

Studi Literatur: Analisis Pembelajaran Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (AR)

Riski Wulandari¹, Revi Mariska², Putri Hairunisa³, Agustina Yobee⁴,
Supriyadi⁵, Jody Setya Hermawan⁶

^{1,2,3,4,5,6}Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung

Surel: rizkyoppo308@gmail.com

Abstract

Education includes teaching and learning activities that occur between educators and students with the aim of gaining knowledge. Educational goals will be easier to achieve if relying on the help of technology such as AR. AR or Augmented Reality is a form of technology that can provide a 3-dimensional effect or can combine the virtual world with the real world. This technology is certainly very helpful in the teaching and learning process where teachers do not have to find or create media using simple materials but can display work as a support for teaching and learning activities. This study was conducted with the aim of finding out whether learning using AR technology can run well. This study also uses literature studies as a research method and uses a qualitative approach to compile research results. The results of the research from this article show that learning carried out using Augmented Reality-based technology runs and has a good impact, this can be seen from students who show a more active, creative attitude, and with AR can encourage students to provide interesting experiences. In conclusion, Augmented Reality (AR) technology has great potential in improving the quality of learning that is more interactive and in-depth. However, successful implementation requires infrastructure support, educator training, and the commitment of educational institutions to adapt to technological developments..

Keyword: Learning, Augmented Reality, Technology

Abstrak

Pendidikan termasuk kegiatan belajar mengajar yang terjadi antara pendidik dengan peserta didik dengan tujuan untuk memperoleh suatu ilmu pengetahuan. Tujuan pendidikan akan lebih mudah dicapai jika mengandalkan bantuan teknologi seperti AR. AR atau *Augmented Reality* merupakan suatu bentuk teknologi yang dapat memberikan efek 3 Dimensi atau dapat menggabungkan antara dunia maya dengan dunia nyata. Teknologi ini tentu sangat membantu dalam proses belajar mengajar dimana guru tidak harus mencari atau membuat media menggunakan bahan-bahan sederhana tetapi bisa menampilkan karya sebagai penunjang kegiatan belajar mengajar. Penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui apakah pembelajaran menggunakan teknologi AR dapat berjalan dengan baik. Penelitian ini juga menggunakan studi literatur sebagai metode penelitian dan menggunakan pendekatan kualitatif untuk menyusun hasil penelitian. Adapun hasil penelitian dari artikel ini yaitu menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan menggunakan teknologi berbasis *Augmented Reality* berjalan dan memberikan dampak yang baik, hal ini dapat dilihat dari peserta didik yang menunjukkan sikap lebih aktif, kreatif, serta dengan adanya AR dapat mendorong peserta didik untuk memberikan pengalaman yang menarik. Kesimpulannya, teknologi *Augmented Reality* (AR) memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif dan mendalam. Namun, keberhasilan implementasinya memerlukan dukungan infrastruktur, pelatihan pendidik, serta komitmen lembaga pendidikan untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi.

Kata Kunci: Pembelajaran, Augmented Reality, Teknologi

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang semakin maju mendorong terjadinya revolusi industri, terutama di bidang teknologi (Ledoh et al., 2024; Santika, 2021). Penggunaan teknologi telah merambah hampir semua aspek kehidupan manusia, termasuk ekonomi, kesehatan, dan khususnya bidang pendidikan (Bintang et al., 2024; Fauzi et al., 2023). Seiring dengan kemajuan pesat teknologi, dunia pendidikan pun turut bertransformasi dalam metode pengajaran dan alat bantu pembelajaran yang digunakan. Teknologi kini menjadi komponen penting dalam upaya meningkatkan kualitas proses belajar-mengajar (Ansya & Salsabilla, 2025b; Kinesti et al., 2022; Labuem et al., 2025). Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi yang cukup signifikan dalam dunia pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR).

Augmented Reality atau AR merupakan teknologi yang mampu menggabungkan objek-objek virtual, seperti objek dua dimensi (2D) atau tiga dimensi (3D), dengan dunia nyata menggunakan perangkat kamera (Anila & Adri, 2022; Samar, 2023). Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk mengamati objek virtual seolah-olah objek tersebut berada di lingkungan nyata secara langsung. Dengan memanfaatkan kamera, AR menampilkan visualisasi objek virtual secara *real-time*, sehingga interaksi antara dunia nyata dan dunia virtual dapat terjadi dengan lebih intens dan mendalam. Pengguna dapat melihat, berinteraksi, bahkan memanipulasi objek virtual tersebut melalui perangkat seperti smartphone atau tablet (Christianingrum et al., 2024; Nasution et al., 2023).

Dalam pendidikan, teknologi AR memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran (Amadi & Hikmah, 2025; Yanuardi et al., 2024). Teknologi ini memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional (Fauziah & Hadi, 2023; Simamora et al., 2023). Misalnya, dalam pembelajaran sains, siswa dapat melihat model 3D dari suatu objek yang mereka pelajari, seperti sistem tata surya, tubuh manusia, atau struktur molekul. Dengan menggunakan AR, objek-objek yang biasanya hanya dapat dilihat melalui buku atau gambar dua dimensi, kini dapat diamati dari berbagai sudut pandang secara lebih jelas dan nyata (Z. Setiawan et al., 2023; Syarifuddin & Utari, 2022).

Selain membuat pembelajaran menjadi lebih menarik, teknologi AR juga dapat membantu siswa untuk lebih aktif dalam belajar. Melalui simulasi yang ditampilkan dengan AR, siswa dapat belajar dengan lebih mandiri dan eksploratif (Adiputra & Hidayah, 2025). Mereka bisa berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran, mengeksplorasi berbagai fitur, dan memahami konsep-konsep abstrak secara lebih konkret. AR membantu mengubah pengalaman belajar siswa dari yang pasif menjadi lebih dinamis dan partisipatif (Putri, 2024). Hal ini sejalan dengan konsep pembelajaran modern yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar.

