



Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti

p-ISSN 2355-5106 || e-ISSN 2620-6641

<http://jurnalilmiahcitrabakti.ac.id/jil/index.php/jil>



PENGEMBANGAN E-BOOK INTERAKTIF BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATA PELAJARAN JARINGAN KOMPUTER DAN INTERNET

Khadaffy Usman¹⁾, Farida Febriati²⁾, Arnidah³⁾

^{1,2,3}Teknologi Pendidikan, Universitas Negeri Makassar

¹⁾ khadaffy.usman@gmail.com, ²⁾ farida.febriati@unm.ac.id, ³⁾ arnidah@unm.ac.id

Histori artikel

Received:
5 Juni 2025

Accepted:
2 Agustus 2025

Published:
20 November 2025

Abstrak

Pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pendidikan semakin penting untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan kontekstual, khususnya dalam pembelajaran Informatika yang menuntut visualisasi konsep abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-book berbasis AR sebagai media pembelajaran inovatif untuk materi jaringan komputer dan internet di tingkat SMA. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE dan pendekatan mixed methods. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 14 Maros dengan melibatkan 112 siswa yang dipilih secara purposive. Hasil validasi oleh ahli materi dan media menunjukkan bahwa e-book telah memenuhi kriteria kelayakan. Uji coba terbatas dengan tiga siswa dan satu guru menghasilkan tingkat kepraktisan sebesar 89% dan 90%, yang tergolong sangat praktis. Uji coba skala besar terhadap 35 siswa menunjukkan peningkatan hasil belajar dari nilai pretest 39% menjadi posttest 90%, menandakan efektivitas media yang sangat tinggi. Integrasi AR dalam e-book terbukti meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, dan keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, e-book berbasis AR ini dinyatakan valid, praktis, dan efektif serta layak diimplementasikan dalam pembelajaran Informatika di jenjang SMA.

Kata-kata Kunci: E-book, Augmented Reality, jaringan komputer, media pembelajaran

*Corresponding author: Khadaffy Usman (khadaffy.usman@gmail.com)

Abstract. The use of Augmented Reality (AR) technology in education is increasingly important to create interactive and contextual learning experiences, especially in learning Informatics which requires visualization of abstract concepts. This research aims to develop AR-based e-books as innovative learning media for computer network and internet materials at the high school level. The method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model and a mixed methods approach. The research was conducted at SMA Negeri 14 Maros involving 112 students who were purposively selected. The results of validation by material and media experts showed that the e-book had met the eligibility criteria. The limited trial with three students and one teacher resulted in a practicality level of 89% and 90%, which was classified as very practical. The large-scale trial with 35 students showed an increase in learning outcomes from a pretest score of 39% to a posttest of 90%, indicating a very high media effectiveness. AR integration in e-books is proven to increase learning motivation, concept understanding, and active student involvement in the learning process. Thus, this AR-based e-book is declared valid, practical, and effective and feasible to be implemented in learning Informatics at the high school level.

Keywords : E-book, Augmented Reality, computer network, learning media

Latar Belakang

Penerapan Kurikulum Merdeka pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) menempatkan mata pelajaran Informatika sebagai komponen penting dalam penguatan kompetensi abad ke-21. Integrasi mata pelajaran ini merupakan bentuk respons sistem pendidikan nasional terhadap perkembangan teknologi digital yang semakin pesat, serta sebagai strategi untuk membangun literasi digital peserta didik sejak dini. Peserta didik diarahkan untuk memahami dan mengimplementasikan konsep-konsep informatika secara kritis, kreatif, dan kontekstual, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam pemecahan masalah yang berbasis teknologi (Arabloo, Hemmati, Rouhi, & Khodabandeh, 2021; Eliwatis, Aprison, Maimori, Herawati, & Putri, 2022; Hafeez, 2021).

