

PENGEMBANGAN MODUL AJAR SEPEDA MOTOR LISTRIK DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN

M. Akbar Putra Pratama¹, Rabiman^{2*}, Samsul Hadi³, Farid Mutohhari⁴

^{1,2,3,4} Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Jl. Batikan, Tuntungan UH III/1043 Umbulharjo, Yogyakarta, 55165, Indonesia

*Corresponding Author Email: rabiman@ustjogja.ac.id

Abstract

This study aims to develop an Electric Motorcycle teaching module that is suitable for use in the Autotronics subject of class XI TBSM at SMK Muhammadiyah Prambanan. This study uses the Four-D method from Tiagarajan and Sammel, data is collected through interviews, observations, and questionnaires. The stages used in developing the teaching module include define, design, development and disseminate. The results of the study showed validation by material experts (90%), media experts (88.75%), feasibility responses from teachers (89.16%) and student feasibility responses (83.57%), overall the electric motorcycle teaching module is categorized as "very feasible" and the module is ready to be a learning guideline. As a recommendation, this module needs to be implemented comprehensively in the vocational school. Further research is recommended to evaluate the effectiveness of student learning outcomes and skills after using the teaching module and if necessary update the module with the latest information, and expand its distribution to other vocational schools that have similar majors.

Keywords: *Development, Electric Motorcycle, Motorcycle Business Engineering, Teaching Module*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar Sepeda Motor Listrik yang layak digunakan untuk mata pelajaran Ototronik kelas XI TBSM di SMK Muhammadiyah Prambanan. Penelitian ini menggunakan metode *Four-D* dari Tiagarajan dan Sammel, data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan angket. Tahapan yang digunakan dalam pengembangan modul ajar meliputi *define, design, development* dan *disseminate*. Hasil penelitian menunjukkan validasi oleh ahli materi (90%), ahli media (88,75%), respon kelayakan dari guru (89,16%) dan respon kelayakan peserta didik (83,57%), secara keseluruhan modul ajar sepeda motor listrik dikategorikan “sangat layak” dan modul siap menjadi pedoman pembelajaran. Sebagai rekomendasi, modul ini perlu diimplementasikan secara menyeluruh di SMK tersebut. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi efektivitas terhadap hasil belajar dan keterampilan siswa setelah menggunakan modul ajar dan bila perlu memperbarui modul dengan informasi terbaru, serta memperluas penyebarannya ke SMK lain yang memiliki jurusan serupa.

Kata Kunci: *Pengembangan, Sepeda Motor Listrik, Teknik Bisnis Sepeda Motor, Modul Ajar*

PENDAHULUAN

Perkembangan kendaraan listrik (*electric vehicles/EVs*) telah menjadi salah satu strategi utama global untuk mendorong keberlanjutan, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Cao et al., 2021; Higuera-Castillo et al., 2024; Putri et al., 2025). Laporan *International Energy Agency* (IEA, 2024) menunjukkan bahwa jumlah EV di seluruh dunia mencapai lebih dari 45 juta unit, meningkat hampir tiga kali lipat sejak 2020, dengan pertumbuhan paling signifikan pada kategori roda dua. Sepeda motor listrik (*electric motorcycles/e-motorcycles*) menjadi segmen yang paling cepat berkembang di Asia Tenggara

karena karakteristiknya yang efisien, ringan, mudah dioperasikan, serta memiliki biaya operasional yang jauh lebih rendah dibandingkan sepeda motor berbahan bakar *internal combustion engine (ICE)* (Higueras-Castillo et al., 2024). Keunggulan teknis seperti torsi instan, sistem transmisi sederhana, tingkat kebisingan sangat rendah, serta kebutuhan perawatan yang minimal menjadikan sepeda motor listrik sebagai kandidat utama transportasi urban masa depan (Kumar & Thakura, 2019). Selain itu, e-motorcycles berkontribusi signifikan terhadap pengurangan emisi, yang mana potensinya dapat menurunkan CO₂ hingga 35-45% per unit, sehingga semakin relevan bagi negara berkembang yang menghadapi tingkat polusi kendaraan bermotor yang tinggi (Benajes et al., 2020). Dengan demikian, peningkatan kapasitas produksi, pemeliharaan, dan penguasaan teknologi sepeda motor listrik menjadi kebutuhan strategis yang harus direspons melalui pendidikan dan pelatihan kejuruan.

