KELAYAKAN PROTOTIPE SEPEDA LISTRIK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA KULIAH MOBIL LISTRIK

Aji Samiaji*, Sri Murwantini, Supriyadi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Palangka Raya, Indonesia
E-mail Corresponding Author: ajisamiajii4@email.com

Abstrak: Keterbatasan media praktik pada mata kuliah Mobil Listrik mendorong pemanfaatan prototipe sepeda listrik untuk memperagakan hubungan baterai, pengendali, motor arus searah, dan pengaturan kecepatan. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan proses pemanfaatan prototipe tersebut sebagai media pembelajaran dan menilai kelayakannya menurut dosen serta mahasiswa. Pendekatan yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan kerangka ADDIE. Evaluasi dilakukan melalui angket skala empat terhadap satu dosen pengampu (16 butir) dan sepuluh mahasiswa (11 butir) setelah penerapan dalam pembelajaran pada 13 November 2024. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase tiap aspek dan rerata persentase antaraspek. Penilaian dosen menghasilkan 95,00% untuk kemudahan, 96,43% untuk kesesuaian, dan 100,00% untuk kejelasan, dengan rerata 97,14% (sangat layak). Tanggapan mahasiswa menghasilkan 91,00% untuk kemudahan, 85,00% untuk kejelasan, dan 81,25% untuk tampilan, dengan rerata 85,75% (sangat layak). Hasil ini menunjukkan kelayakan awal prototipe sebagai alat peraga komponen dasar penggerak kendaraan listrik dalam konteks kelas terbatas. Karena penilaian didasarkan pada persepsi responden tanpa pengukuran hasil belajar, temuan belum membuktikan peningkatan pemahaman atau efektivitas pembelajaran.

Kata Kunci: sepeda listrik; media pembelajaran; kelayakan media; penggerak kendaraan listrik; pendidikan teknik mesin.

Abstract: *Limited practical learning media in an Electric Vehicle course motivated the use of an electric bicycle prototype to demonstrate the relationships among a battery, controller, direct-current motor, and speed control. This study aimed to describe the instructional use of the prototype and evaluate its feasibility based on lecturer and student assessments. A research-and-development approach informed by the ADDIE framework was employed. Four-point questionnaires were administered to one course lecturer (16 items) and ten students (11 items) following classroom implementation on 13 November 2024. The data were analyzed descriptively using aspect-level percentages and an unweighted mean across aspects. The lecturer rated ease of use at 95.00%, curricular relevance at 96.43%, and clarity at 100.00%, yielding an overall mean of 97.14% (highly feasible). Students rated ease of use at 91.00%, clarity at 85.00%, and visual presentation at 81.25%, yielding an overall mean of 85.75% (highly feasible). These results provide preliminary support for using the prototype to demonstrate basic electric-drive components in a small-class setting. However, because the assessment relied on perceptions rather than measured learning outcomes, the findings do not establish improvements in student understanding or instructional effectiveness.*

Keywords: *electric bicycle; learning media; media feasibility; electric drive system; mechanical engineering education.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kendaraan listrik menuntut pembelajaran teknik otomotif yang tidak hanya menjelaskan konsep melalui teks dan gambar, tetapi juga memperlihatkan keterhubungan komponen sistem penggerak. Pada pendidikan teknik, pengenalan sumber energi listrik, pengendali daya, motor traksi, dan antarmuka pengendara merupakan dasar untuk memahami aliran energi serta respons sistem ketika dioperasikan. Kajian Ravi dkk. (2024) menekankan bahwa prototipe kendaraan listrik dapat menjadi wahana pengenalan sistem teknik secara konkret. Ulasan Thangavel dkk. (2023) juga memperlihatkan bahwa sistem kendaraan listrik melibatkan beragam subsistem, antara lain motor traksi, baterai dan manajemennya, serta pengisian daya. Oleh sebab itu, karakteristik dan kompleksitas suatu alat peraga perlu disesuaikan dengan tujuan pembelajaran.

