INDOTERA Vo.1 No.2, 18-25 (2025)
e-ISSN : 3110-3316 | p-ISSN : 3110-3766

INDOTERA
Indonesian Dissemination of Engineering and Applied Technology Research Applications

PERANCANGAN DAN EVALUASI APLIKASI VIRTUAL REALITY UNTUK PEMBELAJARAN SEJARAH LOKAL BERBASIS PENGALAMAN IMERSIF

Islami Al Khadafi Ramadhan[*,1], Muhammad Fadhil Faza[2]
[1,2*] Program Studi D3 Teknik Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret
*Co-author: khadafiramadhan05@student.uns.ac.id

Informasi Artikel

Tanggal:
Dikirim : 28 Juni 2025
Direvisi : 16 Juli 2025
Diterima : 22 Oktober 2025

Kata Kunci:
Virtual Reality, Pembelajaran Sejarah, Imersif, Edukasi Digital, Sejarah Lokal, User Experience, Teknologi Pendidikan

Keyword:
Virtual Reality, History Learning, Immersive, Digital Education, Local History, User Experience, Educational Technology.

Abstrak

Pembelajaran sejarah berbasis pendekatan tradisional masih menghadapi tantangan dalam menyajikan konteks temporal maupun spasial secara komprehensif. Ketergantungan pada media teks dan visual statis seringkali tidak mampu membangun representasi mental yang kuat terhadap dinamika peristiwa historis. Untuk menjawab keterbatasan tersebut, teknologi Virtual Reality (VR) hadir sebagai alternatif pedagogis yang menawarkan pengalaman belajar imersif dan interaktif. Penelitian ini merancang dan menguji aplikasi VR untuk pembelajaran sejarah lokal dengan memanfaatkan rekonstruksi digital situs bersejarah regional. Sistem dikembangkan menggunakan Unity 3D dan Oculus SDK, serta mengintegrasikan narasi interaktif, model 3D berpresisi tinggi, dan mekanisme umpan balik real-time. Evaluasi dilakukan pada 60 siswa SMA melalui desain pre-test dan post-test untuk mengukur retensi pengetahuan, tingkat keterlibatan, dan kepuasan pengguna. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman siswa sebesar 34% dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Nilai engagement mencapai rata-rata 4,2 dari 5 berdasarkan skala Likert, dan durasi aktivitas belajar meningkat sebesar 45%. Selain itu, analisis usability dengan System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor 78,5 yang menunjukkan tingkat penerimaan pengguna yang baik. Temuan ini menegaskan potensi VR dalam meningkatkan efektivitas dan daya tarik pembelajaran sejarah.
Kontribusi utama penelitian ini mencakup perumusan framework desain VR edukatif yang bersifat adaptif bagi berbagai konteks sejarah lokal serta penyediaan bukti empiris terkait efektivitas pembelajaran imersif. Studi ini merekomendasikan penerapan bertahap teknologi VR dalam kurikulum sejarah sebagai strategi peningkatan kualitas pembelajaran dan pelestarian warisan budaya.

Abstract

Traditional history instruction continues to face challenges in presenting temporal and spatial contexts in a vivid and comprehensive manner. The reliance on textual materials and static imagery often falls short in fostering deep conceptual understanding of historical events. To address these limitations, Virtual Reality (VR) technology offers an innovative pedagogical alternative by enabling immersive and

interactive learning experiences. This study designs and evaluates a VR-based application for local history learning through the digital reconstruction of regional heritage sites. The system was developed using the Unity 3D engine and the Oculus SDK, integrating interactive narratives, high-fidelity 3D models, and real-time feedback mechanisms. An evaluation involving 60 high school students was conducted using a pre-test and post-test design to assess knowledge retention, learner engagement, and user satisfaction.

The results indicate a significant improvement in students' historical understanding, with a 34% increase compared to conventional instructional methods. Learner engagement reached an average score of 4.2 out of 5 on a Likert scale, accompanied by a 45% rise in active learning duration. Furthermore, the System Usability Scale (SUS) yielded a score of 78.5, reflecting strong user acceptance. These findings demonstrate the potential of VR to enhance both the effectiveness and attractiveness of history education.

