

**MODEL PENDIDIKAN DAN PELATIHAN INDUSTRI MANUFAKTUR
ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY***

DISERTASI

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program doktor
Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*



Oleh :

Uum Sumirat

NIM : 2002397

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**MODEL PENDIDIKAN DAN PELATIHAN INDUSTRI MANUFAKTUR
ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 BERBANTUAN AUGMENTED REALITY**

Oleh
Uum Sumirat
IKIP Bandung, 1984
IKIP Bandung, 1993
Universitas Gadjah Mada, 2000

Sebuah disertasi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Doktor Pendidikan pada
Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Sekolah Pascasarjana

© Uum 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Disertasi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian, dengan
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin penulis

HALAMAN PENGESAHAN

MODEL PENDIDIKAN DAN PELATIHAN INDUSTRI MANUFAKTUR ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Promotor,



Prof. Dr. Ida Hamidah, M.Si.

NIP. 19680926 199303 2 002

Co-Promotor,



Prof. Dr. Ir. Dedi Rohendi, M.T. IPM.

NIP. 19670524 199302 1 001

Anggota Co-Promotor,



Prof. Dr. Ir. Muma Komaro, M.T. IPU.

NIP. 19660503 199202 1 001

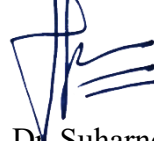
Penguji Dalam



Dr. Tasma Sucita ST. MT.

NIP. 19641007 199101 1 001

Penguji Luar



Prof. Dr. Suharno ST. MT.

NIP. 19710603 00604 1 001

Mengetahui,

Ketua Prodi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan



Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si.

NIP. 19721113 199903 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi yang berjudul “**MODEL PENDIDIKAN DAN PELATIHAN INDUSTRI MANUFAKTUR ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 BERBANTUAN AUGMENTED REALITY**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2025



Drs. Ir. Uum Sumirat, M.Pd. M.T.

NIM. 2002397

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, pada kesempatan kali ini penulis bisa menyelesaikan disertasi dengan judul “Model Pendidikan dan Pelatihan Industri Manufaktur Era Revolusi Industri 4.0” tepat pada waktunya. Penulisan disertasi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program doktor di Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UPI.

Keberhasilan penyusunan disertasi ini tidak semata-mata atau terselesaikan atas usaha dan kerja keras penulis sendiri, tetapi turut pula didukung oleh pihak yang terkait secara langsung atau tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian disertasi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan disertasi ini masih jauh dari kata sempurna karena masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya. Untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penulis dimasa yang akan datang.

Akhir kata semoga disertasi ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis dan para pembaca pada umumnya, terutama kontribusi terhadap keilmuan. Semoga Allah S.W.T. senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Amiin.

Bandung, Januari 2025

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada proses penyelesaian disertasi ini, banyak pihak yang telah terlibat membantu penulis dalam pelaksanaan hingga selesainya disertasi ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta, ayahanda almarhum bapak Drs. Achmad Matin, ibunda almarhumah Ida Rosida BA. dan mertua almarhum bapak Tasmid Nawari serta almarhumah ibu Sutami, dan terutama istriku tercinta Ir. Neneng Wahyuning Dyah, yang dengan sabar selalu memberi motivasi agar penulis dapat menyelesaikan studi, juga anak-anakku tersayang dr. Ratih Nurdyani Sumirat M.K.K., Dimas Edi Sembada Sumirat S.I. Kom., serta Zharifa Salsabilla Sumirat ST., yang senantiasa memberikan semangat serta kesejukan.
2. Ibu Prof. Dr. Ida Hamidah, M.Si., sebagai promotor yang senantiasa memberikan dorongan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan disertasi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Dedi Rohendi, MT, IPU., sebagai co-promotor yang dengan sabar memberikan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan disertasi.
4. Bapak Dr. Ir. Mumu Komaro, M.T, IPU., sebagai anggota yang tanpa henti senantiasa memberi motivasi agar penulis dapat menyelesaikan studi juga selalu memberi bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan disertasi.
5. Rektor UPI dan Wakil Rektor yang telah memberikan izin belajar, sehingga penulis berkesempatan untuk menimba ilmu di Sekolah Pascasarjana.
6. Direktur dan Wakil Direktur Sekolah Pascasarjana UPI atas segala fasilitas yang diberikan sejak penulis mulai kuliah sampai menyelesaikan disertasi ini.
7. Ketua Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Sekolah Pascasarjana UPI, Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si., yang telah menyediakan pelayanan administrasi untuk pelaksanaan penulisan juga motivasi untuk menyelesaikan studi.

