

Penerapan Augmented Reality untuk Menunjang Hasil Belajar Siswa Jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan

Yoto^{*1}, Siti Malikha²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Kejuruan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang
e-mail: ^{*1}Yoto.ft@um.ac.id, ²sitimalikha24@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menilai penerapan teknologi Augmented Reality (AR) dalam mendukung hasil belajar siswa jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) di SMKN 11 Kota Malang, khususnya pada aspek kognitif, psikomotor, dan afektif. Teknologi AR memungkinkan visualisasi objek bangunan dalam bentuk tiga dimensi yang dapat diinteraksikan, memberi pengalaman belajar yang imersif dan mendalam, yang sangat diperlukan dalam memahami konsep-konsep desain yang kompleks. Penelitian ini juga membahas bagaimana AR dapat meningkatkan keterampilan spasial, pemecahan masalah, dan motivasi siswa dalam pendidikan vokasi. Sebagai pendekatan kuasi-eksperimental, penelitian ini membandingkan hasil belajar siswa yang menggunakan AR dengan metode pengajaran konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan AR secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap desain bangunan, keterampilan spasial, serta keterampilan pemecahan masalah. Selain itu, AR juga mendorong peningkatan motivasi belajar siswa, meningkatkan kepercayaan diri, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik. Namun, implementasi AR menghadapi beberapa tantangan, seperti kebutuhan perangkat keras yang memadai dan pelatihan bagi pendidik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang potensi AR untuk mendukung pendidikan vokasi, khususnya di bidang desain dan konstruksi.

Kata Kunci: Augmented Reality, Hasil Belajar, Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan

Abstract: This study aims to assess the application of Augmented Reality (AR) technology in supporting the learning outcomes of students majoring in Building Modeling and Information Design (DPIB) at SMKN 11 Malang City, particularly in the cognitive, psychomotor, and affective aspects. AR technology enables the visualization of building objects in three-dimensional forms that can be interacted with, providing an immersive and in-depth learning experience, which is essential in understanding complex design concepts. This study also discusses how AR can improve students' spatial skills, problem-solving, and motivation in vocational education. As a quasi-experimental approach, this study compared student learning outcomes using AR with conventional teaching methods. The results showed that the application of AR significantly improved students' understanding of building design, spatial skills, and problem-solving skills. In addition, AR also encouraged increased student learning motivation, increased self-confidence, and provided a more engaging learning experience. However, AR implementation faces several challenges, such as the need for adequate hardware and training for educators. This study is expected to provide insight into the potential of AR to support vocational education, particularly in the field of design and construction.

Keywords: Augmented Reality, Learning Outcomes, Modeling Design and Building Information

Teknologi Augmented Reality telah menunjukkan potensi transformatif dalam konteks pendidikan, khususnya untuk meningkatkan hasil belajar siswa dalam bidang kejuruan seperti Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (Alamsyah and Krisdiawan, 2021). Teknologi ini memungkinkan integrasi objek virtual ke dalam lingkungan nyata, menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif (Chang et al., 2019). Penerapan AR dalam pendidikan tidak hanya meningkatkan minat dan Penerapan Augmented Reality untuk Menunjang Hasil Belajar Siswa Jurusan Desain Pemodelan dan Informasi

pemahaman siswa melalui visualisasi objek geometri secara nyata, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk tantangan industri 4.0 yang membutuhkan pelatihan berbasis teknologi (Liliernawati et al., 2025) (MIJA, 2025). Augmented reality menawarkan peluang tak terbatas untuk merevolusi pengalaman belajar, mentransformasi pendekatan pedagogis tradisional dengan melapisi konten digital ke dunia nyata (Palada et al., 2024). Hal ini sangat penting untuk jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan kelas XI SMKN 11 Kota Malang, di mana visualisasi objek dan pemahaman konstruksi menjadi inti pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek virtual dalam konteks nyata untuk mendapatkan pandangan tiga dimensi yang menyeluruh. Dengan demikian, AR berpotensi untuk meningkatkan motivasi belajar siswa, menumbuhkan kepercayaan diri, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang penting dalam praktik rekayasa dan desain (Saadon et al., 2020). Integrasi AR juga dapat mengkhususkan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan unik setiap siswa, memungkinkan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan disesuaikan (MIJA, 2025). Lebih lanjut, kemampuan AR untuk menampilkan model arsitektur dan konstruksi yang kompleks dalam format 3D interaktif secara langsung menjawab gaya belajar visual dan kinestetik yang lazim di kalangan siswa dalam disiplin ilmu yang berfokus pada desain (Novella et al., 2024). Pendekatan imersif ini tidak hanya mencakup pemahaman desain yang rumit tetapi juga mendorong lingkungan pendidikan yang lebih menarik, terutama jika dikombinasikan dengan model pedagogis yang berpusat pada siswa seperti Pembelajaran Berbasis Masalah (Novella et al., 2024).

Integrasi AR dalam pendidikan desain dan konstruksi tidak hanya meningkatkan visualisasi, tetapi juga menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang objek yang kompleks dan mekanika struktural, yang sangat penting bagi para profesional masa depan di bidang ini (Kim and Choi, 2025). Sifat interaktif aplikasi AR juga mendorong pembelajaran aktif dan berpikir kritis, yang memungkinkan siswa bereksperimen dengan modifikasi desain dan langsung mengamati implikasi strukturalnya. Penggabungan ini menciptakan lingkungan belajar imersif yang memungkinkan siswa memanipulasi model virtual, mensimulasikan skenario dunia nyata, dan menerima umpan balik langsung, sehingga secara signifikan meningkatkan hasil belajar dan penguasaan keterampilan (Bermejo et al., 2023).

