

**PERANCANGAN SIMULATOR VIRTUAL REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TANGGAP DARURAT PADA K3 KEBAKARAN**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika*



Disusun Oleh:

Rezandra Rizky Irianto

2005414

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMASI INDUSTRI DAN ROBOTIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

Perancangan Simulator Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Tanggap Darurat terhadap K3 Kebakaran

Oleh
Rezandra Rizky Irianto

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

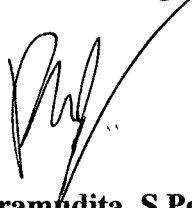
© Rezandra Rizky Irianto 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
REZANDRA RIZKY IRIANTO
PERANCANGAN SIMULATOR VIRTUAL REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TANGGAP DARURAT TERHADAP K3
KEBAKARAN

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

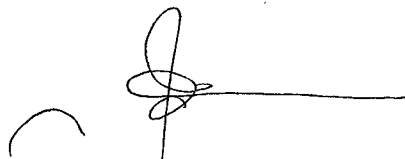


Resa Pramudita, S.Pd, M.T.

120200419910418101

Mengetahui

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika



Dr. Erik Haritman, S.Pd, M.T.

197605272001121002

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rezandra Rizky Irianto

NIM : 2005414

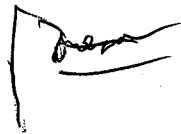
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika

Judul Karya : Perancangan Simulator Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran
Tanggap Darurat terhadap K3 Kebakaran

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 11 Agustus 2025



Rezandra Rizky Irianto

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur mari kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang tiada terkira, sehingga dapat diselesaikannya penyusunan skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Perancangan Simulator Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Tanggap Darurat terhadap K3 Kebakaran” dan disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Universitas Pendidikan Indonesia.

Peneliti berharap, karya tulis ini dapat memberikan kontribusi positif, baik secara teoritis maupun praktis, bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pendidikan dan teknologi informasi.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, izinkan peneliti menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan dorongan dalam berbagai bentuk, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang berarti bagi pembaca dan dunia pendidikan pada umumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan Bismillahirrahmanirrahim, segala puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang telah mengiringi setiap langkah penulis, sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan sesuai waktu yang direncanakan. Skripsi ini merupakan salah satu bentuk pencapaian akademik dan hasil dari perjalanan panjang yang penuh tantangan selama menempuh pendidikan Strata 1 (S1) di Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam setiap tahapannya, penulis mendapatkan dukungan yang tak ternilai dari berbagai pihak, yang telah menjadi pilar kekuatan bagi peneliti untuk terus maju.

Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan hormat, peneliti ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung:

1. Kepada Dr. Erik Haritman, S.Pd, M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika, terima kasih atas ilmunya yang memotivasi dan membangun dalam kehidupan peneliti.
2. Kepada Bapak Resa Pramudita, S.Pd, M.T. selaku Dosen Pembimbing, yang telah membantu dalam bimbingannya dan atas bantuan kelancarannya selama penulisan skripsi ini.
3. Kepada Bapak Nurul Fahmi Arif Hakim, S.Pd., M.T. selaku Dosen Wali yang telah memberikan waktu, arahan, bimbingan beserta ilmunya dalam studi peneliti.
4. Kepada Keluarga tercinta; Ayah H. Danny Irianto, S.IP., ibu Hj. Maya Purnamasari, S.Sos., dan adik tersayang Diandra Tsaqifa Aulia. Juga kepada kakek dan nenek terhormat Dr. H. Dadang Hidayat M., M.Pd., Hj. Endang Yunarti Sundari, beserta Letkol (Cin) Alm. H. Achmad Noor dan Hj. Husnah. Terima kasih pula kepada om, tante, serta semua sahabat dan rekan yang telah memberikan dukungan berupa doa, kasih sayang dan motivasi selama kegiatan perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini terselesaikan.

