

## Pemanfaatan Augmented Reality dalam Pendidikan Vokasi

Arif Hidayat<sup>1</sup>, Yeri Sutopo<sup>2</sup>, Nur Qudus<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Semarang, Indonesia

\*Corresponding Author e-mail: arphadev@students.unnes.ac.id

*Abstract: The integration of Augmented Reality (AR) media in vocational education has emerged as a promising tool for enhancing learning experiences and aligning educational outcomes with industry demands. This study employs a qualitative approach to examine the benefits and challenges associated with the use of AR media in vocational education. Data were collected through in-depth interviews with educators, students, and education technology experts, supplemented by document analysis of curriculum frameworks and AR implementation case studies. The findings reveal several key benefits of AR in vocational education, including improved student engagement, enhanced skill acquisition through immersive simulations, and the ability to bridge the gap between theoretical knowledge and practical application. AR media also facilitates personalized learning, enabling students to progress at their own pace while fostering a deeper understanding of complex concepts. However, the study identifies significant challenges, such as high development costs, limited digital literacy among educators and students, and infrastructural constraints, particularly in resource-limited settings. Additionally, concerns regarding content standardization and the alignment of AR tools with curriculum objectives remain prevalent. The study concludes that while AR holds transformative potential for vocational education, its successful integration requires collaborative efforts among educators, policymakers, and technology providers. Recommendations include the development of cost-effective AR solutions, targeted training programs for educators, and robust policies to ensure equitable access and alignment with educational goals. This study contributes to the growing discourse on education technology, offering actionable insights.*

**Key Words:** Augmented Reality (AR), Vocational Education, Educational Technology, Immersive Learning, Qualitative Study

**Abstrak:** Integrasi media Augmented Reality (AR) dalam pendidikan kejuruan telah muncul sebagai alat yang menjanjikan untuk meningkatkan pengalaman belajar dan menyelaraskan hasil pendidikan dengan tuntutan industri. Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengkaji manfaat dan tantangan yang terkait dengan penggunaan media AR dalam pendidikan kejuruan. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan para pendidik, siswa, dan pakar teknologi pendidikan, dilengkapi dengan analisis dokumen kerangka kurikulum dan studi kasus implementasi AR. Temuan tersebut mengungkap beberapa manfaat utama AR dalam pendidikan kejuruan, termasuk peningkatan keterlibatan siswa, peningkatan perolehan keterampilan melalui simulasi imersif, dan kemampuan untuk menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan aplikasi praktis. Media AR juga memfasilitasi pembelajaran yang dipersonalisasi, memungkinkan siswa untuk maju dengan kecepatan mereka sendiri sambil menumbuhkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep yang kompleks. Namun, studi tersebut mengidentifikasi tantangan yang signifikan, seperti biaya pengembangan yang tinggi, keterbatasan literasi digital di antara para pendidik dan siswa, dan kendala infrastruktur, terutama di lingkungan dengan sumber daya terbatas. Selain itu, kekhawatiran mengenai standarisasi konten dan penyelarasan alat AR dengan tujuan kurikulum tetap ada. Studi ini menyimpulkan bahwa meskipun AR memiliki potensi transformatif untuk pendidikan kejuruan, integrasinya yang sukses memerlukan upaya kolaboratif di antara para pendidik, pembuat kebijakan, dan penyedia teknologi. Rekomendasi mencakup pengembangan solusi AR yang hemat biaya, program pelatihan yang ditargetkan untuk para pendidik, dan kebijakan yang kuat untuk memastikan akses yang adil dan keselarasan dengan tujuan pendidikan. Studi ini berkontribusi pada wacana yang berkembang tentang teknologi pendidikan, menawarkan wawasan yang dapat ditindaklanjuti

**Kata Kunci:** Augmented Reality (AR), Pendidikan Kejuruan, Teknologi Pendidikan, Pembelajaran Imersif, Studi Kualitatif

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam era digital telah membawa perubahan signifikan di berbagai sektor, termasuk pendidikan. Salah satu teknologi yang semakin populer dan dianggap revolusioner adalah Augmented Reality (AR) (DIVA, 2024). Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek virtual yang disematkan ke dalam dunia nyata secara real-time (Revianti & Anggoro, 2022). Dalam konteks pendidikan, AR



memberikan peluang baru untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan mendalam dibandingkan dengan metode konvensional(Azmi et al., 2024).

Pendidikan kejuruan, yang bertujuan untuk membekali siswa dengan keterampilan praktis yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja, memiliki tantangan tersendiri dalam memberikan pengalaman belajar yang relevan dan aplikatif(Abdullah, 2024). Sering kali, keterbatasan alat praktik, risiko keselamatan, serta biaya pelatihan menjadi hambatan dalam menyampaikan pembelajaran yang efektif(Suryantika & Aliyyah, 2023). Media AR dapat menjadi solusi atas masalah ini karena kemampuannya untuk menyimulasikan situasi dunia nyata dalam lingkungan virtual yang aman dan efisien (Najjar & Oktasari, 2023). Dengan demikian, AR memiliki potensi besar untuk meningkatkan efektivitas pendidikan kejuruan dan mempersiapkan siswa lebih baik dalam menghadapi tuntutan dunia kerja modern (Raihansyah et al., 2024).