Landasan teknis sistem penggerak diperoleh dari pembahasan motor listrik dan penerapannya pada kendaraan listrik (Bagia dan Parsa, 2018; Kristyadi, 2018; Thangavel dkk., 2023). Rujukan tersebut digunakan untuk memetakan fungsi komponen pada media, bukan untuk menyatakan bahwa performa sepeda listrik setara dengan mobil listrik produksi.

Dalam konteks pendidikan vokasi, kesesuaian media dengan capaian pembelajaran dan kemudahan penggunaan merupakan pertimbangan penting. Penelitian Gani dkk. (2022) pada media

Festo FluidSIM memperlihatkan penerapan pendekatan ADDIE untuk pengembangan media pembelajaran otomotif. Setiawan dkk. (2024) juga meneliti persepsi mahasiswa terhadap media mini cultivator pada materi Elemen Mesin. Kedua contoh tersebut menunjukkan relevansi evaluasi media pembelajaran melalui respons pengguna, tetapi hasil persepsi perlu dibedakan dari hasil pengukuran penguasaan materi. Prince (2004) menjelaskan pentingnya menguji pendekatan pembelajaran aktif dengan bukti hasil belajar, bukan hanya kesan partisipasi.

Penelitian terdahulu mengenai media dan alat peraga pada pembelajaran teknik maupun sains telah menggunakan penilaian kelayakan dengan konteks produk yang berbeda, antara lain alat peraga instalasi listrik (Martin dkk., 2022), elektromagnetik (Muji dkk., 2020), papan pecahan (Nufus dkk., 2022), simulasi PhET (Rahmawati dan Khaerunnisa, 2024), dan media augmented reality instalasi motor listrik (Sidiq dan Muskhir, 2020). Penelitian-penelitian tersebut menjadi pembanding pendekatan evaluasi, bukan bukti efektivitas prototipe sepeda listrik yang dikaji di sini.

Pengembangan media pembelajaran perlu mempertimbangkan kesesuaian materi, kemudahan akses dan penggunaan, serta kejelasan penyajian (Asyhar, 2021; Hasan dkk., 2021; Musfiqon, 2012; Wahono, 2006). Kajian pembelajaran aktif oleh Prince (2004) relevan sebagai dasar pedagogis penggunaan demonstrasi; namun, keterlibatan mahasiswa atau peningkatan hasil belajar tidak diukur secara langsung pada studi ini.

Pada mata kuliah Mobil Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Palangka Raya, observasi pembelajaran dalam penelitian ini menunjukkan keterbatasan alat peraga untuk mengenalkan komponen dasar penggerak listrik. Penyampaian materi lebih banyak bertumpu pada presentasi dan penelusuran referensi secara mandiri. Salah satu capaian pembelajaran mata kuliah ialah memahami konsep kendaraan listrik penuh (full electric), termasuk motor listrik, pengendali, baterai, dan sistem pengisian. Dalam kondisi tersebut, sebuah sepeda konvensional yang dikonversi menjadi sepeda listrik melalui proyek akhir mahasiswa dipertimbangkan sebagai media yang dapat diamati langsung dan dioperasikan pada demonstrasi terbatas.

Pemanfaatan sepeda listrik perlu dibatasi secara konseptual: media ini memperagakan prinsip dasar sistem penggerak listrik, bukan merepresentasikan seluruh arsitektur mobil listrik. Sebagai contoh, konfigurasi kendaraan, sistem kendali, proteksi, dan baterai pada mobil listrik dapat lebih kompleks. Oleh sebab itu, penelitian ini berfokus pada kelayakan prototipe sebagai alat peraga pengantar untuk mengenali hubungan motor arus searah (DC), pengendali DC, baterai, throttle, dan voltmeter. Pertanyaan penelitiannya adalah: (1) bagaimana prototipe dipetakan ke kebutuhan pembelajaran dan diimplementasikan, serta (2) bagaimana tingkat kelayakannya berdasarkan penilaian dosen dan tanggapan mahasiswa?