Pada jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) kelas XI SMKN 11 Kota Malang, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan dalam memahami bentuk, struktur, serta detail bangunan. Namun, sering kali proses pembelajaran konvensional siswa hanya mengandalkan media cetak, gambar dua dimensi, atau software desain yang membutuhkan perangkat dengan spesifikasi tinggi. Kondisi ini membuat sebagian siswa kelas XI SMKN 11 Kota Malang kesulitan dalam memvisualisasikan desain bangunan secara utuh. Oleh karena itu, penerapan teknologi AR menjadi alternatif yang potensial untuk menunjang ketercapaian hasil belajar siswa.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa Augmented Reality (AR) mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa pada berbagai mata pelajaran. Namun demikian, terdapat kesenjangan empiris khusus dalam konteks pendidikan vokasi, terutama pada jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB). Sebagian besar studi masih berfokus pada mata pelajaran umum atau sains, sedangkan penerapan AR dalam keterampilan teknis seperti pemodelan 3D, pembacaan gambar bangunan belum banyak diteliti. Selain itu, integrasi AR lebih sering dikaji dari sisi teknis, tetapi bukti kuantitatif mengenai dampaknya terhadap hasil belajar siswa vokasi masih sangat terbatas.

Literatur terkini, baik meta-analisis maupun review sistematis, mengonfirmasi bahwa AR secara konsisten memberikan efek positif terhadap efektivitas pembelajaran, keterlibatan, serta motivasi siswa di berbagai jenjang pendidikan. Di bidang arsitektur dan konstruksi, AR semakin banyak dikembangkan sebagai media pembelajaran, yang memungkinkan visualisasi model 3D terregistrasi pada lingkungan nyata untuk mendukung inspeksi, simulasi instalasi, dan koordinasi proyek. Meski demikian, sebagian besar penelitian masih berupa studi kasus kecil atau prototipe, sehingga generalisasi hasilnya belum kuat. Di ranah pendidikan vokasi, penggunaan AR/VR terbukti dapat menekan biaya praktik fisik, menyediakan simulasi berisiko rendah, serta mempercepat penguasaan keterampilan. Akan tetapi, studi longitudinal yang mengukur dampaknya terhadap hasil kognitif dan keterampilan nyata di lapangan masih relatif sedikit.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menempatkan AR yang sudah dikembangkan pada penelitian sebelumnya dalam konteks pendidikan vokasi yang lebih spesifik, yakni jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan. Fokus penelitian tidak hanya pada visualisasi semata, melainkan juga pada integrasi AR sehingga siswa dapat mengakses atribut elemen bangunan, memanipulasi model, dan mempelajari koordinasi desain secara lebih komprehensif. Pendekatan ini mengisi kekosongan studi yang sebelumnya lebih menekankan aspek teknis daripada pedagogis. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan efektivitas dua strategi instruksional berbasis AR untuk mengetahui mana yang lebih efektif dalam mendukung pencapaian kompetensi siswa. Kebaruan lain terletak pada pengukuran transfer pembelajaran, yaitu melihat sejauh mana peningkatan keterampilan melalui AR berpengaruh langsung terhadap performa siswa dalam praktik nyata di studio maupun lapangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai pengaruh penerapan AR terhadap hasil belajar siswa kelas XI SMKN 11 Kota Malang pada aspek kognitif, psikomotor, dan afektif. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan serta mengevaluasi skenario pembelajaran AR yang relevan dengan kebutuhan modul desain dan pemodelan bangunan. Lebih jauh,

penelitian ini mengkaji sejauh mana hasil belajar berbasis AR dapat ditransfer ke dalam konteks praktik nyata, sehingga mendukung kesiapan siswa menghadapi tuntutan industri konstruksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan utama: (1) Apakah penerapan AR dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa jurusan DPIB kelas XI SMKN 11 Kota Malang dibandingkan metode konvensional? (2) Bagaimana pengaruh AR terhadap keterampilan pemodelan 3D dan kemampuan interpretasi gambar kerja siswa jurusan DPIB kelas XI SMKN 11 Kota Malang? (3) Strategi instruksional mana yang lebih efektif ketika menggunakan AR untuk mencapai tujuan pembelajaran desain pemodelan bangunan? (4) Sejauh mana peningkatan hasil belajar melalui AR dapat ditransfer ke performa praktik nyata di studio maupun lapangan? dan (5) Hambatan teknis maupun pedagogis apa saja yang muncul dalam implementasi AR di lingkungan pendidikan vokasi serta bagaimana pengaruhnya terhadap keberlanjutan pembelajaran siswa jurusan DPIB kelas XI SMKN 11 Kota Malang?

Literatur

Augmented Reality

Kajian literatur menunjukkan bahwa teknologi Augmented Reality memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa dengan menyediakan visualisasi interaktif dan imersif, meskipun implementasinya seringkali dihadapkan pada keterbatasan seperti pelatihan yang terbatas dan peluang pengembangan profesional (MIJA, 2025) (Wahyunto et al., 2024). Namun, penelitian juga menyoroti bahwa efektivitas AR sangat bergantung pada strategi pedagogis yang tepat dan integrasi dengan metode pembelajaran aktif agar teknologi ini dapat secara optimal mendukung pemahaman konseptual dan bukan sekadar menjadi fokus teknis (Fitri et al., 2025). Lebih lanjut, keberhasilan integrasi AR dalam lingkungan pendidikan tidak hanya membutuhkan kesiapan teknologi tetapi juga ekosistem pendukung yang mencakup infrastruktur yang memadai, pelatihan pedagogis bagi para pendidik, dan kurikulum yang dirancang untuk memanfaatkan kemampuan interaktif AR secara efektif. Pendekatan komprehensif ini memastikan bahwa AR menjadi alat yang ampuh untuk meningkatkan retensi pengetahuan dan pengembangan keterampilan di berbagai disiplin ilmu, termasuk STEM dan pelatihan vokasional (Thangavel, 2025). Adopsi yang meluas ini terbukti dalam proyeksi pertumbuhan pasar AR dalam pendidikan, yang menyoroti perannya dalam memberikan pengalaman belajar yang efektif dan menarik untuk bidang-bidang yang membutuhkan pemahaman praktis dan visual (Thangavel, 2025). Namun, keberhasilan integrasi AR ke dalam kurikulum pendidikan seringkali terhambat oleh tantangan seperti kurangnya materi ajar realitas tertambah yang sesuai dan selaras dengan standar nasional serta pelatihan guru yang kurang memadai dalam memanfaatkan teknologi ini secara efektif (MIJA, 2025). Hambatan-hambatan ini memerlukan fokus pada program pengembangan guru yang komprehensif dan penciptaan konten pendidikan AR yang relevan secara kontekstual untuk sepenuhnya mewujudkan potensi teknologi dalam meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa (HUSADA and SUKIRMAN, 2024) (Fitri et al., 2025). Terlepas dari tantangan-tantangan ini, kemampuan AR untuk mengintegrasikan elemen digital dengan realitas menawarkan bantuan langsung kepada peserta didik, meningkatkan pengalaman belajar autentik mereka dengan menyediakan alat bantu visual dan melibatkan mereka melalui platform interaktif (Alibraheim et al., 2023). Interaksi tertambah ini mendorong pemahaman yang lebih mendalam dan pengembangan keterampilan praktis, khususnya bermanfaat dalam bidang-bidang seperti desain, pemodelan, dan informasi bangunan, di mana pemahaman dan visualisasi spasial sangat penting (MIJA, 2025).

