

Pengembangan Modul Interaktif Transmisi Manual Berbasis Augmented Reality Dan Video Untuk Peserta Didik Fase F

Rizky Setya Nugraha¹, Ibnu Siswanto²

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Yogyakarta

e-mail: rizkysetya.2022@student.uny.ac.id, ibnusiswanto@uny.ac.id

Abstract

This study develops and evaluates an interactive module that integrates Augmented Reality (AR) and instructional video for teaching manual transmission systems to Phase F automotive students. The module was developed using the Four-D model consisting of Define, Design, Develop, and Disseminate stages. Three progressive learning units were designed to cover component recognition, working principles, and inspection and maintenance procedures. Three-dimensional component visualization was provided through Assemblr Edu, while demonstration videos were embedded in a digital flipbook created with Heyzine. Product feasibility was assessed by one media expert and one subject-matter expert using a four-point Likert instrument covering multiple evaluation aspects. A small-scale user response trial involved ten eleventh-grade Light Vehicle Engineering students who had studied the relevant topic. Expert data were analyzed using mean scores, while student responses were converted to percentages. The media expert gave an average score of 3.71 out of 4.00 and the subject-matter expert 3.88, both categorized as very feasible. Student responses reached 84.79% and were categorized as very good, with the AR visualization aspect receiving the highest score. The findings indicate that integrating structured text, interactive three-dimensional visualization, and demonstration video in a single module is feasible and well accepted for learning components that are difficult to observe directly inside a transmission housing. Because the user trial was limited to ten students and did not measure learning effectiveness, broader experimental testing is required before claims about improved learning outcomes can be made.

Keywords: *interactive module; augmented reality; manual transmission; instructional video*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi modul interaktif yang mengintegrasikan Augmented Reality (AR) dan video instruksional untuk pembelajaran sistem transmisi manual pada peserta didik Fase F bidang otomotif. Modul dikembangkan menggunakan model Four-D yang terdiri atas tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate. Tiga unit belajar progresif dirancang untuk membahas pengenalan komponen, prinsip kerja, serta prosedur pemeriksaan dan perawatan. Visualisasi komponen tiga dimensi disajikan melalui Assemblr Edu, sedangkan video demonstrasi disematkan pada flipbook digital yang dibuat menggunakan Heyzine. Kelayakan produk dinilai oleh satu ahli media dan satu ahli materi menggunakan instrumen skala Likert empat tingkat yang mencakup beberapa aspek penilaian. Uji respons pengguna skala kecil melibatkan sepuluh peserta didik kelas XI Teknik Kendaraan Ringan yang telah mempelajari materi terkait. Data penilaian ahli dianalisis menggunakan rerata, sedangkan respons peserta didik dikonversi menjadi persentase. Ahli media memberikan skor rerata 3,71 dari 4,00 dan ahli materi 3,88; keduanya termasuk kategori sangat layak. Respons peserta didik mencapai 84,79% dan termasuk kategori sangat baik, dengan aspek visualisasi AR memperoleh skor tertinggi. Temuan menunjukkan bahwa integrasi teks terstruktur, visualisasi tiga dimensi interaktif, dan video demonstrasi dalam satu modul layak dan diterima dengan baik untuk mempelajari komponen yang sulit diamati secara langsung di dalam housing transmisi. Karena uji pengguna hanya melibatkan sepuluh peserta didik dan belum mengukur efektivitas hasil belajar, diperlukan pengujian eksperimen dengan cakupan yang lebih luas.

Kata kunci: *modul interaktif; augmented reality; transmisi manual; video instruksional*

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) diberi mandat untuk menyiapkan lulusan yang siap bekerja dan berdaya saing di sektor industri, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan. Data Badan Pusat Statistik (2023) mencatat jumlah SMK di Indonesia telah menembus angka 14.000 lebih, menjadikan jalur pendidikan ini salah satu penyumbang tenaga kerja terbesar. Sayangnya, skala yang besar ini belum selalu diikuti oleh kualitas lulusan yang merata; kesenjangan antara kompetensi yang diperoleh di sekolah dengan tuntutan riil dunia kerja masih kerap ditemukan, salah satunya dipicu oleh keterbatasan media ajar yang tersedia di kelas produktif.