METODE

Rancangan dan Konteks Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (research and development) dengan kerangka Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate (ADDIE) menurut Branch (2009). Pengembangan dalam penelitian ini dipahami sebagai adaptasi dan pemanfaatan prototipe sepeda listrik hasil proyek akhir mahasiswa menjadi alat peraga perkuliahan, kemudian dilanjutkan penilaian kelayakan. Fokus bukti empiris terletak pada evaluasi penggunaan media, bukan pengujian peningkatan hasil belajar melalui desain eksperimen.

Rujukan metodologis penelitian pengembangan digunakan untuk menjelaskan hubungan antara identifikasi kebutuhan, pengembangan produk, dan evaluasi media (Arikunto, 2010; Sugiyono, 2020). Tahapan desain pembelajaran ADDIE juga dibahas oleh Junaedi (2019). Implementasi ADDIE pada artikel ini tidak ditafsirkan sebagai bukti bahwa setiap fase telah divalidasi melalui eksperimen terpisah.

Tahap analisis dilakukan melalui observasi pembelajaran dan penelaahan materi mata kuliah; tahap desain memetakan komponen prototipe ke capaian pembelajaran; tahap pengembangan mencakup perakitan/persiapan media, pemeriksaan fungsi dasar, dan penilaian dosen; tahap implementasi dilaksanakan dalam perkuliahan Mobil Listrik pada 13 November 2024; tahap evaluasi mengumpulkan tanggapan pengguna setelah demonstrasi. Subjek penilaian terdiri atas satu dosen pengampu mata kuliah peminatan otomotif dan sepuluh mahasiswa yang mengikuti perkuliahan pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025.

Media dan Instrumen

Media berupa sepeda konvensional yang dikonversi menjadi sepeda listrik dengan komponen utama baterai, motor DC, pengendali, throttle, dan voltmeter. Komponen tersebut digunakan untuk menunjukkan jalur penyaluran daya dan respons motor terhadap kendali kecepatan. Dokumen penelitian tidak menyediakan spesifikasi numerik kapasitas baterai, tegangan kerja, daya motor, atau hasil pengujian keselamatan, sehingga parameter teknis tersebut tidak dianalisis.

Tabel 1. Struktur instrumen penilaian prototipe

Instrumen	Aspek	Jumlah butir	Sumber data
Penilaian dosen	Kemudahan; kesesuaian dengan CPMK; kejelasan	5; 7; 4 (total 16)	1 dosen
Tanggapan mahasiswa	Kemudahan; kejelasan; tampilan	5; 4; 2 (total 11)	10 mahasiswa

Setiap butir menggunakan skor maksimum empat. Rekapitulasi penilaian dosen tersedia pada tingkat butir, sedangkan data mahasiswa tersedia sebagai jumlah skor per butir dari sepuluh responden. Rincian respons per mahasiswa tidak tersedia dalam naskah sumber. Oleh karena itu, analisis dibatasi pada rekapitulasi deskriptif yang dapat dihitung dari informasi tersebut.

Penyusunan indikator tanggapan mengacu pada prinsip evaluasi media dan penilaian pembelajaran, termasuk kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran (Murwantini, 2023; Widoyoko, 2014). Prinsip analisis kualitas instrumen merujuk pada Retnawati (2016).

Teknik Analisis Data

Persentase suatu aspek dihitung dengan membagi jumlah skor yang diperoleh dengan skor maksimum teoretis pada aspek yang sama, kemudian mengalikan 100%. Skor maksimum teoretis merupakan hasil perkalian jumlah butir, jumlah responden, dan skor maksimum empat. Sesuai cara penyajian dalam naskah awal, indikator utama kelayakan dihitung sebagai rerata aritmetika dari tiga persentase aspek dengan bobot sama, bukan persentase gabungan seluruh butir.

Perhitungan deskriptif berbasis persentase digunakan untuk memudahkan interpretasi penilaian dengan merujuk prinsip penyajian statistik dasar (Riduwan, 2012). Dalam artikel ini, rerata antaraspek dipertahankan sebagai ukuran utama sesuai naskah sumber dan dibedakan secara eksplisit dari persentase gabungan seluruh butir.