Meskipun permintaan tenaga kerja di sektor kendaraan listrik meningkat pesat, ketersediaan tenaga terampil yang mampu merancang, mengembangkan, mengkonversi, dan memelihara sepeda motor listrik masih sangat terbatas (Pukalo & Prokhorovskiy, 2019). Survei *ASEAN Automotive Federation* (2023) juga menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja tersertifikasi di bidang kendaraan listrik meningkat 40% per tahun, namun institusi pendidikan dan pelatihan hanya mampu memenuhi kurang dari 20% kebutuhan tersebut (Onyilo et al., 2020). Di Indonesia, Kementerian Perindustrian (2023) menyebutkan bahwa hanya sekitar 12% tenaga kerja industri otomotif yang memiliki kompetensi khusus terkait EV, termasuk konversi sepeda motor listrik, sistem baterai, dan manajemen motor listrik. Kesenjangan kompetensi ini diperparah oleh minimnya program pelatihan berbasis praktik, fasilitas laboratorium yang belum memadai, serta kurangnya instruktur yang menguasai teknologi terbaru (Chen et al., 2020; Ruoso & Ribeiro, 2022). Lebih jauh, pendidikan kejuruan di tingkat sekolah menengah sebagian besar masih berfokus pada teknologi ICE konvensional, sehingga lulusan tidak siap menghadapi transformasi industri menuju elektrifikasi (Meszaros et al., 2020). Situasi ini menegaskan perlunya intervensi strategis melalui penyediaan sumber belajar dan modul ajar yang dapat membantu guru dan siswa menguasai kompetensi dasar dan lanjutan terkait sepeda motor listrik secara sistematis, terstruktur, dan aplikatif.

Pendidikan kejuruan, khususnya pada Program Keahlian Teknik dan Bisnis Sepeda Motor (TBSM), memiliki peran krusial dalam menyiapkan tenaga kerja terampil yang mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi kendaraan listrik (Kurniawan et al., 2021). Sebagai institusi yang mengintegrasikan pembelajaran teori dan praktik secara langsung, SMK menjadi arena strategis untuk membekali peserta didik dengan kompetensi yang relevan terhadap standar industri (Billett, 2011; Clark & Winch, 2007). Implementasi pembelajaran sepeda motor listrik menuntut kurikulum yang adaptif, pembelajaran berbasis proyek,

penggunaan fasilitas praktik yang representatif, serta sumber belajar yang selaras dengan perkembangan teknologi (Sudarsono et al., 2024). Kompetensi yang harus dikuasai siswa mencakup pemahaman sistem propulsi listrik, motor brushless DC, baterai lithium-ion, controller, sistem charging, diagnostik kerusakan, serta prosedur keselamatan kerja, dimana semua ini menjadi kompetensi yang secara eksplisit diperlukan di industri kendaraan listrik modern (Basirun et al., 2023; Pukalo & Prokhorovskyi, 2019; Saleet et al., 2023). Dengan demikian, TBSM tidak hanya berfungsi sebagai penyelenggara pendidikan, tetapi juga sebagai *technological bridge* yang menghubungkan kebutuhan industri dengan kapasitas peserta didik melalui pembelajaran yang kontekstual, inovatif, dan berbasis teknologi (Mutohhari et al., 2021). Penguatan proses pembelajaran melalui modul ajar yang tepat menjadi faktor kunci untuk memastikan efektifitas transfer pengetahuan sekaligus peningkatan kompetensi peserta didik.

Meskipun urgensi pengembangan kompetensi sepeda motor listrik semakin nyata, hingga kini ketersediaan sumber belajar yang komprehensif, aplikatif, dan sesuai kebutuhan pembelajaran di SMK masih sangat terbatas (Bathla et al., 2022; Edelenbosch et al., 2018). Guru umumnya mengandalkan materi dari pelatihan jangka pendek, modul industri yang tidak teradaptasi dengan konteks pembelajaran sekolah, atau referensi daring yang tidak terstruktur (Macharia et al., 2023). Hal ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi tidak konsisten, kurang sistematis, dan sulit mencapai kompetensi yang ditargetkan. Hasil survei internal Direktorat SMK (2023) juga menegaskan bahwa lebih dari 70% guru TBSM belum memiliki modul ajar khusus sepeda motor listrik yang memenuhi standar kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Minimnya dukungan fasilitas, akses terhadap teknologi terbaru, serta belum adanya panduan ajar yang dapat digunakan secara praktis dan efisien menyebabkan capaian kompetensi siswa, khususnya pada aspek diagnostik dan praktik perawatan EV, berada pada kategori rendah (Rabiman et al., 2021; Sudarsono et al., 2024). Kondisi ini mengindikasikan perlunya pengembangan modul ajar yang tidak hanya informatif, tetapi juga didesain secara pedagogis, relevan dengan kurikulum, mudah digunakan guru, serta mampu mengarahkan siswa belajar secara mandiri dan terstruktur. Ketersediaan modul semacam ini menjadi prasyarat penting bagi percepatan peningkatan kompetensi sepeda motor listrik di SMK.