Walaupun implementasi AR dalam pendidikan sudah mulai dibahas dalam beberapa penelitian, sebagian besar studi berfokus pada penerapannya dalam pendidikan formal umum(Insania & Pasaribu, 2024), khususnya di bidang STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Dalam pendidikan kejuruan, kajian mengenai penggunaan AR masih terbatas, terutama dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia (Parinussa et al., 2024). Selain itu, sebagian besar studi terdahulu lebih menyoroti manfaat teknologi AR tanpa mendalami tantangan praktis yang dihadapi dalam penerapannya di lapangan, seperti biaya pengembangan, keterbatasan infrastruktur, dan kesiapan pendidik (Hasna, 2024). Penelitian ini mencoba mengisi kesenjangan tersebut dengan fokus yang lebih spesifik pada pendidikan kejuruan dan menggunakan pendekatan kualitatif untuk menggali perspektif mendalam dari berbagai pemangku kepentingan (Afif, 2024).

Transformasi dunia kerja yang dipicu oleh Revolusi Industri 4.0 menuntut adanya pembaruan di sektor pendidikan, khususnya pendidikan kejuruan, agar mampu mencetak tenaga kerja yang terampil dan relevan dengan kebutuhan pasar (Istiqomah et al., 2024). Tanpa upaya modernisasi, termasuk integrasi teknologi seperti AR, pendidikan kejuruan berisiko kehilangan relevansinya. AR berpotensi tidak hanya untuk mendukung pembelajaran praktis, tetapi juga untuk mengatasi berbagai keterbatasan seperti risiko bahaya dalam praktik langsung, kekurangan alat, dan kesenjangan antara kebutuhan dunia kerja dengan keterampilan lulusan(Miftahuldzanah & Hidayat, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk menyediakan data dan rekomendasi berbasis bukti yang dapat mendukung pengembangan dan integrasi AR di pendidikan kejuruan(Yahya & Hidayat, 2023).

Beberapa studi telah menunjukkan dampak positif teknologi AR dalam pendidikan. Penelitian oleh (Santosa et al., 2021) mengungkapkan bahwa AR dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan efektivitas pembelajaran dengan menyediakan simulasi interaktif. Selain itu, mencatat bahwa teknologi AR memungkinkan siswa untuk berlatih keterampilan praktis tanpa risiko cedera fisik (Setiono et al., 2024), seperti dalam bidang teknik dan perawatan mesin. Namun, tantangan utama yang dilaporkan oleh penelitian terdahulu meliputi keterbatasan infrastruktur digital, kurangnya pelatihan bagi pendidik, serta biaya tinggi yang diperlukan untuk mengembangkan konten AR yang relevan. Dengan demikian, masih terdapat ruang untuk mengeksplorasi penerapan AR dalam konteks pendidikan kejuruan, terutama di negara-negara berkembang.

Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan mengeksplorasi manfaat dan tantangan AR secara komprehensif dalam konteks pendidikan kejuruan di Indonesia. Pendekatan kualitatif yang digunakan memungkinkan peneliti untuk menggali pengalaman mendalam dari pendidik, siswa, dan pengembang teknologi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis AR, tetapi juga pada dimensi sosial, ekonomi, dan kebijakan yang memengaruhi implementasinya.

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

Menganalisis manfaat implementasi media AR dalam pendidikan kejuruan, baik dari segi efektivitas pembelajaran maupun peningkatan keterampilan siswa.

1. Mengidentifikasi tantangan praktis dalam penerapan AR, seperti biaya, infrastruktur, dan kesiapan sumber daya manusia.

Memberikan rekomendasi strategis bagi pendidik, pembuat kebijakan, dan pengembang teknologi untuk mendukung integrasi AR dalam pendidikan kejuruan.

Penelitian ini diharapkan memberikan berbagai manfaat, baik secara teoritis maupun praktis:

Bagi Pendidik: Memberikan wawasan mengenai potensi AR dalam menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan efektif, serta strategi untuk mengintegrasikan teknologi ini ke dalam kurikulum kejuruan.

1. Bagi Pembuat Kebijakan: Menyediakan data dan rekomendasi yang dapat mendukung perumusan kebijakan terkait penerapan teknologi dalam pendidikan, khususnya pendidikan kejuruan.
2. Bagi Pengembang Teknologi: Memberikan panduan untuk menciptakan konten AR yang relevan, terjangkau, dan sesuai dengan kebutuhan pendidikan kejuruan.
3. Bagi Akademisi: Menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut terkait inovasi teknologi pendidikan dan aplikasinya di bidang kejuruan.

