

Utilizing Augmented Reality Media to Enhance Students' Lathe Learning Outcomes

Ariansyah^{1*}, Febri Prasetya¹, Purwantono¹, Randi Purnama Putra¹

¹Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Padang, INDONESIA

*Corresponding author : prismatic321@gmail.com

Received June 25th 2025; Revised July 20th 2025; Accepted July 27th 2025

Abstract

The integration of technology in vocational education has become a critical need to support 21st-century skills, especially in practice-based learning such as Basic Mechanical Engineering subjects. One promising innovation is the use of Augmented Reality (AR) media, which enables interactive three-dimensional visualization to help students concretely understand abstract concepts. This study aims to examine the effectiveness of lathe-based AR media in improving student learning outcomes and motivation in Grade X of the Machining Engineering Department at SMK Semen Padang. The research employed a quasi-experimental method using a non-equivalent control group design. The subjects consisted of two classes: the experimental class (using AR media) and the control class (using conventional learning methods). Data were collected using pre-tests and post-tests to assess learning outcomes and Likert-scale questionnaires to evaluate learning motivation. The analysis results showed that the use of AR media significantly increased student learning outcomes and motivation compared to traditional methods. Based on hypothesis testing and normalized gain score analysis, the AR media was found to be highly effective in the learning process. In conclusion, lathe-based Augmented Reality media proved to be an effective interactive learning tool that enhances students' academic performance and motivation, while also contributing to the development of innovative media in technical education.

Keywords: Augmented Reality; learning outcomes; learning motivation; machining techniques; instructional media

Pemanfaatan Media Augmented Reality Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Bubut Siswa

Abstrak

Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan vokasi menjadi kebutuhan penting untuk mendukung keterampilan abad 21, terutama dalam pembelajaran berbasis praktik seperti pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Mesin. Salah satu inovasi potensial adalah penggunaan media *Augmented Reality* (AR) yang memungkinkan visualisasi interaktif tiga dimensi untuk membantu siswa memahami konsep abstrak secara konkret. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas media AR bubut dalam meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa kelas X Teknik Pemesinan di SMK Semen Padang. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan *desain non-equivalent control group design*. Subjek terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen (menggunakan media AR) dan kelas kontrol (menggunakan metode konvensional). Pengumpulan data dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur hasil belajar serta angket skala *Likert* untuk mengukur motivasi belajar. Hasil analisis data menunjukkan bahwa penggunaan media AR secara signifikan memberikan peningkatan yang lebih tinggi pada hasil belajar dan motivasi siswa dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Berdasarkan hasil uji hipotesis dan perhitungan gain score, diperoleh bahwa media AR memiliki efektivitas yang tinggi dalam proses pembelajaran. Kesimpulannya, media *Augmented Reality* bubut terbukti efektif sebagai sarana pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa, serta memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan media inovatif di bidang pendidikan teknik.

Kata kunci: *Augmented Reality*; hasil belajar; motivasi belajar; teknik pemesinan; media pembelajaran

I. PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan adalah jenjang pendidikan yang dirancang khusus untuk mempersiapkan siswa menguasai keterampilan kerja di bidang tertentu. Tujuan utama Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah menghasilkan lulusan yang terampil dan siap terjun ke dunia industry (Sulaeman et al., 2024). Namun, kenyataannya, banyak SMK masih menerapkan metode pembelajaran konvensional yang tidak optimal, khususnya dalam mendukung pembelajaran praktik seperti pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Mesin.

Pembelajaran teknik pemesinan, khususnya materi tentang mesin bubut, memerlukan pendekatan visual dan pengalaman langsung agar siswa dapat menguasai fungsi, bentuk, serta cara kerja mesin dengan baik (Suwondo et al., 2024). Berdasarkan observasi awal di SMK Semen Padang, ditemukan bahwa siswa kesulitan memahami konsep dasar mesin bubut akibat minimnya alat praktik, kurangnya interaksi dalam pembelajaran, dan metode pengajaran yang masih didominasi ceramah. Kondisi ini mengakibatkan hasil belajar siswa menjadi rendah dan motivasi mereka dalam mengikuti pelajaran pun menurun.