Keterbatasan tersebut terasa paling nyata pada kompetensi yang menuntut kemampuan visualisasi tinggi, seperti materi sistem transmisi manual pada kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO). Hampir seluruh komponen inti transmisi manual *input shaft*, *counter shaft*, *synchronizer unit*, hingga *shift fork* berada di dalam *housing* tertutup sehingga tidak mungkin diamati langsung tanpa membongkar unit fisiknya. Media pembelajaran pada dasarnya berfungsi mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu, termasuk untuk objek yang tidak dapat diamati langsung karena ukuran, letak, atau kondisinya (Siswanto et al., 2024). Firman et al. (2024) menegaskan bahwa efektivitas pembelajaran praktik pada materi pemindah tenaga kelas XI TKRO sangat bergantung pada kesiapan konseptual peserta didik sebelum masuk ke sesi praktik, sehingga kekosongan media pendukung pada tahap teori berisiko menghambat pencapaian kompetensi praktik itu sendiri.

Augmented Reality (AR) menjadi salah satu jawaban yang banyak dieksplorasi untuk mengatasi persoalan visualisasi semacam ini. Nilamsari dan Dewi (2023) menunjukkan bahwa platform Assemblr Edu efektif memvisualisasikan komponen teknis pada mata pelajaran dasar-dasar teknik elektronika, sementara Rachim et al. (2024) melaporkan bahwa pemanfaatan AR mendorong keaktifan belajar peserta didik pada berbagai jenjang pendidikan. Ahmad et al. (2022) mencatat peningkatan hasil belajar signifikan ketika AR berbasis Assemblr Edu diterapkan dibandingkan metode konvensional. Manfaat ini tidak terbatas pada satu bidang keahlian: Mukhtar et al. (2023) membuktikan pengaruh serupa pada mata pelajaran konstruksi bangunan, sedangkan tinjauan literatur sistematis Wiliyanti et al. (2026) dalam *Journal of Automotive Technology & Education*, Vol.3, Edisi 2, Juni 2026

al. (2024) menyimpulkan bahwa media berbasis AR konsisten meningkatkan pemahaman konsep dan minat belajar lintas jenjang dan mata pelajaran.

Meski riset-riset tersebut memperkuat keyakinan bahwa AR dapat menjembatani keterbatasan visualisasi komponen mekanis, sebagian besar studi masih memperlakukan AR sebagai media tunggal yang berdiri sendiri, terpisah dari struktur bahan ajar yang lebih lengkap. Studi Asri et al. (2025) memang telah membuktikan bahwa kombinasi modul cetak dan video pembelajaran secara bersamaan mampu meningkatkan kompetensi praktik peserta didik TVET secara signifikan, namun kombinasi tersebut belum melibatkan unsur AR. Celah inilah yang berusaha dijawab melalui penelitian ini, yaitu menyatukan tiga unsur modul terstruktur, visualisasi AR tiga dimensi, dan video demonstrasi ke dalam satu kesatuan *flipbook* digital yang dapat diakses peserta didik secara mandiri kapan pun diperlukan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) menghasilkan modul interaktif berbasis AR dan video untuk pembelajaran transmisi manual bagi peserta didik Fase F TKRO; (2) mengetahui tingkat kelayakan modul berdasarkan penilaian ahli media dan ahli materi; dan (3) mengetahui respons peserta didik terhadap modul yang dikembangkan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang mengadopsi model 4D dari Thiagarajan et al. (1974) model klasik yang menjadi rujukan asal istilah *Define, Design, Develop, Disseminate* dan karenanya tetap dipertahankan sebagai payung metodologis meskipun usianya melampaui rentang lima tahun terakhir. Model ini banyak diadopsi dalam pengembangan media pembelajaran karena keempat tahapnya memberikan kerangka kerja yang jelas, mulai dari analisis kebutuhan hingga penyebarluasan produk akhir (Siswanto et al., 2024). Tahap *Define* dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru pengampu untuk memetakan kebutuhan pembelajaran; tahap *Design* mencakup penyusunan *storyboard*, pemilihan platform AR dan video, serta penetapan format modul; tahap *Develop* meliputi produksi produk nyata, penilaian oleh ahli, dan uji coba lapangan kepada peserta didik; dan tahap *Disseminate* berupa penyerahan produk kepada guru pengampu serta pengemasan akhir melalui *flipbook* digital. Pendekatan analisis yang digunakan bersifat deskriptif kuantitatif mengikuti prosedur R&D yang dirumuskan Sugiyono (2023), sehingga tidak melibatkan pengujian hipotesis inferensial.