Penggunaan media pembelajaran yang berkualitas sangat penting untuk mendukung hasil belajar yang baik (Sari et al., 2023). Media yang digunakan harus mampu menarik perhatian siswa sekaligus memberikan pengalaman belajar yang bermakna (Ansya et al.,

2025; Resti et al., 2024). Dengan demikian, media pembelajaran harus memiliki keunggulan baik dalam segi teknis maupun dalam segi instruksional. Teknologi AR, dengan kemampuan visualisasinya yang kuat, dapat menjadi solusi efektif untuk menciptakan media pembelajaran yang berkualitas (Ansya & Salsabilla, 2024; Reffiane et al., 2025). Namun, agar media tersebut benar-benar bermanfaat, penting dilakukan evaluasi atau uji kelayakan.

Uji kelayakan terhadap media pembelajaran berbasis AR mencakup beberapa aspek penting (Rohman et al., 2024). Pertama, kualitas isi dan tujuan, yaitu bagaimana media tersebut dapat menyampaikan materi pembelajaran dengan benar dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Kedua, kualitas teknis, yang mencakup bagaimana media tersebut dirancang dari segi teknologi, seperti ketepatan visualisasi, kemudahan penggunaan, dan keandalan teknologi. Ketiga, kualitas instruksional, yakni bagaimana media tersebut mendukung proses pembelajaran secara pedagogis, misalnya apakah media tersebut membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran secara efektif.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, seperti yang diungkapkan oleh Sungkono et al (2022), teknologi AR telah diuji kelayakannya dalam berbagai konteks pembelajaran dan menunjukkan hasil yang positif. Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran berbasis AR yang dianggap layak digunakan dalam proses pembelajaran. Media tersebut dinilai memiliki kualitas yang baik baik dari segi isi, teknis, maupun instruksional. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa penggunaan AR tidak hanya membuat proses pembelajaran lebih menarik, tetapi juga meningkatkan pemahaman

siswa terhadap materi yang dipelajari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi AR dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan merujuk pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan berbagai karya ilmiah, seperti yang disampaikan oleh Putra et al (2023), penggunaan AR dalam pendidikan telah terbukti memiliki dampak positif terhadap keterlibatan dan hasil belajar siswa. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AR memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam, serta membantu siswa memahami konsep-konsep yang kompleks dengan lebih mudah (Sungkono et al., 2022). Hasil-hasil ini mendukung penggunaan AR sebagai media pembelajaran yang berkualitas dalam pendidikan, terutama di era digital seperti sekarang ini. Dengan demikian, AR tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai instrumen pedagogis yang mampu meningkatkan efektivitas dan kualitas pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif dengan metode studi literatur. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam konteks pendidikan, berdasarkan kajian dan penelitian sebelumnya. Data dalam penelitian ini dikumpulkan dari berbagai sumber ilmiah yang relevan, termasuk

artikel jurnal, laporan penelitian, dan kajian literatur yang berkaitan dengan penggunaan AR dalam pembelajaran (D. Sugiyono, 2013; S. Sugiyono, 2017, 2019). Pendekatan deskriptif ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai implementasi, manfaat, dan tantangan dari penggunaan teknologi AR di lingkungan pendidikan (Moleong, 2018).

Prosedur penelitian diawali dengan pengumpulan data sekunder dari berbagai karya ilmiah yang telah dipublikasikan sebelumnya. Peneliti melakukan seleksi terhadap penelitian yang membahas implementasi AR dalam pendidikan, terutama yang fokus pada hasil belajar, keterlibatan siswa, dan efektivitas pembelajaran. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara mendalam untuk menemukan pola-pola, kesamaan, serta perbedaan dalam penggunaan AR di berbagai konteks pembelajaran. Analisis ini dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan teknik analisis isi untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam mengenai bagaimana AR digunakan dan bagaimana teknologi ini mempengaruhi proses serta hasil pembelajaran.

Pada tahap analisis data, peneliti membandingkan hasil penelitian sebelumnya untuk melihat seberapa efektif AR dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang kompleks, serta bagaimana teknologi ini mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar (Arikunto, 2017; Sarosa, 2021). Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi kelayakan penggunaan AR sebagai media pembelajaran, dengan mempertimbangkan aspek teknis, pedagogis, dan instruksional yang diungkapkan dalam penelitian-penelitian terdahulu. Hasil dari analisis ini

diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya literatur mengenai pemanfaatan teknologi AR di bidang pendidikan serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dalam praktik pembelajaran berbasis teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Augmented Reality

Augmented Reality (AR) pertama kali diperkenalkan oleh seorang sinematografer bernama Morton Heilig yang menciptakan alat bernama Sensorama (Fahmi & Agustini, 2024). Sensorama merupakan perangkat yang mampu menghasilkan objek visual yang dilengkapi dengan suara, getaran, dan aroma, menciptakan pengalaman yang mendekati dunia nyata (Mahmudi et al., 2025; B. Setiawan et al., 2025). Meskipun konsep ini belum sepenuhnya terwujud sebagai AR yang kita kenal saat ini, perangkat Sensorama menjadi salah satu tonggak awal perkembangan teknologi visual dan sensorik yang menjadi landasan bagi teknologi AR.

Augmented Reality sendiri merupakan bentuk teknologi yang diciptakan dengan tujuan untuk menambahkan objek maya ke dalam ruang nyata secara bersamaan dan *real-time*. Teknologi ini memungkinkan pengguna melihat objek virtual yang diproyeksikan ke dalam dunia nyata, menciptakan perpaduan antara dunia fisik dan digital (Mirza, 2024). Hal ini berbeda dengan konsep *Virtual Reality* (VR), di mana VR menempatkan pengguna sepenuhnya dalam dunia virtual, sementara AR mempertahankan interaksi pengguna dengan lingkungan fisik yang nyata dan menambahkan elemen-elemen digital di dalamnya.