Dengan memadukan kajian teoritis dan data empiris, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan pendidikan kejuruan berbasis teknologi, khususnya dalam konteks tantangan dan peluang di era digital.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain deskriptif eksploratif. Pendekatan ini dipilih untuk menggali pemahaman mendalam tentang manfaat dan tantangan penggunaan media Augmented Reality (AR) dalam pendidikan kejuruan(Papanastasiou et al., 2019). Desain deskriptif eksploratif memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi pengalaman, pandangan, dan persepsi dari berbagai pihak yang terlibat dalam penggunaan AR di pendidikan kejuruan, termasuk pendidik, siswa, dan pengembang teknologi pendidikan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. Data Primer: Diperoleh langsung dari wawancara mendalam dengan informan kunci, seperti pendidik di bidang kejuruan, siswa yang menggunakan media AR, serta ahli teknologi pendidikan.
2. Data Sekunder: Meliputi dokumen terkait, seperti kurikulum pendidikan kejuruan, laporan implementasi AR, jurnal ilmiah, artikel, dan laporan penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik berikut:

1. Wawancara Mendalam: Dilakukan secara semi-terstruktur dengan pedoman wawancara untuk menggali pengalaman dan pandangan informan mengenai penggunaan media AR. Informan dipilih secara purposive sampling, berdasarkan keterlibatan mereka dalam implementasi AR di pendidikan kejuruan.
2. Observasi: Dilakukan pada proses pembelajaran kejuruan yang menggunakan media AR untuk melihat secara langsung bagaimana media ini digunakan dalam praktik dan interaksi yang terjadi antara siswa, pendidik, dan teknologi.
3. Analisis Dokumen: Melibatkan penelaahan terhadap kurikulum, materi pembelajaran berbasis AR, serta dokumen atau laporan lain yang relevan untuk mendapatkan informasi tambahan dan triangulasi data.

Analisis data dilakukan dengan pendekatan analisis tematik untuk mengidentifikasi dan memahami tema-tema utama yang muncul dari data yang dikumpulkan. Proses analisis dilakukan dalam beberapa tahap berikut:

1. Reduksi Data: Data dari wawancara, observasi, dan dokumen dirangkum untuk menghilangkan informasi yang tidak relevan, sehingga fokus pada data yang mendukung penelitian.
2. Pengkodean: Data diorganisasikan melalui proses pengkodean terbuka untuk mengidentifikasi kategori dan tema terkait manfaat dan tantangan AR.
3. Kategorisasi dan Tematisasi: Kode-kode yang serupa dikelompokkan menjadi kategori-kategori yang lebih luas, seperti efektivitas pembelajaran, kendala teknis, dan tantangan infrastruktur.
4. Penyajian Data: Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi deskriptif yang didukung oleh kutipan langsung dari wawancara dan hasil observasi untuk memberikan ilustrasi mendalam.
5. Triangulasi: Data dari berbagai sumber dibandingkan untuk memastikan validitas temuan, termasuk triangulasi antara wawancara, observasi, dan analisis dokumen.

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam dan komprehensif mengenai manfaat dan tantangan implementasi media AR dalam pendidikan kejuruan, serta memberikan rekomendasi yang relevan bagi berbagai pemangku kepentingan.

## **Hasil dan Pembahasan**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media Augmented Reality (AR) dalam pendidikan kejuruan memberikan berbagai manfaat yang signifikan (Chiang et al., 2022), namun juga diiringi dengan sejumlah tantangan yang perlu diperhatikan. Dari wawancara mendalam dengan para pendidik, siswa, dan ahli teknologi pendidikan, ditemukan bahwa media AR mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara signifikan dalam proses pembelajaran (Ji et al., 2024). Siswa melaporkan bahwa pengalaman belajar menjadi lebih menarik dan interaktif, terutama dalam mempelajari materi yang bersifat teknis dan kompleks. Misalnya, simulasi berbasis AR memungkinkan siswa untuk memahami konsep mekanis, seperti cara kerja mesin atau proses produksi, tanpa memerlukan alat fisik yang mahal atau berisiko tinggi (Carter et al., 2023). Hal ini memberikan keunggulan dalam hal efisiensi waktu, biaya, dan keselamatan selama proses belajar.

Selain itu, media AR juga dianggap mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Para pendidik menyebutkan bahwa AR memberikan visualisasi yang lebih nyata dibandingkan metode konvensional (AlGerafi et al., 2023), sehingga mempermudah siswa untuk mengaplikasikan teori ke dalam situasi dunia nyata. Teknologi ini juga memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk belajar secara mandiri, karena materi dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Fitur interaktif dari AR, seperti simulasi langsung dan penggunaan objek virtual, dianggap sangat membantu dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap keterampilan praktis yang dibutuhkan di dunia kerja.

