

Terbit online pada laman: <https://ejournal.umri.ac.id/index.php/JST>

Jurnal Surya Teknika

| ISSN (Print) 2354-6751 | ISSN (Online) 2723-7222 |



Research Article

Pengembangan *Smart Electric Motorcycle Simulator* Sebagai Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik & Hybrid di Prodi Pendidikan Teknik Otomotif UNIMED

Aken Derisman^{1,*}, Nofi Nofrial¹, Ade Kurniawan¹, Rahma Doni¹, Muslim², Muhammad Ridha Fauzi³¹ Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Pasar V, Medan Estate, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221, Indonesia² Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25173, Indonesia.³ Program Studi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau, Jalan Tuanku Tambusai Ujung, Kecamatan Tampan, Kelurahan Delima, Kota Pekanbaru, Riau.

INFORMASI ARTIKEL

Diserahkan : 07 Juni 2026
 Diterima : 28 Juni 2026
 Diterbitkan : 30 Juni 2026

KATA KUNCI

Simulator Sepeda motor Listrik, Media Pembelajaran, Kendaraan Listrik, Pendidikan Vokasional, Teknologi Otomotif

KORESPONDENSI

*E-mail: akenderisman@unimed.ac.id

A B S T R A K

Keterbatasan sarana praktik pada Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik dan Hybrid di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Medan menyebabkan proses pembelajaran masih didominasi teori. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Smart Electric Motorcycle Simulator sebagai media pembelajaran interaktif untuk mendukung pemahaman mahasiswa terhadap sistem sepeda motor listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan simulator, pembuatan meja simulator, perakitan komponen, pengujian fungsional, dan validasi ahli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulator mampu beroperasi sesuai rancangan, ditandai dengan berfungsinya baterai, controller, motor BLDC, throttle, sistem proteksi, dan perangkat monitoring secara terintegrasi. Simulator juga dilengkapi terminal pengkabelan yang memungkinkan mahasiswa melakukan perakitan rangkaian, mengoperasikan sistem, serta memantau tegangan dan arus secara real-time melalui LCD monitor. Selain meningkatkan interaktivitas pembelajaran, desain simulator yang modular menjadikannya mudah dikembangkan, ekonomis, dan sesuai diterapkan pada laboratorium dengan keterbatasan fasilitas. Hasil validasi ahli media memperoleh tingkat pencapaian sebesar 90% dengan kategori sangat valid, sedangkan validasi ahli materi sebesar 88,89%, yang termasuk kategori valid. Dengan demikian, Smart Electric Motorcycle Simulator dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran praktik untuk mendukung pembelajaran teknologi kendaraan listrik pada pendidikan vokasional.

A B S T R A C T

The limited practical facilities in the Electric and Hybrid Vehicle Technology Course in the Automotive Engineering Education Study Program at Medan State University cause the learning process to be dominated by theory. This study aims to develop a Smart Electric Motorcycle Simulator as an interactive learning medium to support students' understanding of electric motorcycle systems. The research method used is Research and Development (R&D) which includes needs analysis, simulator design, simulator table construction, component assembly, functional testing, and expert validation. The results of the study indicate that the simulator is able to operate as designed, characterized by the integrated functioning of the battery, controller, BLDC motor, throttle, protection system, and monitoring device. The simulator is also equipped with wiring terminals that allow students to assemble circuits, operate the system, and monitor voltage and current in real-time via an LCD monitor. In addition to increasing

learning interactivity, the modular design of the simulator makes it easy to develop, economical, and suitable for implementation in laboratories with limited facilities. The results of the media expert validation obtained an achievement level of 90% with a very valid category, while the validation of the material expert was 88.89%, which is included in the valid category. Thus, the Smart Electric Motorcycle Simulator is declared suitable for use as a practical learning medium to support learning of electric vehicle technology in vocational education.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kendaraan listrik, khususnya sepeda motor listrik, semakin pesat sebagai respons terhadap kebutuhan efisiensi energi, pengurangan emisi, dan kebijakan pemerintah dalam mendukung transportasi ramah lingkungan[1]. Kondisi ini mendorong institusi pendidikan vokasional untuk menyesuaikan kurikulum dan proses pembelajaran agar mampu menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi sesuai dengan perkembangan teknologi otomotif masa depan.