8. Dekan dan Wakil Dekan FPTK UPI yang telah memberikan ijin penulis untuk melanjutkan studi pada Sekolah Pascasarjana UPI.
9. Ketua Prodi Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI yang telah memberikan ijin belajar kepada penulis juga motivasi untuk menyelesaikan studi.
10. Bapak Prof, Dr. Suharno, S.T., M.T., Sebagai penguji luar yang telah memberikan catatan dan saran pada naskah disertasi.
11. Seluruh Dosen pada Prodi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Sekolah Pascasarjana UPI yang telah ikhlas membagi ilmunya kepada penulis selama mengikuti perkuliahan.
12. Para ahli yang telah bersedia untuk memberikan penilaian dan saran terhadap produk yang dikembangkan dalam uji ahli, yaitu Bapak Dr. Ir. Teguh Puji Purwanto MT., dari Universitas Gajah Mada, serta Dr. Fadly M.Si. sebagai ahli pada *Augmented Reality* dari Universitas Pasundan Bandung

Juga semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu demi satu. Atas segala amal kebbaikannya penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT membalasnya dengan pahala yang berlimpah.

Bandung, Januari 2025

Promovendus

Drs. Ir. Uum Sumirat, M.Pd., MT.

MODEL PENDIDIKAN DAN PELATIHAN INDUSTRI MANUFAKTUR ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pendidikan dan pelatihan (diklat) berbasis kompetensi dengan integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai pendekatan inovatif dalam meningkatkan kompetensi insinyur. Pada industri manufaktur untuk memberikan pendalaman pada materi diklat terjadi suatu permasalahan dimana alat-alat yang akan dibahas pada materi diklat tidak sebanding dengan jumlah peserta diklat, jumlah peserta diklat lebih banyak dibandingkan dengan jumlah alat peraga. Diperlukan penyampaian materi menggunakan suatu media pembelajaran yang menggambarkan keadaan sebenarnya pada laboratorium atau *workshop*, sehingga di dalam penelitian ini dipilih media yang dapat menggambarkan keadaan sebenarnya di lapangan pada ruangan kelas. Salah satu media yang dapat menggambarkan keadaan tersebut adalah *augmented reality*, sehingga para peserta diklat mendapatkan gambaran menyeluruh pada keadaan sebenarnya di lapangan. Pada penelitian ini didasarkan kepada konsep-konsep dasar kurikulum serta SKKNI, didapatkan suatu model pendidikan dan pelatihan berbantuan *augmented reality* untuk peningkatan kompetensi insinyur yang didasarkan pada konsep dasar *mastery learning* untuk evaluasi serta *competency based training* untuk proses pembelajaran. Hasil pembelajaran menggunakan model tersebut di dalam penelitian ini, di dapatkan hasil peningkatan pembelajaran dengan kategori sedang.

Instrumen penelitian ini, diambil dari *mapping* dimulai dari permasalahan, variabel, sub variabel, serta indikator hingga akhirnya menjadi pertanyaan di dalam angket. Perancangan desain pembelajaran dilakukan dengan menggunakan metode ADDIE, PPSI, serta Belajar tuntas, Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa teknik mesin tingkat akhir yang sedang menyusun Tugas Akhir di Institut Teknologi Nasional (ITENAS), sedangkan *sample* menggunakan teknik *purposive sampling*. Mahasiswa akan diberi *treatment* berupa pembelajaran dengan menggunakan desain pembelajaran berbasis kompetensi *mastery learning*, dan teknologi AR. Adapun penilaian terhadap mahasiswa dilakukan sebanyak dua tahap, penilaian sebelum perlakuan dan penilaian sesudah perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain pembelajaran meliputi proses pembelajaran yang didasarkan pada instrumentasi *input*, *raw input* serta *environmental input* yang akan menghasilkan *expected output*. Hal tersebut di atas secara keseluruhan harus berada pada desain pembelajaran diklat program insinyur, dengan media yang digunakan adalah *augmented reality*.