Perkembangan teknologi membawa solusi inovatif melalui media pembelajaran *digital* seperti *Augmented Reality* (AR). Teknologi AR memadukan objek virtual 2D atau 3D ke dalam lingkungan nyata secara langsung, memungkinkan interaksi visual antara siswa dan materi pembelajaran (Muklis et al., 2022). Media ini sangat cocok untuk pembelajaran teknik pemesinan karena dapat menampilkan bentuk dan mekanisme kerja mesin bubut secara lengkap dan dinamis. Menurut penelitian (Kaur et al., 2020) penggunaan AR dalam pendidikan teknik terbukti meningkatkan pemahaman konsep dan partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran.

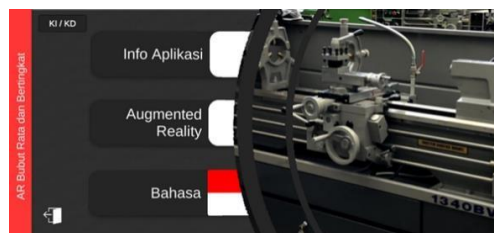
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas media *Augmented Reality* bubut terhadap hasil belajar dan motivasi siswa kelas X Teknik Pemesinan di SMK Semen Padang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi serta menjadi alternatif dalam mengatasi keterbatasan sarana praktik di SMK.

II. METODE PENELITIAN

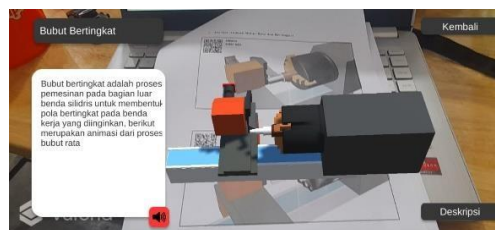
Penelitian ini menerapkan pendekatan quasi eksperimen dengan desain *Non-equivalent Control Group Design*. Yaitu melibatkan dua kelompok yang tidak dipilih secara acak, tetapi memiliki karakteristik yang relatif setara (Miller et al., 2020). Kelompok eksperimen mendapatkan *intervensi* pembelajaran berbasis media *Augmented Reality* (AR) berbasis mesin bubut, sementara kelompok kontrol tetap menggunakan metode pembelajaran konvensional.

Penelitian ini dilakukan di SMK Semen Padang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, dengan subjek penelitian terdiri dari dua kelas X Teknik Pemesinan. Pada kelas eksperimen terdiri dari 26 peserta didik, sedangkan kelas kontrol berjumlah 25 peserta didik. Pemilihan kedua kelas tersebut menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kesetaraan tingkat kemampuan akademik melalui data dari guru mata pelajaran terkait (Salmah et al., 2020).

Media AR yang digunakan merupakan aplikasi berbasis *marker-based AR*, dikembangkan menggunakan *Unity 3D* dan SDK *Vuforia*. Aplikasi ini menampilkan simulasi mesin bubut dalam bentuk objek 3D lengkap dengan animasi proses pembubutan (Muklis et al., 2022). Selain itu, digunakan modul pembelajaran pendukung dan lembar kerja siswa. Perangkat lunak pendukung lainnya termasuk *Blender* untuk pemodelan 3D dan *Adobe Illustrator* untuk desain *marker* dan berikut tampilan media AR.



Gambar 1. Tampilan Menu



Gambar 2. Tampilan Mesin Bubut

Instrumen yang digunakan meliputi soal pilihan ganda berjumlah 20 butir untuk mengukur hasil belajar, dan angket motivasi berdasarkan indikator teori ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*). Validitas dan reliabilitas instrumen telah diuji sebelumnya melalui uji coba (Sahanata & Kumala Dewi, 2022). Data dianalisis secara kuantitatif menggunakan teknik Uji normalitas dan homogenitas untuk mengetahui distribusi dan kesamaan *varians* data, Uji-*t independen* untuk menguji perbedaan hasil belajar antar kelompok, Perhitungan *gain score* untuk mengukur peningkatan hasil belajar, Berikut merupakan data tabel hasil uji normalitas, homogenitas, uji hipotesis, dan Perhitungan *gain score*.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan terhadap data *pre-test* dan *post-test* dari kedua kelompok penelitian, yaitu kelas eksperimen dan kelas control (Kongkaew et al., 2019). Tujuan uji normalitas ini adalah untuk menentukan apakah distribusi data bersifat normal atau tidak. Dalam studi ini, analisis normalitas menggunakan metode *One-sample Kolmogorov-Smirnov* melalui aplikasi SPSS 26 for windows dengan