The primary contributions of this study include the formulation of an adaptive VR design framework for diverse local historical contexts and empirical validation of immersive learning effectiveness. The study recommends the gradual integration of VR technology into history curricula as a strategy to improve educational quality and support the preservation of local cultural heritage.

1. PENDAHULUAN

Dalam konteks transformasi digital di bidang pendidikan, pembelajaran sejarah menghadapi tantangan mendasar dalam menghadirkan materi yang mampu memberikan pengalaman belajar autentik bagi peserta didik. Pendekatan konvensional yang masih mengandalkan metode ceramah, buku teks, serta media visual statis kerap tidak mampu membangun keterhubungan emosional maupun pemahaman kontekstual yang mendalam terhadap peristiwa masa lalu [3]. Konsekuensinya, minat serta motivasi siswa terhadap mata pelajaran sejarah cenderung rendah. Sejarah lokal memiliki peran penting dalam pembentukan identitas serta karakter kebangsaan. Namun demikian, aspek ini sering kurang mendapat perhatian dalam praktik pembelajaran formal. Keterbatasan akses fisik ke situs bersejarah, kondisi bangunan heritage yang semakin menurun, serta minimnya dokumentasi visual yang memadai menjadi kendala utama dalam implementasi pembelajaran sejarah lokal secara efektif.

Virtual Reality (VR), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, menawarkan paradigma baru dalam pendidikan sejarah melalui kemampuannya menghadirkan lingkungan imersif yang mampu membawa pengguna merasakan suasana masa lampau. Teknologi ini mendukung rekonstruksi digital situs bersejarah yang telah rusak atau sulit dijangkau, sehingga peserta didik dapat mengalami representasi pembelajaran yang mendekati kondisi historis sebenarnya (Gambar 2).

Walaupun potensi VR dalam dunia pendidikan telah banyak diakui, pemanfaatan teknologi ini secara spesifik untuk pembelajaran sejarah lokal masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan aplikasi VR yang dirancang secara khusus untuk mendukung pembelajaran sejarah lokal melalui pengalaman imersif yang terintegrasi dengan kurikulum pendidikan formal.



Gambar.1 Perangkat Virtual Reality (VR)



Gambar.2 Contoh Aplikasi VR Sejarah

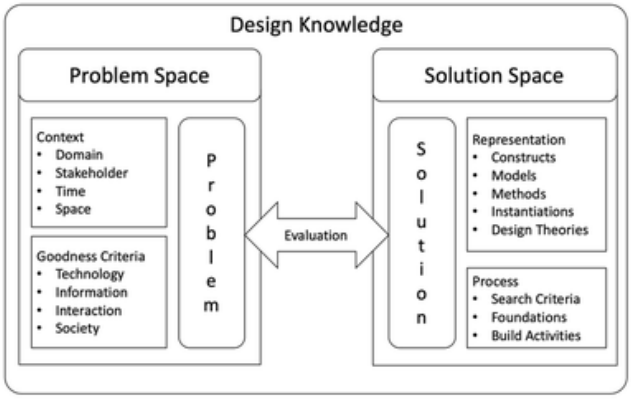
Tujuan dari penelitian ini adalah merancang aplikasi VR untuk pembelajaran sejarah lokal dengan fitur rekonstruksi digital situs bersejarah. Pada bagian pokok penelitian ini juga, melakukan evaluasi efektivitas aplikasi VR dalam meningkatkan pemahaman dan engagement siswa terhadap materi sejarah lokal serta menganalisis tingkat usability dan penerimaan pengguna terhadap teknologi VR dalam konteks pembelajaran. Dan semoga kontribusi ipteknya adalah mengembangkan framework desain yang dapat diadaptasi untuk berbagai konteks sejarah lokal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan baik dari aspek akademis maupun praktis. Secara akademis, studi ini memperkaya literatur tentang implementasi teknologi VR dalam pendidikan sejarah, khususnya untuk konteks lokal yang belum banyak dieksplorasi. Temuan penelitian memberikan evidence-based insights tentang efektivitas pembelajaran imersif dalam domain sejarah. Dari sisi praktis, aplikasi yang dikembangkan dapat menjadi model implementasi VR dalam pendidikan formal, memberikan alternatif solusi untuk kendala pembelajaran sejarah lokal. Hasil penelitian juga dapat menjadi rujukan bagi pengembang teknologi edukatif dan pembuat kebijakan pendidikan dalam mengintegrasikan teknologi imersif ke dalam kurikulum.