Perancangan Simulator Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Tanggap Darurat terhadap K3 Kebakaran

Rezandra Rizky Irianto

2005414

ABSTRAK

Industri modern yang semakin kompleks menghadapi risiko kecelakaan yang dapat menyebabkan kehilangan nyawa dan kerugian finansial yang besar. Salah satu contoh kecelakaan yang paling destruktif adalah sebuah insiden kebakaran. Maka daripada itu, untuk mengurangi risiko ini diperlukan sebuah media pembelajaran K3 kebakaran yang efisien dan realistis. Sesuai dengan PP No. 50 Tahun 2012, K3 bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pekerja dalam mencegah kecelakaan kerja. Pada penelitian ini telah dikembangkan sebuah Simulator Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Tanggap Darurat terhadap K3 Kebakaran, yang menawarkan solusi pembelajaran yang realistis, terjangkau, dan mudah dipahami. Fitur pada simulator VR ini mencakup pendeteksian kebakaran, prosedur evakuasi, pemakaian perlindungan anti-api, penggunaan alat pemadam seperti APAR, serta notifikasi untuk eskalasi situasi, yang diharapkan mampu meningkatkan kesiapsiagaan pengguna di industri modern untuk kedepannya. Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan metode *benchmarking* performa aplikasi dengan *OVR Metrics Tool*, dimana hasil yang didapat pada pengujian ini menyimpulkan bahwa berada pada kategori cukup baik, dengan FPS secara umum berada di batas usability, penggunaan RAM dan GPU yang tinggi tapi masih bisa diterima, jumlah *stale frame* yang cukup rendah, dan jumlah *screen tear* yang tidak terlalu mengganggu pemakai.

Kata kunci: Tanggap Darurat, K3, Virtual Reality, Kebakaran, Simulasi

Design of a *Virtual Reality* Simulator as a Learning Medium for Emergency Response to Fire-related OHS

Rezandra Rizky Irianto

2005414

ABSTRACT

The increasingly complex modern industry faces the risk of accidents that can lead to loss of life and significant financial losses. One of the most destructive examples of such accidents is a fire incident. Therefore, to reduce this risk, an efficient and realistic fire safety (K3) learning media is needed. In accordance with Government Regulation No. 50 of 2012, Occupational Health and Safety (K3) aims to enhance workers' ability to prevent workplace accidents. In this study, a Virtual Reality Simulator was developed as a Learning Medium for Emergency Response to Fire Safety (K3), offering a realistic, affordable, and easy-to-understand learning solution. The features of this VR simulator include fire detection, evacuation procedures, use of fire-protection equipment, operation of extinguishers such as APAR, as well as notifications for situation escalation. These features are expected to improve user preparedness in the modern industry in the future. The testing in this study was conducted using application performance benchmarking with the OVR Metrics Tool. The results concluded that the performance was in the "fairly good" category, with FPS generally at the usability threshold, high but acceptable RAM and GPU usage, a relatively low number of stale frames, and a level of screen tearing that did not significantly disrupt the user experience.

Keywords: Emergency Response, OHS, Virtual Reality, Fire, Simulation

DAFTAR ISI

BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Signifikansi Penelitian	2
1.5. Struktur Organisasi Penelitian.....	3
BAB 2	5
KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian yang Terdahulu	5
2.2. Konsep dan Teori yang Relevan	9
2.3. Kerangka Berpikir	26
BAB 3	27
METODE PENELITIAN	27
3.1. Subjek dan Objek Penelitian	27
3.2. Metode Penelitian.....	27
3.3. Langkah-Langkah Perancangan	27
3.4. Perancangan Aplikasi VR	28
3.5. Spesifikasi dan Alat Pengembangan.....	30
3.6. Metode Pengujian.....	31
BAB 4	36
TEMUAN DAN ANALISIS	36
4.1. Deskripsi Skenario Simulasi	36
4.1.1. Skenario Kantor	37
4.1.2. Skenario Rumah Sakit	39
4.1.3. Skenario Sekolah	41
4.2. Analisis Performa Simulasi.....	43
4.2.1. Analisis Skenario 1 (Kantor).....	43
4.2.2. Analisis Skenario 2 (Rumah Sakit).....	51
4.2.3. Analisis Skenario 3 (Sekolah)	59
BAB 5	68
PENUTUP	68
5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran.....	68