Subjek penilaian terdiri atas satu ahli media yang berkompeten pada teknologi pembelajaran digital dan satu ahli materi merupakan guru pengampu yang mengajar materi transmisi manual kendaraan ringan di SMK Muhammadiyah 2 Salam. Subjek uji coba produk adalah sepuluh peserta didik kelas XI TKRO yang dipilih melalui purposive sampling, yakni kelas yang tengah menempuh mata pelajaran dengan cakupan materi transmisi manual sehingga memiliki pengalaman belajar yang relevan untuk memberi penilaian.

Lima instrumen digunakan dalam pengumpulan data: lembar wawancara, lembar observasi, lembar penilaian ahli media, lembar penilaian ahli materi, dan angket respons peserta didik. Instrumen penilaian ahli serta angket respon peserta didik disusun dalam format Skala Likert 1-4 dengan 24 butir pernyataan yang terbagi ke dalam enam aspek penilaian. Data penilaian ahli dianalisis dengan menghitung rerata skor ($\bar{X} = \Sigma X/N$) yang kemudian dikonversi ke kategori kelayakan: 3,26-4,00 Sangat Layak; 2,51-3,25 Layak; 1,76-2,50 Cukup Layak; dan 1,00-1,75 Tidak Layak. Adapun data respons peserta didik dianalisis dengan menghitung persentase skor ($P = \Sigma S/\Sigma S_{maks} \times 100\%$) yang dikonversi ke lima kategori: 81-100% Sangat Baik, 61-80% Baik, 41-60% Cukup, 21-40% Kurang, dan 0-20% Sangat Kurang. Produk dinyatakan layak apabila penilaian ahli mencapai kategori minimal Layak, dan dinyatakan baik apabila respons peserta didik mencapai kategori minimal Baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

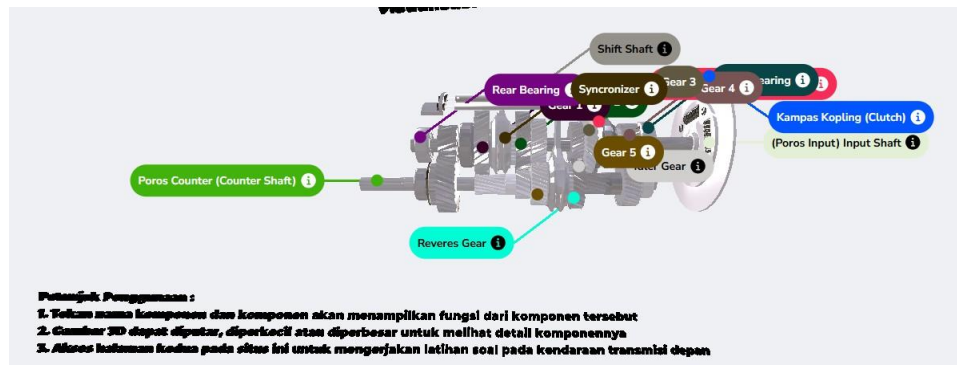
Hasil Pengembangan Modul

Produk akhir penelitian ini berupa modul interaktif digital yang tersusun dalam tiga misi belajar progresif, dikemas dengan identitas visual konsisten sebagaimana ditunjukkan pada sampul modul (Gambar 1).



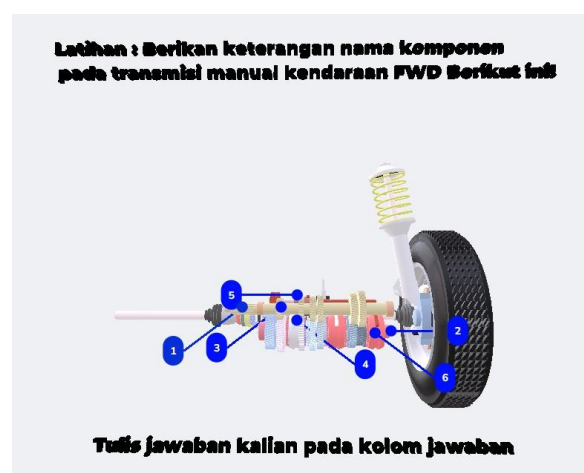
Gambar 1. Sampul Modul Interaktif Transmisi Manual Berbasis Augmented Reality dan Video