Persentase aspek = (Σ skor aspek / [jumlah butir aspek × jumlah responden × 4]) × 100%. Rerata antaraspek = (persentase aspek 1 + aspek 2 + aspek 3) / 3. Sebagai informasi tambahan untuk transparansi, persentase gabungan butir juga dilaporkan secara terpisah, sebab pembobotan aspek yang sama dan pembobotan semua butir menghasilkan nilai yang berbeda jika jumlah butir tiap aspek tidak sama.

Tabel 2. Kriteria interpretasi penilaian yang digunakan dalam penelitian

Rentang persentase	Kategori
$85 < X \leq 100$	Sangat layak
$70 < X \leq 85$	Layak
$55 < X \leq 70$	Cukup layak
$40 < X \leq 55$	Kurang layak
$25 \leq X \leq 40$	Sangat kurang layak

Batas kategori mengikuti kriteria pada naskah awal. Interpretasi hanya berlaku untuk skor kuesioner yang dilaporkan. Kelayakan produk sebagai media pembelajaran tidak secara otomatis berarti efektivitasnya dalam meningkatkan nilai atau kompetensi mahasiswa.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

Analisis Kebutuhan dan Rancangan Media

Observasi pembelajaran memperlihatkan tiga permasalahan utama, yaitu presentasi materi yang belum didukung demonstrasi komponen secara memadai, variasi media pembelajaran yang terbatas,

dan belum tersedianya alat peraga untuk menjelaskan komponen dasar penggerak kendaraan listrik penuh. Berdasarkan telaah materi, prototipe diarahkan untuk memperlihatkan keterkaitan baterai sebagai sumber daya, pengendali sebagai pengatur penyaluran daya, motor DC sebagai aktuator penggerak, dan throttle sebagai masukan pengendara. Voltmeter melengkapi pengamatan kondisi tegangan secara sederhana.

Gambar 1 menunjukkan prototipe fisik yang digunakan dalam penelitian. Secara pedagogis, mahasiswa dapat mengidentifikasi komponen secara langsung, membedakan fungsi sumber energi dan penggerak, serta mengikuti hubungan antarbagian sistem. Namun, demonstrasi tersebut bersifat representasi sistem dasar dan tidak mencakup keseluruhan subsistem mobil listrik.



Gambar 1. Prototipe sepeda listrik hasil konversi yang digunakan sebagai media pembelajaran

Pengembangan dan Penilaian Dosen

Prototipe disiapkan dengan komponen motor, baterai, throttle, pengendali, rem, dan voltmeter. Setelah dilakukan pemeriksaan fungsi dasar, satu dosen pengampu menilai kelayakan media berdasarkan 16 butir pada tiga aspek. Tabel 3 mempertahankan skor penilaian per butir dari naskah asli dengan redaksi indikator yang diseragamkan.

Tabel 3. Rekapitulasi skor penilaian dosen (n = 1)

No.	Aspek	Indikator penilaian	Skor / 4
1	Kemudahan	Media aman dan mudah untuk digunakan	4
2	Kemudahan	Media mudah untuk dioperasikan dan dipelihara	4
3	Kemudahan	Media pembelajaran mudah untuk dipahami	4
4	Kemudahan	Cara kerja media pembelajaran sangat sederhana	4
5	Kemudahan	Penggunaan prototipe sebagai media dinilai praktis	3
6	Kesesuaian	Komponen motor DC sesuai dengan CPMK	4
7	Kesesuaian	Komponen pengendali DC sesuai dengan CPMK	4
8	Kesesuaian	Komponen baterai sesuai dengan CPMK	4
9	Kesesuaian	Media dapat dimanfaatkan untuk belajar mandiri	4
10	Kesesuaian	Media mencakup motor DC, pengendali DC, dan baterai	4
11	Kesesuaian	Media dapat digunakan pada kelas terbatas	4
12	Kesesuaian	Penggunaan media pada kelas terbatas dinilai efektif	3
13	Kejelasan	Media memvisualisasikan prinsip dan konsep motor DC	4
14	Kejelasan	Media memvisualisasikan prinsip dan konsep pengendali DC	4
15	Kejelasan	Media memvisualisasikan prinsip dan konsep penyusunan baterai	4
16	Kejelasan	Komponen penyusun media terlihat jelas	4
	TOTAL	16 butir	62