tingkat signifikansi (α) 0,05. Kriteria penilaiannya adalah jika nilai sig > 0,05, maka data dianggap terdistribusi secara normal.

Tabel 1. Uji Normalitas

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
Pre-test Eksperimen	.143	25	.198
Post-test Eksperimen	.115	25	.200*
Pre-test Kontrol	.093	26	.200*
Post-test Kontrol	.084	26	.200*

Berdasarkan tabel diatas, untuk seluruh data kelompok eksperimen dan kontrol maupun *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa nilai sig *Kolmogorov-Smirnov* > 0,05. Jadi kesimpulan dari distribusi ini yaitu menyatakan data terdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Sebagai prasyarat pelaksanaan uji *Independent Sample T-Test*, terlebih dahulu perlu dilakukan uji homogenitas pada kedua kelompok (eksperimen dan kontrol). Uji ini bertujuan untuk memverifikasi keseragaman variansi antara sampel yang berasal dari populasi yang sama (Akpan et al., 2023).

Tabel 2. Uji Homogenitas

	Test of Homogeneity of Variance			
	Statistics	df1	df2	Sig.
Based on Mean	.000	1	49	.986
Based on Median	.005	1	49	.946
Based on Median and with adjusted df	.005	1	46.123	.946
Based on trimmed mean	.004	1	49	.950

Berdasarkan hasil analisis yang tercantum dalam tabel, diperoleh nilai sig *Based on Mean* > 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa variansi data post-test antara kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat homogen. Dengan terpenuhinya persyaratan homogenitas *varians* ini, maka salah satu asumsi penting untuk melakukan uji *Independent Sample T-Test* telah terpenuhi.

3. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan melalui uji statistik parametrik berupa uji-t dengan syarat data terdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen (Zhou et al., 2023). Proses analisis dilakukan melalui *Independent Sample T-Test* dengan bantuan software SPSS 26, yang hasilnya tertera pada tabel berikut.

Tabel 3. Uji -T

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1.175	.357		-3.287	.002
	nilai	.034	.005	.735	7.580	.000

Berdasarkan hasil analisis data melalui uji *independent sample t-test* menggunakan program SPSS versi 26, diperoleh nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar 0,000, yang lebih kecil daripada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Selain itu, diperoleh nilai t-hitung sebesar 7,580, sedangkan nilai t-tabel pada derajat kebebasan (df) sebesar 49 adalah 1,67655. Karena nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari 0,05

dan t-hitung lebih kecil dari -t-tabel, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Mengacu pada urutan pengelompokan data dalam SPSS yang menempatkan kelas kontrol sebagai kelompok pertama dan kelas eksperimen sebagai kelompok kedua, nilai t-hitung positif menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelas eksperimen secara signifikan lebih unggul dibanding kelas kontrol. Temuan ini membuktikan bahwa implementasi media pembelajaran *Real Time Augmented Reality* Bubut secara empiris mampu meningkatkan prestasi belajar siswa.

4. Perhitungan *gain score*

Berdasarkan *Gain Score* dari 26 orang siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan media pembelajaran *augmented reality* dari kelas eksperimen, hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai *Gain Score*

<i>Descriptive Statistics</i>					
	N	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>
<i>ngain_score</i>	26	.52	1.00	.7203	.13874
<i>ngain_persen</i>	26	51.92	100.00	72.0312	13.87396

Berdasarkan analisis data yang terlampir dalam penelitian, diperoleh hasil N-*Gain score* sebesar 0,7203 (termasuk kategori tinggi) dan N-*Gain* persentase 72,0312 (termasuk kategori cukup efektif) (Dewi et al., 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran *augmented reality* bubut terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran dasar-dasar teknik mesin.

III. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini menyajikan data melalui pengukuran hasil belajar dan motivasi peserta didik, baik sebelum (*pre-test*) maupun setelah (*post-test*) *intervensi* pembelajaran (Mukhayyaroh & Arief, 2018). Kelas eksperimen menggunakan media *Augmented Reality* (AR), sementara kelas kontrol menerapkan metode konvensional. Analisis data dilakukan untuk menguji efektivitas media AR dalam meningkatkan prestasi akademik dan motivasi belajar siswa kelas X Teknik Pemesinan SMK Semen Padang.

Tabel 5. Rata-rata Nilai Pre-test, Post-test, dan *Gain Score*

Kelompok	Jumlah Siswa	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>	<i>Gain Score</i>
Eksperimen	26	68,12	87,54	0,61
Kontrol	25	66,80	78,32	041

Berdasarkan Tabel 5, terlihat kelas eksperimen menunjukkan pencapaian yang lebih baik dengan nilai rata-rata *post-test* yang secara signifikan lebih tinggi daripada kelas kontrol. Lebih lanjut, perhitungan *gain score* mengungkapkan bahwa kelas eksperimen mencapai skor 0,61 (kategori sedang-tinggi), sementara kelas kontrol hanya memperoleh 0,41 (kategori sedang). Temuan ini membuktikan bahwa implementasi media *Augmented Reality* secara efektif berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

IV. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi media *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran materi mesin bubut secara signifikan meningkatkan pencapaian hasil belajar peserta didik. Analisis statistik menunjukkan perbedaan mean skor *post-test* yang nyata antara kelompok

eksperimen (menggunakan AR) dan kelompok kontrol (metode konvensional). Skor *gain* yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen membuktikan keefektifan media AR dalam penguasaan konsep dasar teknik mesin, dengan rincian sebagai berikut:

Media AR memungkinkan siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan objek 3D yang menyerupai bentuk asli mesin bubut dan komponen-komponennya (Suryanto et al., 2018). Hal ini mendukung teori belajar konstruktivistik, di mana siswa membangun pemahaman melalui pengalaman visual dan interaktif. Visualisasi dalam bentuk simulasi animasi 3D memungkinkan siswa mengakses pembelajaran kapan saja dan di mana saja, mengatasi keterbatasan praktik langsung di bengkel karena terbatasnya jumlah mesin atau waktu.

Keunggulan media AR juga terlihat dari keterlibatan aktif siswa selama proses pembelajaran. Siswa menjadi lebih fokus, tertarik, dan antusias karena pendekatan yang inovatif dan kontekstual. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Takrouri et al., 2022) dan (Cieza & Lujan, 2018) yang menyebutkan bahwa AR dapat meningkatkan validitas dan efektivitas pembelajaran teknik. Dari sisi hasil belajar, indikator *kognitif* meningkat terutama dalam hal identifikasi bagian-bagian mesin bubut dan pemahaman prosedur pengoperasian. Hal ini menunjukkan bahwa media AR mendukung aspek pengetahuan deklaratif dan prosedural siswa. Dengan demikian, media AR tidak hanya menjadi alat bantu pembelajaran, tetapi juga berfungsi sebagai sarana eksploratif dalam memperkuat konsep teknik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media Augmented Reality (AR) pada pembelajaran mesin bubut memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar dan motivasi siswa. Peningkatan ini sejalan dengan teori pembelajaran konstruktivistik, yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman belajar yang aktif dan bermakna. Media AR memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi objek virtual mesin bubut dalam bentuk tiga dimensi, sehingga konsep yang sebelumnya abstrak dapat divisualisasikan secara konkret. Hal ini sejalan dengan temuan Cieza dan Lujan (2018) yang menyatakan bahwa AR mampu meningkatkan pemahaman konsep serta mendorong partisipasi aktif dalam pembelajaran teknik.