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Medan (UNIMED) telah mengakomodasi kebutuhan tersebut melalui penerapan kurikulum berbasis Outcome-Based Education (OBE), salah satunya dengan penyelenggaraan Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik dan Hybrid. Mata kuliah ini bertujuan membekali mahasiswa dengan kemampuan menganalisis, mendiagnosis, memelihara, dan memperbaiki sistem kendaraan listrik dan hybrid sesuai standar industri.

Pelaksanaan pembelajaran masih menghadapi berbagai kendala, terutama keterbatasan sarana praktik di laboratorium. Ketersediaan unit kendaraan listrik maupun simulator masih terbatas, sementara biaya pengadaan dan aspek keselamatan menjadi pertimbangan utama. Akibatnya, pembelajaran cenderung berfokus pada teori dan belum sepenuhnya memberikan pengalaman praktik yang memadai.

Padaahal, pendidikan vokasional menekankan pendekatan learning by doing yang membutuhkan dukungan media pembelajaran praktik untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan mahasiswa [2],[3]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan simulator sebagai media pembelajaran mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, sekaligus meningkatkan motivasi dan kompetensi peserta didik [4]-[6].

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan sistem kerja sepeda motor listrik secara aman, interaktif, dan mudah digunakan. Oleh

karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan Smart Electric Motorcycle Simulator sebagai media pembelajaran interaktif pada Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik dan Hybrid di Prodi Pendidikan Teknik Otomotif UNIMED. Pengembangan simulator ini difokuskan pada pembuktian konsep teknologi pada Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) 3, sehingga dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep dasar sistem kendaraan listrik sekaligus memperkuat implementasi kurikulum OBE.

1.1 Simulator

Simulator ialah suatu pemodelan dari sistem yang sebenarnya dan apabila diberikan perlakuan akan menimbulkan gejala seperti gejala yang timbul pada kelistrikan mobil sesungguhnya [7]. Simulator juga bisa digunakan sebagai media pembelajaran, pengaplikasian simulator sebagai media pembelajaran dalam proses belajar merupakan salah satu metode yang sangat bagus untuk di terapkan karena lebih memudahkan untuk mengetahui fungsi, komponen dan cara kerja dari suatu sistem tersebut. Penggunaan simulator sebagai media pembelajaran cukup efektif dalam meningkatkan capaian pembelajaran dan hasil belajar siswa [8].

1.2 Sepeda Motor Listrik

Sepeda motor listrik adalah kendaraan roda dua yang digerakkan oleh motor listrik (dinamo) dan ditenagai oleh baterai isi ulang sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kendaraan ini menjadi solusi untuk mengurangi polusi udara dan ketergantungan pada bahan bakar fosil [9]. Sepeda motor listrik di Indonesia umumnya menggunakan motor tipe BLDC karena efisiensi dan daya tahannya yang unggul [10]. Adapun komponen utamanya Adalah:

1. Baterai: Berfungsi menyimpan energi listrik. Umumnya menggunakan jenis Lithium-ion.
2. Motor Penggerak (Dinamo): Mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi kinetik (gerak) untuk memutar roda.
3. Pengendali (Controller): Mengatur aliran listrik dari baterai ke motor sesuai dengan tarikan gas

1.3 Media Pembelajaran

Media pembelajaran dapat dipahami sebagai upaya yang disengaja untuk mengelola kejadian atau peristiwa belajar dalam memfasilitasi peserta didik sehingga memperoleh tujuan yang dipelajari [11]. Media pembelajaran dapat dipahami sebagai suatu media ajar yang digunakan dalam pembelajaran sekaligus juga untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ingin disampaikan. Proses pembelajaran juga mengandung didalamnya proses komunikasi, maka media pembelajaran menjadi sarana penghubung dan komunikasi yang baik antara dua belah pihak yakni guru dan siswa [12].

