

Pembuatan Aplikasi Media Pembelajaran Simulasi Alat Berat dengan Menggunakan Teknologi *Virtual Reality*

Taufiqurrakhman Nur Hidayat*, Fendi Aji Purnomo, Yudho Yudhanto, Eko Harry Pratisto
Program Studi D3 Teknik Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret
*Email : taufiqurrakhman.nh@staff.uns.ac.id

Info Artikel

Kata Kunci :

realitas maya, simulasi, alat berat, media edukasi

Keywords :

virtual reality, simulation, heavy equipment, educational media

Tanggal Artikel

Dikirim : 24 Desember 2022

Direvisi : 28 April 2023

Diterima : 30 Mei 2023

Abstrak

Inovasi Media Pembelajaran Simulasi Alat Berat dengan menggunakan teknologi VR, dapat menjadi solusi untuk pemecahan permasalahan tingginya harga unit dan kesempatan penggunaan alat berat sebagai media pembelajaran dan simulasi baik bagi calon operator alat berat maupun siswa SMK dan Mahasiswa Teknik Mesin dan Teknik Alat Berat. Inovasi ini memungkinkan pengguna memiliki pengalaman menjelajahi dan berinteraksi dengan alat berat secara virtual dengan menggunakan *headset* realitas maya dan alat kemudi. Aplikasi dibangun dengan menggunakan perangkat lunak Unity dan bahasa pemrograman C#. Berdasarkan Pengujian Aktivitas Pengguna yang dilakukan oleh sebuah perusahaan yang bergerak dibidang jasa konsultasi Teknologi Informatika dan pengembang perangkat lunak didapatkan rerata nilai 7,375 dari skala nilai 10. Sedangkan dari hasil Pengujian Basis Pengalaman Pengguna kepada calon pengguna aplikasi mendapat respon positif terhadap fungsional aplikasi, perlu adanya validitas market lebih komprehensif, dan Aplikasi merupakan solusi teknologi tepat guna.

Abstract

Innovation of Heavy Equipment Simulation Learning Media using VR technology can be a solution to solving the problem of high unit prices and the opportunity to use heavy equipment as a learning and simulation medium for both prospective heavy equipment operators and SMK students and students of Mechanical Engineering and Heavy Equipment Engineering. This innovation allows the user to have the experience of exploring and interacting with the Machine virtually by using a virtual reality headset and steering gear. The application is built using Unity software and the C# programming language. Based on User Activity Testing carried out by a company engaged in Information Technology consulting services and software developers, an average value of 7.375 is obtained from a value scale of 10. Meanwhile, from the results of the User Experience Base Test to prospective application users, they receive a positive response to the functional application, validity is needed more comprehensive market, and the Application is an appropriate technology solution.

1. PENDAHULUAN

Alat berat adalah mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah (*earthworking*) dan memindahkan bahan bangunan. Industri alat berat di Indonesia mengalami pertumbuhan dan transformasi yang signifikan, didorong oleh berbagai kebutuhan industri dan dinamika pasar. PT United Tractors Tbk, distributor alat berat terkemuka, menyoroti perlunya sistem manajemen data yang efisien untuk meningkatkan efisiensi operasional, seperti yang terlihat dalam transisi mereka dari aplikasi manual ke aplikasi berbasis web untuk pengumpulan data buku mesin [1]. Permintaan akan mekanik alat berat yang terampil juga sangat penting, dengan inisiatif seperti program SOBAT oleh PT United

Tractors dan Politeknik Negeri Madura bertujuan untuk meningkatkan sumber daya manusia dan tingkat lapangan kerja di sektor ini, terutama di daerah dengan skor Indeks Pembangunan Manusia yang rendah seperti Madura [2]. Selain itu, penerapan standar internasional seperti ISO 9001:2015 sangat penting bagi perusahaan untuk meningkatkan sistem manajemen mutu mereka, mengatasi masalah seperti manajemen dokumen dan keluhan pelanggan, yang sangat penting untuk menjaga daya saing di pasar alat berat [3]. Sektor nikel, yang memiliki 23% cadangan dunia, menghadirkan peluang yang berkembang bagi perusahaan alat berat seperti PT Kaizen Distributor, Tbk, yang perlu mengembangkan strategi pemasaran yang ditargetkan untuk menembus pasar pertambangan nikel secara efektif [4]. Selain itu, integrasi Sistem Informasi (IS) dan Teknologi Informasi (TI) melalui metode seperti Perencanaan Arsitektur Perusahaan (EAP) dan Kerangka Kerja Zachman dapat secara signifikan meningkatkan proses bisnis, seperti yang ditunjukkan oleh perusahaan persewaan alat berat yang berfokus pada konstruksi jalan dan layanan penyewaan peralatan [5]. Secara kolektif, faktor-faktor ini menggarisbawahi beragam kebutuhan industri alat berat di Indonesia, didorong oleh kemajuan teknologi, pengembangan tenaga kerja terampil, manajemen kualitas, ekspansi pasar, dan perencanaan strategis.