Daftar Pustaka	70
Lampiran	74

DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN TABEL

Gambar 3.1. Flowchart Simulasi	29
Gambar 4.1. <i>User journey</i> simulasi	36
Gambar 4.2. Layout Skenario Kantor	37
Gambar 4.3. <i>View</i> dari aplikasi Unity	38
Gambar 4.4. <i>View</i> dari <i>headset</i> VR.....	38
Gambar 4.5. Pelaksanaan program simulasi pemadaman api.....	39
Gambar 4.6. Layout Skenario Rumah Sakit	39
Gambar 4.7. <i>View</i> dari aplikasi Unity	40
Gambar 4.8. <i>View</i> dari <i>headset</i> VR.....	41
Gambar 4.9. Pelaksanaan program simulasi pemadaman api.....	41
Gambar 4.10. Layout Skenario Rumah Sakit	42
Gambar 4.11. <i>View</i> dari aplikasi Unity	42
Gambar 4.12. <i>View</i> dari <i>headset</i> VR.....	43
Gambar 4.13. Pelaksanaan program simulasi pemadaman api.....	43
Tabel 4.1. <i>Timeline</i> pengujian skenario kantor	44
Grafik 4.1. <i>Framerate</i> rata-rata selama pengujian skenario kantor	44
Tabel 4.2. Tabel titik <i>framerate</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario kantor	45
Grafik 4.2. Jumlah <i>stale frame</i> selama pengujian skenario kantor	45
Tabel 4.3. Tabel titik <i>stale frame</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario kantor	46
Grafik 4.3. Jumlah <i>stale frame</i> terhadap jumlah FPS selama pengujian skenario kantor	46
Grafik 4.4. Lama GPU me-render satu <i>frame</i> selama pengujian skenario kantor	47
Tabel 4.4. Tabel waktu GPU tertinggi dan terendah selama pengujian skenario kantor.....	47
Grafik 4.5. Persentase penggunaan CPU dan GPU selama pengujian skenario kantor	48
Tabel 4.5. Tabel persentase CPU dan GPU tertinggi dan terendah selama pengujian skenario kantor	49
Grafik 4.6. Penggunaan RAM selama pengujian skenario kantor	49
Tabel 4.6. Tabel penggunaan RAM tertinggi dan terendah selama pengujian skenario kantor ..	50
Grafik 4.7. Jumlah <i>screen tear</i> selama pengujian skenario kantor	50
Tabel 4.7. Tabel jumlah <i>screen tear</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario kantor..	51
Tabel 4.8. <i>Timeline</i> pengujian skenario rumah sakit.....	51
Grafik 4.8. <i>Framerate</i> rata-rata selama pengujian skenario rumah sakit	52
Tabel 4.9. Tabel titik <i>framerate</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario rumah sakit	52
Grafik 4.9. Jumlah <i>stale frame</i> selama pengujian skenario rumah sakit	53

