

**VIRTUAL REALITY BERBASIS MOBILE PADA MATERI  
IDENTIFIKASI MESIN PENGELASAN UNTUK MENINGKATKAN  
KOGNITIF SISWA  
SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer



Oleh:  
Muhammad Bahrul Ulum  
NIM 2003691

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA  
DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2024**

**VIRTUAL REALITY BERBASIS MOBILE PADA MATERI  
IDENTIFIKASI MESIN PENGELASAN UNTUK MENINGKATKAN  
KOGNITIF SISWA**

Oleh  
Muhammad Bahrul Ulum

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
Gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam

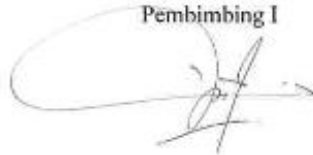
© Muhammad Bahrul Ulum  
Universitas Pendidikan Indonesia  
2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**VIRTUAL REALITY BERBASIS MOBILE PADA MATERI  
IDENTIFIKASI MESIN PENGELASAN UNTUK MENINGKATKAN  
KOGNITIF SISWA**

Disetujui dan disahkan oleh:

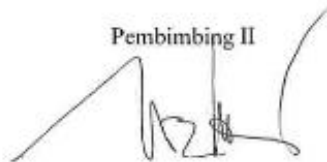
Pembimbing I



Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T.

NIP. 197809262008121001

Pembimbing II



Dr. Wahyudin, M.T.

NIP. 197304242008121001

Mengetahui

Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer



Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T.

NIP. 197809262008121001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya dengan izin darinya skripsi yang berjudul “Virtual Reality Berbasis Mobile Pada Materi Identifikasi Mesin Pengelasan Untuk Meningkatkan Kognitif Siswa” untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang senantiasa mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis sehingga proposal penelitian ini dapat terselesaikan. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yang telah memberikan banyak bantuan baik berupa moral dan materil selama penulisan skripsi ini.
2. Para dosen pembimbing Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T dan Dr. Wahyudin, M.T.
3. Para dosen di prodi Pendidikan Ilmu Komputer
4. Bapak Saepul Zuhri atas bimbingannya dalam proses penelitian di SMKN 2 Bandung
5. Siswa-siswa Kelas 12 Jurusan Teknik Pengelasan yang telah bersedia ikut serta dalam penelitian
6. Teman-teman seperjuangan dari Pendidikan Ilmu Komputer maupun Ilmu Komputer
7. Pihak lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Dalam penyusunan skripsi penelitian ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Maka dari itu, penulis memohon maaf dan mengharapkan kritik serta saran dari pembaca dan pihak lainnya yang bersifat membangun.

Bandung, 1 Agustus 2024

Muhammad Bahrul Ulum

**VIRTUAL REALITY BERBASIS MOBILE PADA MATERI  
IDENTIFIKASI MESIN PENGELASAN UNTUK MENINGKATKAN  
KOGNITIF SISWA**

Oleh:

Muhammad Bahrul Ulum - [muhammad.bahrul.ulum@upi.edu](mailto:muhammad.bahrul.ulum@upi.edu)

2003691

**ABSTRAK**

Penelitian ini melakukan pengembangan multimedia realitas virtual berbasis mobile pada materi pengelasan untuk meningkatkan kognitif siswa. Penelitian ini menggunakan *one-group pretest-posttest design* yang meyasar kepada siswa kelas 12 SMK jurusan Teknik Pengelasan. Soal pre-test dan post-test berisikan soal mengenai materi identifikasi mesin pengelasan SMAW dan elektroda SMAW. Metode ADDIE digunakan oleh peneliti dalam mengembangkan produk multimedia yang diinginkan. Dalam penerapan multimedia, setidaknya terdapat 10 siswa yang berpartisipasi dalam penelitian ini. Dari uji Shapiro-Wilk yang dilakukan didapat data pre-test (0,909) data post-test (0,942) semuanya berdistribusi normal. Sedangkan pada uji-t menggunakan uji *paired samples t-test* didapat hasil 0,226 yang mengindikasikan ditolaknya H1 dan diterimanya H0 sehingga kesimpulan yang diapat adalah bahwa “*Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test*”. Sedangkan pada hasil uji n-gain didapat hasil sebagai berikut, kelompok atas didapat rata-rata nilai kelompok adalah 70, disusul kelompok tengah dengan rata-rata kelompok 48,6, dan kelompok bawah dengan rata-rata nilai 20. Kelompok atas mendapatkan rata-rata nilai n-gain -0,33 yang mengindikasikan kriteria dari nilai tersebut “Terjadi Penurunan” dan tingkat efektifitas “Tidak Efektif”. Pada kelompok tengah rata-rata nilai n-gain yang diapat adalah 0,06 dengan kriteria “Rendah” dan efektifitas “Tidak Efektif”. Sedangkan pada kelompok bawah nilai n-gain rata-rata adalah 0,38 dengan kriteria “Sedang” dan efektifitas “Tidak Efektif”.