Data Statistik Siswa SMK dan Mahasiswa Teknik Mesin (TM) dan Teknik Alat Berat (TAB) pada tahun 2020 oleh Kemendikbud, jumlah SMK TM dan TAB adalah 1.418 sekolah dengan jumlah siswa mencapai 198.267 siswa. Sedangkan jumlah Politeknik / Universitas yang terdapat Program Studi TM dan TAB berjumlah 230 dengan jumlah mahasiswa mencapai 23.000 mahasiswa. Dilain pihak masih banyak SMK dan Politeknik / Universitas dengan Program Studi TM dan TAB yang belum mempunyai media pembelajaran alat berat yang representatif, karena alat berat memiliki harga pembelian dan perawatan yang relatif mahal. Sebagai contoh Siswa Teknik Alat Berat salah satu SMK masih menggunakan bambu sebagai media pembelajaran alat berat.

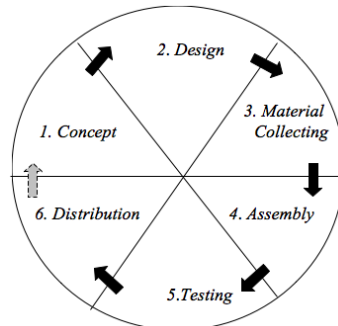


Gambar 1. Siswa Teknik Alat Berat masih menggunakan bambu sebagai media pembelajaran alat berat

Metaverse adalah jaringan dunia virtual 3D yang berfokus pada koneksi sosial. Salah satu implementasi teknologi Metaverse adalah *Virtual Reality* (VR). VR adalah pengalaman simulasi yang dapat serupa dengan dunia nyata. Dari berbagai sumber, diantaranya BCG Analysis dan Facebook, menyatakan bahwa teknologi VR merupakan salah satu teknologi masa depan yang akan mentransformasi produksi industri dan interaksi sosial. Aplikasi VR dapat meliputi pendidikan seperti pelatihan medis atau militer dan simulasi serta bisnis seperti pertemuan maya. Pengembangan teknologi *Virtual Reality* (VR) untuk simulasi mesin telah melihat kemajuan signifikan di berbagai bidang, memanfaatkan potensinya untuk meningkatkan pelatihan, keselamatan, dan efisiensi. Di bidang peralatan mesin kontrol numerik komputer (CNC), sistem visi pada mesin telah dikembangkan untuk dengan cepat membangun model digital dari pengaturan pemesinan aktual, memungkinkan pencegahan tabrakan yang efisien dan berbiaya rendah melalui simulasi. Sistem ini menggunakan deteksi fitur tepi 2D, penglihatan stereo untuk akuisisi data tepi 3D, dan pengenalan objek 3D untuk mengimpor model yang akurat ke lingkungan virtual, secara signifikan mengurangi pemeriksaan manual dan kesalahan [6]. Dalam pendidikan keperawatan, simulasi VR telah digunakan untuk mengajarkan perawatan ventilasi mekanis, menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam efikasi diri, penalaran klinis, dan kepuasan belajar di antara siswa, sehingga membuktikan efektivitas VR dalam pengaturan pendidikan praktis [7]. Demikian pula, dalam pelatihan gigi, simulator anestesi berbasis VR untuk blok saraf *alveolar inferior* (IANB) telah dikembangkan, menggabungkan umpan balik haptik untuk mensimulasikan sensasi sentuhan penyisipan jarum, yang sangat penting untuk pengalaman pelatihan yang realistis [8]. Dalam kardiologi, teknologi jantung virtual telah diciptakan untuk mensimulasikan elektrofisiologi keempat bilik jantung, disesuaikan dengan pasien individu menggunakan data klinis, yang menjanjikan untuk aplikasi klinis dan industri meskipun ada tantangan dalam biaya komputasi dan validasi [9]. Selanjutnya, dalam pelatihan bedah, simulator VR untuk prosedur seperti biopsi telah ditingkatkan dengan membandingkan teknik interaksi yang berbeda untuk perubahan sudut pandang, mengungkapkan bahwa metode berbasis sentuhan dapat meningkatkan kinerja tugas tanpa mengorbankan akurasi, menyoroti pentingnya merancang interaksi yang sesuai untuk tugas sekunder dalam sistem VR [10].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui pendekatan pengembangan sistem dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo. Menurut Sutopo, dalam Setiawan, dkk [11], metode pengembangan multimedia terdiri dari enam tahapan, yaitu tahapan konsep, desain, pengumpulan material, perakitan, pengujian, dan distribusi.