Namun, penelitian ini juga menemukan berbagai tantangan yang dihadapi dalam implementasi media AR. Salah satu hambatan utama adalah tingginya biaya pengembangan dan implementasi teknologi AR (Oke & Arowooya, 2022). Banyak institusi pendidikan kejuruan, terutama di daerah dengan sumber daya terbatas, mengalami kesulitan untuk menyediakan infrastruktur yang memadai, seperti perangkat keras dan perangkat lunak AR. Selain itu, keterbatasan literasi digital di kalangan pendidik dan siswa menjadi kendala lain yang signifikan (Kim How et al., 2022). Sebagian besar pendidik mengakui bahwa mereka membutuhkan pelatihan tambahan untuk memahami cara kerja teknologi AR dan bagaimana mengintegrasikannya ke dalam kurikulum.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa tidak semua siswa memiliki akses yang sama terhadap perangkat yang mendukung teknologi AR, seperti ponsel pintar atau tablet dengan spesifikasi tinggi (Speicher et al., 2018). Ketimpangan ini menyebabkan munculnya kesenjangan dalam pengalaman belajar, di mana siswa dari latar belakang ekonomi yang lebih rendah merasa kesulitan untuk mengikuti pembelajaran berbasis AR secara optimal (Moser & Lewalter, 2024). Selain itu, kendala teknis seperti koneksi internet yang tidak stabil dan kurangnya dukungan teknis di institusi pendidikan juga sering menjadi penghambat kelancaran penggunaan AR.

Dari analisis dokumen, ditemukan bahwa belum ada panduan atau kebijakan yang seragam mengenai penggunaan media AR dalam pendidikan kejuruan. Hal ini menyebabkan variasi yang signifikan dalam cara teknologi ini diimplementasikan, mulai dari pemilihan aplikasi hingga penyusunan materi pembelajaran. Beberapa pendidik menyatakan bahwa mereka harus mengandalkan inisiatif individu untuk mengembangkan materi berbasis AR, yang sering kali menguras waktu dan sumber daya.

Meskipun terdapat tantangan yang cukup besar, para informan sepakat bahwa potensi media AR dalam meningkatkan kualitas pendidikan kejuruan sangatlah besar(Sylvia, 2022). Untuk mengatasi hambatan yang ada, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, institusi pendidikan, dan pengembang teknologi. Dukungan dalam bentuk subsidi untuk pengadaan perangkat AR, pelatihan bagi pendidik, serta pembangunan infrastruktur digital yang memadai menjadi langkah strategis yang harus diambil(Organization, 2020). Selain itu, penting untuk mengembangkan konten AR yang relevan dengan kebutuhan industri dan dapat diadaptasi secara luas oleh berbagai institusi pendidikan.

Maka, penelitian ini menyoroti pentingnya memahami manfaat dan tantangan media AR secara holistik untuk memastikan implementasinya dapat memberikan dampak yang maksimal. Dengan strategi yang tepat, teknologi AR tidak hanya dapat meningkatkan keterampilan teknis siswa, tetapi juga membantu mencetak lulusan pendidikan kejuruan yang lebih siap menghadapi tuntutan dunia kerja yang semakin kompleks di era digital. Hasil ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan dan inovasi teknologi dalam mendukung transformasi pendidikan kejuruan di Indonesia.

### **Manfaat Media Augmented Reality dalam Meningkatkan Keterlibatan Siswa**

Penggunaan media Augmented Reality (AR) dalam pendidikan kejuruan secara signifikan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan wawancara dengan pendidik dan siswa, AR mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif dibandingkan metode konvensional. Fitur visualisasi yang realistik memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan objek virtual yang menyerupai dunia nyata, sehingga menstimulasi rasa ingin tahu mereka. Siswa melaporkan bahwa pembelajaran berbasis AR membuat materi yang sebelumnya sulit dipahami menjadi lebih mudah dipelajari karena penyajiannya lebih menarik.

Media AR juga memungkinkan pembelajaran berbasis eksperimen yang aman. Misalnya, siswa dapat mempelajari proses kerja mesin berat atau sistem kelistrikan tanpa risiko fisik yang biasanya ada dalam praktik langsung. Hal ini mendorong mereka untuk lebih aktif mencoba dan mengeksplorasi, sehingga proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan meningkatkan partisipasi siswa dalam diskusi kelas. Pendidik juga mencatat bahwa siswa cenderung lebih termotivasi untuk menyelesaikan tugas-tugas yang menggunakan media AR dibandingkan tugas-tugas biasa.