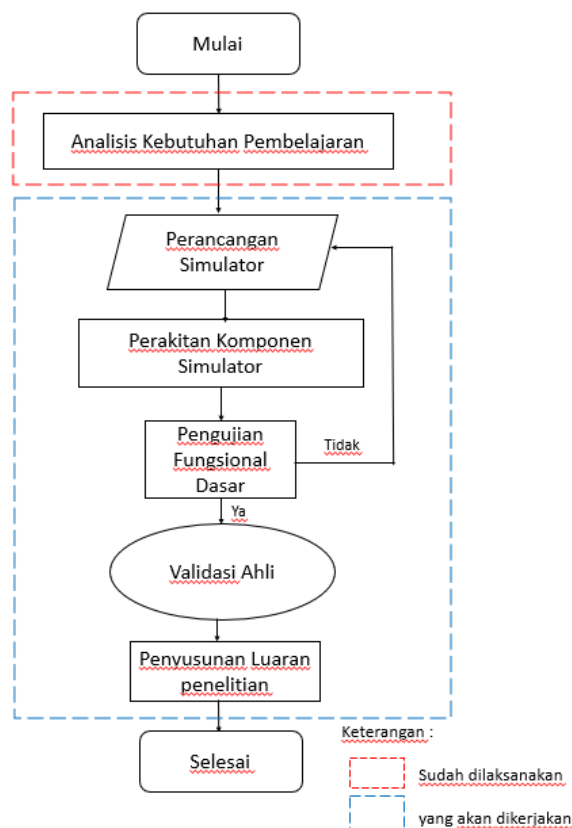
2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan menghasilkan prototipe berupa Smart Electric Motorcycle Simulator sebagai media pembelajaran interaktif pada Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik dan Hybrid di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif UNIMED. Metode R&D dipilih karena mampu mengintegrasikan proses analisis kebutuhan, pengembangan produk, serta evaluasi kelayakan dan efektivitas media pembelajaran secara sistematis. Penelitian ini akan dilakukan selama 5 bulan mulai dari bulan Februari sampai dengan bulan Juni 2026 di Laboratorium Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Medan.

2.2. Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan secara bertahap dan terukur, adapun tahapan pengerjaannya bisa dilihat pada gambar diagram alir penelitian dibawah ini :

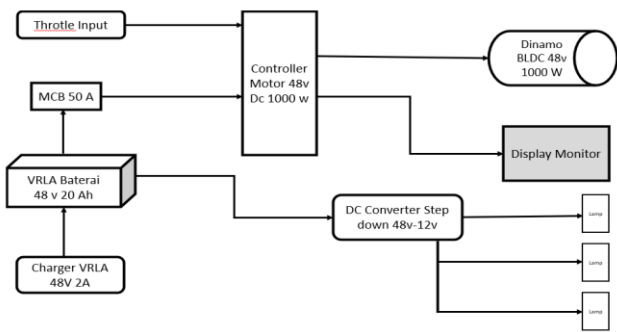


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan pembelajaran untuk mengidentifikasi kebutuhan media praktik dan menetapkan spesifikasi awal simulator yang sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah. Tahap kedua berupa perancangan konsep simulator, yang menghasilkan desain sistem dan rancangan komponen yang logis serta dapat direalisasikan.

Tabel 1.

Spesifikasi Komponen yang digunakan pada Simulator		
No	Nama Komponen	Spesifikasi Komponen
1	Baterai	Baterai 12v20ah (4 unit baterai)
2	Dinamo BLDC	Motor Bldc type Hub Drive 1000 Watt 48 Volt
3	Controller	Controller Motor 48v Dc 1000w Brushless Electric Listrik
4	Throttle gas	Throttle / Gas 48 V
5	Charger Baterai	Charger VRLA 48V 20A
6	Sistem pengaman	MCB Tegangan Rendah 40/50 ampere
7	Display Monitor	DC Watt Meter 100A
8	Rangka simulator	Rangka Terbuka (Open Frame)



Gambar 2. Diagram Blok Rangkaian Simulator

Selanjutnya, pada tahap perakitan, seluruh komponen dirangkai sesuai desain yang telah ditetapkan hingga terbentuk prototipe simulator. Tahap keempat adalah pengujian fungsional dasar untuk memastikan setiap komponen dan sistem bekerja sesuai konsep dan rancangan yang direncanakan. Tahap terakhir berupa validasi ahli yang bertujuan memperoleh masukan dan rekomendasi pengembangan lebih lanjut, sekaligus menilai kelayakan simulator sebagai media pembelajaran.