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed-method dengan desain quasi-experimental. Pengembangan aplikasi VR mengikuti metodologi Design Science Research (DSR) yang meliputi tahap identifikasi masalah, desain solusi, implementasi, dan evaluasi. Evaluasi efektivitas menggunakan pre-test post-test design dengan kelompok kontrol. Subjek penelitian adalah 60 siswa SMK yang dibagi menjadi dua kelompok: kelompok eksperimen (pembelajaran dengan VR) dan kelompok kontrol (pembelajaran

tradisional). Instrumen pengumpulan data meliputi tes pemahaman materi, kuesioner engagement, dan System Usability Scale (SUS) untuk mengukur usability aplikasi, seperti gambar 3.



Gambar.3 Design Knowledge (vom Brocke et al. 2020)

DSR adalah metodologi penelitian yang menggabungkan teori dan praktik dengan tujuan untuk menciptakan artefak baru yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah dunia nyata. Artefak ini bisa berupa perangkat lunak, model, metode, atau sistem yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Design Science Research (DSR) adalah sebuah paradigma riset yang berfokus pada pengembangan pengetahuan desain, khususnya terkait pembuatan artefak seperti perangkat lunak, model, metode, atau konsep. Pengetahuan desain ini bertujuan membantu peneliti maupun praktisi dalam merancang solusi secara sistematis dan ilmiah. Dalam DSR, pengembangan artefak saja tidak cukup. Artefak harus dibuktikan efektivitasnya dalam konteks dunia nyata agar menunjukkan rigor (ketelitian ilmiah) dan relevance (relevansi terhadap masalah nyata). Pengetahuan yang dihasilkan harus mencakup: (1) Problem space – pemahaman tentang masalah dan kebutuhan stakeholder. (2) Solution space – rancangan artefak atau solusi yang diciptakan dan (3) Evaluation – bukti empiris tentang seberapa efektif artefak tersebut menyelesaikan masalah. Ketiga aspek ini bersama-sama membentuk design knowledge yang menjadi kontribusi utama dalam DSR. Untuk menghasilkan pengetahuan tersebut dengan cara yang sistematis dan dapat dipercaya, berbagai metode ilmiah digunakan. Teks ini membahas tiga metode utama:

1. Systematic Literature Review (SLR). SLR digunakan untuk membangun dasar teori yang kuat tentang masalah yang dikaji. Melalui SLR, peneliti dapat memahami kondisi penelitian sebelumnya, menemukan celah riset, dan membangun teori pendukung (kernel theories) yang diperlukan untuk merancang solusi.
2. Interviews. Wawancara digunakan untuk mendapatkan wawasan kualitatif dari para ahli atau stakeholder yang terlibat langsung dalam masalah. Hasil wawancara dapat digunakan untuk menyusun kebutuhan desain artefak, menghasilkan design principles dan mengevaluasi artefak setelah dikembangkan.
3. Experiments. Eksperimen merupakan metode yang kuat untuk menguji atau memvalidasi pengetahuan desain. Eksperimen dapat menilai efektivitas fitur tertentu, mekanisme tertentu, atau keseluruhan artefak dalam kondisi terkontrol. Hasil eksperimen dapat digunakan untuk memperkuat generalisasi pengetahuan desain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menggunakan metode Design Science Research (DSR) yang dikombinasikan dengan pendekatan quasi-experimental untuk evaluasi efektivitas. Pengembangan aplikasi VR mengikuti tahapan systematic design process, sementara evaluasi pembelajaran menggunakan pre-test post-test design