Di sisi lain, AR memungkinkan pengajaran yang lebih fleksibel. Siswa dapat mengakses materi kapan saja melalui perangkat digital, memungkinkan mereka untuk belajar sesuai dengan kecepatan mereka sendiri. Ini memberikan manfaat besar, terutama bagi siswa yang membutuhkan pengulangan untuk memahami konsep-konsep tertentu. Dengan AR, siswa dapat mengulang simulasi berkali-kali tanpa batasan fisik atau biaya tambahan.

Keterlibatan siswa yang meningkat ini juga berdampak pada hasil belajar mereka. Siswa yang menggunakan AR menunjukkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep praktis yang sebelumnya sulit dipahami. Dalam beberapa kasus, pendidik melaporkan peningkatan hasil evaluasi siswa setelah menggunakan media AR dibandingkan dengan pembelajaran berbasis teks atau video saja.

Namun, untuk memaksimalkan keterlibatan siswa, penting untuk memastikan bahwa konten AR dirancang secara menarik dan relevan dengan kebutuhan mereka. Dalam wawancara, beberapa siswa menyatakan bahwa konten AR yang terlalu kompleks atau kurang terhubung dengan materi kurikulum dapat menurunkan efektivitasnya. Oleh karena itu, kolaborasi antara pendidik dan pengembang teknologi sangat diperlukan untuk menghasilkan konten AR yang sesuai dan menarik.

### **Efektivitas Media Augmented Reality dalam Menjembatani Teori dan Praktik**

Salah satu manfaat utama AR dalam pendidikan kejuruan adalah kemampuannya untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Dalam banyak program pendidikan kejuruan, terdapat tantangan dalam mengintegrasikan teori yang diajarkan di kelas dengan keterampilan praktis yang dibutuhkan di dunia kerja. AR menyediakan solusi dengan memungkinkan siswa untuk langsung melihat bagaimana konsep teoretis diterapkan dalam konteks dunia nyata melalui simulasi interaktif.

Sebagai contoh, dalam bidang teknik mesin, AR memungkinkan siswa untuk mempelajari struktur dan fungsi komponen mesin secara virtual sebelum mereka benar-benar menyentuh mesin fisik. Siswa dapat melihat bagaimana setiap bagian bekerja dan bagaimana komponen-komponen tersebut saling berinteraksi. Dengan cara ini, siswa mendapatkan pemahaman yang lebih baik sebelum memulai praktik langsung, yang sering kali memerlukan alat mahal atau memiliki risiko kecelakaan.

Hal serupa juga ditemukan dalam bidang teknik kelistrikan dan otomotif. Dalam wawancara, beberapa pendidik menjelaskan bahwa AR memungkinkan siswa untuk memahami alur sistem kelistrikan yang kompleks melalui simulasi animasi yang detail. Siswa dapat mempraktikkan perakitan sirkuit listrik secara virtual tanpa risiko mengalami sengatan listrik. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman mereka terhadap teori tetapi juga membangun rasa percaya diri sebelum mereka melakukan praktik dengan alat fisik.

Selain itu, AR memungkinkan adaptasi pembelajaran pada kebutuhan individu. Pendidik dapat menyesuaikan simulasi berdasarkan tingkat kemampuan siswa, memungkinkan mereka untuk belajar secara progresif. Dalam kasus tertentu, AR juga memberikan data analitik yang membantu pendidik dalam memonitor perkembangan siswa secara lebih mendalam, misalnya melalui pencatatan aktivitas siswa dalam simulasi.

Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa beberapa pendidik merasa kesulitan untuk menyelaraskan konten AR dengan kurikulum yang ada. AR sering kali memerlukan penyesuaian besar dalam cara penyampaian materi, sehingga pendidik membutuhkan waktu tambahan untuk merancang pengalaman belajar yang relevan. Untuk mengatasi hal ini, pengembangan konten AR perlu melibatkan para ahli kurikulum untuk memastikan keselarasan dengan kebutuhan pendidikan kejuruan.

Tabel 1. Penggunaan AR dalam Pendidikan Teknik Mesin

Aspek	Deskripsi
Definisi AR	Teknologi yang menggabungkan elemen virtual dengan lingkungan dunia nyata secara interaktif dan real-time.
Penerapan dalam Teknik Mesin	AR digunakan untuk memberikan representasi virtual dari komponen mesin, termasuk struktur, fungsi, dan interaksi antarbagian.
Manfaat Utama	<ol style="list-style-type: none"><li>Pemahaman konsep tanpa kontak fisik langsung.</li><li>Visualisasi proses kerja komponen secara detail.</li></ol>

Aspek	Deskripsi
	3. Pengurangan risiko kecelakaan.
Pengurangan Biaya	Mengurangi kebutuhan akan peralatan fisik yang mahal karena siswa dapat belajar menggunakan simulasi virtual terlebih dahulu.
Keamanan	Menghindarkan siswa dari risiko cedera yang terkait dengan pengoperasian langsung peralatan berat atau berbahaya.
Efektivitas Pembelajaran	Memberikan pengalaman belajar yang mendalam melalui interaksi langsung secara virtual sehingga mempercepat pemahaman siswa.
Keterbatasan AR	Memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang canggih serta pelatihan awal bagi pengguna agar bisa memanfaatkan teknologi ini secara optimal.