Tabel 4.10. Tabel titik <i>stale frame</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario rumah sakit	53
Grafik 4.10. Jumlah <i>stale frame</i> terhadap jumlah FPS selama pengujian skenario rumah sakit	54
Grafik 4.11. Lama GPU me-render satu <i>frame</i> selama pengujian skenario rumah sakit	55
Tabel 4.11. Tabel waktu GPU tertinggi dan terendah selama pengujian skenario rumah sakit	55
Grafik 4.12. Persentase penggunaan CPU dan GPU selama pengujian skenario rumah sakit	56
Tabel 4.12. Tabel persentase CPU dan GPU tertinggi dan terendah selama pengujian skenario rumah sakit	57
Grafik 4.13. Penggunaan RAM selama pengujian skenario rumah sakit	57
Tabel 4.13. Tabel penggunaan RAM tertinggi dan terendah selama pengujian skenario rumah sakit	58
Grafik 4.14. Jumlah <i>screen tear</i> selama pengujian skenario rumah sakit	58
Tabel 4.14. Tabel jumlah <i>screen tear</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario rumah sakit	59
Tabel 4.15. <i>Timeline</i> pengujian skenario sekolah	59
Grafik 4.15. <i>Framerate</i> rata-rata selama pengujian skenario sekolah	60
Tabel 4.16. Tabel titik <i>framerate</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	60
Grafik 4.16. Jumlah <i>stale frame</i> selama pengujian skenario sekolah	61
Tabel 4.17. Tabel titik <i>stale frame</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	61
Grafik 4.17. Jumlah <i>stale frame</i> terhadap jumlah FPS selama pengujian skenario sekolah	62
Grafik 4.18. Lama GPU me-render satu <i>frame</i> selama pengujian skenario rumah sakit	63
Tabel 4.18. Tabel waktu GPU tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	63
Grafik 4.19. Persentase penggunaan CPU dan GPU selama pengujian skenario sekolah	64
Tabel 4.19. Tabel penggunaan CPU dan GPU tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	65
Grafik 4.20. Tabel penggunaan RAM tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	65
Tabel 4.20. Tabel penggunaan RAM tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	66
Grafik 4.21. Jumlah <i>screen tear</i> selama pengujian skenario sekolah	66
Tabel 4.21. Tabel jumlah <i>screen tear</i> tertinggi dan terendah selama pengujian skenario sekolah	67

Daftar Pustaka:

- Allcoat, D., & von Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26. <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2140>
- Alemneh, E. D., Kidanemariam, D. A., Mengstie, S. M., & Beyene, B. B. (2024). Effect of computer simulation and animation-integrated instruction on pre-service science teacher trainees' conceptual understanding and retention of acid-base chemistry and stoichiometry. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 453–472. <https://doi.org/10.3926/jotse.2297>
- Arcoraci, V., Squadrito, F., Altavilla, D., Bitto, A., Minutoli, L., Penna, O., & et al. (2019). Medical simulation in pharmacology learning and retention: A comparison study with traditional teaching in undergraduate medical students. *Pharmacology Research & Perspectives*, 7(1), e00449. <https://doi.org/10.1002/prp2.449>
- Badan Standardisasi Nasional. (1995). SNI 03-3988-1995: Pengujian kemampuan pemadaman dan penilaian alat pemadam api ringan. <https://www.endlessafe.com/wp-content/uploads/2022/04/SNI-03-3988-1995-Uji-APAR.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-3985-2000: Tata cara perencanaan, pemasangan, dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung. <https://firesolution.id/downloads/Code&Standard/SNI%2003-3985-2000,%20Fire%20Alarm.pdf>
- Batamuliza, J., Habinshuti, G., & Nkurunziza, J. B. (2024). Integration of interactive computer simulations in teaching and learning chemical reaction: Students' performance and concept retention. *Journal of Technology and Science Education*, 14(4), 1060–1072. <https://doi.org/10.3926/jotse.2548>