2.3. Instrumen Validasi Ahli Media

Instrumen validitas media bertujuan untuk menilai kualitas media pembelajaran berupa simulator Sepeda Motor Listrik yang telah dibuat.

Tabel 2.
Kisi Kisi Kuesioner Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian
1	Desain Media
2	Teknis Media
3	K3 Media

2.4. Instrumen Validasi Ahli Materi

Instrumen validitas materi bertujuan untuk menilai apakah media pembelajaran berupa simulator Sepeda Motor Listrik yang telah dibuat sesuai dengan dan materi yang terdapat di dalam pembelajaran.

Tabel 3.
Kisi Kisi Kuesioner Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian
1	Media Pembelajaran
2	Materi
3	Kemanfaatan

2.5. Teknik Analisis Data Validitas Ahli

Pada tahapan analisis data disini peneliti menggunakan skala likert seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4.
Indikator Variabel Skala Likert

No	Pernyataan	Skor
1	Sangat Tidak Setuju	1
2	Tidak Setuju	2
3	Kurang Setuju	3
4	Setuju	4
5	Sangat Setuju	5

Data pengumpulan kuesioner dari validator materi dan validator media, dikumpulkan selanjutnya data tersebut di analisis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Validitas} = \frac{\sum \text{nilai yang didapatkan}}{\sum \text{nilai maksimum}} \times 100\% \tag{1}$$

Hasil dari analisis data dapat di kategorikan berdasarkan tingkat pencapaian yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.
Tingkat Kategori Pencapaian Kevalidan

No	Tingkat Pencapaian (%)	Kategori
1	90% - 100%	Sangat Valid
2	80% - 89%	Valid
3	65% - 79%	Kurang Valid
4	55% - 64%	Tidak Valid
5	≤ 54%	Sangat Tidak Valid

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

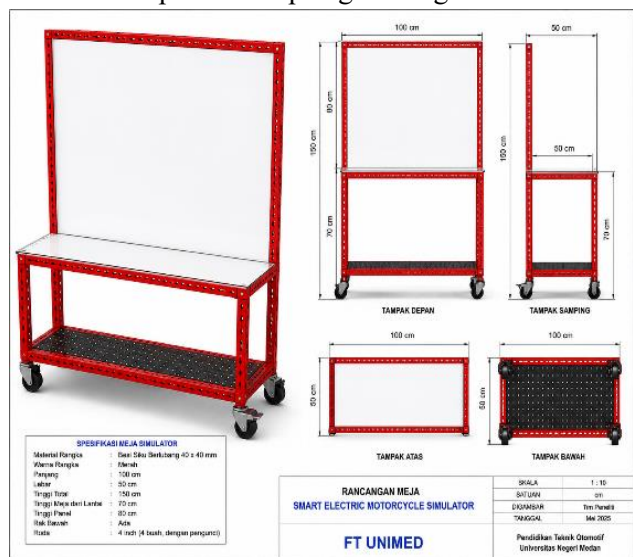
3.1. Perancangan dan pembuatan Simulator

Tahap perancangan meja simulator dilakukan sebelum proses pembuatan untuk memastikan ukuran, bentuk, dan konstruksi meja sesuai dengan kebutuhan pengembangan Smart Electric Motorcycle Simulator. Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak AutoCAD dengan membuat gambar kerja dua dimensi (2D) dan visualisasi tiga dimensi (3D) sebagai acuan dalam proses fabrikasi.

Proses perancangan diawali dengan menentukan spesifikasi dan dimensi meja berdasarkan kebutuhan penempatan komponen simulator serta aspek ergonomi pengguna. Meja dirancang memiliki panjang 100 cm, lebar 50 cm, dan tinggi total 150 cm. Ketinggian meja kerja ditetapkan 70 cm dari lantai agar nyaman digunakan saat praktikum, sedangkan bagian panel simulator memiliki tinggi 80 cm sebagai

area pemasangan komponen dan media pembelajaran. Selain itu, dirancang rak bagian bawah yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan baterai dan komponen pendukung lainnya.