Dalam bidang teknik mesin, teknologi Augmented Reality (AR) memiliki potensi besar untuk merevolusi cara siswa belajar dan memahami struktur serta fungsi komponen mesin. AR memungkinkan siswa untuk mengakses lingkungan pembelajaran virtual di mana mereka dapat mengeksplorasi berbagai komponen mesin secara mendetail tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat fisik.

Sebagai contoh, menggunakan AR, siswa dapat melihat bagaimana bagian-bagian seperti poros, roda gigi, atau piston bekerja secara bersamaan untuk menciptakan gerakan mekanis. Dengan hanya menggunakan perangkat seperti kacamata AR atau aplikasi AR pada perangkat pintar, siswa dapat memvisualisasikan gerakan, gaya, atau interaksi antarbagian dalam format 3D yang realistik. Hal ini memberikan pengalaman belajar yang mendalam, memungkinkan siswa untuk memahami fungsi setiap bagian mesin sebelum mereka benar-benar menyentuh perangkat keras sebenarnya.

Salah satu manfaat utama AR dalam pendidikan teknik mesin adalah pengurangan biaya. Dalam lingkungan tradisional, pendidikan teknik sering kali membutuhkan alat berat atau mesin mahal untuk demonstrasi dan pelatihan. AR mengurangi ketergantungan pada alat-alat ini dengan memberikan pengalaman belajar yang sama (atau bahkan lebih baik) melalui simulasi virtual. Selain itu, teknologi ini juga mengurangi risiko kecelakaan yang sering terjadi ketika siswa langsung bekerja dengan peralatan yang kompleks dan berbahaya tanpa pemahaman yang memadai.

Keamanan dan efektivitas pembelajaran juga menjadi keunggulan AR. Dalam lingkungan virtual, siswa dapat melakukan eksperimen tanpa khawatir merusak komponen fisik atau menciptakan kondisi berbahaya. Mereka juga dapat mengulang simulasi kapan saja, sehingga meningkatkan tingkat pemahaman dan retensi pembelajaran. Namun, perlu dicatat bahwa teknologi AR juga memiliki keterbatasan, seperti kebutuhan akan perangkat keras dan perangkat lunak yang canggih serta pelatihan awal untuk memastikan penggunaannya optimal. Selain itu, penerapan teknologi ini memerlukan investasi awal yang cukup besar, terutama bagi institusi pendidikan yang ingin mengintegrasikannya dalam kurikulum.

Secara keseluruhan, penerapan AR dalam pendidikan teknik mesin membawa dampak positif yang signifikan, termasuk peningkatan pemahaman konseptual, efisiensi biaya, dan keselamatan siswa. Dengan teknologi ini, siswa dapat mempersiapkan diri dengan lebih baik untuk menghadapi tantangan praktik langsung, sehingga menghasilkan lulusan yang lebih kompeten dan siap kerja di industri teknik mesin.

### Hambatan Infrastruktur dan Biaya Implementasi

Salah satu tantangan utama dalam penggunaan AR di pendidikan kejuruan adalah hambatan infrastruktur dan biaya implementasi. Berdasarkan hasil wawancara, banyak institusi pendidikan kejuruan, terutama di wilayah dengan sumber daya terbatas, tidak

memiliki akses ke perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk mendukung teknologi AR. Perangkat seperti ponsel pintar berkemampuan tinggi, tablet, atau headset AR sering kali sulit dijangkau oleh sekolah dengan anggaran terbatas.

Selain itu, biaya pengembangan konten AR menjadi tantangan tersendiri. Pembuatan konten AR yang berkualitas membutuhkan investasi besar, termasuk untuk desain 3D, pengembangan aplikasi, dan pembaruan perangkat lunak. Beberapa pendidik menyatakan bahwa mereka harus mengandalkan konten AR generik yang sering kali kurang relevan dengan kebutuhan lokal atau spesifik program kejuruan.

Keterbatasan infrastruktur digital juga menjadi hambatan lain, terutama di daerah pedesaan. Koneksi internet yang tidak stabil sering menghambat kelancaran penggunaan AR, mengingat banyak aplikasi AR berbasis cloud memerlukan koneksi internet untuk berfungsi dengan optimal. Selain itu, kurangnya dukungan teknis di sekolah membuat pendidik kesulitan mengatasi masalah teknis yang muncul selama proses pembelajaran.