Media pembelajaran berbantuan teknologi AR menunjukkan hasil **sedang** untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa. Media pembelajaran berbantuan teknologi

AR ditunjukkan dengan nilai persentase rata-rata *N-gain* sebesar 39.92% (sedang). Hasil sedang dalam media pembelajaran berbantuan teknologi AR dikarenakan media tidak mampu memfasilitasi mahasiswa untuk berada ditingkat berpikir sintesis. Sedangkan konsep-konsep yang ada pada materi desain teknik mesin sudah berada di level sintesis.

Kata Kunci : Model Diklat *Augmented Reality*, Industri Manufaktur, Revolusi Industri 4.0, Media Pembelajaran

MODEL OF EDUCATION AND TRAINING FOR THE MANUFACTURING INDUSTRY IN THE INDUSTRY 4.0 ERA SUPPORTED BY AUGMENTED REALITY

ABSTRACT

This research aims to develop a competency-based education and training model (Diklat) with the integration of Augmented Reality (AR) technology as an innovative approach in improving the competence of engineers. In the manufacturing industry to provide in-depth training materials, there is a problem where the tools to be discussed in the training materials are not proportional to the number of training participants, the number of training participants is more than the number of teaching aids. It is necessary to deliver material using a learning medium that describes the actual situation in the laboratory or workshop, so that in this study a media that can draw the actual situation in the field in the classroom is selected. One of the media that can describe this situation is augmented reality, so that the training participants get a comprehensive picture of the actual situation in the field. In this study, based on the basic concepts of the curriculum and SKKNI, an augmented reality-assisted education and training model was obtained to improve the competence of engineers based on the basic concept of mastery learning for evaluation and competency-based training for the learning process. The learning results using this model in this study were obtained as a result of increasing learning with a moderate category.

This research instrument, taken from mapping, starts from problems, variables, sub-variables, and indicators until finally becomes a question in the questionnaire. The design of the learning design was carried out using the ADDIE, PPSI, and Complete Learning methods. The population in this study was final year mechanical engineering students who were preparing a Final Project at the National Institute of Technology (ITENAS), while the sample used purposive sampling techniques. Students will be given treatment in the form of learning using competency-based learning design, mastery learning, and AR technology. The assessment of students is carried out in two stages, assessment before treatment and assessment after treatment.

The results show that the learning design includes a learning process based on input instrumentation, raw input, and environmental input that will produce expected output. The above as a whole must be in the learning design of the engineer program's training, with the media used being augmented reality.

Learning media assisted by AR technology shows **moderate results** to improve student competence. AR technology-assisted learning media is shown by an average N-gain percentage value of 39.92% (moderate). The results are in AR technology-assisted learning media because the media is not able to facilitate

students to be at the level of synthetic thinking. Meanwhile, the concepts in the mechanical engineering design material are already at the synthesis level.

Keywords: Augmented Reality Training Model, Manufacturing Industry, Industrial Revolution 4.0, Learning Media

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	11
1.3. Tujuan Penelitian.....	11
1.4. Manfaat Penelitian.....	11
1.5. Sistematika Penulisan.....	12
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	13
2.1. Industri Manufaktur.....	13
2.2. Revolusi Industri 4.0	16
2.3. <i>Virtual Prototyping</i> dalam Proses Inovasi Produk	18
2.4. <i>Society 5.0</i>	20
2.5. Kurikulum	22
2.6. Desain Kurikulum Pelatihan Berbasis Kompetensi	24
2.7. Rancang Bangun Manufaktur.....	25
2.8. <i>Augmented Reality</i>	28
2.9. <i>Novelty</i> Penelitian.....	31
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1. Desain Penelitian	33
3.1.1. Alur Penelitian	33
3.1.1.1. Studi Pendahuluan	35
3.1.1.2. Analisis Masalah (<i>Analyze</i>)	35
3.1.1.3. Perancangan (<i>Design</i>)	35
3.1.1.4. Pengembangan (<i>Development</i>)	36
3.1.1.5. Implementasi (<i>Implementation</i>).....	36
3.1.1.6. Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	36
3.2. Sampel Penelitian	37
3.3. Instrumen Penelitian.....	37
3.3.1. Lembar <i>Judgement</i>	37
3.3.2. Instrumen Tes	39
3.4. Instrumentasi Penelitian	39
3.4.1. Uji Validitas Soal.....	39
3.4.2. Uji Reliabilitas Soal	40
3.4.3. Pengolahan Data Hasil Penilaian Ahli Materi dan Ahli Media.....	41
3.5. Analisis Data	41