Setelah spesifikasi ditentukan, dilakukan pembuatan gambar rangka menggunakan AutoCAD dengan material utama berupa besi siku berlubang ukuran 40 × 40 mm tebal 2 mm. Pada tahap ini dibuat tampak depan, tampak samping, tampak atas, serta gambar isometrik untuk memastikan kesesuaian dimensi dan posisi setiap bagian rangka.



Gambar 2. Rancangan Meja Simulator

Spesifikasi Meja Simulator

- Material rangka: Besi siku berlubang 40 × 40 mm tebal 2mm (warna merah)
- Panjang meja: 100 cm
- Lebar meja: 50 cm
- Tinggi total: 150 cm
- Tinggi meja kerja dari lantai: 70 cm
- Tinggi panel simulator: 80 cm (150 – 70 cm)
- Rak bawah untuk baterai dan charger
- Dilengkapi 4 roda caster dengan pengunci
- Model rangka terbuka (open frame) untuk memudahkan observasi komponen

Tabel 6.

Lokasi Penempatan Komponen Simulator

Area Penempatan	Komponen	Fungsi
Panel Atas	LCD Display, Kunci Kontak, controller, MCB.	Media control dan monitoring sistem
Meja Tengah	Motor BLDC 1000 W, Throttle	Sistem penggerak dan pengendali.
Rak Bawah	Baterai VRLA 48 V, Charger baterai	Penyedia dan sumber energi listrik

Pembuatan meja simulator diawali dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Bahan utama yang digunakan adalah besi siku berlubang ukuran 40 × 40 mm sebagai rangka utama, panel akrilik putih sebagai media pemasangan komponen simulator, plat atau papan untuk rak bawah, roda caster dengan pengunci, baut dan mur, serta cat pelindung berwarna merah. Adapun peralatan yang digunakan meliputi meteran, penggaris siku, spidol penanda, gerinda potong, bor tangan, kunci pas, obeng, dan alat keselamatan kerja.

Tahap berikutnya adalah pengukuran dan pemotongan material sesuai desain yang telah dibuat. Besi siku dipotong untuk membentuk rangka meja dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 50 cm, dan tinggi total 150 cm. Setelah seluruh material terpotong, dilakukan proses perakitan rangka menggunakan baut dan mur pada setiap sambungan hingga terbentuk struktur utama meja dan panel simulator.

Selanjutnya, dipasang rangka panel bagian atas setinggi 80 cm sebagai tempat pemasangan komponen dan diagram sistem. Pada bagian tengah dipasang meja kerja dengan ketinggian 70 cm dari lantai, sedangkan bagian bawah dipasang rak penyimpanan untuk baterai dan komponen pendukung. Setelah rangka utama selesai dirakit, empat roda caster dipasang pada bagian kaki meja untuk memudahkan mobilitas simulator.

Tahap akhir meliputi pemasangan panel akrilik putih pada bagian atas, pemeriksaan kekuatan sambungan, pengecekan kesikuan rangka, serta pengujian kestabilan meja. Hasil dari proses ini adalah meja Smart Electric Motorcycle Simulator yang kokoh, mudah dipindahkan, dan siap digunakan sebagai media pemasangan komponen simulator sepeda motor listrik.

3.2. Perakitan Komponen pada Simulator

Tahap perakitan dilakukan dengan mengimplementasikan desain yang telah dirancang menjadi prototipe Smart Electric Motorcycle Simulator. Kegiatan diawali dengan pemasangan komponen pada meja simulator sesuai tata letak yang telah ditentukan.

Komponen pada panel atas meliputi display voltmeter/ammeter, lampu indikator, diagram rangkaian, throttle, saklar utama, dan MCB/Fuse. Selanjutnya, pada bagian meja tengah dipasang motor BLDC 1000 W dan throttle, sedangkan baterai VRLA

48 V dan charger baterai ditempatkan pada rak bagian bawah.



Gambar 3. Simulator yang selesai dirakit

Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan proses perakitan sistem kelistrikan dengan menghubungkan baterai, controller, motor BLDC, throttle, sistem proteksi, serta perangkat monitoring sesuai diagram rangkaian yang telah dirancang. Tahap ini diakhiri dengan pemeriksaan sambungan mekanik dan kelistrikan untuk memastikan seluruh komponen terpasang dengan baik dan berfungsi sesuai desain.