Integrasi ini memungkinkan siswa untuk memanipulasi desain arsitektur dan komponen struktural secara virtual, memberikan pengalaman belajar langsung yang sangat berharga yang sulit dicapai dalam lingkungan pendidikan tradisional (Muhadzib et al., 2025). Lebih lanjut, sifat AR yang imersif mendukung kognisi yang diwujudkan, memungkinkan siswa mempelajari konsep sains melalui pengalaman interaktif tiga dimensi yang memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam tentang topik-topik abstrak (Mansour et al., 2025). Kemampuan ini khususnya bermanfaat dalam pendidikan teknik, di mana AR dapat membantu siswa memvisualisasikan prinsip-prinsip fisika dan teknik yang kompleks, sehingga meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mereka (Takroui et al., 2022).

Pendekatan imersif ini selaras dengan teori pembelajaran konstruktivis, di mana siswa secara aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan lingkungan belajar mereka, sehingga bergerak melampaui penerimaan informasi pasif (Muhadzib et al., 2025). Efektivitas pedagogis AR semakin diperkuat oleh kapasitasnya untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan kreativitas, yang penting bagi pembelajar abad ke-21 (Muhadzib et al., 2025). Integrasi tersebut memberdayakan siswa untuk terlibat dengan konsep-konsep kompleks melalui visualisasi interaktif, sehingga meningkatkan kemampuan pemecahan masalah mereka dan menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran (Muhadzib et al., 2025). Secara khusus, studi menunjukkan bahwa augmented

Penerapan Augmented Reality untuk Menunjang Hasil Belajar Siswa Jurusan Desain Pemodelan dan Informasi

reality dapat secara signifikan meningkatkan kinerja dan kepuasan akademik siswa di berbagai mata pelajaran, menumbuhkan pemikiran kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi-keterampilan yang penting untuk tantangan kontemporer (Muhadzib et al., 2025).

Desain Pemodelan Bangunan

Desain pemodelan bangunan merupakan aspek krusial dalam industri konstruksi modern, yang melibatkan representasi digital komprehensif dari karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas. Pendekatan ini tidak hanya merevolusi metodologi konvensional yang parsial menjadi proses yang terintegrasi dan kolaboratif, tetapi juga meningkatkan efektivitas perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan mengintegrasikan gambar desain 3D secara simultan (Fikri and Septiropa, 2022). Pemanfaatan model 3D, seperti yang dihasilkan dalam animasi 3D, memungkinkan visualisasi mendalam dari setiap komponen bangunan, menawarkan presisi yang jauh lebih tinggi dibandingkan representasi 2D tradisional (Setianingsih et al., 2025). Model ini memfasilitasi penilaian menyeluruh terhadap berbagai elemen struktur, termasuk material, sistem mekanis, dan desain arsitektur, dalam lingkungan interaktif (Guerrero-Sevilla et al., 2025). Kemampuan untuk memutar, memperbesar, atau memperkecil objek virtual, seperti yang dapat diterapkan pada komponen bangunan, memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai posisi dan fungsi setiap bagian dalam konteks keseluruhan struktur (HUSADA and SUKIRMAN, 2024). Secara fundamental, Building Information Modeling telah muncul sebagai proses digital transformatif yang secara mendasar membentuk ulang perencanaan, pelaksanaan, dan pengelolaan proyek konstruksi (Das et al., 2025).

Teknologi ini mengintegrasikan informasi arsitektural, struktural, mekanikal, dan elektrikal ke dalam model 3D yang komprehensif, memungkinkan para pemangku kepentingan untuk berkolaborasi dan mengelola proyek secara lebih efisien (Alshehri et al., 2024). Penerapan teknologi ini memungkinkan manajemen sistematis berbagai tahapan pekerjaan mulai dari desain hingga operasi dengan presisi dan manajemen yang lebih baik (Pouryaghoubi and Mohammadi, 2023). Di Indonesia, penggunaan Building Information Modeling telah menjadi bagian dari regulasi pemerintah untuk bangunan negara dengan luas di atas 2000 m² dan lebih dari dua lantai, memperluas adopsi teknologi ini secara signifikan (Isi, 2017). Meskipun demikian, adopsi BIM di Indonesia masih menghadapi tantangan, dengan banyak pelaku industri konstruksi yang belum sepenuhnya memahami atau mengimplementasikan sistem ini (Hatmoko et al., 2019) (Wicaksono and Arumsari, 2021). Studi menunjukkan bahwa implementasi BIM oleh pemerintah Indonesia masih sangat terbatas, meskipun BIM diakui sebagai inovasi teknologi konstruksi yang dapat membantu pemangku kepentingan berkolaborasi, memvisualisasikan, dan mengelola pekerjaan konstruksi dengan lebih baik (Sopaheluwakan and Adi, 2020) (Pantiga and Soekiman, 2021).

