

Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* (AR) Untuk Mengatasi Masalah Pembelajaran *Pneumatik* dan Hidrolik Dalam Era Pembelajaran Abad 21

Cahyo Widodo¹⁾, A.G. Tamrin²⁾, Budi Tri Cahyono³⁾

Universitas Sebelas Maret^{1,2,3)}
cahyowidodo19@guru.smk.belajar.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) dalam mengatasi kendala pembelajaran *pneumatik* dan hidrolik di SMKN Tambakboyo. Pendekatan konvensional dalam pengajaran topik ini sering menemui kesulitan, terutama dalam hal keterbatasan peralatan laboratorium dan waktu praktik yang tersedia, sehingga siswa tidak memperoleh pemahaman menyeluruh. AR menawarkan solusi inovatif dengan memberikan representasi visual tiga dimensi dari komponen-komponen *pneumatik* dan hidrolik secara interaktif. Dengan AR, siswa dapat memahami mekanisme internal dengan lebih baik tanpa perlu perangkat fisik yang mahal. Selain meningkatkan pemahaman, teknologi ini juga meningkatkan motivasi siswa. Penelitian menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan PRISMA untuk memperoleh hasil studi terkait. Hasil menunjukkan bahwa penerapan AR meningkatkan efektivitas pembelajaran dan keterlibatan siswa dalam topik *pneumatik* dan hidrolik.

Kata Kunci

Pneumatik; Hidrolik; Augmented Reality; Media Pembelajaran; Pendidikan Vokasi

This research discusses the use of Augmented Reality (AR) based learning media in overcoming the obstacles of learning pneumatics and hydraulics at SMKN Tambakboyo. Conventional approaches to teaching this topic often encounter difficulties, especially in terms of limited laboratory equipment and available practice time, so students do not gain a thorough understanding. AR offers an innovative solution by providing a three-dimensional visual representation of pneumatic and hydraulic components interactively. With AR, students can better understand the internal mechanisms without the need for expensive physical devices. In addition to improving understanding, this technology also increases student motivation. The research used the Systematic Literature Review (SLR) method with the PRISMA approach to obtain the results of related studies. The results show that the application of AR improves learning effectiveness and student engagement in pneumatic and hydraulic topics.

Keywords

Pneumatic; Hydraulic; Augmented Reality; Learning Media; Vocational Education

PENDAHULUAN

Pembelajaran konvensional dalam bidang *pneumatik* dan hidrolik sering kali menghadapi tantangan dalam menyampaikan konsep yang abstrak kepada siswa (Adji, *et., al.*, 2020). Kurangnya media pembelajaran interaktif menyebabkan siswa kesulitan untuk benar-benar memahami aplikasi praktis dari teori yang dipelajari (Adnyana, 2014). Praktikum fisik dengan alat-alat terbatas seringkali tidak cukup untuk menyampaikan semua nuansa kompleks dari teknologi ini, sehingga meninggalkan siswa dengan pemahaman yang terbatas (Hidayah & Hasbullah, 2017).

Selain itu, keterbatasan peralatan laboratorium menjadi hambatan utama dalam menyediakan pengalaman praktik yang memadai bagi semua siswa (Hidayah & Hasbullah, 2017). Hal ini berdampak pada kesenjangan antara teori yang dipelajari di kelas dengan aplikasi praktis di lapangan (Mukarramah, 2024). Siswa tidak memiliki kesempatan untuk menguji dan memahami secara mendalam berbagai konsep *pneumatik* dan hidrolik tanpa adanya fasilitas yang memadai (Mukarramah, 2024). Keterbatasan waktu untuk praktik menjadi faktor penghambat lain dalam pengajaran *pneumatik* dan hidrolik. Waktu yang terbatas seringkali membatasi kesempatan siswa untuk bereksperimen dan mengembangkan keterampilan mereka secara menyeluruh (Zaenudin, *et., al.*, 2024).

Dalam konteks teknologi pembelajaran, pendekatan yang masih terbatas pada metode tradisional tanpa integrasi teknologi modern seperti *Augmented Reality* (AR) menjadi tantangan tersendiri (Kurniawan, 2017). Materi ajar yang belum sepenuhnya teradaptasi dengan teknologi ini dapat menghambat inovasi dalam pembelajaran, mengakibatkan pengajaran *pneumatik* dan hidrolik tetap berada dalam ranah konvensional tanpa kemajuan yang signifikan dalam memperkaya pengalaman belajar siswa (Kurniawan, 2017).