Pada tahun 1968, seorang ilmuwan komputer Amerika bernama Ivan Sutherland menciptakan perangkat yang dikenal sebagai *Head-Mounted Display* (HMD), yang merupakan perangkat keras yang dipakai di kepala dan berfungsi sebagai media penghubung ke dunia virtual. Perangkat ini memungkinkan pengguna untuk melihat elemen-elemen virtual melalui layar yang dipasang di kepala, sehingga menciptakan pengalaman interaksi dengan objek maya (Sudipa et al., 2023). Teknologi HMD ini kemudian berkembang lebih lanjut dan diterapkan dalam perangkat modern seperti *Google Glass*, yang memadukan kemampuan komputasi dengan visualisasi berbasis AR.

Selain itu, seorang seniman komputer bernama Myron Krueger mengembangkan teknologi *Virtual Reality* dalam bentuk *Video Place*. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek virtual secara *real-time*, menjadi salah satu pionir dalam pengembangan interaksi manusia dengan dunia maya (Aditama et al., 2019). Meskipun *Video Place* lebih berfokus pada dunia virtual, konsep interaksi *real-time* yang dikembangkan oleh Krueger turut mempengaruhi perkembangan teknologi AR yang kita gunakan saat ini.

Dalam konteks yang lebih luas, *Augmented Reality* adalah teknologi yang menyatukan elemen-elemen virtual dengan dunia nyata dan dapat diproyeksikan dalam bentuk dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D) secara langsung ke lingkungan fisik (Putro, 2024). Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk melihat dan berinteraksi dengan objek virtual yang seolah-olah benar-benar ada di ruang nyata mereka. Teknologi ini memanfaatkan kamera dan

perangkat lunak untuk memetakan lingkungan nyata dan menambahkan elemen-elemen digital secara bersamaan (Andriani & Ramadani, 2022).

Berdasarkan berbagai penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Augmented Reality* merupakan perkembangan teknologi yang memungkinkan penyatuan dan penempatan objek virtual dua dimensi dan tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara bersamaan. Teknologi ini menawarkan pengalaman yang unik karena pengguna tetap berada di dunia fisik, tetapi dengan kemampuan untuk melihat dan berinteraksi dengan elemen-elemen digital yang ditambahkan. Inovasi ini membawa pengalaman belajar dan interaksi ke level yang lebih tinggi, terutama dalam dunia pendidikan dan industri kreatif.

Dalam dunia pendidikan, *Augmented Reality* digunakan untuk mempermudah penyampaian materi pembelajaran (Dendodi et al., 2024). Dengan memanfaatkan objek virtual yang diproyeksikan ke dalam dunia nyata, AR dapat memberikan acuan visual yang lebih jelas dan interaktif bagi siswa (Abidin et al., 2024). Ini membuat konsep-konsep yang sulit dipahami secara abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dimengerti. Sebagai contoh, dalam pelajaran sains, siswa dapat melihat model anatomi tubuh manusia dalam bentuk 3D atau mengamati simulasi interaktif dari fenomena alam yang kompleks.

Lembaga pendidikan telah mengembangkan penggunaan AR dengan tujuan untuk meningkatkan persepsi siswa terhadap materi yang diajarkan (Isti'ana, 2024). Dengan bantuan objek maya yang diproyeksikan secara *real-time*, siswa dapat lebih mudah memahami materi dan terlibat secara

aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, AR diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang kreatif dan inovatif, khususnya di sekolah dasar. Dengan AR, siswa tidak hanya mendengarkan penjelasan dari guru, tetapi juga melihat dan berinteraksi langsung dengan objek maya yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menyenangkan.

Kelebihan Dan Kekurangan *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) menawarkan berbagai kelebihan dalam dunia pendidikan dan pembelajaran, yang mampu meningkatkan kualitas serta efektivitas proses belajar mengajar. Salah satu kelebihan utama AR dalam konteks ini adalah kemampuannya untuk meningkatkan minat belajar siswa. AR memungkinkan siswa melihat objek pembelajaran secara interaktif dalam bentuk visual 3D yang dapat dimanipulasi, seperti diperbesar, diputar, atau dilihat dari sudut yang berbeda (Sutrisno & Hamzah Upu, 2024). Teknologi ini membuat materi pelajaran yang abstrak menjadi lebih nyata dan mudah dipahami, sehingga mendorong keterlibatan siswa dalam proses belajar.

Selain itu, AR memberikan peluang untuk pembelajaran mandiri. Dengan menggunakan AR, siswa dapat belajar dengan kecepatan mereka sendiri dan mengulang materi kapan saja sesuai kebutuhan. Aplikasi AR dapat diakses melalui *smartphone* atau tablet, sehingga siswa bisa belajar di mana saja, baik di rumah, di sekolah, maupun dalam situasi belajar informal lainnya (Aprilia et al., 2023). Teknologi ini memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk mengatur

proses belajarnya sesuai dengan gaya belajar dan ritme masing-masing.

Kelebihan lain dari AR adalah kemampuannya untuk memvisualisasikan konsep-konsep yang kompleks atau sulit dijelaskan dengan metode pembelajaran konvensional. Misalnya, dalam pelajaran sains, siswa dapat melihat model 3D dari organ tubuh manusia, planet dalam tata surya, atau struktur molekul secara detail (Ansya & Salsabilla, 2024). Dengan cara ini, AR membantu siswa mendapatkan gambaran yang lebih jelas dan konkret, sehingga meningkatkan pemahaman konsep yang diajarkan. Pembelajaran berbasis AR juga dapat diterapkan dalam bidang lain seperti matematika, sejarah, dan geografi.

AR juga memiliki potensi untuk membuat proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan. Dengan pengalaman belajar yang interaktif dan imersif, siswa merasa lebih tertarik dan termotivasi untuk terlibat dalam pembelajaran (Khoir & Aminatuzzuhriah, 2024). AR menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan menarik, sehingga membantu mengatasi kebosanan yang mungkin muncul dalam metode pembelajaran tradisional (Mea, 2024). Dengan adanya objek virtual yang dapat dijelajahi dan diinteraksikan, AR menambahkan elemen permainan (*gamification*) yang meningkatkan minat belajar siswa.