Materi Jaringan Komputer dan Internet merupakan kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik (Ariyanto, Haryadi, & Harlanu, 2022; Widiastuti, Mantra, Sukoco, & Santosa, 2021). Namun, pemahaman siswa terhadap materi ini seringkali mengalami kendala karena sifat konsep jaringan yang abstrak dan teknis, sehingga sulit dikuasai secara optimal melalui metode pembelajaran konvensional. Pembelajaran yang masih mengandalkan buku teks cetak dan media ajar tradisional memiliki keterbatasan dalam menyajikan materi secara interaktif dan visual (Abu-Arqoub, Issa, Banna, & Saadeh, 2020; Andary, Syahrial, & Destrinelli, 2025; Pardede, Ruslan, & Arwansyah, 2025). Buku teks yang bersifat statis tidak mampu menggambarkan kompleksitas struktur jaringan serta proses komunikasi data secara menyeluruh (Firdaus, Setiawan, Sunarmi, & Setiani, 2024; Hamzah, Rizal, Simatupang, & others, 2021; Torres Vega et al., 2020). Pendekatan pembelajaran yang cenderung teoritis dan minim pengalaman praktik langsung membatasi keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran yang berdampak pada rendahnya pemahaman konseptual maupun keterampilan praktis (Bigozzi, Tarchi, Fiorentini, Falsini, & Stefanelli, 2018).

Pemanfaatan teknologi inovatif seperti *Augmented Reality (AR)* merupakan salah satu strategi potensial dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama dalam menyampaikan materi yang bersifat abstrak dan teknis (Eldokhny & Drwish, 2021; Hanid, Said, & Yahaya, 2020). Teknologi AR memungkinkan integrasi antara lingkungan nyata dengan objek virtual secara simultan dan real-time, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual (Al-Gindy, Felix, Ahmed, Matoug, & Alkhidir, 2020; Sharmila, 2024; Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson, 2011). Ketika diterapkan dalam media pembelajaran digital, seperti e-book interaktif, AR mampu merepresentasikan konsep-konsep kompleks dalam bentuk visualisasi tiga dimensi yang lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Kemampuan visualisasi ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, tetapi juga turut memperkuat pemahaman konseptual serta mengembangkan keterampilan kognitif yang krusial dalam bidang Informatika.

Meskipun memiliki potensi besar, sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis AR yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka masih sangat terbatas, terutama untuk mata pelajaran Informatika di tingkat SMA. Media pembelajaran AR yang secara spesifik membahas materi Jaringan Komputer dan Internet masih jarang dijumpai dan belum banyak dirancang dengan mengacu pada struktur kurikulum nasional (Hanid et al., 2020). Temuan Eldokhny dan Drwish (2021) menegaskan bahwa integrasi AR dalam e-book dapat memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan memudahkan pemahaman materi abstrak, namun aplikasi tersebut belum banyak digunakan pada pembelajaran Informatika. Sebagian besar pengembangan AR masih difokuskan pada bidang lain seperti Matematika dan IPA, dan sedikit penelitian yang secara langsung mengevaluasi efektivitasnya dalam konteks materi jaringan komputer (Sharmila, 2024; Firdaus et al., 2024).

Kemajuan pesat dalam bidang teknologi informasi telah mendorong transformasi pendekatan pembelajaran menuju model yang lebih adaptif dan inovatif. Dalam kerangka ini, integrasi teknologi *Augmented Reality (AR)* ke dalam media pembelajaran dipandang sebagai strategi yang relevan untuk meningkatkan pemahaman konseptual serta keterlibatan aktif peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai respons terhadap kebutuhan akan metode pembelajaran baru yang mampu menjawab tantangan dalam pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet. Fokus penelitian ini adalah mengembangkan e-book berbasis *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran alternatif yang tidak hanya membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak, tetapi juga melatih keterampilan praktik mereka secara langsung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan media ajar berbasis teknologi digital yang lebih kontekstual, relevan, dan transformatif, sejalan dengan arah perubahan pendidikan nasional di era digital.

Metode

Pada Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan *mixed methods*, yaitu kombinasi antara metode kuantitatif dan kualitatif. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 14 Kabupaten Maros dengan melibatkan 112 siswa sebagai sampel yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada alur ADDIE yang terdiri dari lima tahapan, yaitu Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*), Penerapan (*Implementation*), dan Evaluasi (*Evaluation*). Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, angket, dan tes. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif, mencakup analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Tahapan pengembangan dalam penelitian ini:

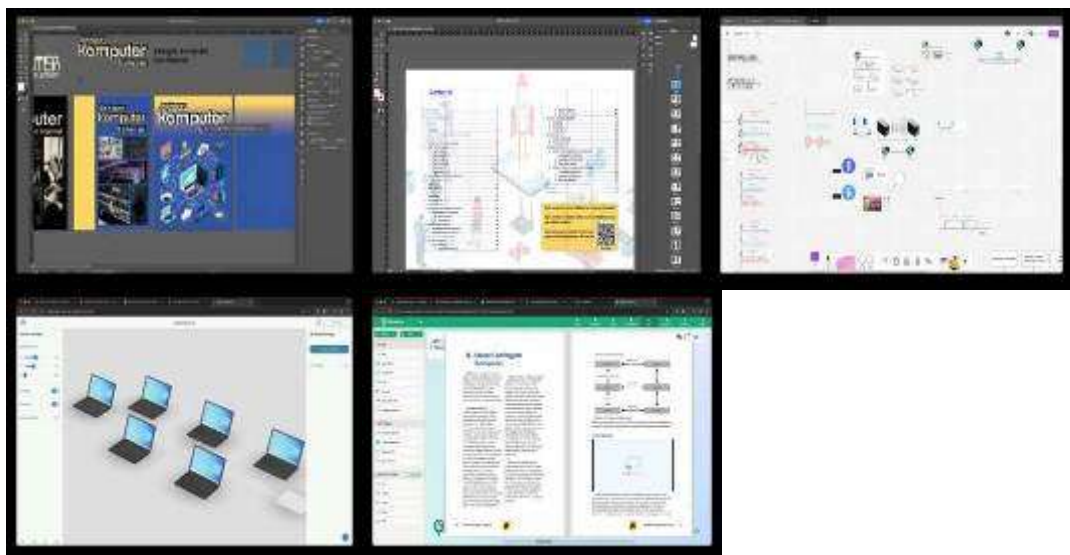
1. Tahap *Analyze*, pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan pengembangan e-book sesuai kurikulum dan karakteristik siswa melalui observasi, wawancara guru, dan angket kepada siswa SMAN Makassar untuk mengidentifikasi masalah pembelajaran Informatika.
2. Tahap *Design*, Tahap ini Menetapkan tujuan pembelajaran, menyusun skenario pembelajaran, merancang e-book beserta materi dan alat evaluasi sebagai dasar pengembangan.
3. Tahap *Development*, yaitu Pembuatan e-book secara sistematis sesuai rancangan, termasuk produksi video jika diperlukan. Dilakukan validasi oleh ahli materi dan media serta analisis kesesuaian dengan kurikulum untuk memastikan kelayakan produk.
4. Tahap *Implementation*, yaitu melakukan Uji coba e-book pada siswa kelas XI selama beberapa pertemuan untuk menguji kepraktisan dan efektivitasnya dalam pembelajaran. Data hasil uji coba dianalisis untuk menilai kelayakan produk.
5. Tahap *Evaluation*, dilakukan Pengumpulan respon siswa dan guru melalui angket untuk mengukur kepraktisan dan efektivitas e-book. Masukan dari evaluasi digunakan untuk revisi dan penyempurnaan produk agar sesuai kebutuhan pengguna.

Hasil dan Pembahasan

Untuk mengidentifikasi kebutuhan media pembelajaran digital, dilakukan observasi, wawancara, dan penyebaran angket kepada 35 siswa kelas XI di SMA Negeri 14 Maros. Hasil temuan menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan buku cetak yang terbatas pada penyajian teks dan gambar, sehingga mengakibatkan 60% siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi, dan hanya sebagian kecil yang menunjukkan ketertarikan terhadap media tersebut. Meskipun seluruh siswa belum

mengenai bahan ajar digital berbasis Augmented Reality (AR), mayoritas responden menyatakan minat tinggi terhadap penggunaan media pembelajaran digital yang bersifat interaktif dan multimodal, mencakup teks, gambar, audio, dan video. Selain itu, seluruh siswa menyatakan bahwa media digital lebih mudah diakses dan mampu meningkatkan pemahaman materi, terutama melalui video pembelajaran. Dengan tingkat persetujuan siswa terhadap pengembangan e-book digital mencapai hampir 70%, hasil ini mengindikasikan adanya kebutuhan yang signifikan untuk merancang dan mengimplementasikan bahan ajar digital berbasis AR sebagai upaya peningkatan efektivitas dan daya tarik pembelajaran Informatika yang selaras dengan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP).