Misi pertama memuat pengenalan dan klasifikasi komponen utama beserta prinsip *gear ratio*; misi kedua menjelaskan cara kerja *synchronizer unit* dan alur tenaga (*power flow*) pada tiap tingkat percepatan; dan misi ketiga membahas prosedur pemeriksaan visual serta pengukuran menggunakan vernier caliper, dial gauge, dan feeler gauge. Setiap misi dilengkapi marker AR berbasis Assemblr Edu yang memungkinkan peserta didik memutar, memperbesar, dan menelusuri label fungsi setiap komponen secara *real-time*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi Augmented Reality Sistem Transmisi Manual dengan Anotasi Komponen pada Aplikasi Assemblr Edu

Selain halaman eksplorasi komponen, modul juga menyediakan halaman AR lanjutan yang berfungsi sebagai evaluasi mandiri, yaitu model transmisi tanpa label yang harus dicocokkan peserta didik dengan nama komponen yang benar (Gambar 3), sehingga fitur AR tidak hanya berperan sebagai media visualisasi tetapi juga sarana asesmen formatif yang mendorong keaktifan peserta didik.



Gambar 3. Tampilan Augmented Reality Latihan Pengenalan Komponen Transmisi Manual pada Kendaraan FWD

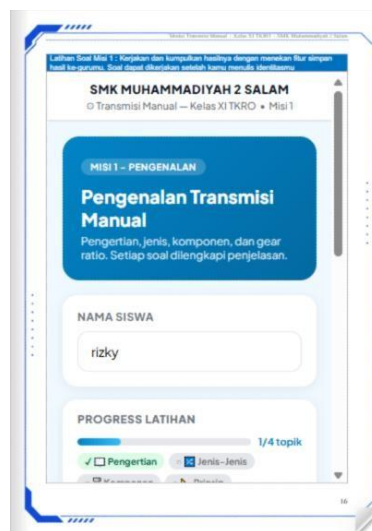
Video demonstrasi cara kerja dan prosedur praktik disematkan langsung secara *embed* di dalam *flipbook* Heyzine, sedangkan setiap misi dilengkapi latihan soal interaktif yang dapat memberikan *feedback* secara langsung serta rubrik

Journal of Automotive Technology & Education, Vol.3, Edisi 2, Juni 2026

refleksi diri. Hasil penilaian ahli media dan ahli materi terhadap enam aspek penilaian disajikan secara terpisah pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 4. Tampilan Video Demonstrasi Cara Kerja Transmisi Manual Pada Modul



Gambar 5. Tampilan Latihan Soal Interaktif yang Disematkan Pada Modul

Tabel 1. Rekapitulasi Skor Penilaian Ahli Media

Aspek Penilaian	Skor Ahli Media
Tampilan	3,50
Usability	3,50
Kualitas Teknis AR	3,75
Kualitas Video	3,75
Kesesuaian Desain	3,75
Kejelasan Petunjuk Penggunaan	4,00
Rerata Keseluruhan	3,71

Tabel 2. Rekapitulasi Skor Penilaian Ahli Materi

Aspek Penilaian	Skor Ahli Materi
Kebenaran Materi	3,75
Cakupan Materi	3,50
Kedalaman Materi	4,00
Kesesuaian Tujuan	4,00
Kejelasan Penyajian	4,00
Kompetensi TKRO	4,00
Rerata Keseluruhan	3,88

Kedua ahli menetapkan modul pada kategori Sangat Layak, dengan aspek kejelasan petunjuk penggunaan mencatatkan skor tertinggi pada penilaian media (4,00) dan empat dari enam aspek mencatatkan skor sempurna pada penilaian materi. Proses Penilaian ini merupakan wujud dari tahap *expert appraisal* pada model 4D, yang berfungsi mengevaluasi kelayakan produk media pembelajaran sebelum diujicobakan kepada peserta didik (Siswanto et al., 2024). Catatan perbaikan yang diberikan kedua ahli telah ditindaklanjuti sebelum modul diujicobakan kepada peserta didik.