Salah satu kelebihan penting AR dalam pendidikan adalah kemampuannya untuk memungkinkan pembelajaran individual yang lebih terarah (Urba et al., 2024). AR memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan kebutuhan mereka sendiri, sehingga guru dapat lebih mudah memberikan pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Dalam pembelajaran

sains, misalnya, siswa dapat mengulangi simulasi eksperimen ilmiah menggunakan AR hingga mereka benar-benar memahami prosesnya (Fitria & Indra, 2021). Ini memungkinkan siswa dengan kecepatan belajar yang berbeda-beda untuk mencapai pemahaman yang setara.

Namun, di balik berbagai kelebihan tersebut, AR dalam pendidikan juga memiliki sejumlah kekurangan. Salah satunya adalah biaya yang tinggi untuk implementasi teknologi ini. Meskipun AR dapat diakses melalui smartphone, pengembangan aplikasi AR yang berkualitas, serta pembuatan konten yang relevan dan menarik, memerlukan investasi yang tidak sedikit. Sekolah-sekolah, terutama yang memiliki anggaran terbatas, mungkin menghadapi kesulitan dalam mengintegrasikan AR ke dalam proses pembelajaran mereka (Ansyia & Salsabilla, 2025a; Rumondor et al., 2024).

Selain itu, penggunaan AR juga memerlukan perangkat dengan performa yang memadai. Beberapa aplikasi AR membutuhkan spesifikasi perangkat yang cukup tinggi agar dapat berjalan dengan lancar, terutama dalam hal grafis dan pemrosesan data. Pada perangkat dengan performa rendah, visualisasi AR mungkin tidak berjalan optimal, menyebabkan pengalaman belajar siswa menjadi kurang memuaskan. Ini bisa menjadi kendala di sekolah yang siswanya belum memiliki akses ke perangkat dengan spesifikasi yang memadai.

Kekurangan lainnya adalah masalah teknis terkait lingkungan fisik. AR sangat sensitif terhadap perubahan sudut pandang kamera atau gangguan di lingkungan sekitar, yang bisa mengakibatkan tampilan objek virtual terganggu atau hilang. Dalam konteks

kelas, di mana siswa mungkin bergerak atau lingkungan belajar berubah, ketidakstabilan ini bisa mengurangi efektivitas pembelajaran menggunakan AR. Selain itu, AR juga terbatas dalam kemampuannya untuk memetakan seluruh lingkungan nyata secara menyeluruh, sehingga hanya bagian tertentu yang bisa divisualisasikan (Al Ikhsan et al., 2022).

Tantangan lain dari penerapan AR dalam pendidikan adalah keterbatasan konten yang tersedia. Meskipun AR menawarkan banyak potensi, pengembangan konten pembelajaran berbasis AR yang relevan dan sesuai dengan kurikulum membutuhkan waktu, keahlian, dan sumber daya yang signifikan. Tanpa konten yang kaya dan terstruktur dengan baik, penggunaan AR di kelas mungkin tidak mencapai hasil yang diinginkan dan hanya menjadi alat tambahan yang kurang efektif dalam mendukung pembelajaran.

Pengaruh Penggunaan *Augmented Reality* Pada Peningkatan Konsep Pembelajaran

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang memadukan dunia nyata dengan dunia virtual, memberikan pengalaman interaktif bagi pengguna. Dengan memanfaatkan AR, objek virtual dapat muncul dalam lingkungan nyata, seolah-olah objek tersebut benar-benar ada di hadapan pengguna. Teknologi ini memberikan efek interaksi yang sangat kuat, sehingga pengguna tidak hanya melihat objek secara pasif, tetapi juga dapat berinteraksi langsung dengan objek tersebut. Seperti yang dijelaskan oleh Saputri (2016), AR adalah perpaduan dunia nyata dan virtual yang menciptakan pengalaman imersif bagi

penggunanya, sehingga menjadikannya salah satu teknologi yang berpotensi besar dalam pendidikan.

Dalam konteks pendidikan, AR dikenal sebagai "realistis bertambah" (realistic augmentation) di Indonesia, karena teknologi ini menambahkan unsur realistis dari dunia nyata dengan dukungan objek virtual. Menurut Aripin dan Suryaningsih (2019), AR memungkinkan batas antara dunia nyata dan virtual menjadi samar, seolah-olah keduanya menyatu dalam satu kesatuan. Ini membuka peluang bagi pendidik untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan kontekstual, yang bisa membawa objek virtual, seperti model anatomi manusia atau simulasi fisika, langsung ke ruang kelas tanpa harus membawa peralatan fisik.

Salah satu keunggulan AR dalam pembelajaran adalah sifatnya yang interaktif. Teknologi AR menggunakan marker, biasanya berupa gambar atau kode yang dipindai oleh kamera perangkat seperti ponsel atau tablet, untuk menampilkan objek tiga dimensi (3D). Marker ini berfungsi sebagai pemicu yang mengaktifkan visualisasi objek virtual pada perangkat, sehingga pengguna dapat melihat objek tersebut dari berbagai sudut pandang. Dengan teknologi ini, siswa dapat berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran, misalnya memutar model 3D atau memperbesarnya untuk melihat detail tertentu. Teknologi ini memungkinkan guru untuk menyajikan materi yang kompleks dengan cara yang lebih mudah dipahami oleh siswa.

AR tidak hanya membantu pendidik dalam menyampaikan materi dengan lebih menarik, tetapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi proses belajar mengajar. Menurut Masri et al

(2023), AR dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai media pembelajaran yang tidak hanya membuat proses belajar menjadi lebih menarik, tetapi juga lebih efisien. Teknologi ini mampu menyampaikan informasi yang biasanya memerlukan banyak waktu atau alat bantu fisik untuk dijelaskan, seperti konsep-konsep sains yang abstrak atau rumit. Penggunaan AR sebagai media pembelajaran juga dapat membantu menghemat sumber daya, karena tidak memerlukan alat bantu fisik dalam jumlah besar.