**Kata Kunci:** ADDIE, Mobile-Based Virtual Reality, Multimedia Learning, Pengelasan SMAW

# MOBILE BASED VIRTUAL REALITY ON WELDING MACHINE IDENTIFICATION TO IMPROVE STUDENTS' COGNITIVE

by:

Muhammad Bahrul Ulum - [muhammad.bahrul.ulum@upi.edu](mailto:muhammad.bahrul.ulum@upi.edu)

2003691

## ABSTRACT

This study conducted the development of mobile-based virtual reality multimedia on welding material to improve students' cognitive abilities. This study used a one-group pretest-posttest design targeting 12th grade students of SMK majoring in Welding Engineering. The pre-test and post-test questions contained questions about the material on identifying SMAW welding machines and SMAW electrodes. The ADDIE method was used by researchers in developing the desired multimedia product. In the application of multimedia, at least 10 students participated in this study. From the Shapiro-Wilk test conducted, the pre-test data (0.909) and post-test data (0.942) were all normally distributed. While in the t-test using the paired samples t-test, the results were 0.226 which indicated that H1 was rejected and H0 was accepted so that the conclusion obtained was that "There is no significant difference between the pre-test and post-test values". Meanwhile, the results of the n-gain test obtained the following results, the upper group obtained an average group value of 70, followed by the middle group with an average group of 48.6, and the lower group with an average value of 20. The upper group obtained an average n-gain value of -0.33 which indicates the criteria of the value "Decrease" and the level of effectiveness "Ineffective". In the middle group, the average n-gain value obtained was 0.06 with the criteria "Low" and the effectiveness "Ineffective". While in the lower group, the average n-gain value was 0.38 with the criteria "Medium" and the effectiveness "Ineffective".

**Keyword:** ADDIE, Mobile-Based Virtual Reality, Multimedia Learning, SMAW Welding

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>IV</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>VII</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>IX</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Pelaporan Skripsi.....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>6</b>
<b>LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1. Peta Literatur.....	6
2.2. Kemampuan Kognitif.....	6
2.3. Multimedia Pembelajaran.....	9
2.4. Virtual Reality.....	15
2.3.1. Pengertian Virtual Reality.....	15
2.3.2. Sejarah VR.....	16
2.3.3. Jenis VR.....	16
2.3.4. Komponen VR.....	18
2.3.5. Mobile Virtual Reality.....	20
2.5. Teknik Pengelasan.....	21
2.4.1. Teknik Pengelasan SMAW.....	21
2.4.2. Teknik Pengelasan GMAW.....	22
2.4.3. Persiapan dalam Pengelasan.....	23