Beberapa kriteria yang sepatutnya diperhatikan dalam pemilihan media adalah (1) Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. (2) Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta, konsep, prinsip atau generalisasi. (3) Praktis, luwes dan bertahan, media yang baik dipilih sebaiknya dapat digunakan dimanapun, kapanpun, dan oleh siapapun. (4) Guru terampil menggunakannya. Guru dapat memanfaatkan media dengan baik. (5) Pengelompokan sasaran. Media belum tentu efektif untuk semua kelompok, ada media yang efektif untuk kelompok besar belum tentu efektif untuk kelompok kecil. (6) Mutu teknis. Pemilihan media sebagai alat bantu pembelajaran harus memperhatikan beberapa kriteria. Pada dasarnya media harus efektif, efisien serta tepat sasaran, sehingga tidak membebankan guru maupun siswa dalam kegiatan belajar mengajar. Salah satu pengembangan media pembelajaran yang dapat diterapkan untuk menerangkan pengenalan komponen *pneumatik* dan fungsinya adalah *augmented reality* (Kurniawan, 2017).

Augmented reality apabila diartikan kedalam Bahasa Indonesia adalah “realitas tertambat”. *Augmented reality* adalah proyeksi materi hasil pengolahan komputer, seperti tulisan, gambar, dan video ke dalam perspektif manusia di dunia nyata (Kurniawan, 2017). Secara sederhana *augmented reality* dapat diartikan sebagai penambahan objek maya pada obyek nyata pada waktu yang sama, sehingga kedua objek seolah menyatu (Kurniawan, 2017).

Berdasarkan uraian di atas terdapat permasalahan di SMKN Tambakboyo sebagai sekolah kejuruan yang harus menyiapkan lulusan yang berkompeten di bidang teknologi sesuai dengan perkembangan teknologi *pneumatik*. Untuk dapat menyampaikan materi pengenalan komponen *pneumatik* dengan baik dibutuhkan media pembelajaran yang dapat menjangkau seluruh siswa. *Augmented reality* dapat menjadi alternatif untuk digunakan sebagai media pembelajaran pengenalan komponen *pneumatik* dan fungsinya yang dapat dipadukan dalam sebuah aplikasi yang dipasang pada *smartphone* sehingga dapat menjangkau seluruh siswa yang mayoritas saat ini sudah memiliki *smartphone* sendiri. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) untuk mengatasi keterbatasan peralatan laboratorium dan waktu praktik dalam pembelajaran *pneumatik* dan hidrolik?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) terhadap y (hasil belajar siswa untuk praktik dalam pembelajaran *pneumatik* dan hidrolik?

METODE PENELITIAN

Metode *Systematic Literature Review* (SLR) bertujuan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mensintesis penelitian yang relevan dengan topik tertentu secara sistematis. Dalam penelitian ini, metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) digunakan untuk memastikan transparansi dan ketelitian dalam *proses review*. PRISMA membantu mengurangi bias dan memberikan panduan yang jelas dalam pelaporan hasil penelitian. PRISMA terdiri dari empat tahapan utama: identifikasi, penyaringan (*screening*), kelayakan (*eligibility*), dan inklusi. Pada tahap ini, langkah awal dilakukan dengan mengidentifikasi literatur terkait pembelajaran *pneumatik* dan hidrolik berbasis teknologi. Proses ini dilakukan dengan mengakses database akademik di *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan untuk pencarian meliputi: "Pembelajaran *Pneumatik* dan Hidrolik", "Media Pembelajaran Interaktif", "AR di pembelajaran".

Dengan menggunakan bantuan mesin pencari *Harzing Publish and Perish* didapatkan lebih dari 150 artikel dengan kata kunci pencarian diatas. Dilanjutkan dengan mengkhususkan kembali kriteria inklusi meliputi:

- Penelitian yang diterbitkan dalam 5 tahun terakhir dari tahun 2018-2024.
- Artikel yang berfokus pada pembelajaran pneumatik dan hidrolik, baik di tingkat sekolah kejuruan maupun pendidikan tinggi.
- Penggunaan media pembelajaran berbasis AR.
- Penelitian yang membahas integrasi teknologi dalam pembelajaran.