Penerapan AR dalam pendidikan menuntut perubahan peran guru. Sebagai pendidik, guru tidak hanya diharapkan menguasai materi pembelajaran, tetapi juga harus mahir dalam menggunakan media yang tepat untuk menyampaikan materi tersebut. Masri et al (2023) menekankan pentingnya bagi guru untuk memahami teknologi seperti AR, agar dapat mengintegrasikan media ini dengan materi pelajaran yang mereka ajarkan. Penggunaan AR dapat membantu guru mencapai tujuan pembelajaran dengan cara yang lebih efektif, terutama dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21 yang semakin menekankan pada penggunaan teknologi dalam pendidikan.

Selain itu, AR memberikan dampak positif terhadap proses belajar mengajar, terutama dalam hal visualisasi materi yang rumit. Seperti yang dijelaskan oleh Baihaki et al (2023), penggunaan media AR dapat menyajikan visualisasi yang jelas dan detail, sehingga memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep yang sulit. Misalnya, dalam pelajaran biologi, AR memungkinkan siswa melihat dan mempelajari struktur molekuler atau anatomi tubuh manusia dalam bentuk 3D, yang jauh lebih mendetail dan interaktif dibandingkan dengan gambar statis di

buku teks. Visualisasi yang baik membantu meningkatkan pemahaman siswa dan mendukung pembelajaran yang lebih mendalam.

Tidak hanya itu, AR juga memungkinkan siswa untuk mengakses informasi tambahan yang tidak bisa dijelaskan secara efektif dengan metode pembelajaran konvensional. Objek virtual yang ditampilkan melalui AR dapat memberikan detail lebih lanjut mengenai materi yang sedang dipelajari, seperti fungsi setiap bagian organ dalam pelajaran biologi atau cara kerja mesin dalam pelajaran fisika. Informasi yang diberikan melalui visualisasi AR lebih mudah dipahami karena siswa dapat melihat objek tersebut dalam bentuk yang lebih konkret, sehingga mampu mempercepat proses pemahaman.

Penggunaan AR sebagai media pembelajaran juga sejalan dengan tren pembelajaran modern yang menekankan pada interaktivitas dan pembelajaran aktif. Dalam hal ini, siswa tidak lagi hanya menjadi penerima informasi pasif, tetapi juga terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan AR, siswa dapat bereksperimen langsung dengan objek yang dipelajari, menggali informasi, dan belajar melalui pengalaman visual. Ini sangat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis, karena mereka diajak untuk mengeksplorasi konsep secara mendalam melalui interaksi langsung dengan objek.

Lebih jauh lagi, penggunaan AR tidak hanya terbatas pada sains, tetapi juga bisa diterapkan pada berbagai mata pelajaran lain. Dalam pelajaran sejarah, misalnya, AR bisa digunakan untuk menampilkan model bangunan bersejarah atau artefak kuno dalam bentuk 3D, sehingga siswa dapat melihat bagaimana bangunan tersebut terlihat

pada masa lalu. Dalam pelajaran geografi, AR bisa menampilkan peta topografi atau model gunung berapi secara interaktif, memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual.

Namun, untuk mencapai hasil yang optimal, guru perlu mendapatkan pelatihan khusus dalam penggunaan teknologi AR. Mereka harus memahami bagaimana cara kerja AR, bagaimana memilih aplikasi atau perangkat yang sesuai, serta bagaimana merancang kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan AR dengan cara yang paling efektif. Dengan demikian, AR dapat menjadi salah satu alat yang kuat dalam mendukung transformasi pendidikan ke arah yang lebih modern dan interaktif, yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas dan hasil pembelajaran.

Kendala Yang Dihadapi Dalam Implementasi Teknologi *Augmented Reality* (AR) Dalam Pembelajaran

Pengembangan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam proses pembelajaran membawa banyak dampak positif, terutama karena teknologi ini menawarkan sejumlah kelebihan yang signifikan. Salah satu fitur unggulan AR adalah penggunaan marker, yang memungkinkan perangkat lunak AR untuk memunculkan objek tiga dimensi ketika marker tersebut diarahkan ke kamera perangkat. Teknologi ini memberi kesempatan kepada peserta didik untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam pembelajaran dengan cara yang lebih konkret dan interaktif. Namun, meskipun AR memiliki banyak kelebihan, seperti yang dijelaskan, teknologi ini tidak terlepas dari sejumlah kekurangan yang dapat menjadi kendala dalam implementasinya

di lingkungan pendidikan. Kendala-kendala tersebut meliputi keterbatasan infrastruktur, kekurangan akses, kurangnya pelatihan bagi pendidik, minimnya keahlian teknis, serta biaya implementasi dan pemeliharaan yang relatif tinggi (Kusandi, 2024)

Salah satu kendala utama yang sering dihadapi dalam penerapan AR di sekolah-sekolah adalah masalah infrastruktur dan akses teknologi. Banyak lembaga pendidikan, terutama di daerah yang kurang berkembang, dihadapkan pada tantangan untuk menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung teknologi AR. Perangkat keras seperti smartphone atau tablet dengan spesifikasi yang memadai menjadi prasyarat penting untuk menggunakan AR, tetapi tidak semua sekolah memiliki akses ke perangkat semacam itu. Di samping itu, AR memerlukan jaringan internet yang cepat dan stabil agar aplikasi berjalan lancar, sesuatu yang belum tentu tersedia di setiap sekolah. Tanpa infrastruktur yang memadai, potensi AR dalam meningkatkan kualitas pembelajaran menjadi sulit direalisasikan (Kusandi, 2024)

Selain masalah infrastruktur, sumber daya manusia juga menjadi tantangan dalam implementasi AR di pendidikan. Pendidik tidak hanya perlu memahami materi pelajaran, tetapi juga harus memiliki pengetahuan teknis dalam menggunakan teknologi AR. Sayangnya, pelatihan khusus mengenai penggunaan AR belum tersedia secara luas di banyak sekolah, terutama di wilayah dengan sumber daya terbatas. Minimnya keahlian teknis di kalangan pendidik dapat menyebabkan penggunaan AR menjadi kurang optimal, dan bahkan bisa membuat teknologi ini diabaikan dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu,

diperlukan pelatihan yang komprehensif bagi pendidik agar mereka dapat menggunakan AR dengan efektif dalam kelas, dan memastikan siswa mendapat manfaat penuh dari teknologi ini.