Meskipun demikian, beberapa institusi telah mulai mengatasi tantangan ini dengan mencari solusi yang lebih hemat biaya. Beberapa pendidik menggunakan perangkat AR berbasis aplikasi ponsel sederhana yang dapat diunduh secara gratis. Selain itu, beberapa pemerintah daerah dan pihak swasta mulai menawarkan subsidi untuk pengadaan perangkat teknologi pendidikan, meskipun upaya ini masih terbatas cakupannya.

### **Literasi Digital Pendidik dan Siswa**

Keterbatasan literasi digital di kalangan pendidik dan siswa juga menjadi tantangan besar dalam implementasi media AR. Pendidik yang diwawancara menyatakan bahwa mereka sering kali tidak memiliki pelatihan yang memadai untuk menggunakan AR secara efektif dalam proses pembelajaran. Banyak dari mereka mengaku merasa terbebani oleh kurva pembelajaran teknologi baru, terutama ketika tidak ada panduan atau pelatihan yang jelas.

Siswa juga menghadapi masalah serupa. Meskipun generasi muda umumnya lebih akrab dengan teknologi, tidak semua siswa memiliki kemampuan untuk memanfaatkan AR secara optimal. Dalam beberapa kasus, siswa membutuhkan bimbingan tambahan untuk memahami cara kerja aplikasi AR dan bagaimana menggunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Untuk mengatasi masalah ini, pendidik menyarankan adanya program pelatihan komprehensif yang tidak hanya mencakup penggunaan teknologi AR, tetapi juga desain pembelajaran berbasis AR. Selain itu, mereka menekankan pentingnya panduan pengguna yang sederhana dan mudah diakses, terutama bagi pendidik yang kurang berpengalaman dengan teknologi.

### **Peluang untuk Pengembangan Lebih Lanjut**

Meskipun menghadapi berbagai tantangan, media AR memiliki potensi besar untuk berkembang lebih lanjut di bidang pendidikan kejuruan. Berdasarkan wawancara dengan pengembang teknologi pendidikan, inovasi dalam AR terus berkembang, dengan banyak perusahaan mulai menawarkan solusi AR yang lebih terjangkau dan mudah diimplementasikan. Beberapa teknologi baru, seperti aplikasi AR berbasis browser, memungkinkan penggunaan tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang mahal.

Di sisi lain, keterlibatan pemerintah dan sektor swasta juga menjadi peluang besar. Dengan adanya dukungan kebijakan yang mendorong adopsi teknologi dalam pendidikan, institusi kejuruan dapat lebih mudah mengakses dana dan sumber daya untuk mengintegrasikan AR. Selain itu, kolaborasi dengan industri dapat membuka jalan bagi pengembangan konten AR yang relevan dengan kebutuhan pasar tenaga kerja.

Penelitian ini menunjukkan bahwa media AR dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan kualitas pendidikan kejuruan, asalkan tantangan yang ada dapat diatasi melalui pendekatan yang kolaboratif dan berkelanjutan.

## Kesimpulan

Media Augmented Reality (AR) dalam pendidikan kejuruan menawarkan berbagai manfaat signifikan, seperti meningkatkan pemahaman konseptual melalui visualisasi interaktif, mengurangi biaya pembelajaran dengan mengeliminasi kebutuhan peralatan fisik yang mahal, serta meningkatkan keamanan siswa dengan simulasi tanpa risiko kecelakaan. Teknologi ini memungkinkan siswa untuk mempelajari struktur, fungsi, dan interaksi komponen teknis secara mendalam sebelum praktik langsung, mempercepat proses belajar dan meningkatkan kesiapan industri. Namun, penerapan AR juga menghadapi tantangan, termasuk kebutuhan investasi awal yang besar untuk perangkat keras dan perangkat lunak, pelatihan bagi pengajar, serta keterbatasan akses di institusi dengan sumber daya terbatas. Meski demikian, potensi AR untuk menciptakan lingkungan belajar yang inovatif dan efektif menjadikannya alat yang penting dalam modernisasi pendidikan kejuruan.