Proses perancangan dimulai dengan merancang prototipe bahan ajar digital berupa e-book interaktif berbasis Augmented Reality (AR). Proses ini mencakup perumusan tujuan pembelajaran berdasarkan Kompetensi Dasar dan indikator capaian mata pelajaran Informatika kelas XI, penyusunan struktur isi materi yang sistematis, serta perancangan fitur AR untuk memvisualisasikan konsep topologi jaringan dalam bentuk 3D menggunakan Unity dan Vuforia. Desain antarmuka pengguna (UI/UX) dan storyboard dirancang agar ramah pengguna dan menarik bagi siswa SMA. Selain itu, peneliti memilih tools seperti Canva, Flip PDF Professional, dan platform Android sebagai media pengembangan, dengan mempertimbangkan efisiensi dan aksesibilitas. Skenario kegiatan pembelajaran disusun dalam tiga tahap (pendahuluan, inti, dan penutup), yang mengintegrasikan teks, video, serta interaksi AR untuk mendukung pembelajaran aktif dan berpusat pada siswa. Untuk mengevaluasi efektivitas produk, disusun berbagai instrumen seperti pre-test, post-test, angket, dan lembar observasi yang mengukur aspek pemahaman konsep, daya tarik, dan kepraktisan e-book selama proses pembelajaran.



Gambar 1. Contoh Desain Media E-Book

Setelah penyusunan prototipe dan storyboard, perancangan e-book digital berbasis *Augmented Reality* dilakukan menggunakan Adobe Illustrator dan Figma Jam desain visual, serta Web AR Studio dan Blender pembuatan marker AR. Desain mengacu pada prototipe dan prinsip desain instruksional, dengan penyesuaian terhadap kebutuhan pengguna. Hasil akhir e-book dikonversi ke format flipbook interaktif melalui Heyzine, guna mendukung penyajian materi yang menarik, mudah diakses, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.



Gambar 2. Tampilan Desain E-Book Digital Berbasis AR yang Dikembangkan dengan Adobe Illustrator, Figma Jam, dan Heyzine Flipbook

Selanjutnya dilakukan proses penelaahan dan penilaian terhadap kelayakan materi dan media pembelajaran oleh ahli atau validator. Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, diperoleh bahwa e-book yang dikembangkan memperoleh skor sebesar 96% dari ahli materi, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Adapun saran yang diberikan oleh ahli materi berkaitan dengan penambahan soal-soal yang mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*) sebagai bentuk penyempurnaan konten. Hasil penilaian ahli media menunjukkan persentase sebesar 75% menunjukkan kategori valid. Berdasarkan kedua hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa e-book berbasis *Augmented Reality* ini telah memenuhi standar kelayakan baik dari segi materi maupun tampilan media, sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap uji coba dalam penelitian pengembangan. Rincian hasil validasi tersebut disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

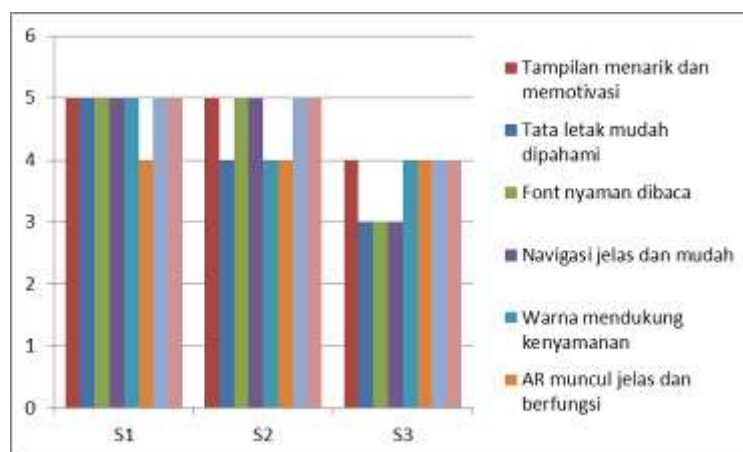
Tabel 1. Hasil Validator Ahli Materi

No.	Kriteria Aspek Isi	Skor Penilaian
1	Kejelasan tujuan pembelajaran	5
2	Ketetapan judul unit E-Book dengan isi materi dalam tiap unit	5
3	Mendorong siswa terlibat secara aktif	5
4	Memandu guru dan siswa dalam kegiatan belajar mengajar secara aktif	5
5	Kesesuaian antara tujuan pembelajaran dengan aktivitas pembelajaran	5
6	Memperhatikan pengetahuan awal siswa dan pengetahuan prasyarat	4
7	Kejelasan uraian materi pada bahan bacaan	5
8	Kejelasan contoh-contoh yang diberikan	5
9	Kesesuaian antara gambar/ilustrasi dan materi	5
10	Kesesuaian antara latihan dan materi	4
11	Kesesuaian tayangan visual dan audio dan materi	5
12	Kesesuaian antara tes akhir unit (asesmen sumatif) dengan tujuan pembelajaran	4
13	Penggunaan bahasa ditinjau dari penggunaan kaidah Bahasa Indonesia	5
14	Kesesuaian struktur kalimat	5
Rerata Persentase		67
		96%