Salah satu hambatan utama yang sering ditemui dalam industri konstruksi adalah proses pengiriman yang terfragmentasi dan sangat bergantung pada dokumentasi berbasis kertas, sehingga sistem integrasi yang baik sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah tersebut (Pantiga and Soekiman, 2021). Teknologi Building Information Modeling menawarkan solusi inovatif untuk tantangan ini, memungkinkan kolaborasi terkoordinasi antar pemangku kepentingan dan visualisasi proyek yang lebih baik sepanjang siklus hidupnya (Hatmoko et al., 2019) (Pantiga and Soekiman, 2021). Pemanfaatan teknologi digital, termasuk Augmented Reality dan Mobile-Based Learning, semakin memperkuat proses pemodelan bangunan dengan memungkinkan visualisasi dan interaksi yang lebih imersif terhadap objek 3D secara langsung melalui perangkat digital (SARI et al., 2024). Teknologi Augmented Reality, khususnya, berpotensi mengubah cara para profesional konstruksi berinteraksi dengan model bangunan, memproyeksikan elemen 3D ke lingkungan fisik dan memungkinkan eksplorasi struktur secara interaktif (HUSADA and SUKIRMAN, 2024). Hal ini memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai struktur fonetik dan fungsi simbol diakritik yang abstrak, serta meningkatkan keterlibatan emosional dan motivasi belajar (SARI et al., 2024). Integrasi Augmented Reality dan Building Information Modeling secara khusus telah diidentifikasi sebagai solusi inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut, memungkinkan interaksi yang lebih kuat antara dunia virtual dan fisik dalam proses konstruksi (Pan and Isnaeni, 2024). Pendekatan ini tidak hanya memfasilitasi visualisasi yang imersif, tetapi juga meningkatkan kemampuan kolaborasi antar disiplin ilmu dengan menyajikan informasi kontekstual secara real-time di lokasi proyek (MIJA, 2025) (SARI et al., 2024). Meskipun demikian, integrasi teknologi imersif seperti AR dalam BIM masih menghadapi tantangan terkait skalabilitas, interoperabilitas, dan kolaborasi jarak jauh (Liu et al., 2024).

Untuk mengatasi tantangan ini, pengembangan metode baru yang menggabungkan kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin dengan AR/VR menjadi esensial, memungkinkan personalisasi pengalaman pembelajaran sesuai kebutuhan spesifik setiap siswa dan profesional di bidang konstruksi (MIJA, 2025). Salah satu implementasi inovatif dalam konteks ini adalah pengintegrasian BIM dengan Augmented Reality untuk memfasilitasi transparansi dalam desain, estimasi biaya, dan visualisasi kemajuan proyek, yang memungkinkan tampilan 3D secara langsung untuk mengatasi kendala data di lokasi dan keterlambatan waktu (Keshav and Singh, 2022). Kemampuan teknologi AR untuk melapisi visualisasi desain secara in situ sangat mempermudah pemahaman urutan dan organisasi komponen sesuai kendala di lapangan (Mutis and Ambekar, 2020). Dalam industri arsitektur dan konstruksi, teknologi imersif, khususnya realitas tertambah, telah terbukti sangat bermanfaat untuk berbagai tujuan, termasuk mengurangi biaya dan waktu, meningkatkan desain, serta menyempurnakan

efisiensi proyek secara keseluruhan (Hajirasouli and Banihashemi, 2022). Penerapan Augmented Reality di lingkungan akademik, misalnya, telah terbukti meningkatkan pemahaman dan retensi informasi pada siswa melalui pengalaman belajar yang interaktif dan visual (Akinradewo et al., 2025). Penggunaan teknologi ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi model 3D bangunan secara langsung di lingkungan fisik, menjadikan konsep abstrak lebih mudah dipahami dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Chen et al., 2024). Selain itu, platform pembelajaran berbasis Augmented Reality seperti Assemblr Edu memungkinkan visualisasi objek 3D interaktif, yang dapat meningkatkan pemahaman proses kompleks seperti kejadian gempa bumi (Novella et al., 2024).

METODE

Bagian ini menguraikan desain penelitian, partisipan, instrumen pengumpulan data, dan prosedur analitis yang digunakan untuk menyelidiki dampak augmented reality pada hasil pembelajaran dalam konteks desain arsitektur dan pemodelan informasi bangunan. Pendekatan kuasi-eksperimental diadopsi untuk menilai kemanjuran aplikasi Augmented Reality dalam meningkatkan kemampuan spasial dan pengetahuan konseptual di antara siswa, membandingkannya dengan metode pengajaran tradisional (Tiwari et al., 2024). Penelitian kuasi eksperimen merupakan pendekatan kuantitatif yang lazim digunakan untuk menyelidiki hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan terikat dalam kondisi yang tidak sepenuhnya memungkinkan kontrol penuh terhadap semua variabel, seperti dalam eksperimen murni (Abraham and Supriyati, 2022) (SARI et al., 2024). Pendekatan ini muncul karena sulitnya mengendalikan seluruh variabel lain, terutama dalam konteks penelitian sosial seperti di lingkungan kelas (Abraham and Supriyati, 2022). Meskipun demikian, desain kuasi eksperimen memungkinkan peneliti untuk menganalisis efek variabel independen terhadap variabel dependen ketika kendali eksperimental penuh tidak etis atau tidak praktis untuk diterapkan (Reichardt, 2009).

Metode penelitian ini sering dimanfaatkan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkendali, meskipun tidak sekuat eksperimen murni (Prayunisa and Muhsinun, 2021). Metode kuasi eksperimen umumnya melibatkan perbandingan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, namun penempatan subjek ke dalam kelompok tersebut tidak dilakukan secara acak (Domínguez Vázquez, 2023). Kaidah-kaidah penelitian eksperimen murni tidak dapat dipenuhi secara utuh dalam kondisi tersebut karena pengendalian variabel subjek penelitian tidak dapat dilakukan sepenuhnya, sehingga penelitian kerap kali menggunakan kelompok yang sudah ada (Abraham and Supriyati, 2022). Penelitian kuasi eksperimen bertujuan untuk membandingkan antar kelompok guna mengetahui perubahan yang disebabkan oleh pemberian perlakuan (ASMAGITA et al., 2024). Penelitian eksperimen, secara umum, merupakan suatu investigasi untuk menetapkan hubungan kausalitas antara variabel independen yang dimanipulasi dengan variabel dependen yang diukur, di mana variabel bebas secara sengaja dikendalikan (Abraham and Supriyati, 2022). Hal ini dilakukan untuk menguji hipotesis mengenai hubungan sebab-akibat, terutama ketika manipulasi langsung terhadap variabel tertentu diupayakan untuk mengamati dampaknya (Santoso et al., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Augmented Reality dalam Pendidikan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB).