Mengacu pada kesenjangan antara tuntutan industri kendaraan listrik dan kesiapan institusi pendidikan, pengembangan modul ajar sepeda motor listrik menjadi intervensi strategis untuk meningkatkan kapasitas guru dan siswa dalam menguasai kompetensi EV secara komprehensif. Modul yang terstruktur dengan baik diyakini dapat membantu menjembatani kebutuhan

industri terhadap tenaga terampil, sekaligus mengatasi keterbatasan sumber belajar yang selama ini menjadi hambatan utama dalam pembelajaran TBSM. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan: (1) mengembangkan modul ajar sepeda motor listrik yang sesuai kebutuhan pembelajaran TBSM di SMK; (2) menguji kelayakan modul dari perspektif ahli materi dan ahli media; dan (3) menguji kelayakan modul dari perspektif pengguna, yaitu guru dan siswa. Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi pada literatur pembelajaran vokasional berbasis teknologi terbaru sekaligus memperkuat kesiapan tenaga kerja di sektor kendaraan listrik melalui peningkatan kualitas instruksional di pendidikan kejuruan.

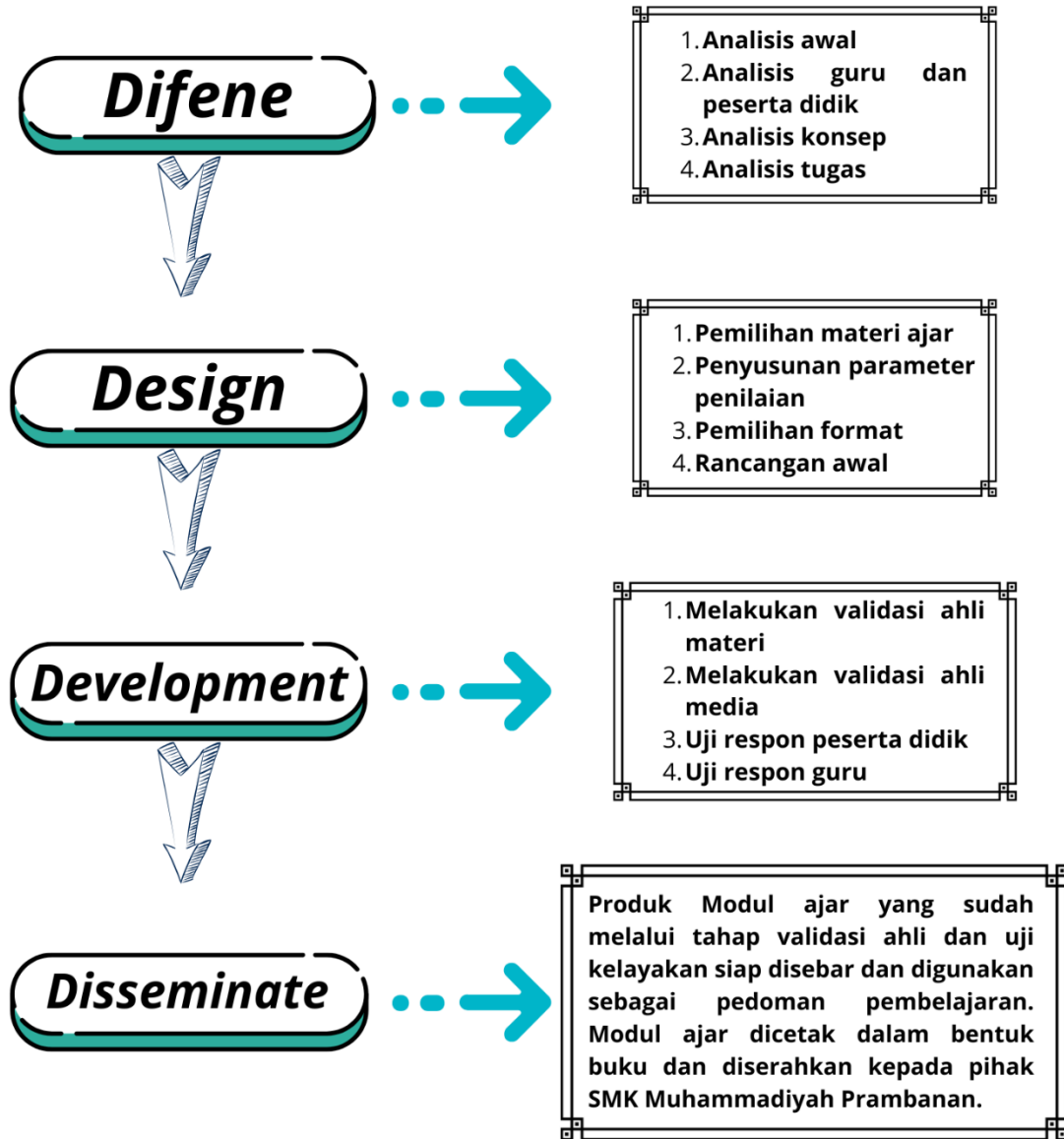
METODE

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan *research and development* (R&D) dimana dalam metode ini ditujukan untuk mengembangkan dan menguji produk yang dikembangkan (Bimantara et al. 2020). Model pengembangan R&D (*Research and Development*) digunakan untuk menciptakan sebuah produk dan menguji kelayakannya (Rabiman et al. 2023). Adapun tahapan pengembangan dalam penelitian ini meliputi tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*development*), dan tahap penyebaran

(disseminate) (Setuju et al. 2020). Uraian tahapan dalam penelitian disajikan dalam Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan Pengembangan Modul Sepeda Motor Listrik

Dalam penelitian ini untuk menghitung persentase kelayakan menggunakan rumus persentase sebagai berikut:



$$\text{Kelayakan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Tabel 1. Kriteria Kelayakan

No.	Kategori	Persentase
1.	Sangat Layak	> 75% - 100%
