dipahami hanya dengan teori. Ketiga, potensi manfaat yang akan diperoleh bagi industri adalah dunia industri akan terbantu karena lulusan SMK memiliki kesiapan kerja yang lebih tinggi dan berkualifikasi dengan kebutuhan industri. Keempat, manfaat terhadap ekonomi. Inovasi ViraLL dapat mengurangi biaya yang digunakan pada industri-industri khususnya di industri logistik dikarenakan selain lulusan SMK yang memiliki kesiapan kerja bagi dunia industri, inovasi ViraLL dapat bekerjasama dan koordinasi dengan baik. Sistem logistik yang baik dapat mempengaruhi pemerataan pembangunan infrastruktur dan ekonomi di seluruh Indonesia yang bisa ditingkatkan oleh inovasi ViraLL ini.

3.6 Implementasi Konseptual Virtual Laboratory Logistics (ViraLL)

Implementasi Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) pada penelitian ini difokuskan pada perancangan konseptual pengembangan media pembelajaran logistik berbasis virtual reality. Implementasi dirancang untuk mendukung pembelajaran vokasi dengan menghadirkan simulasi proses logistik yang menyerupai kondisi industri nyata, sehingga peserta didik dapat memperoleh pengalaman praktik secara virtual sebelum terjun ke lingkungan kerja sesungguhnya.

Tahapan implementasi ViraLL meliputi analisis kebutuhan pembelajaran logistik, penyusunan skenario simulasi proses logistik, pengembangan lingkungan virtual yang merepresentasikan aktivitas logistik seperti manajemen persediaan, pergerakan stok, dan alur distribusi, serta integrasi fitur interaktif. Fitur-fitur tersebut mencakup leveling untuk pembelajaran bertahap, logistivity untuk meningkatkan keterlibatan pengguna, serta interaksi sosial guna mensimulasikan kolaborasi dalam sistem logistik. Seluruh tahapan implementasi tersebut direpresentasikan melalui media visual sebagai bentuk prototipe konseptual.

Implementasi konseptual ini dirancang sebagai media pendukung praktikum pembelajaran logistik yang fleksibel dan aman, tanpa ketergantungan pada fasilitas fisik industri. Dengan pendekatan tersebut, ViraLL berpotensi membantu menjembatani kesenjangan antara pembelajaran di institusi pendidikan vokasi dan kebutuhan kompetensi di industri logistik, khususnya dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan pengambilan keputusan peserta didik.

Sebagai bentuk validasi awal terhadap gagasan ViraLL, luaran konseptual penelitian ini memperoleh respons positif dari publik. Media visual yang merepresentasikan konsep ViraLL mendapatkan tingkat keterlibatan yang cukup tinggi, yang tercermin dari jumlah penayangan, interaksi, serta komentar yang bersifat konstruktif. Respons ini menunjukkan adanya potensi penerimaan awal terhadap konsep Virtual Laboratory Logistics sebagai media pembelajaran logistik berbasis virtual reality.

4. Kesimpulan

Virtual Laboratory Logistics (ViraLL) merupakan pendekatan pembelajaran inovatif yang memanfaatkan teknologi virtual reality (VR) untuk mensimulasikan aktivitas logistik dunia nyata secara interaktif dan imersif. Melalui lingkungan virtual ini, pengguna dapat memvisualisasikan berbagai proses logistik, seperti manajemen persediaan, pergerakan stok, dan transportasi, tanpa keterbatasan waktu dan fasilitas fisik. Dukungan perangkat VR, seperti virtual reality glasses dan hand controller, serta fitur leveling, logistivity, dan interaksi sosial, memungkinkan peningkatan pemahaman konseptual, kemampuan adaptasi, dan pengambilan keputusan. Dengan demikian, ViraLL berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif untuk menjembatani kesenjangan kompetensi antara institusi pendidikan dan kebutuhan industri logistik.

Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengembangan ViraLL pada penelitian ini masih bersifat konseptual dan belum diimplementasikan secara langsung dalam proses pembelajaran formal. Selain itu, evaluasi efektivitas pembelajaran belum dilakukan secara kuantitatif melalui pengujian empiris. Aspek kesiapan infrastruktur serta tingkat penerimaan pengguna terhadap teknologi virtual reality juga belum dikaji secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan implementasi langsung, evaluasi terukur, serta pengujian keberlanjutan ViraLL sebagai media pembelajaran logistik.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia, khususnya Program Studi Teknik Logistik, yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam proses penyusunan penelitian ini. Penghargaan juga disampaikan kepada para dosen pembimbing dan pengajar yang memberikan arahan, masukan, serta pengetahuan yang sangat berarti dalam