Augmented Reality (AR) menawarkan transformasi signifikan dalam pendidikan, khususnya dalam jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB). Sebagai teknologi yang mengintegrasikan objek virtual ke dalam dunia nyata, AR menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif, yang sangat dibutuhkan dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam desain bangunan. Pada umumnya, pembelajaran di bidang desain bangunan seringkali bergantung pada gambar dua dimensi dan software desain dengan perangkat keras canggih, yang mempersulit siswa dalam membayangkan dan memahami bentuk serta struktur bangunan secara utuh. AR, dengan kemampuannya untuk menampilkan objek dalam tiga dimensi di dunia nyata, memberikan kesempatan kepada siswa untuk memanipulasi dan memvisualisasikan model bangunan secara lebih nyata dan mendalam (Palada et al., 2024) (MIJA, 2025).

Meningkatkan Motivasi dan Pemahaman Siswa.

Salah satu manfaat utama dari penerapan AR dalam pendidikan adalah kemampuannya untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Penelitian telah menunjukkan bahwa AR dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan, yang pada gilirannya meningkatkan keterlibatan siswa. Dalam konteks desain pemodelan bangunan, kemampuan untuk melihat dan

Penerapan Augmented Reality untuk Menunjang Hasil Belajar Siswa Jurusan Desain Pemodelan dan Informasi

berinteraksi dengan objek bangunan dalam bentuk tiga dimensi sangat membantu siswa dalam memahami struktur, material, dan desain bangunan secara lebih jelas. Dengan menggunakan AR, siswa dapat memanipulasi objek bangunan, mengubah elemen-elemen desain, dan melihat dampak dari perubahan tersebut secara langsung. Hal ini tidak hanya mempermudah pemahaman mereka tentang desain bangunan, tetapi juga meningkatkan kepercayaan diri dan keterampilan pemecahan masalah yang krusial dalam praktik desain (Saadon et al., 2020) (MIJA, 2025).

Pengembangan Keterampilan Pemecahan Masalah.

AR mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang sangat penting dalam pendidikan kejuruan. Di jurusan DPIB, siswa tidak hanya dituntut untuk memahami teori desain, tetapi juga harus dapat memecahkan masalah praktis yang dihadapi dalam dunia konstruksi. Melalui interaksi langsung dengan model 3D bangunan, AR memungkinkan siswa untuk bereksperimen dengan modifikasi desain dan langsung melihat hasilnya. Hal ini mendorong siswa untuk berpikir kreatif dan kritis, mengidentifikasi potensi masalah dalam desain, dan menemukan solusi yang tepat. Keterampilan ini sangat berharga bagi para profesional di industri konstruksi yang sering menghadapi tantangan teknis dan kompleks (Kim et al., 2020) (Novella et al., 2024).

Peningkatan Keterampilan Spasial dan Visualisasi.

Dalam bidang desain pemodelan bangunan, keterampilan spasial dan visualisasi sangat penting. Banyak konsep dalam arsitektur dan konstruksi yang sulit dipahami hanya melalui gambar dua dimensi atau penjelasan verbal. AR memecahkan masalah ini dengan memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi dengan desain bangunan dalam ruang tiga dimensi. Ini membantu siswa memahami hubungan antar elemen bangunan, bagaimana berbagai komponen berfungsi secara keseluruhan, dan bagaimana mereka berinteraksi dalam dunia nyata. Kemampuan untuk memvisualisasikan desain secara dinamis dan interaktif ini membuat siswa lebih siap dalam merancang dan memodifikasi bangunan di dunia nyata (Novella et al., 2024) (Kim et al., 2020).

Hambatan dan Tantangan Implementasi AR.

Meskipun AR menawarkan banyak manfaat dalam pendidikan desain bangunan, implementasinya tidak tanpa tantangan. Salah satu kendala utama adalah kebutuhan akan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi, yang bisa menjadi penghalang bagi banyak institusi pendidikan. Selain itu, pengajaran menggunakan AR memerlukan pelatihan khusus bagi pendidik untuk memastikan mereka dapat memanfaatkan teknologi ini dengan efektif. Tanpa pelatihan yang memadai, teknologi AR berisiko menjadi tidak optimal dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Selain itu, terdapat tantangan dalam menciptakan konten AR yang sesuai dengan standar kurikulum dan materi ajar yang ada, terutama dalam konteks pendidikan vokasi yang membutuhkan aplikasi praktis yang relevan dengan industri (MIJA, 2025) (Wahyuanto et al., 2024).

Kebutuhan akan Pengembangan Konten AR yang Relevan.

Untuk memastikan keberhasilan implementasi AR, penting untuk mengembangkan konten pendidikan yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Konten AR yang disesuaikan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan efektif, memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan gaya belajar mereka masing-masing, terutama dalam hal visualisasi objek dan struktur. Oleh karena itu, penting bagi pengembang teknologi dan pendidik untuk bekerja sama dalam menciptakan materi ajar AR yang tidak hanya menarik, tetapi juga mendidik dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai (Saadon et al., 2020) (MIJA, 2025).

Pengaruh AR Terhadap Transfer Pembelajaran.

Salah satu tujuan utama dari penerapan AR dalam pendidikan adalah untuk mengukur sejauh mana keterampilan dan pengetahuan yang diperoleh melalui AR dapat ditransfer ke praktik nyata di lapangan. Dalam konteks desain pemodelan bangunan, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga diharapkan untuk dapat menerapkan apa yang telah mereka pelajari dalam situasi dunia nyata. Penelitian yang lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengukur sejauh mana AR dapat membantu siswa dalam menghubungkan pengalaman belajar di kelas dengan aplikasi praktis di lapangan, seperti dalam proyek konstruksi atau desain bangunan (Bermejo et al., 2023) (Muhadzib et al., 2025).