Gambar 2. Metode Pengembangan Sistem *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo[11]

Tahap konsep merupakan tahapan menentukan tujuan dan target pengguna aplikasi (identifikasi pengguna). Selain itu juga menentukan jenis aplikasi seperti interaktif, presentasi, dain lain-lain, serta tujuan dari aplikasi seperti untuk hiburan, pelatihan, pembelajaran, dan lain-lain. Tahap desain membuat desain perancangan aplikasi dan papan cerita, meliputi juga spesifikasi arsitektur aplikasi, tema, tampilan dan kebutuhan bahan atau aset untuk aplikasi. Tahap pengumpulan bahan dilakukan pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi dan dapat dikerjakan secara paralel dengan tahap selanjutnya yaitu pembuatan. Tahap pembuatan merupakan tahap dimana semua objek atau bahan multimedia dibuat menjadi aplikasi. Pembuatan aplikasi didasarkan pada tahap desain sebelumnya. Tahap pengujian dilakukan setelah selesai tahap pembuatan. Pengujian yang dilakukan adalah Pengujian Aktivitas Pengguna dan Pengujian Basis Pengalaman Pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep

Konsep Aplikasi Realitas Virtual Simulasi Alat Berat adalah sebuah aplikasi simulasi pengoperasian alat berat dengan menggunakan teknologi realitas maya sebagai media edukasi untuk pengguna agar dapat mempelajari operasional alat berat secara imersif, efektif dan efisien. Aplikasi memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan mengendarai alat berat. Sebagai salah satu bentuk pemahaman pengguna diberikan fitur sistem manajemen penilaian (*scoring management system*), yaitu pengguna dalam menjalankan simulasi alat berat diharuskan menuju titik-titik lokasi yang telah ditentukan.

3.2 Desain dan Pengumpulan Bahan

Pengembangan Media Pembelajaran VR Alat Berat dengan studi kasus tipe alat berat adalah model *Hauling Truck*. *Hauling Truck* merupakan truk yang digunakan dalam pertambangan terbuka dan konstruksi[12]. Truk ini dicirikan dengan ukurannya yang sangat besar karena ditujukan untuk mengangkut bahan curah dalam jumlah yang banyak antara 30 hingga 300 ton. Sebagian besar *Hauling Truck* memiliki dua as roda, dan beberapa yang memiliki tiga as roda.



Gambar 3. Hauling Truck

Alat berat *hauling truck* pada umumnya digunakan didaerah pertambangan. Beberapa contoh diantaranya adalah Grasberg, Papua dan Tujuh Bukit, Banyuwangi. Selain itu juga didaerah alam terbuka dikarenakan ukuran dan skala dari alat berat ini yang relatif sangat besar.



Gambar 4. Daerah Pertambangan

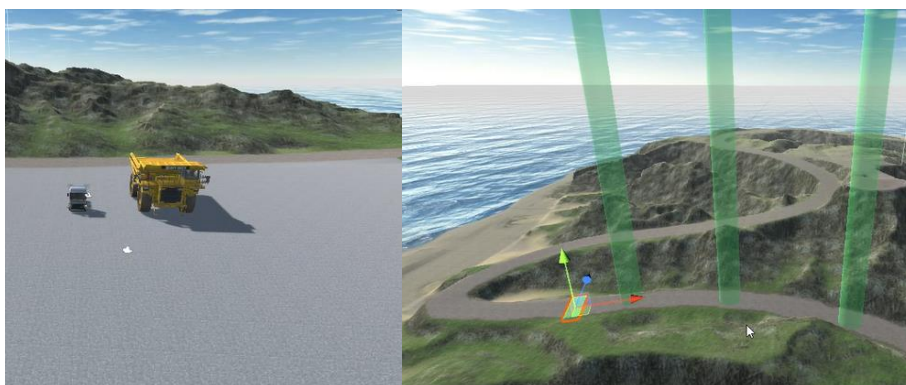
3.3 Pembuatan

Bahan yang diperlukan pada aplikasi ini diantaranya adalah obyek model 3 dimensi *Hauling Truck*, *Landscape* daerah pertambangan atau alam dan obyek 3D efek *checkpoint* untuk sistem manajemen penilaiannya. Gambar 5 menunjukkan implementasi model 3 dimensi *Hauling Truck* yang digunakan didalam aplikasi ini.