Lima butir kemudahan menghasilkan 19 dari 20 poin (95,00%), tujuh butir kesesuaian menghasilkan 27 dari 28 poin (96,43%), dan empat butir kejelasan menghasilkan 16 dari 16 poin (100,00%). Rerata antaraspek adalah 97,14%, sehingga berada pada kategori sangat layak. Jika semua butir digabung dan diberi bobot sama, skornya 62 dari 64 poin atau 96,88%. Nilai gabungan ini merupakan informasi tambahan dan tidak menggantikan rerata antaraspek yang digunakan sebagai indikator utama.

Implementasi dan Tanggapan Mahasiswa

Media diimplementasikan dalam pembelajaran mata kuliah Mobil Listrik pada 13 November 2024 dengan sepuluh mahasiswa. Setelah penggunaan media, mahasiswa diminta mengisi angket tanggapan. Tabel 4 menyajikan sebelas butir yang tercantum pada rekapitulasi data asli; perbaikan jumlah butir ini penting karena bagian narasi sebelumnya menyebut sepuluh pertanyaan, sedangkan tabel sumber secara jelas memuat sebelas.

Tabel 4. Rekapitulasi skor tanggapan mahasiswa (n = 10)

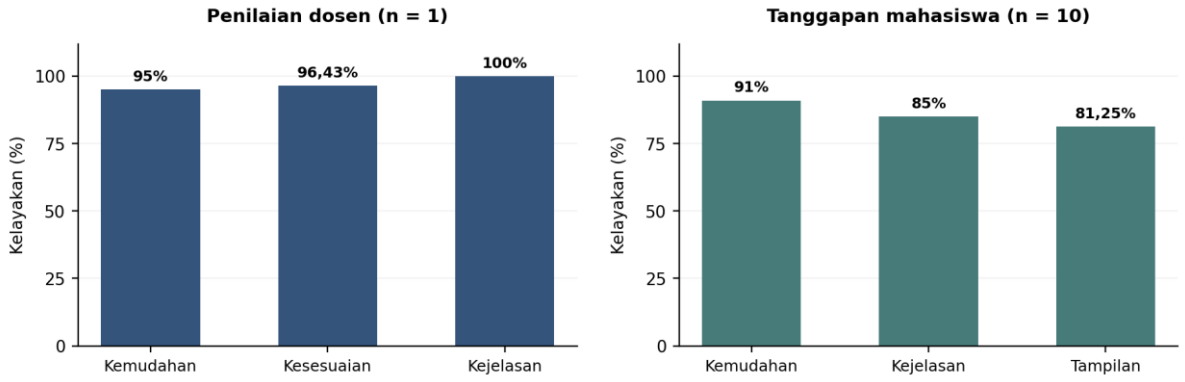
No.	Aspek	Indikator penilaian	Skor total / 40
1	Kemudahan	Media aman dan mudah untuk digunakan	36
2	Kemudahan	Media mudah untuk dioperasikan	37
3	Kemudahan	Media pembelajaran mudah untuk dipahami	37
4	Kemudahan	Cara kerja media pembelajaran sangat sederhana	37
5	Kemudahan	Penggunaan prototipe sebagai media dinilai praktis	35
6	Kejelasan	Media memvisualisasikan prinsip dan konsep motor DC	33
7	Kejelasan	Media memvisualisasikan prinsip dan konsep pengendali DC	36
8	Kejelasan	Media memvisualisasikan prinsip dan konsep penyusunan baterai	35
9	Kejelasan	Komponen yang digunakan dinilai tepat	32
10	Tampilan	Media menarik perhatian mahasiswa agar lebih fokus	32
11	Tampilan	Media mendorong mahasiswa belajar aktif	33
	TOTAL	11 butir	383

Aspek kemudahan memperoleh 182 dari 200 poin (91,00%); aspek kejelasan memperoleh 136 dari 160 poin (85,00%); dan aspek tampilan memperoleh 65 dari 80 poin (81,25%). Rerata ketiga aspek tersebut adalah 85,75%, yang dibulatkan menjadi 86% dan dikategorikan sangat layak. Penilaian tampilan secara individual berada pada kategori layak, bukan sangat layak. Skor total semua butir adalah 383 dari 440 poin atau 87,05%; perbedaan dengan rerata 85,75% timbul karena kedua cara agregasi menggunakan bobot yang berbeda.