Penggabungan AR dalam paradigma pendidikan juga mengatasi tantangan yang terdokumentasi untuk mempertahankan keterlibatan siswa dengan metode tradisional, yang sering kali mengarah pada pengalaman belajar pasif (Alam et al., 2019). Dengan menawarkan lingkungan belajar yang interaktif dan realistis, teknologi AR secara signifikan meningkatkan minat dan pemahaman siswa, terutama untuk struktur anatomi yang kompleks (HUSADA and SUKIRMAN, 2024). Keterlibatan yang ditingkatkan ini tidak hanya mengarah pada retensi pengetahuan yang lebih baik tetapi juga menumbuhkan pemahaman konseptual yang lebih dalam, mempersiapkan siswa untuk aplikasi dunia nyata dari pembelajaran mereka (Shankar et al., 2023). Lebih lanjut, AR telah terbukti meningkatkan motivasi dan sikap siswa terhadap pembelajaran,

terutama ketika diintegrasikan dengan kemampuan spasial, yang mengarah pada hasil pendidikan yang lebih positif (Cao and Yu, 2023). Hal ini selanjutnya didukung oleh temuan yang menyoroti efektivitas AR dalam meningkatkan kinerja pembelajaran, motivasi, dan keterlibatan dibandingkan dengan materi pengajaran konvensional (Aebersold et al., 2018). Kemajuan dalam teknologi AR tersebut telah membuka jalan bagi pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif, bergerak melampaui metode tradisional yang sering berjuang untuk menarik perhatian penuh siswa (Alkhabra et al., 2023). Kemampuan imersif dan interaktif dari teknologi AR ini, oleh karena itu, memainkan peran penting dalam membina lingkungan belajar yang lebih dinamis dan personal (Crogman et al., 2025).

Potensi transformatif ini sejalan dengan pergeseran pendidikan yang lebih luas menuju penggabungan media digital untuk menciptakan produk pembelajaran yang efektif yang memenuhi tuntutan teknologi dan pedagogis kontemporer (Muhadzib et al., 2025). Penerapan augmented reality dan virtual reality dalam pendidikan memperkenalkan siswa pada pengalaman digital imersif yang tidak dapat direplikasi melalui metode pengajaran tradisional, sehingga memungkinkan mereka untuk terlibat lebih efektif dengan materi yang kompleks di luar kuliah dan buku teks (Al-Ansi et al., 2023). Ini termasuk kemampuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui skenario interaktif, bergerak melampaui hafalan untuk mendorong analisis kritis dan kemampuan pemecahan masalah (Muhadzib et al., 2025). Inovasi teknologi ini khususnya menonjol dalam bidang yang membutuhkan visualisasi struktur atau proses yang kompleks, seperti arsitektur atau teknik, di mana AR dapat melapisi informasi digital ke dunia nyata, sehingga menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan aplikasi praktis (Egunjobi and Adeyeye, 2024). Akibatnya, penerapan AR dalam disiplin ilmu kejuruan, seperti Desain, Pemodelan, dan Informasi Bangunan, memiliki janji yang signifikan untuk memperkaya hasil pembelajaran dengan membuat konsep abstrak menjadi nyata dan interaktif (Egunjobi and Adeyeye, 2024). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tetapi juga menumbuhkan keterampilan penting bagi pembelajar abad ke-21, seperti berpikir kritis dan kreativitas, yang penting untuk menavigasi lingkungan profesional yang kompleks (Muhadzib et al., 2025). Lanskap pendidikan, yang dicirikan oleh masyarakat digital yang dinamis dan terus berubah, terus berkembang, dengan inovasi teknologi seperti augmented reality yang semakin menonjol, terutama mengingat meningkatnya ketergantungan pada pembelajaran daring selama acara global (Kamińska et al., 2023).

PENUTUP

Augmented Reality dalam pendidikan terletak pada kemampuannya untuk melampaui keterbatasan alat pengajaran tradisional, menawarkan buku teks interaktif dan kunjungan lapangan virtual yang meningkatkan pengalaman belajar dan mendorong kolaborasi (Palada et al., 2024). Integrasi teknologi ini membantu memenuhi kebutuhan pendidik dan siswa yang terus berkembang dengan mendorong lingkungan belajar yang interaktif, personal, dan adaptif (Egunjobi and Adeyeye, 2024). Lebih jauh lagi, penerapan AR dalam lingkungan pendidikan memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat dengan materi yang kompleks melalui pembelajaran langsung dan eksperiensial, yang krusial untuk mengembangkan keterampilan praktis dan pemahaman teoretis. Pendekatan inovatif ini juga sejalan dengan tren yang lebih luas untuk mengintegrasikan teknologi canggih ke dalam kerangka kerja pendidikan guna mempersiapkan siswa menghadapi dunia yang semakin digital, dengan menekankan keterampilan seperti berpikir kritis dan kolaborasi (MIJA, 2025). Kemampuan AR untuk menggabungkan konten digital dengan dunia fisik memungkinkan pendekatan pedagogis baru yang melampaui batasan tradisional, menciptakan lingkungan belajar yang diperkaya yang mendukung keterlibatan dan pemahaman yang lebih mendalam (Palada et al., 2024). Lebih lanjut, realitas tambahan menyediakan jalur unik bagi transformasi digital dalam industrialisasi dengan mendorong inovasi dan kewirausahaan, aspek krusial bagi sistem pendidikan modern (MIJA, 2025).