3.3. Pengujian Fungsional Simulator

Setelah proses perakitan selesai, dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan seluruh komponen dan sistem kelistrikan pada *Smart Electric Motorcycle Simulator* bekerja sesuai dengan rancangan. Pengujian diawali dengan pemeriksaan instalasi perkabelan, meliputi koneksi baterai, MCB/Fuse, controller, motor BLDC, throttle, DC converter, serta perangkat monitoring. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan tidak terdapat kesalahan polaritas, sambungan longgar, maupun potensi hubung singkat yang dapat memengaruhi kinerja sistem.

Tahap berikutnya adalah pengujian fungsi setiap komponen secara individual dan terintegrasi. Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan sistem melalui saklar utama, kemudian mengamati respons

lampu indikator, display monitoring, serta kinerja controller dan motor BLDC terhadap perubahan input throttle. Parameter yang diamati meliputi tegangan baterai, arus kerja sistem, dan respons putaran motor listrik pada berbagai kondisi operasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen berfungsi dengan baik sesuai rancangan. Sistem mampu beroperasi pada tegangan kerja rata-rata 48,6 V dengan arus tanpa beban sebesar 1,2 A. Ketika throttle dioperasikan secara bertahap, arus meningkat hingga sekitar 8,5 A dan motor BLDC merespons dengan putaran yang stabil. Selain itu, display monitoring mampu menampilkan parameter tegangan dan arus secara real-time sehingga memudahkan proses observasi selama pembelajaran.

Berdasarkan hasil pengujian fungsional dasar, simulator dinyatakan mampu merepresentasikan prinsip kerja sistem sepeda motor listrik secara aman dan interaktif. Hasil pengujian ini menjadi dasar bahwa prototipe yang dikembangkan telah memenuhi fungsi utama yang direncanakan dan layak untuk dilanjutkan pada tahap validasi sebagai media pembelajaran.

Tabel 7. Hasil Pengujian Fungsional Simulator

No	Komponen yang Diuji	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian	Ket
1	Baterai 48 V	Tegangan keluaran	Tegangan terukur 48,6 V	Berfungsi
2	MCB/Fuse	Fungsi proteksi rangkaian	Mampu memutuskan aliran saat terjadi gangguan	Berfungsi
3	Saklar Utama	Fungsi ON/OFF sistem	Sistem dapat diaktifkan dan dinonaktifkan dengan baik	Berfungsi
4	Display Voltmeter/Ammeter	Pembacaan tegangan dan arus	Data tegangan dan arus ditampilkan secara real-time	Berfungsi
5	Throttle	Respon perubahan input	Menghasilkan perubahan sinyal sesuai putaran throttle	Berfungsi
6	Controller 48 V	Pengendalian motor BLDC	Mampu mengatur kecepatan motor berdasarkan input throttle	Berfungsi
7	Motor BLDC 1000 W	Respon putaran motor	Motor berputar stabil sesuai variasi input throttle	Berfungsi
8	Sistem Terintegrasi	Operasi keseluruhan simulator	Semua komponen bekerja secara terpadu sesuai rancangan	Berfungsi

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, seluruh komponen utama dan pendukung pada Smart Electric Motorcycle Simulator dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Sistem menunjukkan tegangan kerja rata-rata sebesar 48,6 V dan arus operasi tanpa beban sebesar 1,2 A, sedangkan pada saat throttle dioperasikan arus meningkat hingga sekitar 8,5 A dengan respons putaran motor yang stabil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa simulator telah memenuhi fungsi dasar sebagai media pembelajaran sistem sepeda motor listrik dan layak untuk dilanjutkan pada tahap validasi ahli.

3.4. Fitur Interaktif dan Potensi Implementasi

Smart Electric Motorcycle Simulator

Smart Electric Motorcycle Simulator dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang memungkinkan mahasiswa mempelajari prinsip kerja sistem sepeda motor listrik secara langsung tanpa menggunakan kendaraan listrik utuh. Simulator ini mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu motor BLDC tipe hub, baterai 48 V, controller, throttle, MCB, DC converter, LCD monitoring, dan kunci kontak dalam satu sistem yang mudah diamati dan dioperasikan.