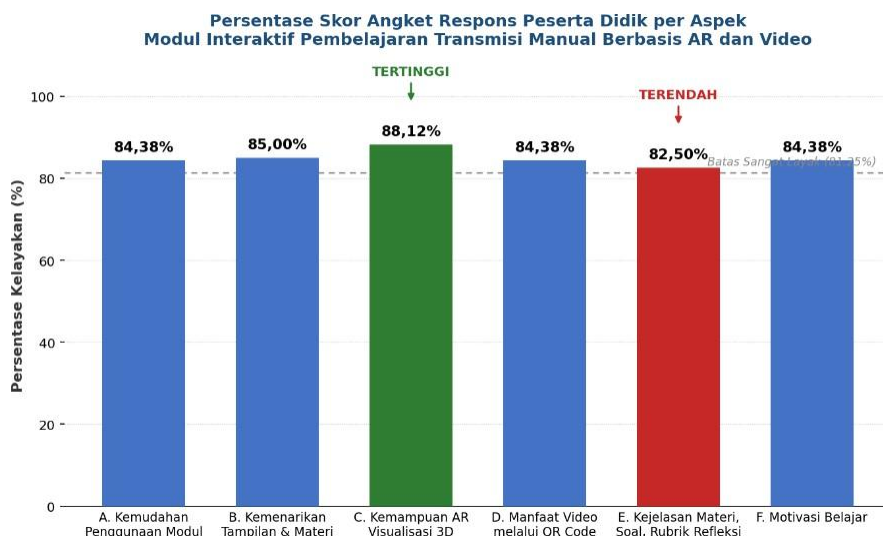
Hasil angket respons sepuluh peserta didik terhadap enam aspek modul disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Persentase Respons Peserta Didik

Aspek	Persentase (%)	Kategori
Kemudahan penggunaan modul	84,38	Sangat Baik
Kemenarikan tampilan dan penyajian	85,00	Sangat Baik
Kemampuan AR memvisualisasikan komponen 3D	88,12	Sangat Baik
Manfaat video pembelajaran via QR Code	84,38	Sangat Baik
Kejelasan materi, latihan, dan rubrik refleksi	82,50	Sangat Baik
Motivasi belajar setelah menggunakan modul	84,38	Sangat Baik
Rerata Keseluruhan	84,79	Sangat Baik

Seluruh aspek angket respons berada pada kategori Sangat Baik, dengan aspek kemampuan AR dalam memvisualisasikan komponen tiga dimensi mencatatkan capaian tertinggi dan aspek kejelasan materi serta rubrik refleksi mencatatkan capaian terendah, meski keduanya tetap berada di atas ambang batas baik ($\geq 61\%$), sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 6. Uji coba produk dilakukan secara terbatas kepada sepuluh

peserta didik kelas XI TKRO untuk memperoleh respons awal pengguna terhadap modul, sehingga hasil ini belum dapat digeneralisasikan sebagai bukti respon pengguna produk secara luas.



Gambar 6. Diagram Persentase Skor Angket Respons Peserta Didik per Aspek

Pembahasan

Capaian tertinggi pada aspek visualisasi AR (88,12%) memperkuat pola yang dilaporkan Nilamsari dan Dewi (2023) maupun Ahmad et al. (2022), bahwa Assemblr Edu mampu menghadirkan representasi tiga dimensi dari objek yang sulit diakses secara fisik dalam konteks penelitian ini adalah komponen *synchronizer* dan *reverse idler gear* yang tersembunyi di dalam *housing* transmisi. Temuan ini selaras dengan simpulan tinjauan literatur sistematis Wiliyanti et al. (2024) bahwa media berbasis AR konsisten unggul membangun pemahaman konsep abstrak dibandingkan media konvensional, serta hasil Mukhtar et al. (2023) pada bidang konstruksi bangunan yang menunjukkan pola peningkatan hasil belajar serupa meski pada mata pelajaran berbeda.

Keputusan menggabungkan modul teks, AR, dan video ke dalam satu flipbook bukan menyediakannya sebagai tiga media terpisah sejalan dengan prinsip koherensi pada teori multimedia learning klasik Mayer (2009), yang hingga kini masih menjadi rujukan utama dalam kajian desain multimedia pembelajaran dan menekankan pentingnya meminimalkan beban kognitif tambahan akibat perpindahan platform saat peserta didik mengakses materi pendukung. Penyematan video ke dalam modul juga memanfaatkan karakteristik media audio-visual yang memungkinkan peserta didik memahami pesan pembelajaran melalui penglihatan dan pendengaran secara bersamaan (Siswanto et al., 2024). Pendekatan ini juga memperkuat temuan Asri et al. (2025) yang membuktikan bahwa integrasi modul dan video pembelajaran secara bersamaan menghasilkan peningkatan kompetensi praktik yang

signifikan pada peserta didik TVET, meskipun penelitian tersebut belum melibatkan unsur AR sebagaimana pada produk yang dikembangkan di sini.