Tabel 5. Perbandingan perhitungan kelayakan antarkelompok penilai

Kelompok penilai	Kemudahan	Kesesuaian/ kejelasan*	Kejelasan/ tampilan*	Rerata antaraspek	Gabungan butir
Dosen (n = 1)	95,00%	96,43%	100,00%	97,14%	96,88%
Mahasiswa (n = 10)	91,00%	85,00%	81,25%	85,75%	87,05%

Keterangan:
*Pada dosen, aspek kedua adalah kesesuaian dan aspek ketiga adalah kejelasan; pada mahasiswa, aspek kedua adalah kejelasan dan aspek ketiga adalah tampilan. Rerata antaraspek merupakan dasar kategori yang dipakai dalam artikel ini. Persentase gabungan butir disajikan untuk menunjukkan konsekuensi pembobotan.



(a) (b)

Gambar 2. Persentase penilaian menurut aspek pada dosen (a) dan mahasiswa (b).

Diskusi

Hasil penilaian dosen menunjukkan bahwa komponen prototipe dinilai sesuai untuk mendemonstrasikan motor DC, pengendali DC, dan baterai yang menjadi bagian materi mata kuliah. Aspek kejelasan memperoleh persentase tertinggi (100%), sedangkan aspek kemudahan (95,00%) dan kesesuaian (96,43%) sedikit lebih rendah. Secara rinci, dua butir memperoleh skor tiga dari empat, yakni kepraktisan penggunaan dan penilaian efektivitas pada kelas terbatas. Kedua butir ini dapat menjadi dasar penyempurnaan prosedur demonstrasi dan kemudahan pemeliharaan media.

Dari perspektif mahasiswa, kemudahan memperoleh persentase tertinggi (91,00%), sementara aspek tampilan merupakan yang terendah (81,25%). Perbedaan tersebut mengisyaratkan bahwa fungsi demonstratif prototipe lebih diapresiasi daripada aspek presentasi visualnya. Namun, karena tidak tersedia data respons individual atau wawancara lanjutan, alasan spesifik di balik variasi tanggapan belum dapat dipastikan. Dengan demikian, rekomendasi perbaikan berupa label komponen yang lebih jelas, panel aliran daya, dan panduan pengamatan harus dipahami sebagai implikasi desain yang masuk akal, bukan hasil pengujian kebutuhan tambahan.

Temuan ini berkaitan dengan penelitian terdahulu tentang media praktik teknik. Gani dkk. (2022) menunjukkan penerapan pengembangan media otomotif menggunakan ADDIE dan evaluasi oleh pengguna. Setiawan dkk. (2024) menempatkan persepsi mahasiswa sebagai salah satu sumber informasi dalam penggunaan media fisik pada pembelajaran teknik mesin. Sukardi dkk. (2026) menunjukkan arah pengembangan trainer otomotif yang menambahkan visualisasi digital. Dibandingkan penelitian-penelitian tersebut, kontribusi praktis studi ini terletak pada pemanfaatan sepeda konversi yang sudah tersedia sebagai alat peraga komponen dasar penggerak listrik, alih-alih pada penciptaan teknologi kendaraan listrik baru.