Tabel 2. Hasil Validator Ahli Media

No.	Kriteria Aspek Isi	Skor Penilaian
1	Ketepatan ilustrasi yang digunakan dalam cover E-Book digital	3
2	Kesesuaian pemilihan warna E-Book digital	4
3	Kualitas gambar yang digunakan	4
4	Ketepatan ukuran gambar	4
5	Ketepatan penempatan gambar	4
6	Kualitas teks	4
7	Kualitas gambar	4
8	Kualitas pencahayaan	4
9	Identitas video	3
10	Kualitas teks yang digunakan	4
11	Ketepatan penempatan materi dalam video	3
12	Kemudahan dalam mengoperasikan E-Book digital	4
Rerata Persentase		45
		75%

Media pembelajaran diuji coba secara terbatas pada tiga siswa untuk memperoleh gambaran awal mengenai kepraktisan dan fungsionalitas E-Book berbasis *Augmented Reality*. Berdasarkan hasil angket, media memperoleh skor persentase sebesar 89%, yang menunjukkan bahwa media ini sangat praktis, mudah digunakan, dan mampu mendukung kelancaran proses pembelajaran. Selanjutnya, penilaian dari guru mata pelajaran Informatika di SMA Negeri 14 Maros melalui angket menunjukkan skor sebesar 90%, yang juga mengindikasikan bahwa pengembangan media pembelajaran ini tergolong sangat praktis. Temuan tersebut memperkuat bahwa E-Book berbasis *Augmented Reality* memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, E-Book yang dikembangkan terbukti memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran serta dapat diimplementasikan secara efektif dalam konteks pendidikan formal. Detail hasil uji coba terbatas terhadap media pembelajaran e-book berbasis *Augmented Reality* ditampilkan pada Gambar 3



Gambar 3. Hasil Uji Coba Terbatas pada siswa

Tahap akhir dalam proses pengembangan media pembelajaran adalah evaluation, yang bertujuan untuk menilai keefektifan e-book berbasis *Augmented Reality* dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Evaluasi dilakukan melalui uji coba skala besar yang melibatkan 35 siswa kelas XI di SMA Negeri 14 Maros. Pengujian ini difokuskan pada pengukuran hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan. Sebelum pembelajaran dimulai, siswa mengikuti tes awal (*pretest*) untuk mengidentifikasi tingkat pengetahuan awal mereka terhadap materi jaringan komputer. Setelah mempelajari isi dari e-book, siswa kemudian mengikuti tes akhir (*posttest*) guna mengetahui peningkatan pemahaman mereka setelah menggunakan media tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, rata-rata skor pretest siswa adalah sebesar 39%. Setelah penggunaan e-book dalam pembelajaran, skor rata-rata posttest meningkat signifikan menjadi 90%. Peningkatan skor yang mencapai 51 poin ini menunjukkan bahwa e-book berbasis *Augmented Reality* sangat efektif dalam membantu siswa memahami materi.

Berdasarkan klasifikasi efektivitas, pencapaian skor rata-rata posttest sebesar 90% termasuk dalam kategori sangat efektif. Temuan ini mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya layak dan praktis digunakan, tetapi juga memiliki dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-book berbasis Augmented Reality yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti efektif sebagai media pembelajaran dan siap untuk diimplementasikan secara luas dalam proses pembelajaran mata pelajaran Informatika di tingkat SMA.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan bahwa e-book mata pelajaran Informatika berbasis Augmented Reality (AR) yang dikembangkan telah memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan sebagai media pembelajaran. Proses pengembangan dilakukan secara sistematis melalui tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Validasi oleh ahli materi dan media menunjukkan bahwa e-book ini layak digunakan, sementara uji coba terbatas dan skala besar menunjukkan peningkatan signifikan hasil belajar siswa rata-rata skor posttest mencapai 90% dibandingkan skor pretest sebesar 39%. Respon dari siswa dan guru juga sangat positif, menunjukkan bahwa media ini menarik, mudah digunakan, dan mampu meningkatkan pemahaman terhadap konsep abstrak seperti topologi jaringan. Integrasi visualisasi 3D melalui fitur AR memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual, sehingga menjawab keterbatasan media konvensional dalam menyampaikan materi Informatika. Secara keseluruhan, penggunaan teknologi AR terbukti mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara lebih optimal dan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran di tingkat SMA.