Fitur interaktif simulator ditunjukkan melalui aktivitas praktik yang melibatkan mahasiswa secara langsung dalam merangkai sistem kelistrikan menggunakan terminal koneksi yang tersedia pada panel simulator. Mahasiswa dapat menghubungkan setiap komponen sesuai diagram rangkaian, mengoperasikan simulator melalui kunci kontak dan throttle, serta mengamati respons motor BLDC terhadap perubahan input yang diberikan.

Selain itu, LCD monitoring menampilkan parameter tegangan dan arus secara real-time, sehingga mahasiswa dapat memahami hubungan antara perubahan input throttle dengan karakteristik kerja sistem kelistrikan sepeda motor listrik. Pendekatan ini mendukung pembelajaran berbasis learning by doing dan meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama proses praktikum.

Dari sisi implementasi, simulator memiliki potensi skalabilitas yang baik karena menggunakan komponen kendaraan listrik yang tersedia secara komersial (off-the-shelf) sehingga mudah diperoleh, diganti, maupun dikembangkan. Desain modular memungkinkan penambahan komponen lain, seperti

Battery Management System (BMS), regenerative braking, Internet of Things (IoT), maupun sistem monitoring berbasis komputer tanpa mengubah struktur utama simulator. Dengan demikian, simulator dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran pada berbagai tingkat kompetensi.

Selain itu, simulator menawarkan solusi yang lebih ekonomis dibandingkan penggunaan unit sepeda motor listrik utuh sebagai media praktikum. Pengembangan simulator membutuhkan ruang yang lebih kecil, biaya perawatan yang lebih rendah, serta risiko kerusakan dan kecelakaan yang lebih kecil karena mahasiswa hanya berinteraksi dengan sistem utama yang telah disederhanakan. Kondisi tersebut menjadikan simulator sebagai alternatif media pembelajaran yang efektif dan berkelanjutan bagi institusi pendidikan vokasional yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium.

3.5. Uji Validasi

3.5.1 Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh satu orang dosen ahli media pembelajaran dari Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Medan (UNIMED). Validasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan Smart Electric Motorcycle Simulator dari aspek desain media, aspek teknis media, serta aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Hasil validasi ahli media disajikan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 8.

Hasil validasi ahli media

Validator	Analisis	Hasil
Validator	Skor Maksimal	80
Media	Perolehan Skor	72
	Tingkat Pencapaian	90%
	Kategori	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi ahli media, diperoleh skor sebesar 72 dari skor maksimal 80 dengan tingkat pencapaian sebesar 90%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Smart Electric Motorcycle Simulator berada pada kategori **Sangat Valid**.

Dengan demikian, simulator yang dikembangkan telah memenuhi aspek desain, teknis, dan keselamatan kerja sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran praktik pada Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik dan Hybrid.

3.5.2 Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh satu orang dosen pengampu Mata Kuliah Listrik dan Elektronika Otomotif pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Medan (UNIMED). Validasi ini bertujuan untuk menilai kesesuaian materi, kualitas media pembelajaran, serta kebermanfaatan simulator dalam mendukung proses pembelajaran. Hasil validasi ahli materi disajikan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 9.
Validasi Ahli Materi

Validator	Analisis	Hasil
Validator	Skor Maksimal	90
Materi	Perolehan Skor	80
	Tingkat Pencapaian	88,89%
	Kategori	Valid

Berdasarkan hasil validasi ahli materi, diperoleh skor sebesar 80 dari skor maksimal 90 dengan tingkat pencapaian sebesar 88,89%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Smart Electric Motorcycle Simulator berada pada kategori Valid. Hal ini mengindikasikan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah serta mampu mendukung pemahaman mahasiswa terhadap sistem kerja sepeda motor listrik.

Secara keseluruhan, hasil validasi ahli media dan ahli materi menunjukkan bahwa simulator yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran praktik pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif UNIMED.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan Smart Electric Motorcycle Simulator sebagai media pembelajaran interaktif pada Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik dan Hybrid di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif UNIMED. Pengembangan dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan pembelajaran, perancangan simulator, pembuatan meja simulator, perakitan komponen, pengujian fungsional, hingga validasi ahli.

Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen utama, meliputi baterai, controller, motor BLDC, throttle, sistem proteksi, dan perangkat monitoring, dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang direncanakan.