Konteks pembelajaran Mobil Listrik juga memerlukan penjelasan mengenai kesetaraan representasi. Baterai, pengendali, dan motor pada sepeda listrik memang dapat digunakan untuk mengenalkan prinsip perubahan energi listrik menjadi gerak. Walaupun demikian, sistem penggerak mobil listrik nyata dapat memiliki komponen dan skema kendali yang berbeda. Oleh karena itu, dosen perlu menyertakan penjelasan batas analogi selama demonstrasi, agar mahasiswa tidak menganggap prototipe sepeda sebagai model lengkap mobil listrik. Literatur Ravi dkk. (2024) mendukung pentingnya pemilihan prototipe yang sejalan dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan pengujian keselamatan.

Perlu dibedakan pula antara kelayakan dan efektivitas. Nilai 97,14% dan 85,75% menggambarkan evaluasi kelayakan berdasarkan penilaian satu dosen dan persepsi sepuluh mahasiswa pada satu kali implementasi. Data tidak mencakup pretest–posttest, pengamatan kompetensi dengan rubrik kinerja, kelompok pembanding, atau uji retensi. Dengan demikian, kesimpulan yang dapat dipertahankan adalah prototipe memiliki kelayakan awal menurut responden dalam konteks kelas yang diteliti; peningkatan pemahaman mahasiswa belum dapat dinyatakan telah terbukti.

Penelitian memiliki beberapa keterbatasan metodologis: jumlah penilai ahli hanya satu, responden mahasiswa sepuluh orang, seluruh hasil bersumber dari penilaian subjektif, dan rekapitulasi tidak menyertakan data individual yang diperlukan untuk memeriksa konsistensi internal instrumen.

Walaupun naskah awal menyebut rencana perhitungan validitas dan reliabilitas, tidak terdapat angka hasil uji yang dapat dilaporkan, sehingga studi ini tidak mengklaim bahwa kedua sifat instrumen tersebut telah teruji. Selain itu, spesifikasi teknis rinci dan bukti uji keselamatan tidak tercantum dalam data yang tersedia. Penelitian lanjutan perlu mencakup penilaian lebih dari satu ahli, dokumentasi teknis, pemeriksaan keselamatan sebelum penggunaan, dan asesmen capaian belajar yang terukur.

Ketiadaan matriks jawaban pada tingkat responden juga tidak memungkinkan pemeriksaan ulang konsistensi internal menggunakan koefisien alpha. Koefisien tersebut harus ditafsirkan berdasarkan struktur instrumen dan data yang memadai (Cronbach dan Shavelson, 2004).

SIMPULAN

Prototipe sepeda listrik hasil konversi dapat dimanfaatkan sebagai alat peraga pengantar untuk memperlihatkan komponen dasar sistem penggerak kendaraan listrik pada mata kuliah Mobil Listrik. Melalui penerapan kerangka ADDIE, pemanfaatan media disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran, kemudian diuji kelayakannya melalui penilaian dosen dan tanggapan mahasiswa. Rerata antaraspek penilaian satu dosen adalah 97,14% (sangat layak), sedangkan rerata tanggapan sepuluh mahasiswa adalah 85,75% atau sekitar 86% (sangat layak). Aspek tampilan pada tanggapan mahasiswa mencapai 81,25% dan berada pada kategori layak.

Hasil tersebut mendukung penggunaan awal prototipe pada pembelajaran dengan kelas terbatas, khususnya untuk visualisasi baterai, pengendali, dan motor DC. Namun, nilai kelayakan yang diperoleh tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti efektivitas dalam meningkatkan hasil belajar. Pengembangan berikutnya sebaiknya diarahkan pada penyajian visual komponen, prosedur penggunaan dan keselamatan, serta pengukuran kemampuan mahasiswa sebelum dan sesudah pembelajaran.

DAFTAR RUJUKAN

Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik (4th ed.)*. Yogyakarta: Rineka Cipta.

Asyhar, R. (2021). *Kreatif mengembangkan media pembelajaran (1st ed.)*. Jakarta: Gaung Persada Press.

Bagia, I. N., & Parsa, I. M. (2018). *Motor-motor listrik*. Jakarta: CV Rasi Terbit.

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Cronbach, L. J., & Shavelson, R. J. (2004). My Current Thoughts on Coefficient Alpha and Successor Procedures.