Selain itu, peningkatan motivasi belajar siswa yang terlihat pada kelas eksperimen dapat dijelaskan melalui model ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*) yang dikemukakan oleh Keller (1988). Media AR mampu menarik perhatian (*attention*) melalui visualisasi yang interaktif, memberikan relevansi (*relevance*) dengan mengaitkan materi dengan konteks industri nyata, menumbuhkan kepercayaan diri (*confidence*) melalui simulasi praktik yang aman, serta memberikan kepuasan (*satisfaction*) ketika siswa berhasil memahami prosedur pengoperasian mesin bubut (Biocca et al., 2007). Temuan ini didukung oleh penelitian Pratama et al. (2023) yang melaporkan bahwa media AR efektif meningkatkan aspek kognitif sekaligus motivasi belajar pada pendidikan teknik.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa media AR dapat menjadi solusi atas keterbatasan sarana praktik di SMK. Guru dapat memanfaatkan AR sebagai media prapraktek sebelum siswa menggunakan mesin bubut secara nyata, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efisien, aman, dan menarik. Selain mendukung pencapaian kompetensi kognitif dan psikomotorik, penggunaan AR juga berpotensi meningkatkan soft skill siswa seperti kemandirian, rasa ingin tahu, dan literasi teknologi yang relevan dengan tuntutan era industri 4.0 (Rahmatullah et al., 2022).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media *Augmented Reality* (AR) pada materi mesin bubut memberikan dampak positif yang signifikan terhadap hasil belajar dan motivasi siswa kelas X Teknik Pemesinan di SMK Semen Padang. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata hasil belajar siswa pada kelas eksperimen yang menggunakan media AR dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional. Hasil uji *t* mengonfirmasi bahwa perbedaan tersebut signifikan secara statistik. Media AR bubut memberikan

pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan interaktif melalui visualisasi tiga dimensi dan simulasi proses kerja mesin bubut (GÜLER & YÜCEDAĞ, 2018). Hal ini memudahkan siswa dalam memahami struktur dan fungsi mesin, serta meningkatkan pemahaman terhadap konsep pembubutan secara menyeluruh. Tidak hanya itu, penggunaan media AR juga berhasil meningkatkan motivasi belajar siswa. Aspek perhatian, *relevansi*, kepercayaan diri, dan kepuasan siswa meningkat secara keseluruhan, sebagaimana terlihat dari hasil angket motivasi yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol (Afjar et al., 2020).

Dengan demikian, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* terbukti efektif dan layak digunakan sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran teknik pemesinan (Putra et al., 2021). Teknologi ini dapat mengatasi keterbatasan media praktik di sekolah, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, efisien, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21. Oleh karena itu, disarankan agar pendidik dan institusi pendidikan kejuruan mulai mempertimbangkan penggunaan teknologi AR sebagai bagian integral dari proses pembelajaran teknik.

VI. REFERENSI

- Afjar, A. M., Musri, & Syukri, M. (2020). Attention, relevance, confidence, satisfaction (ARCS) model on students' motivation and learning outcomes in learning physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012119>
- Akpan, B., Ebenezer, E., & Lion, C. J. (2023). Independent T-Test Statistics: It'S Relevance in Educational Research. *International Journal of Eminent Scholars*, 10(1), 2659–1057. <https://www.globalacademicstar.com/download/article/independent-t-test-statistics-it-s-relevance-in-educational-research.pdf>
- Biocca, F., Owen, C., Tang, A., & Bohil, C. (2007). Attention issues in spatial information systems: Directing mobile users' visual attention using augmented reality. *Journal of Management Information Systems*, 23(4), 163–184. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222230408>
- Cieza, E., & Lujan, D. (2018). Educational Mobile Application of Augmented Reality Based on Markers to Improve the Learning of Vowel Usage and Numbers for Children of a Kindergarten in Trujillo. *Procedia Computer Science*, 130, 352–358. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.051>
- Dewi, A. C., Yahya, M., & Darmawang. (2022). Efektifitas model pembelajaran perbasis proyek pada mata kuliah perencanaan pembelajaran kejuruan. *Jurnal Konsepsi*, 11(2), 373–379. <https://p3i.my.id/index.php/konsepsi/article/view/226>
- GÜLER, O., & YÜCEDAĞ, İ. (2018). Developing an CNC lathe augmented reality application for industrial maintenance training. *2018 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 2–7.
- Kaur, D. P., Mantri, A., & Horan, B. (2020). Enhancing student motivation with use of augmented reality for interactive learning in engineering education. *Procedia Computer Science*, 172(2019), 881–885. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.127>
- Kongkaew, C., Scholfield, C. N., Supapaan, T., Mann, C., Mongkhon, P., & Chanunun, S. (2019). Impact of research-based learning on student knowledge and assessment in pharmacoepidemiology: A one-group pretest-posttest experimental study. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(4), 236–241. <https://doi.org/10.56808/3027-7922.3059>
- Miller, C. J., Smith, S. N., & Pugatch, M. (2020). Experimental and quasi-experimental designs in implementation research. *Psychiatry Research*, 283(March 2019), 112452. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.06.027>
- Mukhayyaroh, I. A., & Arief, S. (2018). Penerapan project based learning untuk meningkatkan kreativitas, motivasi belajar dan hasil belajar. *Economic Education Analysis Journal*, 7(1), 1–14.