DAFTAR RUJUKAN

- Abraham, I., Supriyati, Y., 2022. Desain Kuasi Eksperimen Dalam Pendidikan: Literatur. *J. Ilm. Mandala Educ.* 8.
- Aebersold, M., Voepel-Lewis, T., Cherara, L., Weber, M., Khouri, C., Levine, R., Tait, A.R., 2018. Interactive anatomy-augmented virtual simulation training. *Clin. Simul. Nurs.* 15, 34–41.
- Akinradewo, O., Hafez, M., Aliu, J., Oke, A., Aigbavboa, C., Adekunle, S., 2025. Barriers to the adoption of augmented reality technologies for education and training in the built environment: a developing country context. *Technologies* 13, 62.
- Alam, M.A., Hasan, M.M., Faiyaz, I.H., Bhuiyan, A., Joy, S.F.A., Islam, S.M., 2019. Augmented reality education system in developing countries. *Electron. Imaging* 31, 1–11.

Penerapan Augmented Reality untuk Menunjang Hasil Belajar Siswa Jurusan Desain Pemodelan dan Informasi

- Alamsyah, N., Krisdiawan, R.A., 2021. Pembangunan Aplikasi Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Tingkat Sd/Smp Dengan Menggunakan Metode Marker Augmented Reality. *NUANSA Inform.* 15, 23–31.
- Al-Ansi, A.M., Jaboob, M., Garad, A., Al-Ansi, A., 2023. Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Soc. Sci. Humanit. Open* 8, 100532.
- Alibraheim, E.A., Hassan, H.F., Soliman, M.W., 2023. Efficacy of educational platforms in developing the skills of employing augmented reality in teaching mathematics. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.* 19, em2348.
- Alkhabra, Y.A., Ibrahim, U.M., Alkhabra, S.A., 2023. Augmented reality technology in enhancing learning retention and critical thinking according to STEAM program. *Humanit. Soc. Sci. Commun.* 10, 1–10.
- Alshehri, A.M., Al Hajji, F., Waqar, A., Bageis, A.S., Houda, M., Benjeddou, O., 2024. Building information modeling (BIM) driven performance-based construction for the optimization of sustainable and smart structures development. *Environ. Chall.* 16, 100980.
- ASMAGITA, M., ILYAS, S.N., SYAMSUARDI, S., 2024. PENGARUH METODE EKSPERIMEN DENGAN MEDIA VIRTUAL REALITY TERHADAP KEMAMPUAN SAINS ANAK USIA 5-6 TAHUN DI TK AR-RAHIM. *Sci. J. Inov. Pendidik. Mat. Dan IPA* 4, 117–123.
- Bermejo, B., Juiz, C., Cortes, D., Oskam, J., Moilanen, T., Loijas, J., Govender, P., Hussey, J., Schmidt, A.L., Burbach, R., 2023. AR/VR teaching-learning experiences in higher education institutions (HEI): A systematic literature review. Presented at the Informatics, MDPI, p. 45.
- Cao, W., Yu, Z., 2023. RETRACTED ARTICLE: The impact of augmented reality on student attitudes, motivation, and learning achievements—a meta-analysis (2016–2023). *Humanit. Soc. Sci. Commun.* 10, 1–12.
- Chang, Y.-S., Hu, K.-J., Chiang, C.-W., Lugmayr, A., 2019. Applying mobile augmented reality (AR) to teach interior design students in layout plans: Evaluation of learning effectiveness based on the ARCS model of learning motivation theory. *Sensors* 20, 105.
- Chen, S.-Y., Lin, P.-H., Lai, Y.-H., Liu, C.-J., 2024. Enhancing education on aurora astronomy and climate science awareness through augmented reality technology and mobile learning. *Sustainability* 16, 5465.
- Crogman, H.T., Cano, V.D., Pacheco, E., Sonawane, R.B., Boroon, R., 2025. Virtual reality, augmented reality, and mixed reality in experiential learning: Transforming educational paradigms. *Educ. Sci.* 15, 303.
- Das, K., Khurshed, S., Paul, V.K., 2025. The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Discov. Mater.* 5, 25.
- Domínguez Vázquez, B.C., 2023. Una propuesta de intervención para el desarrollo de las habilidades de lectoescritura en alumnado de primer ciclo de primaria con riesgo de exclusión social.
- Egunjobi, D., Adeyeye, O.J., 2024. Revolutionizing Learning: The Impact of Augmented Reality (AR) and Artificial Intelligence (AI) on Education). *Res. Oct.*
- Fikri, A., Septiropa, Z., 2022. Aplikasi Building Information Modelling (Bim) Dalam Meningkatkan Efektivitas Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Struktur. Presented at the Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur.
- Fitri, U., Amini, R., Zulkarnaini, A.P., 2025. THE USE OF AUGMENTED REALITY IN SCIENCE LEARNING TO IMPROVE MOTIVATION AND UNDERSTANDING OF SCIENCE CONCEPTS AMONG ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS. *Sci. J. Inov. Pendidik. Mat. Dan IPA* 5, 417–424.
- Guerrero-Sevilla, D., Rodríguez-Gómez, R., Morcillo-Sanz, A., Gonzalez-Aguilera, D., 2025. Optimising Construction Site Auditing: A Novel Methodology Integrating Ground Drones and Building Information Modelling (BIM) Analysis. *Drones* 2504-446X 9.
- Hajirasouli, A., Banihashemi, S., 2022. Augmented reality in architecture and construction education: state of the field and opportunities. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.* 19, 39.
- Hatmoko, J.U.D., Fundra, Y., Wibowo, M.A., 2019. Investigating building information modelling (BIM) adoption in Indonesia construction industry. Presented at the MATEC Web of Conferences, EDP Sciences, p. 02006.
- HUSADA, L.J., SUKIRMAN, S., 2024. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS AUGMENTED REALITY UNTUK PENGENALAN ANATOMI GINJAL DAN JANTUNG MANUSIA. *Sci. J. Inov. Pendidik. Mat. Dan IPA* 4, 670–680.
- Isi, D., 2017. Daftar Isi. *Buana Ilmu*, 2 (1).
- Kamińska, D., Zwoliński, G., Laska-Leśniewicz, A., Raposo, R., Vairinhos, M., Pereira, E., Urem, F., Ljubić Hinić, M., Haamer, R.E., Anbarjafari, G., 2023. Augmented reality: Current and new trends in education. *Electronics* 12, 3531.
- Keshav, E., Singh, H., 2022. An overview of construction management by using building information modelling software with integration of augmented reality. *Int J Res Appl Sci Eng Technol* 10, 1112.
- Kim, J.Y., Choi, J.K., 2025. Effects of AR on Cognitive Processes: An Experimental Study on Object Manipulation, Eye-Tracking, and Behavior Observation in Design Education. *Sensors* 25, 1882.