2.4.4. Peran Teknik Pengelasan dalam Industri .....	23
2.6. Godot Engine .....	24
<b>BAB III .....</b>	<b>30</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1. Metode Penelitian .....	30
3.2. Desain Penelitian .....	30
3.3. Prosedur Penelitian .....	31
3.4. Populasi dan Sampel Penelitian .....	37
3.4.1. Populasi .....	37
3.4.2. Sampel .....	38
3.5. Analisis Data .....	38
<b>BAB IV .....</b>	<b>41</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1. Analisis Kurikulum .....	41
4.2. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak & Keras .....	42
4.2.1. Analisis Perangkat Lunak .....	42
4.2.2. Analisis Perangkat Keras .....	43
4.3. Penyusunan Materi Pengelasan pada VR .....	45
4.4. Skenario .....	47
4.5. Perancangan Mobile Virtual Reality Pengelasan .....	48
4.6. Pengembangan Multimedia Mobile VR Pengelasan .....	51
4.7. Implementasi .....	67
4.8. Analisis Instrumen .....	68
<b>BAB V .....</b>	<b>72</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
5.1. Kesimpulan .....	72
5.2. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Hasil Pretest Siswa .....	2
Tabel 3. 1. One-Group Pretest-Posttest Design .....	30
Tabel 3. 2. Tabel Black-Box .....	35
Tabel 3. 3. Range Kategori N-Gain (Sukarelawan et al., 2024) .....	40
Tabel 3. 4. Range Skor Uji Gain (Sukarelawan et al., 2024) .....	40
Tabel 4. 1. Spesifikasi Laptop .....	43
Tabel 4. 2. Spesifikasi Smartphone .....	44
Tabel 4. 3. Spesifikasi Kacamata Virtual Reality .....	44
Tabel 4. 4. Spesifikasi Gamepad Nirkabel .....	45
Tabel 4. 5. Terminologi Alat Pengelasan & APD .....	46
Tabel 4. 6. Aset 3D Mobile Virtual Reality Pengelasan .....	52
Tabel 4. 7. Hasil Uji Black-Box .....	65
Tabel 4. 8. Hasil Uji Shapiro-Wilk .....	69
Tabel 4. 9. Hasil Uji-T .....	69
Tabel 4. 10. Hasil Pengelompokkan & Uji N-Gain .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Contoh Penerapan VR pada Pembelajaran Sains .....	3
Gambar 2. 1. Peta Literatur .....	6
Gambar 2. 2. Taksonomi Bloom .....	9
Gambar 2. 3. Skema Multimedia Linear .....	11
Gambar 2. 4. Skema Multimedia Interaktif (Juanda & Nurhadi, 2014) .....	12
Gambar 2. 5. Skema Hyperaktif Multimedia .....	13
Gambar 2. 6. Skema Virtual Reality (Kim & Lee, 2014) .....	14
Gambar 2. 7. Ilustrasi VR .....	17
Gambar 2. 8. Kontroler VR .....	19
Gambar 2. 9. Google Cardboard .....	21
Gambar 2. 10. Pengelasan SMAW .....	22
Gambar 2. 11. Pengelasan GMAW .....	23
Gambar 2. 12. Mendownload Godot Engine (Windows) .....	25
Gambar 2. 13. Local Project .....	26
Gambar 2. 14. Asset Library Projects .....	26
Gambar 2. 15. Antarmuka Editor .....	27
Gambar 2. 16. Menu-menu pada Antarmuka Editor .....	27
Gambar 2. 17. Viewport 3D .....	27
Gambar 2. 18. Tampilan Viewport 2D .....	28
Gambar 2. 19. Toolbar untuk Viewport 2D .....	28
Gambar 2. 20. Toolbar untuk Viewport 3D .....	28
Gambar 2. 21. Dock FileSystem, Scene, dan Inspector (Kiri-Kanan) .....	28
Gambar 2. 22. Panel Bawah .....	29
Gambar 2. 23. Script Screen .....	29
Gambar 3. 1. Model Pengembangan ADDIE .....	31
Gambar 3. 2. Prosedur Penelitian Tahap Analisis .....	31
Gambar 3. 3. Prosedur Penelitian Tahap Desain .....	33
Gambar 3. 4. Prosedur Penelitian Tahap Pengembangan .....	34
Gambar 3. 5. Prosedur Penelitian Tahap Implementasi .....	36
Gambar 3. 6. Prosedur Penelitian Tahap Evaluasi .....	37