## Referensi

- Abdullah, M. (2024). Pengembangan Kurikulum Berbasis Keterampilan Abad ke-21: Perspektif dan Tantangan. *IKRA-ITH HUMANIORA: Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 8(3), 322–340.
- Afif, Z. N. (2024). Manajemen kurikulum program pembelajaran kewirausahaan di Sekolah Menengah Kejuruan. *At Tadbir: Islamic Education Management Journal*, 2(1), 66–77.
- AlGerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the potential: A comprehensive evaluation of augmented reality and virtual reality in education. *Electronics*, 12(18), 3953.
- Azmi, M. N., Mansur, H., & Utama, A. H. (2024). Potensi Pemanfaatan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Era Digital. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 12(1), 211–226.
- Carter, A., Imtiaz, S., & Naterer, G. F. (2023). Review of interpretable machine learning for process industries. *Process Safety and Environmental Protection*, 170, 647–659.
- Chiang, F.-K., Shang, X., & Qiao, L. (2022). Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications. *Computers in Human Behavior*, 129, 107125.
- DIVA, N. U. R. S. (2024). *Augmented Reality Dalam Pendidikan Dasar: Systematic Literature Review Dan Analisis Bibliometrik*.
- Hasna, M. (2024). Digitalisasi Pengelolaan Sekolah Dasar Negeri Kota Banjarmasin: Tinjauan Analisis SWOT Dalam Strategi Pengembangan Sekolah Digital. *Jurnal Pendidikan Modern*, 10(1), 32–42.
- Insania, F., & Pasaribu, M. (2024). Implementasi dan Optimalisasi Kurikulum Merdeka terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif pada Anak Usia Dini. *Murhum: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 278–289.
- Istiqomah, J. Y. N., Marwani, A., Nadzifah, A., Prawansyah, P., & Nyoman, N. A. (2024). Optimalisasi manpower planning dalam perencanaan strategis untuk meningkatkan kompetensi lulusan. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(04), 331–346.
- Ji, S., Mokmin, N. A. M., & Wang, J. (2024). Evaluating the impact of augmented reality on visual communication design education: Enhancing student motivation, achievement, interest, and engagement. *Education and Information Technologies*, 1–23.
- Kim How, R. P. T., Zulnaidi, H., & Abdul Rahim, S. S. (2022). The Importance of Digital Literacy in Quadratic Equations, Strategies Used, and Issues Faced by Educators. *Contemporary Educational Technology*, 14(3).
- Miftahuldzanah, W. N., & Hidayat, W. (2024). Implementasi Manajemen Risiko Dalam Peningkatan Efektivitas Pembelajaran DI SMKN 4 BANDUNG. *ASCENT: Al-Bahjah*

- Journal of Islamic Education Management*, 2(2), 93–104.
- Moser, S., & Lewalter, D. (2024). The impact of instructional support via generative learning strategies on the perception of visual authenticity, learning outcomes, and satisfaction in AR-based learning. *European Journal of Psychology of Education*, 1–26.
- Najjar, S., & Oktasari, H. (2023). Embracing Mobile Learning In Education: Membuka Keuntungan, Menghadapi Tantangan, dan Menjelajahi Prospek Masa Depan. *Prosiding Seminar Nasional Kemahasiswaan*, 1(1), 74–83.
- Oke, A. E., & Arowooya, V. A. (2022). Critical barriers to augmented reality technology adoption in developing countries: a case study of Nigeria. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 20(5), 1320–1333.
- Organization, W. H. (2020). *Digital health platform handbook: building a digital information infrastructure (infostructure) for health*.
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23(4), 425–436.
- Parinussa, J. D., Rachman, R. S., Wiliyanti, V., Jasiah, J., & Tumiwa, J. (2024). Implementasi Teknologi Augmented Reality Dalam Pembelajaran: Dampak Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 7(4), 16198–16204.
- Raihansyah, M. Z., Abqari, R. V., Alwafy, M. H., Syafa'at, M. B., & Radianto, D. O. (2024). Pentingnya Pendidikan Vokasi dalam Mengembangkan Ilmu Bisnis Maritim di Indonesia. *Journal of Creative Student Research*, 2(2), 12–30.
- Revianti, S. L., & Anggoro, P. D. W. (2022). Interaksi kolaboratif menggunakan virtual reality berbasis web dalam pembelajaran bahasa inggris. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6(1), 102–114.
- Santosa, I., Nurkhamidah, N., & Arianti, T. (2021). Tren pemanfaatan teknologi pembelajaran dalam pengajaran kosakata bahasa inggris pada sekolah dasar. *Jurnal Holistika*, 5(2), 72–84.
- Setiono, M. P., Windyariani, S., Toharudin, U., & Setiani, A. (2024). *Pembelajaran STEM dengan Memanfaatkan Material Lokal*. EDU PUBLISHER.
- Speicher, M., Hall, B. D., Yu, A., Zhang, B., Zhang, H., Nebeling, J., & Nebeling, M. (2018). XD-AR: Challenges and opportunities in cross-device augmented reality application development. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 2(EICS), 1–24.
- Suryantika, I., & Aliyyah, R. R. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka: Strategi Pembelajaran di Luar Kelas pada Sekolah Dasar. *Karimah Tauhid*, 2(6), 3103–3134.
- Sylvia, A. (2022). *Southeast Asian Ministers of Education Organization (SEAMEO)'s role in digitalisation for vocational education development: a comparative analysis of Indonesia and Thailand*.
- Yahya, M., & Hidayat, A. (2023). Implementasi Artificial Intelligence (AI) di Bidang Pendidikan Kejuruan Pada Era Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Dies Natalis 62*, 1, 190–199.