Skor tinggi pada aspek kejelasan petunjuk penggunaan (4,00) turut mencerminkan kualitas usability modul, sejalan dengan temuan Yudiantoko et al. (2025) yang mengevaluasi kebergunaan sebuah platform pembelajaran digital berbasis metakognisi dan menegaskan bahwa kemudahan penggunaan (*ease of use*) serta kejelasan navigasi menjadi penentu utama tingkat penerimaan pengguna terhadap media digital. Sementara itu, aspek kelengkapan cakupan materi yang relatif lebih rendah (3,50) pada penilaian ahli materi mengindikasikan bahwa modul berbasis teknologi sekalipun tetap perlu memenuhi kaidah pemilihan media yang tepat sasaran, sebagaimana ditekankan Mastang et al. (2025) dalam pengembangan media animasi untuk konsep Teknik Kendaraan Ringan, yaitu kelengkapan ilustrasi pada setiap komponen yang dibahas turut menentukan efektivitas media dalam membangun pemahaman peserta didik.

Pemilihan Heyzine sebagai wadah pengemasan *flipbook* digital juga sejalan dengan temuan Saepudin (2025) bahwa penggunaan Heyzine *flipbook* terbukti meningkatkan motivasi belajar peserta didik SMK karena tampilannya yang menyerupai buku nyata sekaligus mudah diakses melalui tautan maupun kode QR. Fleksibilitas akses modul melalui perangkat pribadi peserta didik turut relevan dengan temuan Dewi et al. (2023) mengenai persepsi instruktur industri terhadap pelatihan jarak jauh berbasis *Learning Management System*, yang menegaskan bahwa media digital yang dapat diakses tanpa batasan tempat dan waktu memudahkan proses pelatihan maupun pembelajaran teknis. Prinsip yang sama berlaku pada modul ini, karena seluruh peserta didik subjek uji coba telah memiliki dan terbiasa mengoperasikan smartphone berbasis Android sehingga fitur AR dapat diakses tanpa investasi perangkat tambahan dari sekolah.

Dari sisi minat belajar, hasil ini juga sejalan dengan Primartadi et al. (2024) yang menemukan bahwa media pembelajaran berbasis alat peraga pada materi sistem rem sepeda motor mampu meningkatkan minat belajar peserta didik SMK dibandingkan pembelajaran tanpa media pendukung. Tingginya skor pada aspek motivasi belajar (84,38%) pada penelitian ini memperkuat pola yang sama, yaitu media pembelajaran yang dirancang secara kontekstual dan interaktif cenderung menumbuhkan antusiasme peserta didik terhadap materi teknik yang kompleks, sejalan pula dengan pandangan Adan (2023) bahwa motivasi belajar berfungsi sebagai pendorong sekaligus penggerak perilaku belajar peserta didik. Capaian ini juga menjadi indikasi awal bahwa modul dapat menjembatani

kesiapan konseptual sebelum sesi praktik, merespons kebutuhan yang diidentifikasi Firman et al. (2024) pada pembelajaran praktik pemindah tenaga TKRO.