Gambar 4. 1. Skenario Perancangan Multimedia VR .....	48
Gambar 4. 2. Flowchart Skenario Pengenalan Mesin Pengelasan SMAW ...	49
Gambar 4. 3. Flowchart Skenario Pengenalan Elektroda SMAW .....	50
Gambar 4. 4. Flowchart Mengambil dan Mengoreksi Benda yang Diambil .	51
Gambar 4. 5. Tampilan Layar 2D .....	59
Gambar 4. 6. Rancangan Denah Pembagian Ruangan .....	60
Gambar 4. 7. Tampilan Ruangan Pengelasan SMAW .....	61
Gambar 4. 8. Tampilan Ruang Pengelasan GMAW .....	61
Gambar 4. 9. Ruang Labirin .....	62
Gambar 4. 10. Ruang Gudang A .....	62
Gambar 4. 11. Ruang Gudang B .....	63
Gambar 4. 12. Sistem Interaksi Informasi .....	63
Gambar 4. 13. Siswa Dapat Mengambil Alat Pengelasan .....	64
Gambar 4. 14. Siswa Dapat Menjatuhkan Alat Pengelasan .....	64
Gambar 4. 15. Gambaran Progress Bar .....	65
Gambar 4. 16. Aktivitas Penelitian .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Soal Pretest .....	80
Lampiran 2. Soal Posttest .....	82
Lampiran 3. Hasil Pre-Test dan Post-Test .....	84
Lampiran 4. Pembagian Kelompok Uji N-Gain .....	85
Lampiran 5. Source Code .....	86

pengelasan SMAW dan elektroda SMAW. Dari *pretest* yang telah dilakukan didapat rata-rata 45,00. Sedangkan dari *post-test* yang telah dilakukan didapat rata-rata 52,00.

- 2) Penentuan terkait efektifitas multimedia yang dikembangkan dilihat dari nilai gain yang didapat. Pada penelitian ini setidaknya hasil pretest & posttest siswa akan dibagi menjadi tiga bagian yaitu kelompok atas, tengah, dan bawah. Pada kelompok atas didapat rata-rata nilai kelompok adalah 70, disusul kelompok tengah dengan rata-rata kelompok 48,6, dan kelompok bawah dengan rata-rata nilai 20. Kelompok atas mendapatkan rata-rata nilai n-gain -0,33 yang mengindikasikan kriteria dari nilai tersebut “Terjadi Penurunan” dan tingkat efektifitas “Tidak Efektif”. Pada kelompok tengah rata-rata nilai n-gain yang didapat adalah 0,06 dengan kriteria “Rendah” dan efektifitas “Tidak Efektif”. Sedangkan pada kelompok bawah nilai n-gain rata-rata adalah 0,38 dengan kriteria “Sedang” dan efektifitas “Tidak Efektif”.

## 5.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian terdapat beberapa saran untuk menjadi bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Bagi pengembangan multimedia mobile VR selanjutnya, penambahan skenario/kasus dalam aktivitas virtual yang dilakukan baiknya lebih dikembangkan dengan lebih banyak lagi. Bukan hanya permainan mencari barang dalam labirin namun kembangkan juga permainan lainnya dalam multimedia mobile VR yang dibuat
2. Persiapan mengenai perangkat dalam pembelajaran yang dilakukan juga mesti dipersiapkan dengan matang. Peralatan seperti kacamata VR, gamepad, dan smartphone perlu disesuaikan dengan jumlah siswa yang akan diteliti guna memaksimalkan waktu penelitian.
3. Jumlah sampel yang diambil baiknya bisa lebih dari 10 orang jika memungkinkan, hal ini supaya data yang dihasilkan bisa lebih beragam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sindi, T., Putra, H., & Khozi, S. (2023). Integrating Technology into Classroom Training. *Journal of Training, Education, Science and Technology*. <https://doi.org/10.51629/jtest.v1i1.168>.
- Bazargani, J. S., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. (2021). Design, Implementation, and Evaluation of an Immersive Virtual Reality-Based Educational Game for Learning Topology Relations at Schools: A Case study. *Sustainability*, 13(23), 13066. <https://doi.org/10.3390/su132313066>
- Barnard, D. (2023). History of VR – Timeline of events and tech development – VirtualSpeech. [virtualspeech.com](https://virtualspeech.com). Retrieved January 14, 2024
- Bevilacqua, R., Maranesi, E., Riccardi, G. R., Di Donna, V., Pelliccioni, P., Luzi, R., ... & Pelliccioni, G. (2019). Non-immersive virtual reality for rehabilitation of the older people: a systematic review into efficacy and effectiveness. *Journal of clinical medicine*, 8(11), 1882.
- Burgoyne, A. P., Sala, G., Gobet, F., Macnamara, B. N., Campitelli, G., & Hambrick, D. Z. (2016). The relationship between cognitive ability and chess skill: A comprehensive meta-analysis. *Intelligence*, 59, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.08.002>
- Christensen, R., & Knezek, G. (2001). Instruments for Assessing the Impact of Technology in Education. *Computers in the Schools*, 18(2–3), 5–25. [https://doi.org/10.1300/j025v18n02\\_02](https://doi.org/10.1300/j025v18n02_02)
- Daryanto.(2016). *Media pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media
- Delgado-Algarra, E. (2020). Learning Managements Systems and Open Educational Resources for the Teaching of Social Sciences: Monitoring Students and Virtual Interaction. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2882-2.ch005>
- Farra, S. L., Gneuchs, M., Hodgson, E., Kawosa, B., Miller, E. T., Simon, A., Timm, N., & Hausfeld, J. (2019). Comparative Cost of Virtual Reality Training and Live Exercises for Training Hospital Workers for Evacuation.