dengan kelompok kontrol. Studi ini mengembangkan aplikasi VR untuk pembelajaran sejarah lokal dengan fokus pada rekonstruksi digital Candi Lawang sebagai representasi warisan sejarah Jawa di Boyolali. Sistem dirancang menggunakan Unity 3D engine dan Oculus SDK, terintegrasi dengan database konten sejarah dan assessment module. Sistem terdiri dari empat komponen utama: a. VR Environment Module: Rekonstruksi 3D Candi Lawang dengan detail arsitektural akurat berdasarkan data arkeologis b. Interactive Learning Module: Sistem narasi interaktif, hotspot informasi, dan guided exploration c. Assessment Module: Pre-test, post-test, dan real-time quiz terintegrasi dalam environment VR d. Analytics Module: Tracking user behavior, engagement metrics, dan learning analytics.

Subjek Penelitian pengujian adalah 60 siswa SMA kelas XI (16-17 tahun), Pembagian acak: 30 siswa kelompok eksperimen (VR), 30 siswa kelompok kontrol (tradisional). Kriteria umumnya adalah belum pernah menggunakan VR, tidak memiliki motion sickness history. Variabel Penelitian adalah variabel independen: Metode pembelajaran (VR vs tradisional), Variabel dependen: Skor pemahaman materi, engagement level, usability score dan Variabel kontrol: Durasi pembelajaran (90 menit), materi yang sama, instruktur yang sama. Instrumen Pengumpulan Data berupa: Tes pemahaman materi sejarah (25 soal multiple choice, validitas 0.78, reliabilitas α=0.85), User Engagement Scale (UES) adaptasi untuk konteks VR learning, System Usability Scale (SUS) untuk evaluasi usability aplikasi VR dan Observasi partisipatif dan focus group discussion pada tabel 1.

Tabel.1 Fase Tahapan Implementasi

Fase	Aktivitas	Durasi	Output
1	Analisis & Desain: Studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem	Bulan 1-2	Dokumen desain sistem dan UI mockup
2	Pengembangan: 3D modeling, implementasi fitur interaktif, integrasi Oculus SDK	Bulan 3-5	Aplikasi VR prototype dan testing compatibility
3	Evaluasi: Alpha testing, pilot study, eksperimen utama dengan 60 subjek	Bulan 6-7	Data empiris dan hasil evaluasi
4	Analisis: Pengolahan data statistik, interpretasi hasil, penyusunan laporan	Bulan 8	Laporan penelitian final

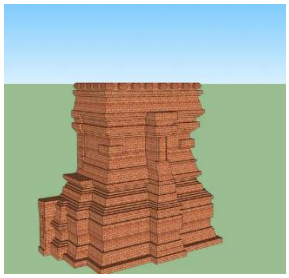
Evaluasi aplikasi VR untuk pembelajaran sejarah lokal dilakukan melalui eksperimen dengan 60 siswa SMA yang dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok eksperimen menggunakan aplikasi VR Candi Lawang gambar 4, sementara kelompok kontrol menggunakan metode pembelajaran tradisional dengan slide presentasi dan video dokumenter.



Gambar.4 Candi Lawang

Hasil pre-test menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok ($p > 0.05$), mengkonfirmasi kondisi awal yang setara. Setelah intervensi pembelajaran, kelompok VR menunjukkan peningkatan skor pemahaman yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Skor Pemahaman Materi:

1. Kelompok VR: Pre-test (65.2 ± 8.4), Post-test (87.6 ± 6.2)
2. Kelompok Kontrol: Pre-test (64.8 ± 7.9), Post-test (73.4 ± 8.7)
3. Peningkatan VR: 34.3% vs Kontrol: 13.3% ($p < 0.001$)



Gambar.5 Proses Pemodelan Candi

Analisis per kategori soal menunjukkan kelompok VR unggul pada aspek pemahaman konteks spasial (spatial understanding) dan kronologi peristiwa. Kemampuan visualisasi 3D pada gambar 5, dalam VR memungkinkan siswa memahami tata letak arsitektural dan konteks geografis dengan lebih baik.