Gani, B. O. P., Handoyono, N. A., & Purnomo, S. (2022). Pengembangan media pembelajaraan festo FluidSIM pada mata pelajaran teknologi dasar otomotif. *STEAM Engineering, 3*(2), 97–104. https://doi.org/10.37304/jptm.v3i2.4168

Hasan, M., Milawati, Darodjat, & Tuti Khairani Harahap. (2021). Media Pembelajaran. (F. Sukmawati, Ed.). Klaten: Tahta Media Group.

Junaedi, D. (2019). Desain pembelajaran model ADDIE. *Jurnal Pendidikan Islam, 28*, 2–18.

Kristyadi, T. (2018). *Membangun mobil listrik*. Bandung: Penerbit Itenas.

Martin, Hartini, T. I., & Ermawati, I. R. (2022). Pengujian validasi alat peraga instalasi listrik 1 phase dalam perkuliahan fisika dasar 2. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah), 6*(2), 107–112.

Muji, R., Wahyudi, M., & Zohdi, A. (2020). Pengembangan alat peraga gaya elektromagnetik sebagai solusi media pembelajaran fisika di Ma Al-Maarif qomarul huda montong ara. *Konstan - Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika, 5*(1), 18–26.

Murwantini, S. (2023). Optimalisasi asesmen untuk sekolah menengah kejuruan pada kurikulum merdeka. *STEAM Engineering, 4*(2), 105–113.

Musfiqon, H. M. (2012). *Pengembangan media dan sumber pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

Nufus, H., Muliana, M., Fonna, M., & Mursalin, M. (2022). Analisis kelayakan alat peraga papan pecahan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 11*(2), 1590.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223–231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Rahmawati, F., & Khaerunnisa, E. (2024). *Analisis Kelayakan Phet Simulations sebagai Media Pembelajaran pada Materi Aljabar di SMP Kota Tangerang, 5*(1), 63–69.

Ravi, R., Belkasmi, M., Douadi, O., Faqir, M., Essadiqi, E., Gargab, F. Z., Ezhilchandran, M., & Kasinathan, P. (2024). Advancing sustainable transportation education: A comprehensive analysis of electric vehicle prototype design and fabrication. *World Electric Vehicle Journal, 15*(8), 354. https://doi.org/10.3390/wevj15080354

Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian: Panduan peneliti, mahasiswa, dan psikometrian*. Yogyakarta: Parama Publishing.

Riduwan. (2012). *Dasar-Dasar statistika. (P. dwijaya iswarta, Ed.)*. Bandung: ALFABETA.

Setiawan, F., Wiyogo, W., & Sukardi, S. (2024). Persepsi mahasiswa terhadap media pembelajaran mini cultivator pada materi elemen mesin. *STEAM Engineering, 6*(1), 10–14. https://doi.org/10.37304/jptm.v6i1.13373

Sidiq, H., & Muskhir, M. (2020). Analisis uji kelayakan penerapan media pembelajaran instalasi motor listrik berbasis augmented reality. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 1*(1), 79–82.

Sugiyono. (2020). *Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta Bandung.

Sukardi, S., Rahmat, M. H., Samudra, A., Murwantini, S., & Jaya, H. S. (2026). Pengembangan smart mini trainer sistem kelistrikan bodi otomotif berbasis IoT untuk mendukung pembelajaran era industri 4.0. *STEAM Engineering, 7*(2), 134–142. https://doi.org/10.37304/jptm.v7i2.24763

Thangavel, S., Mohanraj, D., Girijaprasanna, T., Raju, S., Dhanamjayulu, C., & Muyeen, S. M. (2023). A comprehensive review on electric vehicle: Battery management system, charging station, traction motors. *IEEE Access, 11*, 20994–21019. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3250221

Wahono, R. S. (2006). *Aspek dan kriteria penilaian media pembelajaran*. https://romisatriawahono.net/2006/06/21/aspek-dan-kriteria-penilaian-media-pembelajaran/

Widoyoko, E. P. (2014). *Penilaian hasil pembelajaran di sekolah (1st ed.)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.