Keterbatasan akses perangkat juga menjadi hambatan lain yang signifikan dalam penerapan AR. Tidak semua ponsel atau tablet memiliki kemampuan untuk menjalankan aplikasi AR. Beberapa perangkat yang digunakan di sekolah mungkin sudah ketinggalan zaman atau tidak mendukung fitur-fitur yang diperlukan untuk menjalankan AR dengan baik. Selain itu, dari aspek keamanan dan privasi, AR masih menghadapi sejumlah tantangan. Penggunaan AR melibatkan pengambilan gambar dan informasi secara real-time, yang mungkin menimbulkan kekhawatiran terkait data privasi. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan standar keamanan yang ketat agar data pengguna tidak disalahgunakan selama penggunaan aplikasi AR (Rita & Guspatni, 2024)

Walaupun tantangan tersebut ada, ada beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala-kendala tersebut. Salah satunya adalah memastikan ketersediaan sumber daya tambahan, seperti aplikasi AR dan konten pembelajaran yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan kurikulum. Sekolah dapat bekerja sama dengan penyedia teknologi pendidikan dan industri untuk mengembangkan konten yang sesuai. Kolaborasi ini tidak hanya membantu mengatasi kendala finansial dan teknis, tetapi juga memastikan bahwa aplikasi AR yang digunakan memberikan manfaat yang signifikan bagi pembelajaran. Dengan adanya kerja sama yang solid, sekolah dapat memperoleh aplikasi AR yang disesuaikan dengan kurikulum serta mendukung peningkatan

kualitas pembelajaran di kelas (Kusandi, 2024)

Investasi dalam infrastruktur teknologi, seperti penyediaan perangkat keras AR dan jaringan internet yang memadai, merupakan langkah penting bagi sekolah untuk memastikan implementasi AR berjalan dengan baik. Meskipun biaya awal mungkin tinggi, dampak jangka panjang dari penerapan AR dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sangat signifikan. AR memiliki potensi untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan interaktif bagi siswa. Teknologi ini tidak hanya membuat siswa lebih tertarik dalam mempelajari materi yang disajikan, tetapi juga meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep yang kompleks. Dengan demikian, meskipun ada tantangan dalam penerapannya, AR tetap memiliki peran penting dalam mendukung pembelajaran modern (Rita & Guspatni, 2024)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, teknologi *Augmented Reality* (AR) menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan proses pembelajaran. Teknologi ini tidak hanya mampu membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif, tetapi juga memberikan cara baru bagi siswa untuk mengamati dan memahami model dari berbagai sudut pandang. Dengan menggabungkan elemen dunia maya, baik dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi, AR memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan objek virtual yang relevan dengan materi pelajaran. Misalnya, dalam pelajaran sains, siswa dapat memvisualisasikan struktur sel atau sistem tata surya dalam bentuk tiga

dimensi, memberikan mereka pemahaman yang lebih baik daripada hanya menggunakan gambar atau diagram statis. Dengan demikian, AR berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan dunia nyata dan dunia digital, menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh dan efektif.

Namun, meskipun potensi AR sangat besar, implementasinya dalam pendidikan bukanlah tanpa tantangan. Beberapa kesulitan yang sering dihadapi mencakup kendala infrastruktur yang memadai, akses ke jaringan internet yang stabil, dan kurangnya sumber daya pendidik yang terlatih untuk menggunakan teknologi ini secara efektif. Kendala-kendala ini dapat menghambat penerapan AR di lingkungan pendidikan dan memerlukan perhatian serius dari lembaga pendidikan. Untuk mengatasi hal ini, lembaga pendidikan perlu memiliki komitmen yang kuat untuk mengikuti perkembangan teknologi dan berinvestasi dalam pelatihan bagi pendidik. Selain itu, menjalin kerja sama yang baik dengan penyedia teknologi pendidikan dapat membuka peluang untuk mendapatkan akses ke alat dan aplikasi AR yang relevan serta mendukung integrasi teknologi ini dalam kurikulum. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan penggunaan AR dalam pembelajaran dapat berlangsung dengan lebih baik dan memberikan manfaat maksimal bagi siswa di era digital saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur selalu kami panjatkan kepada kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan dan melimpahkan segala rahmat dan kuasa-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan

penulisan artikel ini sampai dengan selesai. Tidak lupa juga kami berterimakasih kepada keluarga yang telah mendukung penulisan artikel kami karena tanpa doa dan dukungan mereka tentu kami tidak bisa melangkah sejauh ini. Tak lupa pula kami mengucapkan banyak terimakasih kepada dosen pengampu mata kuliah “Karya Tulis Ilmiah” yang telah memberikan tugas ini dan telah menjadi pembimbing sekaligus memberikan masukan terkait penulisan artikel ini sehingga dapat kami kembangkan sebagai saran atau masukan yang mendukung demi terwujudnya artikel yang lebih baik lagi.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Z., Arsa, D., & Noverina, Y. (2024). Analisis Penerapan Metode User-Centered Design pada Augmented Reality (AR) dengan Marker Based Tracking. *Jurnal Processor*, 19(1).
- Adiputra, D. K., & Hidayah, N. (2025). *TRANSFORMASI PEMBELAJARAN ABAD 21*. Goresan Pena.
- Aditama, P. W., Adnyana, I. N. W., & Ariningsih, K. A. (2019). Augmented reality dalam multimedia pembelajaran. *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain Dan Aplikasi Bisnis Teknologi)*, 2, 176–182.
- Al Ikhsan, I., Supriadi, N., & Gunawan, W. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality: Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 7(2), 289. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v7i2.12839>
- Amadi, A. S. M., & Hikmah, K. (2025). Persepsi Mahasiswa Tentang Pemanfaatan Teknologi AI dalam Pembelajaran Bahasa Arab di Perguruan Tinggi Islam Indonesia. *Journal of Education Research*, 6(2), 291–301.
- Andriani, M. W., & Ramadani, A. (2022). Pengaruh Penggunaan Media Augmented Reality Berbasis Android Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Sekolah Dasar. *UPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(2). <https://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JUPE/article/view/3849>
- Anila, N., & Adri, M. (2022). Pengenalan Kesenian Alat Musik Tradisional Sumatera Barat Dengan Augmented Reality Berbasis Mobile Device. *Algoritma: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 6(1).
- Ansya, Y. A., & Salsabilla, T. (2024). *Model Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Cahya Ghani Recovery.
- Ansya, Y. A., & Salsabilla, T. (2025a). *Membangun Pemahaman Sains Sejak Dini*. Cahya Ghani Recovery.
- Ansya, Y. A., & Salsabilla, T. (2025b). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Canva pada Pembelajaran IPA Kelas V Sekolah Dasar. *ISLAMIKA*, 7(1), 1–14.
- Ansya, Y. A., Salsabilla, T., & Rozi, F. (2025). *Strategi Inovatif dalam Pengembangan Media Pembelajaran Sekolah Dasar di Era Society 5.0*. Cahya Ghani Recovery.