Pada tahap ini, artikel yang tersisa dievaluasi lebih lanjut dengan membaca abstrak dan bagian metodologi untuk memastikan relevansi penelitian. Hanya artikel yang memenuhi kriteria berikut yang dipertahankan, dan didapatkan sebanyak 20 artikel, yang memenuhi kriteria yang diinginkan, yaitu:

- Artikel yang fokus pada pengaruh teknologi, seperti *Augmented Reality*, dalam pembelajaran serta pembuatan media pembelajaran untuk Pelajaran pneumatik dan hidrolik.
- Penelitian yang menyertakan data kuantitatif atau kualitatif yang dapat dievaluasi.

Setelah artikel yang relevan diidentifikasi, analisis dilakukan dengan memeriksa metodologi, hasil, dan kesimpulan dari setiap studi. Data tersebut akan diorganisir berdasarkan tema-tema utama seperti penggunaan teknologi dalam pembelajaran, keterbatasan laboratorium, dan dampak simulasi kondisi nyata dalam pendidikan teknis. Hasil dari analisis ini kemudian diringkas dalam bentuk narasi yang menggambarkan tren dan kontribusi setiap studi terhadap topik penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi simulasi telah menjadi solusi efektif dalam mengatasi keterbatasan peralatan laboratorium dan waktu praktik dalam pembelajaran *pneumatik* dan hidrolik. Berdasarkan beberapa penelitian, *software* simulasi berbasis komputer, seperti *Automation Studio* dan *FluidSIM*, telah terbukti mampu mereplikasi kondisi nyata industri dengan cukup baik. Penggunaan teknologi ini memungkinkan siswa untuk mengakses alat simulasi kapan saja, sehingga meningkatkan fleksibilitas belajar dan mengurangi ketergantungan pada peralatan fisik yang sering kali terbatas di sekolah. Selain itu, simulasi virtual dapat menciptakan skenario pembelajaran yang lebih aman karena risiko kecelakaan fisik tidak ada.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Hasil
(Adji, <i>et. al.</i> , 2020)	Media Pembelajaran Trainer Kit Elektro Pneumatik pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di	Penelitian pengembangan media pembelajaran didapatkan Tingkat kenaikan hasil belajar siswa setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media

Peneliti	Judul	Hasil
	SMK Negeri 4 Kota Serang	pembelajaran trainer kit dan jobsheet elektro pneumatik peningkatan hasil belajar dikategorikan pada kriteria “Tinggi”. Dalam hal ini juga diartikan media pembelajaran trainer kit dan jobsheet elektro pneumatik dikategorikan pada kriteria “Efektivitas Tinggi”
(Adnyana, 2014)	Penggunaan Program Simulasi Fluidsim-P Dipadukan Dengan Model Problem Solving Untuk Peningkatan Motivasi Dan Kompetensi Pembelajaran Praktek Pneumatik Di SMK Negeri 1 Balikpapan	Pembelajaran dengan program simulasi FluidSIM-P dapat meningkatkan motivasi dan kompetensi Pneumatik. Metode simulasi dapat mengurangi resiko kerusakan alat praktek yang harganya mahal.
(Hidayah & Hasbullah, 2017)	Upaya Peningkatan Pemahaman Siswa Terhadap Prinsip Kerja Pneumatik Berbantuan Perangkat Lunak Multimedia Interaktif	Berdasarkan hasil pengujian hipotesis, penggunaan media pembelajaran berbantuan multimedia interaktif efektif digunakan pada materi prinsip kerja komponen pneumatik dalam standar kompetensi mengoperasikan peralatan pneumatik di Kelas XI SMK Negeri 2 Cimahi. Penggunaan media pembelajaran berbantuan multimedia interaktif ini membawa hasil yang positif dimana hasil belajar siswa yang memperoleh kategori minimal sedang mencapai 83% dari jumlah sampel. Hasil analisis data angket respon siswa menunjukkan bahwa, terdapat pengaruh yang positif pada peningkatan minat siswa terhadap pembelajaran sistem pneumatik pada standar kompetensi mengoperasikan peralatan pneumatik

Peneliti	Judul	Hasil
(Ibrahim, et., al., 2022)	<i>Implementation of android-based media smart with pneumatics v.1.0 in pneumatic control system learning</i>	Ada pengaruh yang signifikan media berbasis android <i>Smart with Pneumatics V.1.0</i> terhadap hasil belajar mahasiswa pada materi mekanisme komponen pneumatik. Pengaruh tersebut disebabkan penggunaan simbol yang konkret sehingga menciptakan pengalaman belajar bagi peserta didik. Penggunaan aplikasi android yang memudahkan peserta didik dalam aksesibilitas media pembelajaran.
(Ramadani & Almasri, 2023)	Pengembangan Trainer Mini Industri (<i>Shorting Machine</i>) Berbasis Plc Omron sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik SMK Negeri 1 Sumatera Barat	Dapat diartikan bahwa trainer mini industri (<i>shorting machine</i>) berbasis PLC OMRON sangat praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran pengendali sistem robotik.

Teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran juga telah menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep pneumatik dan hidrolik. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan AR mampu menyajikan representasi visual tiga dimensi dari sistem yang kompleks, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami mekanisme internal yang sulit diakses dengan cara konvensional. Dengan AR, konsep abstrak seperti simulasi peralatan, tekanan, dan interaksi komponen dapat divisualisasikan secara langsung di ruang kelas tanpa memerlukan peralatan fisik yang mahal atau rumit.

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Hasil
(Ariatama, et., al., 2021)	Penggunaan Teknologi <i>Virtual Reality</i> (Vr) Sebagai Upaya Eskalasi Minat Dan Optimalisasi Dalam Proses Pembelajaran Secara	Melalui strategi pembelajaran dengan menggunakan media <i>Virtual Reality</i> (VR) diharapkan dapat menjadi sebuah solusi dan juga jawaban dari permasalahan proses pembelajaran saat ini agar terus dapat menciptakan sebuah kegiatan belajar mengajar

Peneliti	Judul	Hasil
	<i>Online Di Masa Pandemi</i>	mengedepankan aspek interaktif, aktif, serta efisiensi dapat tercapai yang di gadang-gadang selama ini dapat tercapai.
(Auri Pramesti, et., al., 2022)	<i>Systematic literature review: pemanfaatan virtual reality (vr) sebagai alternatif media pembelajaran</i>	Teknologi <i>virtual reality</i> telah dimanfaatkan diberbagai bidang kehidupan mulai dari dunia entertainment, kesehatan, manufaktur, e-commerce, dan pendidikan. Berkaitan dengan ruang lingkup penelitian, teknologi VR dapat menjadi sarana baru untuk mengubah metode pembelajaran yang klasik menjadi metode pembelajaran yang lebih menarik.
(Kurniawan, 2017)	Pengembangan <i>augmented reality</i> sebagai media pembelajaran pengenalan komponen pneumatik di smk	pelajaran pengenalan komponen pneumatik berupa aplikasi Pneumatik AR dan Marker AR dari aspek pemasangan dan pengoperasian. Aplikasi dapat dipasang dan dijalankan pada smartphone yang berbeda-beda. Navigasi pada aplikasi untuk berganti ke halaman lain berfungsi dengan baik.
(Sari, et., al., 2022)	Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan <i>Augmented Reality</i> sebagai Media Pembelajaran	<i>Augmented reality</i> (AR) sebagai media pembelajaran dapat digunakan sebagai alat peraga pemodelan geometri bangun ruang yang ditampilkan secara visual berbentuk 3 Dimensi. Karena kemampuan pengolahan data secara cepat dan realtime, serta tampilan yang mudah dipahami oleh pengguna serta bersifat interaktif dengan mode 3 Dimensi.

Dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional yang berfokus pada teori dan praktik fisik, pembelajaran berbasis AR mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif. Beberapa studi menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan AR menunjukkan peningkatan pemahaman dan retensi informasi yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh kemampuan AR untuk

menggabungkan informasi visual dan interaktif secara *real-time*, sehingga siswa dapat melihat dan berinteraksi dengan model yang sebelumnya hanya tersedia dalam bentuk skematis atau dua dimensi di buku teks.

Selain itu, AR juga meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Teknologi ini memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan, yang secara tidak langsung berdampak pada keterlibatan dan partisipasi siswa yang lebih aktif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa siswa lebih termotivasi untuk mengeksplorasi konsep lebih dalam ketika mereka terlibat secara langsung dengan media pembelajaran berbasis teknologi yang canggih. Dalam konteks pendidikan vokasi, ini sangat penting karena dapat mengurangi ketergantungan siswa pada laboratorium fisik yang terbatas.