- Kim, Y.-S., Hong, K.-W., Han, K., Park, Y.C., Park, J.-M., Kim, K., Kim, B.-T., 2020. Longitudinal observation of muscle mass over 10 years according to serum calcium levels and calcium intake among Korean adults aged 50 and older: the Korean genome and epidemiology study. *Nutrients* 12, 2856.
- Liliernawati, L., Arifin, I.N., Marshanawiah, A., Kudus, K., Aries, N.S., 2025. PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA KARTU RUANG VIRTUAL BERBASIS AUGMENTED REALITY TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA DI KELAS II SD. *Sci. J. Inov. Pendidik. Mat. Dan IPA* 5, 712–721.
- Liu, Z., He, Y., Demian, P., Osmani, M., 2024. Immersive technology and building information modeling (BIM) for sustainable smart cities. *Buildings* 14, 1765.
- Mansour, N., Aras, C., Staarman, J.K., Alotaibi, S.B.M., 2025. Embodied learning of science concepts through augmented reality technology. *Educ. Inf. Technol.* 30, 8245–8275.
- MIJA, M.R., 2025. TREN AUGMENTED REALITY DALAM PEMBELAJARAN STUDI AGAMATINGKATPERGURUAN TINGGI: TINJAUAN SYSTEMATIC REVIEW DAN ANALISIS BIBLIOMETRIK.
- Muhadzib, M.R., Ramadhan, M.A., Maulana, A., Pratama, G.N.I.P., 2025. Analysis of Student Experience in Using Building Information Modeling (BIM) to Understand the Concept of Steel Structure. *J. Pendidik. Tek. Sipil* 7, 14–27.
- Mutis, I., Ambekar, A., 2020. Challenges and enablers of augmented reality technology for in situ walkthrough applications. *J. Inf. Technol. Constr.* 25.
- Novella, P., Susilawati, S., Djajuli, D., 2024. Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media Assemblr Edu terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas V. *J. Syntax Admiration* 5, 4074–4080.
- Palada, B., Chandan, G., CP, N., 2024. The role of Augmented Reality (AR) in education. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. IJRASET* 12, 1400–1408.
- Pan, N.-H., Isnaeni, N.N., 2024. Integration of Augmented Reality and Building Information Modeling for Enhanced Construction Inspection—A Case Study. *Buildings* 14, 612.
- Pantiga, J., Soekiman, A., 2021. Kajian literatur implementasi building information modeling (BIM) di Indonesia. *Rekayasa Sipil* 15, 104–110.
- Pouryaghoubi, P., Mohammadi, A., 2023. Examining the position of building information modeling (BIM) technology in different dimensions of building smartness. *ArXiv Prepr. ArXiv230903015*.
- Prayunisa, F., Muhsinun, M., 2021. Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X Sman 1 Suralaga Materi Pokok Stoikiometri Tahun Pelajaran 2021/2022. *J. Ilm. Glob. Educ.* 2, 196–201.
- Reichardt, C.S., 2009. Quasi-experimental design. *SAGE Handb. Quant. Methods Psychol.* 46–71.
- Saadon, N.F.S.M., Ahmad, I., Pee, A.N.C., Hanapi, C., 2020. The implementation of augmented reality in increasing student motivation: systematic literature review. Presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, p. 012043.
- Santoso, G.A., Berliana, B., Mulyana, B., 2019. Penggunaan Rating of Perceived Exertion dalam Berbagai Komponen Biomotor Latihan. *J. Kepeleatihan Olahraga* 13, 40–45.
- SARI, R., Ismail, M., SAWALUDIN, S., HERIANTO, E., 2024. Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Media Mentimeter Terhadap Hasil Belajar Ppkn Kelas Viii Di Smpn 11 Mataram. *Learn. J. Inov. Penelit. Pendidik. Dan Pembelajaran* 4, 367–375.
- Setianingsih, E., Ariani, A., Muhdi, A., 2025. PENGEMBANGAN KURIKULUM DAN INOVASI PEMBELAJARAN PADA PROGRAM KEAHLIAN PPLG MELALUI KELAS INDUSTRI CROCODIC DI SMK NEGERI 1 PURWOKERTO. *CENDEKIA J. Ilmu Pengetah.* 5, 318–329.
- Shankar, A., Tewari, V., Rahman, M., Mishra, A., Bajaj, K., 2023. Impact of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in education. *Tuijin JishuJournal Propuls. Technol.* 44, 1310–1318.
- Sopaheluwakan, M., Adi, T., 2020. Adoption and implementation of building information modeling (BIM) by the government in the Indonesian construction industry. Presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, p. 012020.
- Takrouri, K., Causton, E., Simpson, B., 2022. AR technologies in engineering education: Applications, potential, and limitations. *Digital* 2, 171–190.
- Thangavel, S., 2025. Revolutionizing Education Through Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR): Innovations, Challenges and Future Prospects. *Chall. Future Prospects* March 03 2025.

Penerapan Augmented Reality untuk Menunjang Hasil Belajar Siswa Jurusan Desain Pemodelan dan Informasi

- Tiwari, A.S., Bhagat, K.K., Lampropoulos, G., 2024. Designing and evaluating an augmented reality system for an engineering drawing course. *Smart Learn. Environ.* 11, 1.
- Wahyunto, E., Heriyanto, H., Hastuti, S., 2024. Study of the use of augmented reality technology in improving the learning experience in the classroom. *West Sci. Soc. Humanit. Stud.* 2, 700–705.
- Wicaksono, R.W., Arumsari, P., 2021. Integration building information modeling (BIM) to track the time for controlling of budget and labor productivity (case study: warehouse project). Presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, p. 012037.