- Computers, informatics, nursing : CIN, 37(9), 446–454.  
<https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000540>
- Fenrich, P. (2005). *Creating instructional Multimedia Solutions: Practical guidelines for the real world*. Informing Science Press.
- Flynn, S. (2024). What is Fully Immersive Virtual Reality? ReHack.  
<https://rehack.com/tech-explained/ar-vr/what-is-fully-immersive-virtual-reality/>
- Gilson, S. J., & Glennerster, A. (2012). High fidelity immersive virtual reality. In InTech eBooks. <https://doi.org/10.5772/50655>.
- Horváth, I. (2021). An Analysis of Personalized Learning Opportunities in 3D VR. , 3. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2021.673826>.
- Jenifer, Selvarani, A., Arfa, Khanum., Deepika, S. (2023). Metaverse. International journal of innovative research in information security, 09(03):215-220. doi: 10.26562/ijiris.2023.v0903.29
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2017). A Review of the Use of Virtual Reality Head-Mounted Displays in Education and Training. Educational Information Technology, 23, 1515-1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Juanda, E. A., & Nurhadi, A. I. (2014). Designing Comprehensive Independent Learning Interactive Multimedia and its Resources Demands. TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control), 12(3), 639. <https://doi.org/10.12928/v12i3.82>
- Khan, S., & Alamri, S. (2017). Technology integration in education. Imam Journal of Applied Sciences, 2, 1 - 7. [https://doi.org/10.4103/ijas.ijas\\_32\\_16](https://doi.org/10.4103/ijas.ijas_32_16).
- Kim, J., & Lee, W. H. (2014). Design and Modelling Immersive Game Contents system for virtual reality technology. Advanced Science and Technology Letters. <https://doi.org/10.14257/astl.2014.46.49>
- Krajčovič, M., Gabajová, G., Matys, M., Grznár, P., Dulina, Ľ., & Kohár, R. (2021). 3D Interactive Learning Environment as a Tool for Knowledge Transfer and Retention. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/SU13147916>.