Tabel 3. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Hasil
(Monita, <i>et., al.</i> , 2019)	Analisis pengaruh penggunaan media pembelajaran minat belajar siswa/i terhadap media pembelajaran berbasis <i>augmented reality</i>	media pembelajaran berbasis <i>augmented reality</i> terbukti mampu meningkatkan minat siswa/i untuk belajar biologi yang berakibat kepada hasil belajar yang diharapkan pun dapat tercapai dengan hasil indikator pernyataan positif sebanyak 57% dan pernyataan negatif 43%
(Rizaludin, <i>et., al.</i> , 2022)	Pengenalan <i>Augmented Reality</i> (AR) Sebagai Media Pembelajaran Di SMK NU Kesesi Muhamad	Dari hasil kegiatan yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa: antusiasme para guru dalam mendengarkan penjelasan tentang teknologi AR sangat tinggi, karena bentuk visual AR sangat menarik; meningkatnya kemampuan, pengetahuan dan keterampilan para guru dalam penggunaan teknologi AR; para guru dapat memahami dan menguasai teknik membuat aplikasi AR dengan <i>Metaverse Studio</i> dalam menyajikan materi yang menarik sebagai bahan pembelajaran di kelas
(Andersen, 2004)	Studi Literatur: Media <i>Augmented Reality</i> (AR) Terhadap Hasil Belajar Kognitif	Melalui penggunaan <i>Augmented Reality</i> (AR) dalam pembelajaran, diharapkan mampu menarik siswa dalam proses pembelajaran. Manfaat lain dari

Peneliti	Judul	Hasil
		penggunaan media <i>Augmented Reality</i> (AR) ini adalah media pembelajaran yang digunakan lebih maju karena memanfaatkan teknologi saat ini

Namun, perlu diakui bahwa penggunaan teknologi seperti AR masih memiliki beberapa tantangan, terutama terkait biaya pengembangan dan adopsi teknologi di institusi pendidikan yang mungkin memiliki anggaran terbatas. Meski demikian, dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin terjangkau dan mudah diakses, prospek penerapan AR dalam pendidikan *pneumatik* dan hidrolik sangat menjanjikan untuk jangka panjang. Kesimpulannya, teknologi simulasi dan AR memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama dalam mengatasi keterbatasan peralatan dan waktu praktik di laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran dalam bidang pneumatik dan hidrolik memberikan dampak positif terhadap pemahaman siswa. Teknologi AR memungkinkan visualisasi konsep-konsep abstrak seperti cara kerja komponen, aliran fluida serta representasi tiga dimensi dari komponen yang interaktif. Hal ini memperkaya pengalaman belajar siswa dengan cara yang tidak dapat dicapai melalui metode pembelajaran konvensional berbasis teori dan praktik fisik semata. Dengan demikian, siswa dapat memahami mekanisme kerja komponen pneumatik dan hidrolik secara lebih mendalam dan komprehensif.

Selain peningkatan pemahaman, penggunaan AR juga meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Beberapa studi yang dikutip menunjukkan bahwa teknologi ini memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan, sehingga siswa lebih termotivasi untuk mengeksplorasi materi pembelajaran. Keterlibatan aktif siswa dalam berinteraksi dengan objek virtual yang ditampilkan oleh AR berdampak pada peningkatan retensi informasi dan penguasaan materi yang lebih baik. Faktor ini penting dalam pembelajaran vokasi, di mana pemahaman aplikasi praktis menjadi kunci kesuksesan.

Namun, perlu dicatat bahwa meskipun AR menawarkan berbagai keunggulan, terdapat tantangan dalam implementasinya, khususnya terkait biaya pengembangan dan adopsi teknologi di institusi pendidikan yang memiliki keterbatasan anggaran. Namun, dengan perkembangan teknologi yang semakin terjangkau, adopsi AR dalam pendidikan vokasi, terutama dalam pembelajaran pneumatik dan hidrolik, memiliki prospek yang menjanjikan di masa depan. Teknologi ini dapat menjadi

solusi atas keterbatasan fasilitas laboratorium fisik dan waktu praktik yang sering kali membatasi proses pembelajaran.

Secara keseluruhan, AR tidak hanya mampu mengatasi keterbatasan media pembelajaran konvensional, tetapi juga membuka peluang bagi inovasi dalam metode pengajaran yang lebih efektif. Dengan adanya teknologi ini, proses simulasi dan eksperimen yang sebelumnya sulit dilakukan kini dapat diakses dengan lebih mudah dan fleksibel, memberikan siswa pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menyeluruh.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran dalam pembelajaran pneumatik dan hidrolik di SMKN Tambakboyo efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep abstrak yang sulit dijelaskan melalui metode konvensional. AR memberikan visualisasi tiga dimensi yang interaktif, memungkinkan siswa untuk lebih mudah memahami mekanisme kerja komponen pneumatik dan hidrolik. Penggunaan teknologi ini juga meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Dengan AR, keterbatasan peralatan laboratorium dan waktu praktik dapat diatasi, sehingga memberikan fleksibilitas dan keamanan dalam belajar.