3.6. Instrumentasi Penelitian	42
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1. Deskripsi Data	46
4.2. Perancangan Desain Pembelajaran.....	46
4.2.1. <i>Analysis</i>	46
4.2.2. <i>Design</i>	49
4.2.3. <i>Development</i>	51
4.2.4. <i>Implementation</i>	72
4.2.5. <i>Evaluation</i>	75
4.2.6. Subjek Penelitian.....	76
4.3. Pembahasan	79
BAB V. KESIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI	89
5.1. Kesimpulan.....	89
5.2. Saran	90
5.3. Rekomendasi	90
DAFTAR PUSTAKA	91
RIWAYAT HIDUP	95
LAMPIRAN.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Visualisasi jaringan co-occurrence berdasarkan database Scopus	31
Gambar 2.2 Visualisasi jaringan negara yang membuat penelitian mengenai Augmented Reality	32
Gambar 3.1 Langkah-langkah dan flowchart penelitian	34
Gambar 4.1 Skema desain pembelajaran	48
Gambar 4.2 Skema proses pembuatan desain pembelajaran	49
Gambar 4.3 Diagram desain pembelajaran model diklat	50
Gambar 4.4 Daerah kelayakan multimedia animasi hasil judgement ahli media .	65
Gambar 4.5 Daerah Kelayakan Multimedia Animasi Hasil Judgement Ahli Materi	71
Gambar 4.6 Tampilan penggunaan media dalam mencari diameter poros berdasarkan sifat material kekuatan yang digambarkan menggunakan tampilan Augmented Reality	73
Gambar 4.7 Algoritma Flowchart media dalam mencari diameter poros	74
Gambar 4.8 Diagram desain pembelajaran model diklat	80
Gambar 4.9 Skema proses pembuatan desain pembelajaran	80
Gambar 4.10 Hasil pretest per indikator	83
Gambar 4.11 Nilai posttest per indikator	84
Gambar 4.12 Elemen-elemen di dalam suatu training berdasarkan Kurikulum ...	87
Gambar 4.13 Langkah-langkah penyusunan perencanaan pembelajaran berdasarkan teori PPSI	87
Gambar 4.14 Flow chart pembentukan model pendidikan dan pelatihan dengan media augmented reality	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Elemen Pendesainan Teknik Mesin.....	26
Tabel 3.1 Karakteristik Instrumen untuk Ahli Materi	38
Tabel 3.2 Karakteristik Instrumen untuk Ahli Media.....	38
Tabel 3.3 Kriteria validitas soal	40
Tabel 3.4 Kriteria reliabilitas soal	40
Tabel 3.5 Kriteria Interpretasi Penilaian Media Pembelajaran	41
Tabel 3.6 Kriteria N-Gain	42
Tabel 3.7. Tabel Instrumentasi Penelitian	42
Tabel 4.1 Desain Storyboard Layar.....	51
Tabel 4.2 Tabel model pembelajaran diklat berdasarkan PBL dan CBL	52
Tabel 4.3 Tabel rancangan pembelajaran berdasarkan konsep dasar PPSI.....	56
Tabel 4.4 Layar Materi	61
Tabel 4.5 Data Penilaian Judgement Ahli Media	63
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Data Judgement Ahli Media.....	65
Tabel 4.7 Data Hasil Judgement Ahli Materi	66
Tabel 4.8 Hasil Pengolahan Data Judgement Ahli Materi	71
Tabel 4.9 Hasil Data Pretest dan Posttest.....	75
Tabel 4.10 Hasil evaluasi berdasarkan Focus Group Discussion (FGD)	76
Tabel 4.11 Data respons peserta didik saat Pretest.....	76
Tabel 4.12 Data respons peserta didik saat Posttest	77
Tabel 4.13 Hasil N-Gain Skor, N-Gain Percentage dan Interpretasi Peningkatan	78
Tabel 4.14 Test of Normality dari Pretest-Posttest.....	85
Tabel 4.15 Test of Normality dari Pretest, Posttest dan N-Gain Percentage.....	86