- Kwon, C. (2018). Verification of the possibility and effectiveness of experiential learning using HMD-based immersive VR technologies. *Virtual Reality*, 23, 101-118. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0364-1>.
- LaValle, S. M. (2023). *Virtual reality*. Cambridge university press
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q., & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034–2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Lochmannová, A., Šimon, M., Hořejší, P., Bárdy, M., Reichertová, S., & Gillernová, K. (2022). The use of virtual reality in training paramedics for a mass casualty incident. *Applied Sciences*, 12(22), 11740. <https://doi.org/10.3390/app122211740>
- Lucas, J. (2018). Immersive VR in the construction classroom to increase student understanding of sequence, assembly, and space of wood frame construction. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 23, pg. 179-194, <http://www.itcon.org/2018/9>
- 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, 1141-1164. <https://doi.org/10.1007/S11423-018-9581-2>.
- Mayer, R. E. (2002). MULTIMEDIA LEARNING. THE PSYCHOLOGY OF LEARNING AND MOTIVATION, 41, 85–139.
- Munir, P. D. (2012). *Multimedia konsep & aplikasi dalam pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Omlor, A. J., Schwärzel, L. S., Bewarder, M., Casper, M., Damm, E., Danziger, G., Mahfoud, F., Rentz, K., Sester, U., Bals, R., & Lepper, P. M. (2022). Comparison of immersive and non-immersive virtual reality videos as substitute for in-hospital teaching during coronavirus lockdown: a survey with graduate medical students in Germany. *Medical education online*, 27(1), 2101417. <https://doi.org/10.1080/10872981.2022.2101417>



- Onyesolu, M. O., & Eze, F. U. (2011). Understanding virtual reality technology: advances and applications. *Adv. Comput. Sci. Eng*, 53-70
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2018). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23, 425-436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>.
- Petroski, K. (2018). Virtual realities. In *Routledge eBooks* (pp. 121–150). <https://doi.org/10.4324/9781351163842-5>
- Quraisy, A. (2020). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk: Studi kasus penghasilan orang tua mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Unismuh Makassar. *Journal of Health Education Economics Science and Technology (J-HEST)*, 3(1), 7-11.
- Rokoei, S., Shojaei, A., Alvanchi, A., Azad, R. K., & Didehvar, N. (2023). Virtual reality application for construction safety training. *Safety Science*, 157, 105925. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105925>
- Ruiz, J. G., Mintzer, M. J., & Leipzig, R. M. (2006). The impact of E-Learning in Medical Education. *Academic Medicine*, 81(3), 207–212. <https://doi.org/10.1097/00001888-200603000-00002>
- Sacks, R., Whyte, J., Swissa, D., Raviv, G., Wu, Z., & Shapira, A. (2015). Safety by design: dialogues between designers and builders using virtual reality. *Construction Management and Economics*, 33(1), 55–72. <https://doi.org/10.1080/01446193.2015.1029504>
- Santucci, F., Frenguelli, F., De Angelis, A., Cuccaro, I., Perri, D., & Simonetti, M. (2020). An immersive open source environment using godot. In *Computational Science and Its Applications–ICCSA 2020: 20th International Conference, Cagliari, Italy, July 1–4, 2020, Proceedings, Part VII 20* (pp. 784-798). Springer International Publishing
- Schlake, B., & Narayanan, M. S. (2002). Virtual reality applications. *Proceedings of WESCON '94*. <https://doi.org/10.1109/wescon.1994.403625>

- Shendarkar, Vasudevan, S. R., Lee, M. S., & Son, S. (2006). Crowd Simulation for Emergency Response using BDI Agent Based on Virtual Reality. IEEE. <https://doi.org/10.1109/wsc.2006.323128>
- Shemshack, A., & Spector, J. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, 7. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9>.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D* (19th ed.). ALFABETA.
- Sun, H. (2022). Interactive Knowledge Visualization Based on IoT and Augmented Reality. *Journal of Sensors*. <https://doi.org/10.1155/2022/7921550>.
- Sukarelawan, M.I, Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). N-Gain vs Stacking Analisis perubahan abilitas peserta didik dalam desain one group pretest-posttest. *Suryacahya*.
- Xu, D., Huang, W., Wang, H., & Heales, J. (2014). Enhancing e-learning effectiveness using an intelligent agent-supported personalized virtual learning environment: An empirical investigation. *Inf. Manag.*, 51, 430-440. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.02.009>.
- Zel, S., & Kongar, E. (2020). INFLUENTIAL FACTORS IN DESIGN AND IMPLEMENTATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY. *MATTER: International Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.20319/mijst.2020.63.7286>.
- Zheng, J., Chan, K., & Gibson, I. (1998). Virtual reality. *IEEE Potentials*, 17(2), 20–23. <https://doi.org/10.1109/45.666641>