Simulator juga dilengkapi terminal pengkabelan yang memungkinkan mahasiswa melakukan perakitan rangkaian secara langsung, mengoperasikan sistem melalui throttle dan kunci kontak, serta mengamati parameter tegangan dan arus secara real-time melalui LCD monitor. Fitur tersebut mendukung pembelajaran berbasis learning by doing sehingga mahasiswa dapat memahami prinsip kerja sistem sepeda motor listrik secara lebih konkret dan interaktif.

Hasil validasi menunjukkan bahwa simulator memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik, dengan tingkat pencapaian sebesar 90% dari ahli media dan 88,89% dari ahli materi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa simulator telah memenuhi aspek desain, teknis, keselamatan kerja, kesesuaian materi, dan kebermanfaatan sebagai media pembelajaran.

Selain itu, penggunaan komponen yang bersifat modular dan mudah diperoleh menjadikan simulator relatif ekonomis, mudah dipelihara, serta memiliki potensi untuk dikembangkan sesuai kebutuhan pembelajaran tanpa memerlukan perubahan pada struktur utama. Dengan demikian, Smart Electric Motorcycle Simulator dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran praktik sekaligus berpotensi diimplementasikan secara lebih luas pada laboratorium pendidikan vokasional yang memiliki keterbatasan fasilitas praktik.

Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada integrasi sistem monitoring berbasis digital, penerapan Internet of Things (IoT), penambahan fitur diagnostik dan Battery Management System (BMS), serta penyusunan modul praktikum yang lebih komprehensif. Selain itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji efektivitas penggunaan simulator terhadap peningkatan hasil belajar, keterampilan praktik, motivasi, dan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi perkembangan teknologi kendaraan listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Medan yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui Program Penelitian Dosen Pemula (PDP), sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Presiden Republik Indonesia. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia; 2019.
- [2] Nyström S. Teaching with simulators in vocational education and training. *VET Education Research Journal*. 2024.
- [3] Hidayatullah RS, [others]. Development of Digital Learning Simulators to Increase Practical Knowledge in Motorcycle Engineering and Business. *TEM Journal*. 2024; (Aug):1981–1988.
- [4] Sudarsono B, Arief Ghozali F, Tentama F, Asti S, et al. Development of an Integrated Electric Vehicle Learning Simulator (EVLIS) with Industry-Based Learning to Accelerate Work Readiness of Vocational School Students. *Bulletin of Pedagogical Research*. 2024.
- [5] Utomo JB. Implementation of a Welding Simulator Using Joyful Learning to Improve Practical Competence of Vocational Students. *Journal of Deep Learning*. 2025
- [6] Mustaqim B, Opetu DO, Sibuea AM, Siagian S, Junaidi A. Enhancing Learning Outcomes in Basic Electricity and Electronics: The Power of Simulation Media in Problem-Based Learning. *Vocational: Journal of Educational Technology*. 2025;2(1):1–13.
- [7] Rifdarmon, R. (2018). Pengembangan Simulator Engine Trainer Integrated Active Wiring Diagram untuk Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran Pada Mata Kuliah Listrik dan Elektronika Otomotif. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 18(1), 31–38.
- [8] Basri, I. Y., Faiza, D., Lapisa, R., Natsir, M., Maksum, H., & Giatman, G. (2021). Rancang Bangun Simulator Sistem Starter Sepeda Motor Dalam Mengatasi Keterbatasan Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 60–64.
- [9] Agung, Y. D., Sasongko, H. P., & Suharyanto. “Pengendali Kecepatan Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan Metode Logika Fuzzy”. 2015. ISSN:1979-8415.
- [10] Nainggolan RH, Inaswara F, Pratiwi G. Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel. *Politeknologi*. 2016;15(3):263–72.
- [11] Sanita, D., & Maksum, H. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Teknologi Layanan Jaringan Untuk Medukung PJJ di Masa Pandemi Covid19. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 13(2), 783–800.
- [12] Afrianti, S., & Musril, H. A. (2021). Perancangan Media Pembelajaran TIK Menggunakan Aplikasi Autoplay Media Studio 8 di SMA Muhammadiyah Padang Panjang. *Jurnal Informatika Upgris*, 6(2), 2–7.