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. MODUL AJAR - MODUL PEMBELAJARAN UNTUK PROGRAM INSINYUR.....	100
1. Capaian Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Mesin	100
1.1. Rasionalisasi.....	100
2. Desain Kurikulum Pelatihan Berbasis Kompetensi	102
2.1. Karakteristik.....	105
3. Pendidikan Dan Pelatihan Insinyur Berdasarkan Skkni.....	106
4. Flow Chart Pembentukan Model Pendidikan Dan Pelatihan Dengan Media Augmented Reality	108
5. Tujuan Instruksional Umum.....	116
6. Tujuan Instutional Khusus	116
7. Materi	116
LAMPIRAN 2. LEMBAR HASIL PENILAIAN AHLI MATERI - LEMBAR JUDGEMENT UNTUK AHLI MATERI.....	132
LAMPIRAN 3. LEMBAR HASIL PENILAIAN AHLI MEDIA - LEMBAR JUDGEMENT UNTUK AHLI MEDIA	138

DAFTAR PUSTAKA

- Adami, Feby Zulham,. & Budihartanti, Cahyani. (2016). Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 2(122), 122-131. <https://doi.org/10.31294/jtk.v2i1.370>
- Arm, J., Benesl, T., Marcon, P., Bradac, Z., Schröder, T., Belyaev, A., Werner, T., Braun, V., Kamensky, P., Zezulka, F., Diedrich, C., & Dohnal, P. (2021). Automated Design and Integration of Asset Administration Shells in Components of Industry 4.0. *Sensors*, 21(6), 1-20. <https://doi.org/10.3390/s21062004>
- Bacca Acosta, J. L., Baldiris Navarro, S. M., Fabregat Gesa, R., & Kinshuk, K. (2019). Framework for designing motivational *augmented reality* applications in vocational education and *training*. *AJET*. 35(3). 102-117. <https://doi.org/10.14742/ajet.4182>.
- Bloksma, A. H., & Nieman, W. (1975). The effect of temperature on some rheological properties of wheat flour doughs. *Journal of Texture studies*, 6(3), 343-361.
- Borg and Gall. (1983). *Educational Research, An Introduction*. New York and London : Longman Inc.
- Budiman, Haris. (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *Jurnal J-Ensitem*. 03(01). 9-13. <http://dx.doi.org/10.31949/j-ensitem.v3i01.309>
- Courtier. (2019). Implementing Virtual and *Augmented Reality* Tools for Radiology Education and *Training*, Communication, and Clinical Care. *RSN*. 291(3). 570-580. <https://doi.org/10.1148/radiol.2019182210>.
- De Meyer, J., Tallir, I. B., Soenens, B., Vansteenkiste, M., Aelterman, N., Van den Berghe, L.,... & Haerens, L. (2014). Does observed controlling teaching behavior relate to students' motivation in physical education?. *Journal of educational psychology*, 106(2), 541.
- Depnaker. (2022). SKKNI. Jakarta: Direktorat Bina Standarisasi.

- Design, S., Design, S., Tomasz, K., Aleksander, B., Remigiusz, K., Piotr, Z. T., & Jerzy, Z. (2020). Industry 4.0 — Supporting Industry in Design Solutions — All-in-One Computer Cover. *Sustainable Design and Manufacturing*, 200, 93-105.
- E Kemp, Jerold. (1994). *Proses Perancangan Pengajaran*. Bandung: ITB.
- Haijun Zhao et.al., (2011). Simulation Analysis of Thermoplastic Composites on Suspension Brackets of Electric Commercial Vehicles. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2011 012005. 2011. 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2011/1/012005>
- Hsieh, Min-Chai., & Jia-Jin Lee. (2018). Preliminary Study of VR and AR Applications in Medical and Healthcare Education. *Journal of Nursing and Health Studies*. 3(1). 1-5. <https://doi.org/10.21767/2574-2825.100030>
- Jauhari, J. (2009). Studi Terhadap Penggunaan Multimedia Interaktif Dalam pembelajaran MIPA Di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*, 425-432.
- Jorge Bacca, S. (2014). Augmented Reality Trends in Education : A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 133-149.
- Jweeg, Muhsin. J., & et.al. (2020). Dynamic analysis of a rotating stepped shaft with and without defects. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 671 012004. 671. 1-14. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/671/1/012004>
- Keller, K. R. (2010). How can education policy improve income distribution? An empirical analysis of education stages and measures on income inequality. *The Journal of Developing Areas*, 51-77.
- Khurmi, RS, Gupta, JK. (2005). A Textbook of Machine Design. *S. Chand Publishing*.
- Kulamikhina, I. V., Abrosimova, E. A., Esmurzaeva, Z. B., Zakotnova, P. V., & Galkina, V. V. (2022). Technological Aspect of Terminological Training of Professional Workers. *Journal of Higher Education Theory and Practice*. 22(7). 20-26. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i7.5267>
- Latip, A., Sutantri, N., & Hardinata, A. (2022). The effect of digital literacy on student learning outcomes in chemistry learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2), 112-120. <https://doi.org/10.26874/jakw.v3i1.121>