Daftar Pustaka

- Abu-Arqoub, M., Issa, G., Banna, A. E., & Saadeh, H. (2020). Interactive multimedia-based educational system for children using interactive book with augmented reality. *Journal of Computer Science*, 15(11), 1648–1658. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/lik.v54i1.22310>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Al-Gindy, A., Felix, C., Ahmed, A., Matoug, A., & Alkhidir, M. (2020). Virtual reality: Development of an integrated learning environment for education. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(3), 171–175. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.3.1358>
- Andary, L., Syahrial, S., & Destrinelli, D. (2025). Development of Page Flip-Based Electronic Teaching Materials for IPAS Learning in Fifth-Grade Elementary School. *Lembaran Ilmu Kependidikan*, 54(1), 110–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/lik.v54i1.22310>

- Arabloo, P., Hemmati, F., Rouhi, A., & Khodabandeh, F. (2021). The effect of technology-aided project-based English learning on critical thinking and problem solving as indices of 21st century learning. *Journal of Modern Research in English Language Studies*, 9(1), 125–150. <https://doi.org/https://doi.org/10.30479/jmrels.2020.14077.1730>
- Ariyanto, R., Haryadi, B., & Harlanu, M. (2022). Development of Competency Test for Cluster Scheme of Information System-Based Network Cable Installation. *Journal of Vocational and Career Education*, 7(1), 39–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jvce.v6i2.38122>
- Bigozzi, L., Tarchi, C., Fiorentini, C., Falsini, P., & Stefanelli, F. (2018). The influence of teaching approach on students' conceptual learning in physics. *Frontiers in Psychology*, 9, 2474. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02474>
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2–3), 73–272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
- Eldokhny, A. A., & Drwish, A. M. (2021). Effectiveness of augmented reality in online distance learning at the time of the COVID-19 pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 16(9), 198. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v16i09.17895>
- Eliwatis, E., Aprison, W., Maimori, R., Herawati, S., & Putri, Y. M. (2022). Challenges of society era Education 5.0: Revitalization of teacher competencies and learning models. *Darussalam: Journal of Psychology and Educational*, 1(2), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.55849/djpe.v1i2.16>
- Firdaus, Z., Setiawan, D., Sunarmi, S., & Setiani, P. P. (2024). The development of e-flipbook multirepresentative augmented reality in biology cells to enhance technology literacy and student learning outcomes. *AIP Conference Proceedings*, 3106(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0215155>
- Hafeez, M. (2021). Systematic review on modern learning approaches, critical thinking skills and students learning outcomes. *Indonesian Journal Of Educational Research and Review*, 4(1), 167–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/ijerr.v4i1.33192>
- Hamzah, M. L., Rizal, F., Simatupang, W., & others. (2021). Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(12), 47–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijim.v15i12.21993>
- Hanid, M. F. A., Said, M., & Yahaya, N. (2020). Learning strategies using augmented reality technology in education: Meta-analysis. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 51–56. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081908>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Pardede, E. R. M., Ruslan, D., & Arwansyah, A. (2025). Development of Flipbook-Based E-Module Teaching Materials to Enhance Independence and Learning Outcomes of High School Students. *Jurnal Paedagogy*, 12(2), 434–441. <https://doi.org/https://doi.org/10.33394/jp.v12i2.15101>
- Sharmila, R. (2024). The Impact of Augmented Reality (Ar) on Enhancing Learning outcomes In Educational Settings. *International Journal Of Virtual And Augmented Reality (Ijvar)*, 2(1), 1–11. Retrieved from <https://iaeme.com/Home/issue/IJVAR?Volume=2&Issue=1>
- Torres Vega, M., Liaskos, C., Abadal, S., Papapetrou, E., Jain, A., Mouhouche, B., ... others. (2020). Immersive interconnected virtual and augmented reality: A 5G and IoT

- perspective. *Journal of Network and Systems Management*, 28(1), 796–826. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10922-020-09545-w>
- Widiastuti, I. A. M. S., Mantra, I. B. N., Sukoco, H., & Santosa, M. H. (2021). Online assessment strategies to enhance students' competence and their implementational challenges. *JEES (Journal of English Educators Society)*, 6(2), 245–251. <https://doi.org/10.21070/jees.v6i2.1378>
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>