Pengukuran engagement menggunakan adaptasi User Engagement Scale (UES) menunjukkan bahwa kelompok VR memiliki tingkat keterlibatan yang signifikan lebih tinggi, dimana hasil Metrics nya adalah:

1. Focused Attention: VR (4.3/5.0) vs Kontrol (3.2/5.0)
2. Perceived Usability: VR (4.1/5.0) vs Kontrol (3.4/5.0)
3. Aesthetic Appeal: VR (4.4/5.0) vs Kontrol (2.9/5.0)
4. Endurability: VR (4.2/5.0) vs Kontrol (3.1/5.0)

Observasi partisipatif mengungkapkan bahwa siswa dalam kelompok VR menunjukkan antusiasme yang lebih tinggi, sering mengajukan pertanyaan eksploratori, dan tetap fokus selama sesi pembelajaran 90 menit tanpa menunjukkan tanda-tanda kebosanan.

Evaluasi usability menggunakan System Usability Scale (SUS) terhadap kelompok VR menghasilkan skor rata-rata 78.5 (SD = 6.8), yang termasuk dalam kategori "Good" menurut standar SUS interpretation. Breakdown analisis per komponen:

1. Learnability: 82.3 (Excellent)
2. Efficiency: 76.1 (Good)
3. Memorability: 79.2 (Good)
4. Error Prevention: 75.8 (Acceptable)
5. Satisfaction: 81.4 (Excellent)

Kendala utama yang diidentifikasi adalah initial learning curve untuk navigasi VR dan occasional motion discomfort pada 15% pengguna dalam 10 menit pertama.

Data tracking dalam environment VR memberikan insights tentang pola pembelajaran siswa, dimana Behavioral Patterns adalah sebagai berikut:

1. Rata-rata waktu eksplorasi: 78 menit (dari alokasi 90 menit)
2. Hotspot paling sering dikunjungi: Relief Candi (89% siswa), Area Altar (76% siswa)
3. Tingkat penyelesaian quiz in-environment: 94%
4. Rata-rata revisit per area: 2.3 kali

Data analytics menunjukkan bahwa siswa cenderung menghabiskan waktu lebih lama pada area dengan konten interaktif yang kaya, mengindikasikan efektivitas fitur engagement yang diimplementasikan. Hasil FGD (Focus Group Discussion) mengungkapkan beberapa temuan kualitatif penting, yakni:
Aspek Positif yang terdiri:

1. "Merasa seperti benar-benar berada di masa lampau"
2. "Lebih mudah memahami ukuran dan proporsi bangunan"
3. "Pengalaman yang tidak mungkin didapat dari buku atau video"

Area Improvement, yakni:

1. Kebutuhan akan fitur social learning (collaborative exploration)
2. Desire untuk konten yang lebih dalam tentang kehidupan sehari-hari masa lampau
3. Saran penambahan mini games edukatif

Evaluasi dari tiga expert (arkeolog, teknolog pendidikan, dan guru sejarah) memberikan rating rata-rata:

1. Akurasi Historis: 4.2/5.0
2. Pedagogical Design: 4.1/5.0
3. *Technical Implementation*: 3.9/5.0
4. *Overall Effectiveness*: 4.0/5.0