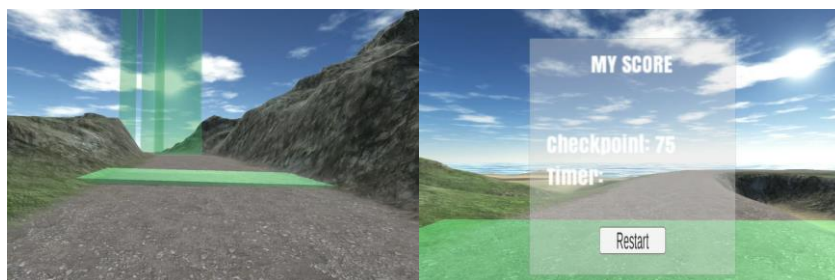


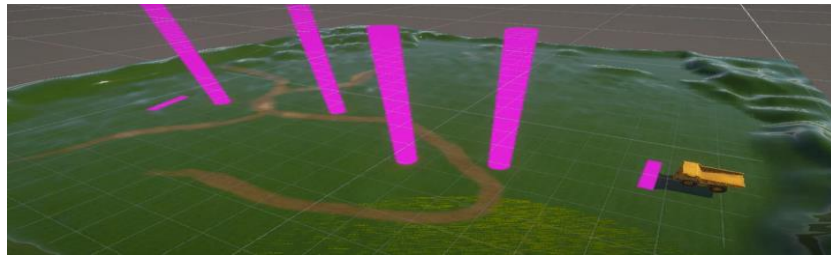
Gambar 5. Model 3D Hauling Truck

Implementasi dari model 3 dimensi *landscape* yang digunakan pada aplikasi ini ditunjukkan pada Gambar 6. Sedangkan Gambar 7 menunjukkan implementasi dari model 3 dimensi *checkpoint* yang digunakan pada sistem manajemen penilaiannya.



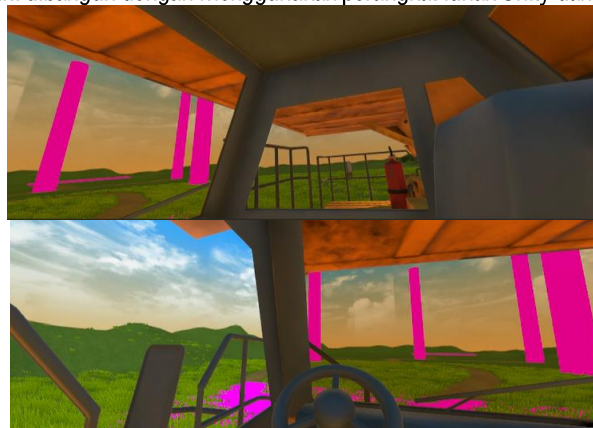
Gambar 6. Model 3D Landscape





Gambar 7. Model 3D Checkpoint

Pengguna yang menggunakan aplikasi dapat menjalankan simulasi alat berat Implementasi Aplikasi Media Pembelajaran Simulasi Alat Berat ditunjukkan pada Gambar 8. Sebagai pembelajaran diberikan sistem manajemen skor dimana pengguna harus mengemudikan simulasi alat berat dan melewati semua checkpoint (obyek 3D berupa warna merah muda) yang telah ditentukan. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan perangkat lunak Unity dan bahasa pemrograman C#.