- Lee, Y., Kim, S. K., Yoon, H., Choi, J., Kim, H., & Go, Y. (2021). Integration of extended reality and a high-fidelity simulator in team-based simulations for emergency scenarios. *Electronics*, 10(17), 1-16. <https://doi.org/10.3390/electronics10172170>
- Lo Valvo, A., Croce, D., Garlisi, D., Giuliano, F., Giarré, L., & Tinnirello, I. (2021). A Navigation and *Augmented Reality* System for Visually Impaired People. *Sensors*, 21(9), 1-15. <https://doi.org/10.3390/s21093061>
- Machala, S., Chamier-Gliszczyński, N., & Królikowski, T. (2022). Application of AR/VR Technology in Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 207, 2984-2992. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.357>
- Park, Myunghwan., Lee, Sangsoo., Jeon, Ki Seok., & Seol, Hyeonju. (2019). A Study on the Development Direction of Education and *Training* System based on AR/VR Technology. *Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology*. 22(4). 545-554. <https://doi.org/10.9766/KIMST.2019.22.4.545>
- Park, S., Bokijonov, S., & Choi, Y. (2021). Review of Microsoft HoloLens applications over the past five years. *Applied Sciences*, 11(16), 1-26. <https://doi.org/10.3390/app11167259>
- Rowntree, D. (1986). *Teaching through self-instruction: How to develop open learning materials*. McGraw Hill Press.
- Uppot, Raul N., Benjamin Laguna., Colin J. McCarthy., Gianluca De Novi., Andrew Phelps., Eliot Siegel., & Jesse Sanders & Stappers, (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *Co-design*, 4(1), 5-18.
- Scaravetti, Dominique., & Rémy François. (2021). Implementation of *Augmented Reality* in a Mechanical Engineering *Training* Context. *Computers* 2021. 10(12). 163. <https://doi.org/10.3390/computers10120163>
- Seprum, P., & Wongwatkit, C. (2022). Trends and issues of immersive learning environments in higher education from 2001 to 2020: Perspectives on adaptive ubiquitous learning experiences. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 16(1), 95-122.

- Sorko, Sabrina Romina., & Magdalena Brunnhofer. (2019). Potentials of *Augmented Reality in Training*. *Procedia Manufacturing*. 31. 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.014>
- Striuk, Andrii & Maryna Rassovytska and Svitlana Shokaliuk. (2018). Using Blippar *Augmented Reality* Browser in the Practical *Training* of Mechanical Engineers. *CEUR Workshop Proceedings*. 2104(2018). 412-419. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1807.00279>
- Suniartie, G., Wahyudin, Hernawan, H., & Rahadian, D. (2018). Peningkatan kemampuan analisis dan sintesis siswa pada pembelajaran biologi pokok bahasan perubahan lingkungan dengan menggunakan multimedia berbantuan aplikasi articulate. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), 451-457.
- Supriyadi (2019). *Metode Penelitian Dan Teknik Penulisan Karya Ilmiah*. Rekalongan NEM.
- Suryandaru, N. A. (2020). Penerapan Multimedia Dalam Pembelajaran Yang Efektif. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran Guru Sekolah Dasar (JPPGuseda)*, 03, 88-91. <http://journal.unpak.ac.id/index.php/jppguseda>
- Susilang, Rudi., & Asep Herry Hernawan. (2015). Pengembangan Model Pendidikan Dan Pelatihan Guru Sekolah Dasar Berbasis Bahan Ajar Modular Melalui Dualmode System. *Jurnal Penelitian Pendidikan*. 15(1). 69-76. <https://doi.org/10.17509/jpp.v15i1.1286>
- Wheeler, M. E., Keller, T. E., & DuBois, D. L. (2010). Review of Three Recent Randomized Trials of School-Based Mentoring: Making Sense of Mixed Findings. Social Policy Report. Volume 24, Number 3. *Society for Research in Child Development*.