- Bureau of Safety and Environmental Enforcement. (2023). Offshore incident statistics.
<https://www.bsee.gov/stats-facts/offshore-incident-statistics>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42.
<https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2024>
- Cheng, R., Wu, N., Varvello, M., Chen, S., & Han, B. (2022). Are we ready for metaverse?: A measurement study of social virtual reality platforms. In *Proceedings of the 22nd ACM Internet Measurement Conference* (pp. 504–518).
<https://doi.org/10.1145/3517745.3561417>
- Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 90(4), 499–541.
<https://doi.org/10.3102/0034654320933544>
- Choudhary, F. R., & Javed, T. (2021). Use of computer simulations for the understanding and retention of mathematical concepts. *International Journal of Innovative Teaching and Learning*, 7(2), 70–86.
- Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan. (2024, January 5). Kaleidoskop kejadian kebakaran di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2023.
https://pemadam.jakarta.go.id/artikel/2024-01-05_kaleidoskop-kejadian-kebakaran-di-provinsi_yzs244j
- Grande, R., Albusac, J., Vallejo, D., Glez-Morcillo, C., & Castro-Schez, J. J. (2024). Performance Evaluation and Optimization of 3D Models from Low-Cost 3D Scanning Technologies for Virtual Reality and Metaverse E-Commerce. *Applied Sciences*, 14(14), 6037. <https://doi.org/10.3390/app14146037>
- Impact Fire Services. (2024). Fire safety in the oil and gas industry: Tips and best practices. <https://resources.impactfireservices.com/fire-safety-in-the-oil-and-gas-industry>
- International Organization for Standardization. (2015). ISO 11612:2015 Protective clothing — Clothing to protect against heat and flame — Minimum performance requirements.

https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_11612_2017.pdf

Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (1980). Peraturan Menteri Nomor 04 Tahun 1980 tentang alat pemadam api ringan.

<https://temank3.kemnaker.go.id/public/media/files/20210725225505.pdf>

Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (1999). Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.186/MEN/1999.

<https://temank3.kemnaker.go.id/public/media/files/241001045931.pdf>

Lin, X. P., Li, B. B., Yao, Z. N., Yang, Z., & Zhang, M. (2024). The impact of virtual reality on student engagement in the classroom – A critical review of the literature. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360574.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360574>

Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141–1164.

<https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>

McComas, W. F. (2014). Experiential learning. In W. F. McComas (Ed.), *The language of science education: An expanded glossary of key terms and concepts in science teaching and learning* (p. 40). SensePublishers.

https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0_37

Meta. (2025, August 9). OVR Metrics Tool + VrApi: What do these metrics mean?

<https://developers.meta.com/horizon/blog/ovr-metrics-tool-vrapi-what-do-these-metrics-mean/>

Morris, T. H. (2020). Experiential learning – A systematic review and revision of Kolb’s model. *Interactive Learning Environments*, 28(8), 1064–1077.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1570279>

Performance evaluation and optimization of 3D models from low-cost 3D scanning technologies for virtual reality and metaverse e-commerce. (n.d.). (Retrieved August 13, 2025). <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/14/6037>

- Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2008). Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2008 tentang pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran.
<https://jdih.jakarta.go.id/dokumenPeraturanDirectory/0031/2008PERDA0031008.pdf>
- Redhuan, M., Samsudin, R., Sulaiman, Guan, T. T., Yusof, A. M., Firdaus, M., & et al. (2021). Mobile application development through ADDIE model. In Proceedings of the International Conference. <https://www.semanticscholar.org/paper/Mobile-Application-Development-Trough-ADDIE-Model-Redhuan-Samsudin/a6fc43e2ab40fe0534db8fe3e73a4d106e0ba761>
- Reinbold, S. (2013). Using the ADDIE model in designing library instruction. *Medical Reference Services Quarterly*, 32(3), 244–256.
<https://doi.org/10.1080/02763869.2013.806859>
- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (2018). *Trends and issues in instructional design and technology* (4th ed.). Pearson Higher Ed.
- Rua, R., & Saraiva, J. (2023). A large-scale empirical study on mobile performance: Energy, run-time and memory. *Empirical Software Engineering*, 29(1), 31.
<https://doi.org/10.1007/s10664-023-10357-2>
- Ślósarz, L., Jurczyk-Romanowska, E., Rosińczuk, J., & Kazimierska-Zajac, M. (2022). Virtual reality as a teaching resource which reinforces emotions in the teaching process. *SAGE Open*, 12(3), 21582440221118083.
<https://doi.org/10.1177/21582440221118083>
- Xin, Y. (2022). Influence of learning engagement on learning effect under a virtual reality (VR) environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(5), 226–237. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i05.30251>