Expert menyoroti pentingnya continuous update konten berdasarkan temuan arkeologis terbaru dan integrasi yang lebih kuat dengan kurikulum formal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengevaluasi aplikasi Virtual Reality untuk pembelajaran sejarah lokal dengan fokus pada sejarah. Sistem yang dibangun menggunakan Unity 3D engine dan Oculus SDK telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sejarah lokal. Hasil evaluasi empiris menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan VR menghasilkan peningkatan pemahaman materi sebesar 34.3% dibandingkan dengan metode tradisional yang hanya mencapai 13.3%. Tingkat engagement siswa juga meningkat signifikan dengan skor rata-rata 4.2/5.0 pada skala Likert. Evaluasi usability menggunakan SUS menghasilkan skor 78.5, mengindikasikan tingkat penerimaan yang baik dari pengguna. Framework desain yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti dapat menghasilkan aplikasi VR edukatif yang efektif dengan komponen utama meliputi environment reconstruction, interactive learning module, assessment integration, dan learning analytics. Pendekatan immersive learning terbukti superior dalam aspek spatial understanding dan contextual comprehension dibandingkan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, teknologi VR dapat dijadikan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan pembelajaran sejarah lokal yang selama ini menghadapi keterbatasan akses fisik ke situs bersejarah dan kurangnya engagement siswa terhadap materi sejarah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Chen and M. Wang, 2023, *"Immersive Historical Learning: A Virtual Reality Approach to Ancient Civilization Education,"* Journal of Educational Technology, vol. 45, no. 3, pp. 234-251.
[2] A. Rodriguez, B. Martinez, and C. Silva, 2022, *"VR-Enabled Cultural Heritage Preservation: A Case Study of Indigenous Historical Sites," Proceedings of International Conference on Cultural Computing*, pp. 89-96.
[3] S. Kim and J. Thompson, 2024, *"Adaptive Virtual Reality Learning Environments for Historical Education,"* Computers & Education, vol. 198, pp. 104-118.
[4] M. Johnson, R. Lee, and K. Zhang, 2023, "*Effectiveness of Virtual Reality in K-12 Education: A Meta-*

Analysis," Educational Technology Research and Development, vol. 71, no. 2, pp. 445-467.
[5] P. Anderson and T. Wilson, 2022, *"User Experience Design for Educational VR Applications: Best Practices and Guidelines,"* International Journal of Human-Computer Studies, vol. 165, pp. 102-115.
[6] D. Brown, E. Davis, and F. Garcia, 2023, *"Immersive Technologies in Cultural Heritage Education: Opportunities and Challenges,"* Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, vol. 28, pp. 201-213.
[7] H. Kumar, S. Patel, and N. Sharma, 2022, *"Virtual Reality Adoption in Educational Institutions: Factors and Barriers,"* Computers in Human Behavior, vol. 134, pp. 107-118.
[8] J. Taylor, L. Miller, and R. Clark, 2024, *"Assessment Methods for VR-Based Learning: A Systematic Review,"* Assessment & Evaluation in Higher Education, vol. 49, no. 2, pp. 178-195.
[9] C. White, M. Green, and A. Blue, 2023, *"Motion Sickness in Educational VR: Mitigation Strategies and Design Considerations,"I*nternational Journal of Virtual Reality , vol. 23, no. 1, pp. 45-58.
[10] K. Singh, P. Gupta, and D. Verma, 2022, *"Cost-Effectiveness Analysis of VR Implementation in Secondary Education,"* Educational Economics, vol. 30, no. 4, pp. 423-441.
[11] Telkom University, “Perkembangan Teknologi dan Dampaknya dalam Kehidupan Modern”. [Online].
[12] Universitas Sebelas Maret, “FAQ - Frequently Asked Questions”. [Online].
[13] Smith, M. S., & Casserly, C. M. (2019). "The promise of open educational resources." Change: The Magazine of Higher Learning, 38(5), 8-17.
[14] Freina, Laura, and Michela Ott. "A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives." The international scientific conference elearning and software for education. Vol. 1. No. 133. 2015.
[15] Christou, Chris. "Virtual reality in education." Affective, interactive and cognitive methods for e-learning design: creating an optimal education experience. IGI Global Scientific Publishing, 2010. 228-243.
[16] Mazhar, Ahmad A., and Mustafa M. Al Rifaee. "A Systematic Review of the use of Virtual Reality in Education." 2023 International Conference on information technology (ICIT). IEEE, 2023.
[17] Elmqaddem, Noureddine. "Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality?." Int. J. Emerg. Technol. Learn. 14.3 (2019): 234-242.
[18] Lege, Ryan, and Euan Bonner. "Virtual reality in education: The promise, progress, and challenge." The jalt call Journal 16.3 (2020): 167-180.
[19] Hu-Au, Elliot, and Joey J. Lee. "Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age." International Journal of Innovation in Education 4.4 (2017): 215-226.
[20] Carruth, Daniel W. "Virtual reality for education and workforce training." 2017 15th international conference on emerging elearning technologies and applications (ICETA). IEEE, 2017.