- Aprilia, P. N., Khoirunisa, F. S., Husna, A. M., & Asri, M. M. (2023). *Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar dengan Model dan Media Inovatif*. Cahya Ghani Recovery.
- Arikunto. (2017). *Pengembangan Instrumen Penelitian dan Penilaian Program*. Pustaka Belajar.
- Baihaki, M. R., Rasyadi, M. J., Hafiz, M., Juliyanto, F., & Rahma, F. (2023). Teknologi AR sebagai media pembelajaran: tinjauan literatur. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 13(1), 185–188. https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/PROSIDING_SNST_FT/article/view/9139
- Bintang, D. W. P., Pertiwi, A. D., & Azainil, A. (2024). Analisis penggunaan teknologi pada proses pembelajaran di PAUD. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 7(3), 873–884.
- Christianingrum, S. P., Sumar, S. E., Saptadi, I. N. T. S., Kom, S., Sari, D. Y., SI, S., Kom, M., Arfianto, A. Z., Irwansyah, M. A., & Riananda, D. P. (2024). *Augmented and Virtual Reality*. CV Rey Media Grafika.
- Dendodi, D., Simarona, N., Elpin, A., Bahari, Y., & Warneri, W. (2024). Analisis Penerapan Augmented Reality dalam Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran Sains di Era Digital. *ALACRITY: Journal of Education*, 293–304.
- Fahmi, S. M., & Agustini, S. R. (2024). Analisis Persepsi Terhadap Teknologi Augmented Reality Dalam Kegiatan Pembelajaran Di Kota Jambi Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM)(Studi Kasus: SD, SMP, SMA ATTAUFIQ). *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, 4(1), 874–882.
- Fauzi, A., Harto, B., Mulyanto, M., Dulame, I. M., Pramudhita, P., Sudipa, I. G. I., Dwipayana, A. D., Sofyan, W., Jatnika, R., & Wulandari, R. (2023). *PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI DI BERBAGAI SEKTOR PADA MASA SOCIETY 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Fauziah, R., & Hadi, M. S. (2023). Analisis Efektivitas dan Manfaat Quizizz Paper Mode dalam Pembelajaran Interaktif di Kelas III SDN Singabraja 02. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*, 8(3), 2721–2730.
- Fitria, Y., & Indra, W. (2021). *Pengembangan model pembelajaran PBL berbasis digital untuk meningkatkan karakter peduli lingkungan dan literasi sains*. Deepublish.
- Isti'ana, A. (2024). Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran Pendidikan Islam. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(1), 302–310.
- Khoir, A., & Aminatuzzuhriah, A. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Interaktif dalam Pembelajaran Bahasa pada Anak Usia Dini. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 7(3), 12002–12008.

- Kinesti, R. D. A., Luthfiyana, N. H., Hidayah, N., Nida, S. K., & Usna, E. S. (2022). Upaya Pemanfaatan Teknologi: Aplikasi Rpp Digital Dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan Di Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL)(Studi Kasus Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL)). *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 7(2), 84–90.
- Kusandi, M. (2024). STRATEGI PENGGUNAAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY DALAM PEMBELAJARAN SMK. *ADIBA: JOURNAL OF EDUCATION. ADIBA: JOURNAL OF EDUCATION*, 4(2), 221–226. <https://adisampublisher.org/index.php/adiba/article/view/680>
- Labuem, S., Awal, R., Suleman, N., Monoarfa, F., Butsiarah, B., Kunusa, W. R., Kholifah, N., Ritonga, M. W., Simarmata, J., Lubis, M., Ansya, Y. A., Alim, B., & Pasaribu, E. Z. (2025). *Inovasi Media Pembelajaran Digital*. Yayasan Kita Menulis.
- Ledoh, C. C., Judijanto, L., Jumiono, A., Apriyanto, A., & Hakpantria, H. (2024). *Revolusi Industri 5.0: Kesiapan Generasi-Z dalam Menghadapi Persaingan Global*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Mahmudi, M. A., Fitri, D. M., Lase, D. C., Saptiany, S. G., Nur, M. D. M., & Raini, Y. (2025). *TEKNOLOGI PENDIDIKAN: TEORI DAN APLIKASI*. Azzia Karya Bersama.
- Masri, M., Surani, D., & Fricticarani, A. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Augmented Reality Assemblr Edu dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa SMP. *Jurnal Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran: JPPP*, 4(3), 209–216. <https://doi.org/10.30596/jppp.v4i3.16429>
- Mea, F. (2024). PENINGKATAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN MELALUI KREATIVITAS DAN INOVASI GURU DALAM MENCIPTAKAN KELAS YANG DINAMIS. *Inculco Journal of Christian Education*, 4(3), 252–275. <https://doi.org/10.59404/ijce.v4i3.190>
- Mirza, I. M. M. M. (2024). Optimalisasi Virtual Reality dan Augmented Reality Dalam Platform Gaming Menuju Masyarakat 5.0. *Jurnal Visual Ideas*, 4(1), 1–18.
- Moleong, L. J. (2018). *Metodologi penelitian kualitatif*. PT Remaja Rosdakarya.
- Nasution, M. A. A. H., Siswanto, S., & Suryana, E. (2023). Rancangan Media Pembelajaran Berupa Aplikasi Augmented Reality Berbasis Android. *Jurnal Media Infotama*, 19(2), 528–537.
- Putra, A. D., Susanto, M. R. D., & Fernando, Y. (2023). Penerapan MDLC Pada Pembelajaran Aksara Lampung Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *CHAIN: Journal of Computer Technology, Computer Engineering, and Informatics*, 1(2), 32–34. <https://ejournal.techcartpress.com/index.php/chain/article/view/29>
- Putri, A. E. (2024). Penggunaan Media