- Muklis, M., Prasetya, F., Ambiyar, A., & Sari, D. Y. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Android Pada Mata Kuliah Teknologi Pemesinan. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 4(3), 37–42. <https://doi.org/10.24036/vomek.v4i3.412>
- Putra, A. B. N. R., Mukhadis, A., Ulfatin, N., Tuwoso, Subandi, M. S., Hardika, & Muhammad, A. K. (2021). The Innovation of Disruptive Learning Media with Augmented Reality Based 3D Object Concept with Drill Machine Design to Improve Quality of Distance Learning in The Era of Education 4.0. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(12), 193–200. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i12.21579>
- Rahmatullah, A. S., Mulyasa, E., Syahrani, S., Pongpalilu, F., & Putri, R. E. (2022). Digital Era 4.0: The Contribution to Education and Student Psychology. *Linguistics and Culture Review*, 6, 89–107. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v6ns3.2064>
- Sahanata, M., & Kumala Dewi, F. (2022). The Effect of Application of the ARCS Learning Model on Motivation Learn Maths Students. *Journal of Curriculum and Pedagogic Studies (JCPS)*, 1(1), 1–11. <https://e-journal.lp2m.uinjambi.ac.id/ojs/index.php/jcps>
- Salmah, S., Souad, D. M., & Daraiffah. (2020). Dampak Pengelompokkan Siswa Berdasarkan Kemampuan Dan Status Sosial Ekonomi Terhadap Prestasi Akademik Siswa: Persepsi Guru Dan Orang Tua. *Edu Research*, 1(3), 30–42. <https://doi.org/10.47827/vol1iss3pp30-42>
- Sulaeman, Z. M., Nurlaeli, A., & Ma'shum, S. (2024). Implementasi Kurikulum Pusat Keunggulan Melalui Program Magang Industri di SMK 1 Cikarang Selatan. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(2), 29–35. <https://doi.org/10.31004/irje.v4i2.476>
- Suryanto, A., Kusumawati, D. A., & Sanhoury, I. M. H. (2018). Development of Augmented Reality Technology Based Learning Media of Lathe Machines. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 24(1), 32–38. <https://doi.org/10.21831/jptk.v24i1.18245>
- Suwondo, S., Refdinal, R., Ambiyar, A., & Aswardi, A. (2024). Development of E-Learning Module for Lathe Machining Techniques with a Service-Learning Approach in Vocational High Schools. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 16(4), 5887–5896. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i4.6250>
- Takrouri, K., Causton, E., & Simpson, B. (2022). AR Technologies in Engineering Education: Applications, Potential, and Limitations. *Digital*, 2(2), 171–190. <https://doi.org/10.3390/digital2020011>
- Zhou, Y., Zhu, Y., & Wong, W. K. (2023). Statistical tests for homogeneity of variance for clinical trials and recommendations. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 33(March), 101119. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2023.101119>