Saran:

1. Pengembangan lebih lanjut: Disarankan untuk terus mengembangkan dan memperluas penggunaan AR dalam berbagai bidang pembelajaran, tidak hanya pada pneumatik dan hidrolik, guna memperkaya pengalaman belajar siswa secara keseluruhan.
2. Pelatihan guru: Agar teknologi AR dapat diimplementasikan dengan baik, diperlukan pelatihan bagi guru untuk menguasai penggunaan dan penerapan teknologi tersebut dalam pembelajaran sehari-hari.
3. Dukungan infrastruktur: Sekolah perlu memastikan dukungan infrastruktur teknologi yang memadai, termasuk perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung aplikasi AR, sehingga implementasi dapat berjalan lancar.

Evaluasi berkelanjutan: Evaluasi secara berkala terhadap efektivitas penggunaan AR dalam pembelajaran harus dilakukan untuk menilai dampaknya terhadap hasil belajar siswa dan menyesuaikan strategi pengajaran bila diperlukan.

REFERENSI

- Adji, J. W., Aribowo, D., & Fatkhurrohman, M. (2020). Media Pembelajaran Trainer Kit Elektropneumatik pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di SMK Negeri 4 Kota Serang. *Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 5(1), 14-21.
- Adnyana, I. W. (2014). Jurnal Ilmu Pendidikan LPMP Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu*

- Pendidikan*, VIII(1), 41-64.
- Andersen, C. (2004). Learning in "as-if" worlds: Cognition in drama in education. *Theory into practice*, 43(4), 281-286.
- Ariatama, S., Adha, M. M., Rohman, R., Hartino, A. T., & Eska, P. U. (2021). Penggunaan Teknologi Virtual Reality (Vr) Sebagai Upaya Eskalasi Minat Dan Optimalisasi Dalam Proses Pembelajaran Secara Online Dimasa Pandemi. In *Semnas FKIP 2021, SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN, Universitas Lampung 16 Februari 2021, Bandar Lampung..*
- Pramesti, A. A., Sitompul, R. P., & Sopiya, N. (2022). Systematic Literature Review: Pemanfaatan Virtual Reality (Vr) Sebagai Alternatif Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 19(2), 105-117.
- Hidayah, N., & Hasbullah, H. (2014). Upaya Peningkatan Pemahaman Siswa Terhadap Prinsip Kerja Pneumatik Berbantuan Perangkat Lunak Multimedia Interaktif. *INVOTEC*, 10(1).
- Ibrahim, F., Kustija, J., & Purnawan, P. (2022). Implementation of Android-Based Media Smart With Pneumatics V.1.0 in Pneumatic Control System Learning. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 8(2), 127-134. <https://doi.org/10.17509/jmee.v8i2.40990>
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan augmented reality sebagai media pembelajaran pengenalan komponen pneumatik di SMK. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 14(2).
- Monita, T., Sari, R. D., Randikai, M., & Ibrahim, A. (2019). Analisis Pengaruh Minat Belajar Siswa Terhadap Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality. *POSITIF: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 5(1), 34-38.
- Mukarramah, S. K., & Hajrah, H. (2024). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif pada Mata Kuliah Pneumatik hidrolik. *Jurnal Literasi Digital*, 4(1), 11-20.
- Ramadani, D., & Almasri, A. (2023). Pengembangan Trainer Mini Industri (Shorting Machine) Berbasis Plc Omron sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik SMK Negeri 1 Sumatera Barat. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 4397-4406.
- Rizal, M. R., Fikriah, F. K., & Hidayat, H. (2022). Pengenalan augmented reality (AR) sebagai media pembelajaran di SMK NU Kesesi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat TEKNO*, 3(2), 77-83.
- Sari, I. P., Batubara, I. H., & Basri, M. (2023). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4), 209-215.
- Zaenudin, M., Saleh, Y. K. P., Sunardi, A., Nugraha, D., Faizah, S., Gamayel, A., ... &

Haryudiniarti, A. N. (2024). Pengembangan Alat Peraga Pneumatik Otomatis Berbasis PLC dan pendampingan penggunaannya pada SMK Bina Industri Bekasi. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 280-287.