- Pembelajaran Berbasis Digital dalam Pembelajaran Sejarah untuk Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*, 9(2), 533–540.
- Putro, H. P. (2024). PENINGKATAN KOGNITIF PENGGUNA ANTARMUKA AUGMENTED REALITY MENGGUNAKAN METODA EYETRACKING. *Journal of Syntax Literate*, 9(7).
- Reffiane, F., Agustini, F., Nuvitalia, D., & Saputra, H. J. (2025). *Sains dalam Genggaman: Eksplorasi Media Literasi Sains yang Menyenangkan*. Penerbit NEM.
- Resti, R., Wati, R. A., Ma'Arif, S., & Syarifuddin, S. (2024). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi sebagai Alat Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Digital Siswa Sekolah Dasar. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(3), 1145–1157.
- Rita, O. O., & Guspatni, G. (2024). Teknologi Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran kimia, Tinjauan Pustaka: Bentuk-bentuk, Hambatan dan Pemanfaatan Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran kimia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 18552–18562.
<https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/15094>
- Rohman, A. T., Purwoko, A., & Sari, M. P. (2024). Penerapan Teknologi Markerless Augmented Reality dalam Inovasi Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Berbasis Mobile Android. *Jurnal Vokasi Informatika*, 27–35.
- Rumondor, D. A. S., Akbar, J. S., Harahap, F., & Djakariah, D. (2024). Peluang dan Tantangan Penggunaan Perangkat Pembelajaran Berbasis TPACK Pada Materi Kimia Bagi Generasi Z di Era Society 5.0. *SCIENING: Science Learning Journal*, 5(1), 25–39.
- Samar, I. (2023). Implementasi augmented reality pada aplikasi pengenalan objek wisata di kota Ambon. *Jurnal Informatika Polinema*, 9(2), 183–192.
- Santika, I. G. N. (2021). Grand desain kebijakan strategis pemerintah dalam bidang pendidikan untuk menghadapi revolusi industri 4.0. *Jurnal Education and Development*, 9(2), 369–377.
- Saputri, D. S. C. (2016). Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Augmentedreality Pada Pelajaran Bahasa Inggris Untukmeningkatkan Penguasaan Kosa Kata Dan Hasil Belajarsiswa Sekolah Dasar. *Proceeding Seminar Nasional APTIKOM*, 662–669.
<https://journal.universitاسbumigora.ac.id/index.php/semnastikom2016/article/view/256>
- Sari, S. M., Harahap, M. R., & Ridwan, A. (2023). Pemanfaatan Media Pembelajaran Poster Dalam Upaya Meningkatkan Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Fiqih. *ANSIRU PAI: Pengembangan Profesi Guru Pendidikan Agama Islam*, 7(2), 438–449.

- Sarosa, S. (2021). *Analisis data penelitian kualitatif*. Pt Kanisius.
- Setiawan, B., Winarno, A., Iasha, V., & Barokah, A. (2025). *VIRTUAL REALITY DALAM PEMBELAJARAN SAINS*. PT. Pena Persada Kerta Utama.
- Setiawan, Z., Pustikayasa, I. M., Jayanegara, I. N., Setiawan, I. N. A. F., Putra, I. N. A. S., Yasa, I. W. A. P., Asry, W., Arsana, I. N. A., Chaniago, G. G., & Wibowo, S. E. (2023). *PENDIDIKAN MULTIMEDIA: Konsep dan Aplikasi pada era revolusi industri 4.0 menuju society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Simamora, M. I., Setyawati, R., Sari, H. M., Apriani, I., Fitri, S., Nasution, F. M., Sari, R., Syabani, Z., & Kholiza, A. (2023). Pengaruh Penggunaan Metode Pembelajaran Technology-Based Learning (TBL) Terhadap Peningkatan Literasi Numerasi Siswa SMAS Al-Washliyah. *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 208–212.
- Sudipa, I. G. I., Rahman, R., Fauzi, M., Pongpalilu, F., Setiawan, Z., Huda, M., Kusuma, A. S., Putra, D. M. D. U., Burhan, M. I., & Anzani, Y. M. (2023). *Penerapan Sistem Informasi di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono, S. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Sugiyono, S. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan)*. CV. Alfabeta.
- Sungkono, S., Apiati, V., & Santika, S. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Augmented Reality. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 459–470.
<https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i3.737>
- Sutrisno, A. B., & Hamzah Upu, R. (2024). *MATEMATIKA REALISTIK DENGAN AUGMENTED REALITY*. CV. Ruang Tentor.
- Syarifuddin, M. P., & Utari, E. D. (2022). *Media pembelajaran (Dari masa konvensional hingga masa digital)*. Bening Media Publishing.
- Urba, M., Ramadhani, A., Afriani, A. P., & Suryanda, A. (2024). Generasi Z: Apa Gaya Belajar yang Ideal di Era Serba Digital? *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), 50–56.
- Yanuardi, Y., Destriana, R., Huasin, S. M., Rusdianto, H., & Layina, A. (2024). Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality sebagai Alat Bantu Mengajar. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 8(2), 142–148.