pengembangan ide dan analisis penelitian. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada rekan-rekan mahasiswa yang turut berkontribusi melalui diskusi, saran, serta kerja sama selama proses penyusunan Virtual Laboratory Logistics (ViraLL). Tanpa dukungan, bantuan teknis, dan kolaborasi dari berbagai pihak tersebut, penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Achmad, S. R. (2013). *Sumber daya manusia berkualitas mengubah visi menjadi realitas*. PT Gramedia Pustaka Umum.
- Alimudin, I. A., Permana, P., & Sriyono. (2018). Studi kesiapan kerja peserta didik SMK untuk bekerja di industri perbaikan bodi otomotif. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 5(2), 191–197.
- Allcoat, D., & von Mühlengen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Tingkat pengangguran terbuka berdasarkan tingkat pendidikan, 2021–2022. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTE3OSMy/tingkat-pengangguran-terbuka-berdasarkan-tingkat-pendidikan.html>
- Baker, D., Briant, S., Hajirasouli, A., Yigitcanlar, T., Paz, A., Bhaskar, A., Corry, P., Whelan, K., Donehue, P., & Parsons, H. (2023). Urban freight logistics and land use planning education: Trends and gaps through the lens of literature. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100731>
- Cano, J., Salazar, F., Gómez-Montoya, R., & Cortés, P. (2021). Disruptive and conventional technologies for the support of logistics processes: A literature review. *International Journal of Technology*, 12(3). <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i3.4280>
- Chen, F., Leng, Y., Ge, J., Wang, D., Li, C., Chen, B., & Sun, Z. (2020). Effectiveness of virtual reality in nursing education: Meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 22(9). <https://doi.org/10.2196/18290>
- Cherniavskiy, V., Voloshynov, S., Volska, O., Panchenko, N., Vasiljevs, A., & Bezverkhnuik, T. (2019). Developing teachers' digital competence in transport and logistics through blended learning tools. *ICTE in Transportation and Logistics 2019*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_39
- Dewi, A. R. (2013). Pengaruh konservatisme laporan keuangan terhadap earnings response coefficient. *Prosiding Simposium Nasional Akuntansi VI*, 119–159.
- Fajarini, P. (2023). Logistics performance index (LPI), komponen, dan metode pengukurannya. <https://supplychainindonesia.com/logistics-performances-index-lpi-komponen-dan-metode-pengukurannya/>
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 412–422.
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education. *eLearning & Software for Education*, 1, 133–141.

- Futri, N., Dewi, K., & Rahman, S. (2023). Analisis perkembangan kondisi perekonomian Sulawesi Barat dalam menghadapi tantangan global tahun 2022. *Jurnal Manarang Manajemen*, 2(1), 112–120.
- Howard, M. C., Gutworth, M. B., & Jacobs, R. R. (2021). A meta-analysis of virtual reality training programs. *Computers in Human Behavior*, 121, 106808. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106808>
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23, 1515–1529.
- Ka, J., Kim, H., Kim, J., & Kim, W. (2025). Analysis of virtual reality teaching methods in engineering education. *Virtual Reality*, 29. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01081-1>
- Kaplan, A. D., Cruit, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., & Hancock, P. A. (2021). The effects of immersive virtual reality on learning outcomes. *Human Factors*, 63(6), 1022–1042.
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2023). Capai pertumbuhan ekonomi berkualitas, Menko Airlangga tegaskan logistik menjadi key driver utama. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/5380/capai-pertumbuhan-ekonomi-berkualitas-menko-airlangga-tegaskan-logistik-menjadi-key-driver-utama>
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2024, February 29). Pemerintah optimis Indonesia tumbuh solid di 2024 dan lebih baik lagi di 2025. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/5653/pemerintah-optimis-indonesia-tumbuh-solid-di-2024-dan-lebih-baik-lagi-di-2025>
- Kyaw, B. M., Saxena, N., Posadzki, P., et al. (2019). Virtual reality for health professions education: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 21(1). <https://doi.org/10.2196/12959>
- Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(5), 691–707.
- Marion, A., Pereira, L., & Pinho, D. (2023). The effect of interprofessional simulation practice on collaborative learning. *Journal of Interprofessional Care*, 39(1), 14–21.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction. *Computers & Education*, 70, 29–40.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.
- Permendikbud Nomor 34 Tahun 2018 tentang Standar Nasional Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)/Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK).
- Pickering, M., Jopp, R., Wheeler, M., & Topp, C. (2024). Authentic learning and job readiness: Are mixed-reality simulations effective tools? *Australasian Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.14742/ajet.9296>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. *Computers & Education*, 147, 103778.

- Saefudin, E. A., & Sumardi, K. (2018). Learning media for vocational education. *Proceedings of the 5th UPI International Conference on Technical and Vocational Education and Training*, 165–167.
- Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K–6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100434.
- Wu, B., Yu, X., & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1991–2005.
- World Bank. (2023). Logistics performance index: Competence and quality of logistics services (1 = low to 5 = high). <https://data.worldbank.org/indicator/LP.LPI.LOGS.XQ>
- World Bank. (2023). *The logistics performance index and its indicators*. World Bank.