Secara keseluruhan, hasil penilaian dan uji coba menunjukkan bahwa modul interaktif berbasis AR dan video ini memenuhi kriteria kelayakan teoretis sekaligus terkategori sangat baik, sehingga berpotensi diadopsi sebagai media pendukung pada mata pelajaran produktif otomotif yang menuntut visualisasi komponen tersembunyi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, dapat disimpulkan tiga hal berikut. Pertama, modul interaktif berbasis AR dan video untuk materi transmisi manual telah berhasil dikembangkan melalui model 4D, mencakup tiga misi belajar progresif yang memadukan visualisasi 3D berbasis Assemblr Edu, video demonstrasi tersemat, latihan soal, dan rubrik refleksi diri dalam satu *flipbook* digital. Kedua, tingkat kelayakan modul dinyatakan Sangat Layak berdasarkan penilaian ahli media (rerata 3,71) dan ahli materi (rerata 3,88). Ketiga, modul dinyatakan Sangat Baik berdasarkan respons sepuluh peserta didik dengan persentase keseluruhan 84,79% dengan aspek visualisasi AR memperoleh apresiasi tertinggi di antara enam aspek yang diujikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi AR dan video ke dalam satu modul terstruktur merupakan alternatif yang terkategori sangat layak dan sangat baik untuk menjembatani keterbatasan visualisasi pada materi teknik otomotif yang komponen intinya berada di dalam *housing* tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Adan, S. I. A. (2023). Pentingnya motivasi belajar dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *PIJAR: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 76–86. <http://pijar.saepublisher.com/index.php/jpp/article/view/17>
- Ahmad, Z., Ahmad, H., & Rahman, Z. A. (2022). Penggunaan media pembelajaran Augmented Reality berbantuan Assemblr Edu untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(23), 514–521. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7421774>
- Asri, S., Wu, T. T., & Nasrullah Kamal, M. F. (2025). Implementing the module and learning video in turning tapered to enhance the students' competency in mechanical engineering education. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 31(1), 71–81. <https://doi.org/10.21831/jptk.v31i1.83111>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik pendidikan 2023*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/24/54557f7c1bd32f187f3cdab5/statistik-pendidikan-2023.html>
- Dewi, A. S., Siswanto, I., Tafakur, & Haryana, K. (2023). Persepsi instruktur industri terhadap pelatihan jarak jauh menggunakan learning management system. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 6(1), 49–60. <https://doi.org/10.21831/jpvo.v6i1.62646>
- Firman, A., Rifdarmon, Martias, & Hidayat, N. (2024). Efektivitas pembelajaran praktik terhadap hasil belajar pemindah tenaga kendaraan ringan kelas XI TKRO SMK Negeri 2 Kota Solok. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 2(4), 491–500. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v2i4.209>

- Mastang, A., Imtihan, M., & Pahmi, M. A. (2025). Meningkatkan pemahaman konsep Teknik Kendaraan Ringan melalui media pembelajaran animasi. *Bima Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3), 864–873. <https://doi.org/10.53299/bajpm.v5i3.2613>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (Edisi ke-2). Cambridge University Press.
- Mukhtar, E., Sudjani, S., & Supriatna, N. (2023). Pengaruh Augmented Reality terhadap hasil belajar siswa dalam mata pelajaran konstruksi dan utilitas gedung di SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 3(1), 101–116. <https://doi.org/10.17509/jptb.v3i1.56956>
- Nilamsari, D. P., & Dewi, I. P. (2023). Rancang bangun media Assemblr Edu berbasis Augmented Reality mata pelajaran dasar-dasar teknik elektronika. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 11(1), 96–105. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i1.121759>
- Primartadi, A., Suyitno, S., & Jatmoko, D. (2024). Pengembangan media pembelajaran sistem rem cakram dan tromol sepeda motor terhadap minat belajar siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 6(2), 99–106. <https://doi.org/10.21831/jpvo.v6i2.72387>
- Rachim, M. R., Salim, A., & Qomario, Q. (2024). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai media pembelajaran terhadap keaktifan belajar siswa dalam pendidikan modern. *Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 594–605. <https://doi.org/10.51574/jrip.v4i1.1407>
- Saepudin. (2025). Penggunaan media digital Heyzine flipbook untuk meningkatkan motivasi belajar siswa SMK. *JIPETIK: Jurnal Ilmiah Penelitian Teknologi Informasi & Komputer*, 6(2), 341–349. <https://doi.org/10.26877/jipetik.v6i2.25873>
- Siswanto, I., Sukaswanto, Purwanto, Fatin, N. N., & Aji, A. V. S. (2024). *Teori dan pengembangan media pembelajaran teknik otomotif*. UNY Press.
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Center for Innovation in Teaching the Handicapped, Indiana University.
- Wiliyanti, V., Ayu, S. N., Noperi, H., & Suryani, Y. A. (2024). Systematic literature review: Pengaruh media pembelajaran berbasis Augmented Reality terhadap pemahaman konsep dan minat belajar peserta didik. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(2), 953–964. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v4i2.1359>
- Yudiantoko, A., Wahyudi, K. S., Fatin, N. N., Rahmadonna, S., & Fathoni, M. I. (2025). A metacognition-based digital microlearning platform: The usability evaluation. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 31(2), 147–163. <https://doi.org/10.21831/jptk.v31i2.90289>