Gambar 8. Implementasi Aplikasi Media Pembelajaran VR Simulasi Alat Berat

3.4 Pengujian Pengalaman Pengguna

Pengujian pengalaman pengguna (*User experience evaluation (UXE)* atau *user experience assessment (UXA)*) adalah kumpulan metode, keterampilan, dan alat yang digunakan untuk mengungkap bagaimana seseorang memandang suatu sistem (produk, layanan, item non-komersial, atau kombinasinya) sebelum, selama dan setelah berinteraksi dengannya[13][14]. Pengujian pengalaman pengguna relatif sulit dikarenakan bersifat subjektif, bergantung pada konteks, dan dinamis dari waktu ke waktu. Agar pengujian pengalaman pengguna berhasil, harus dilakukan pemilihan dimensi, konstruksi, dan metode yang tepat dan menargetkan pada bidang minat tertentu seperti *game*, transportasi, seluler, dll. Pada pengujian Aktivitas Pengguna Aplikasi Media Pembelajaran VR Simulasi Alat Berat Dengan Teknologi Virtual Reality ini terdiri dari 4 komponen yang ditentukan, yaitu pemilihan perangkat keras yang digunakan, basis aktivitas atau pengalaman yang diuji, hasil atau skor pengujian dengan data bertipe kuantitatif. Pengujian dilakukan oleh sebuah perusahaan yang bergerak dibidang jasa konsultasi Teknologi Informatika dan pengembang perangkat lunak. Selain itu juga dilakukan pengujian basis pengalaman dengan penilaian bertipe kualitatif yang dilakukan kepada beberapa responden dari calon pengguna aplikasi atau pihak sekolah.



Gambar 9. Pengujian Pengguna

Perangkat keras yang digunakan dalam pengujian ini adalah Komputer atau laptop, Oculus quest 2, Logitech G920 dan Flexi game seat pro. Komputer atau laptop digunakan untuk menjalankan Aplikasi Media Pembelajaran VR Simulasi Alat Berat. Oculus quest 2 merupakan *headset* virtual reality yang digunakan untuk memberikan pengalaman artistik, menciptakan simulasi lingkungan di mana pengguna bukan hanya sebagai pengguna pasif, tetapi juga aktif berinteraksi. Logitech G920 digunakan untuk mengoperasikan atau menjalankan alat berat didalam aplikasi agar memberikan pengalaman simulasi berkendara. Sedangkan Flexi game seat pro digunakan untuk memberikan pengalaman menaiki atau mengendara alat berat. Adapun basis aktivitas atau pengalaman yang akan diuji adalah terkait penggunaan *controller*, penggunaan *headset* VR, penggunaan stir kemudi untuk mengemudikan alat berat, interaksi gas dan rem, interaksi dengan objek, penjelasan sistem pengendali alat berat, mengendarai berputar dan maju dan mundur serta menambah gigi dan informasi mengenai panel objek. Sedangkan pengujian basis pengalaman berdasarkan komponen pengalaman, efektivitas perangkat keras dan perangkat lunak, solusi teknologi dan analisis pengembangan bisnis aplikasi. Adapun hasil dari pengujian ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Pengujian Aktivitas Pengguna

No	Pengujian Basis Aktivitas Pengguna	Hasil Pengujian dan Skor	Keterangan
1	Memperagakan <i>Controller</i>	8	Sebelum masuk ke ruang pengendali perlu ada halaman untuk <i>trial</i> /pelatihan terkait operasional <i>controller</i>
2	Memperagakan VR <i>Headset</i>	9	Terkait audio sangat jelas efek suara mobil berjalan dan suara di jalan
3	Memperagakan Stir Kemudi untuk mengemudikan Alat Berat	8	Harapannya <i>Dump truck</i> bisa memraktekkan membuang muatannya dan menerima muatannya
4	Interaksi gas dan rem di kaki	6	Ketika berinteraksi Stir Kemudi sangat enak dan dalam pengeoperasian membutuhkan bantuan <i>team</i> lain
5	Interaksi dengan objek	7	Interaksi dengan cara menabrakkan ke objek bukit sangat terasa efek getarnya
6	Penjelasan sistem pengendali alat berat	8	Lebih ditingkatkan untuk pembuatan <i>manual book</i> cara pengoperasian
7	Mengendarai berputar dan maju dan mundur serta menambah gigi	7	Berjalan dengan baik
8	Informasi Mengenai panel Objek Rerata	6 7,375	Lebih ditingkatkan untuk pemberian informasi obyek

Tabel 2. Pengujian Basis Pengalaman Pengguna

No	Pengujian Basis Pengalaman Pengguna	Keterangan
1	<i>Experience</i>	Dari sisi penggunaan aplikasi <i>user experience</i> sudah sangat bagus ditunjukkan dengan perubahan arah dan jalan nya halus banget dan efek suara dan getaran terasa efeknya ketika terjadi tubrukan dan jalan kasar.
2	Efektivitas <i>hardware & Software</i>	Bisa ditambahkan metode web untuk interaksinya dan untuk peningkatan <i>controller</i> agar seperti sensor kaos tangan
3	Solusi teknologi VR	Untuk interaksi sudah tepat menggunakan metode VR ini dan pastinya untuk implementasi di sekolah sangat bermanfaat sekali
4	Analisis pengembangan bisnis VR alat berat	Analisa memerlukan validasi market lebih banyak, diperluas tidak hanya untuk Sekolah bisa kearah simulasi SIM dan dibuat bisnis model <i>canvas</i> untuk tahu kelebihan dan kekurangan dari aplikasi

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran VR Simulasi Alat Berat Dengan Teknologi *Virtual Reality* ini adalah sebagai berikut:

1. Telah selesai dibangun sebuah Aplikasi Media Pembelajaran Simulasi Alat Berat dengan alat berat tipe *Hauling Truck* dengan menggunakan perangkat lunak Unity dan bahasa pemrograman C#. Pengguna dapat mengoperasikan simulasi alat berat *hauling truck* dengan menggunakan *headset* realitas maya dan alat kemudi.

2. Berdasarkan Pengujian Aktivitas Pengguna yang dilakukan oleh sebuah perusahaan yang bergerak dibidang jasa konsultasi Teknologi Informatika dan pengembang perangkat lunak didapatkan rerata nilai 7,375 dari skala nilai 10. Sedangkan dari hasil Pengujian Basis Pengalaman Pengguna kepada calon pengguna aplikasi mendapat respon positif terhadap fungsional aplikasi, perlu adanya validitas market lebih komprehensif, dan Aplikasi merupakan solusi teknologi tepat guna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Puspita, "Sistem Informasi Pendataan Engine Alat Berat Komatsu Berbasis Web," *COMSERVA*, vol. 3, no. 01, pp. 1–9, 2023.
- [2] A. M. Hamid *et al.*, "Developing Technology Center Of Excellence (COE), Center Of Heavy Equipment To Prepare Competent Heavy Equipment Mechanics And Operators," *J. Appl. Mech. Eng. Renew. Energy*, vol. 3, no. 1, pp. 34–39, 2023.
- [3] S. Suhendris and D. S. Saroso, "Analysis of the readiness towards the implementation of iso standard 9001: 2015 in the company of heavy equipment," vol. 10, no. 3, pp. 209–218, 2018.
- [4] "Tapping the New Source of Growth: New Marketing Strategy for a Heavy Equipment Distributor in the Nickel-Mining Sector," *Int. J. Curr. Sci. Res. Rev.*, vol. 05, no. 04, 2022.
- [5] L. Davinci and J. F. Andry, "Redesign the heavy equipment company's business processes based on EAP using the Zachman Framework," *Int. J. Open Inf. Technol.*, vol. 7, no. 12, pp. 70–76, 2019.
- [6] X. Zhang, X. Tian, and K. Yamazaki, "On-machine 3D vision system for machining setup modeling," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 48, no. 1, pp. 251–265, 2010.
- [7] H. Lee and J.-W. Han, "Development and evaluation of a virtual reality mechanical ventilation education program for nursing students," *BMC Med. Educ.*, vol. 22, no. 1, 2022.
- [8] C. G. Corrêa, M. A. de A. M. Machado, E. Ranzini, R. Tori, and F. de L. S. Nunes, "Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block," *J. Appl. Oral Sci.*, vol. 25, no. 4, pp. 357–366, 2017.
- [9] K. Gillette *et al.*, "A personalized real-time virtual model of whole heart electrophysiology," *Europace*, vol. 25, no. Supplement_1, 2023.
- [10] A. Ricca, A. Chellali, and S. Otmame, "Comparing touch-based and head-tracking navigation techniques in a virtual reality biopsy simulator," *Virtual Real.*, vol. 25, no. 1, pp. 191–208, 2021.
- [11] A. C. Luther, *Authoring Interactive Multimedia*. Massachusetts: Academic Press, Inc., 1994.
- [12] D. Febrianti and Z. Zulyaden, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan," vol. 4, no. 1, 2018.
- [13] "Design and Evaluation of a Choreography-Based Virtual Reality Authoring Tool for Experiential Learning in Industrial Training," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 15, no. 5, pp. 526–539, 2022.
- [14] F. A. Purnomo, E. H. Pratisto, A. Reza, and M. Putra, "Evaluation of serious game based on Bukuran Cluster of Museum Sangiran Evaluation of Serious Game Based on Bukuran Cluster of Museum Sangiran," in *Human-Dedicated Sustainable Product and Process Design: Materials, Resources, and Energy*, 2018, vol. 030014, no. June, pp. 1–5.