2.	Layak	> 50% - 75%
3.	Tidak Layak	> 25% - 50%
4.	Sangat Tidak Layak	0% - 25%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil dan Pembahasan menyajikan data yang diperoleh dari penelitian, diikuti dengan diskusi yang menguji hipotesis serta membandingkan temuan dengan teori atau

penelitian sejenis.

Hasil

Pada penelitian ini produk akhir yang dikembangkan adalah modul ajar Sepeda Motor Listrik kelas XI TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan. Modul ajar yang disajikan berisi materi-materi yang sebelumnya telah disepakati dan didiskusikan langsung dengan guru SMK Muhammadiyah Prambanan sesuai dengan kebutuhannya.

Modul ajar sepeda motor listrik disusun berdasarkan capaian pembelajaran dan juga tujuan pembelajaran. Adapun tujuan pembelajaran pada modul ini tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Tujuan Pembelajaran

No.	Tujuan Pembelajaran
1.	Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi sepeda motor listrik.
2.	Peserta didik mampu memahami konsep sepeda motor listrik dan komponen utama pada sepeda motor listrik.
3.	Peserta didik mampu cara kerja dan perawatan sepeda motor listrik.

Tahap Pendefinisian

Pada tahap pendefinisian dilakukan melalui hasil observasi dan wawancara dengan guru TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pendefinisian seperti dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Langkah Pendefinisian

No.	Langkah yang dilakukan	Hasil yang didapatkan
1.	Analisis awal	Berdasarkan hasil observasi dan wawancara didapatkan permasalahan yang terjadi berupa ketidaktersediaan modul ajar sepeda motor listrik yang bisa digunakan sebagai pedoman pembelajaran.
2.	Analisis guru	Dengan adanya trainer sepeda motor listrik konversi guru kesulitan dalam membagi bobot pembelajaran untuk peserta didik kelas X, XI, dan XII.
3.	Analisis peserta didik	Peserta didik kesulitan dalam memahami pembelajaran sepeda motor listrik karna hanya ada trainer sepeda motor listrik tanpa dilengkapi modul ajar sebagai pedoman pembelajaran.
4.	Analisis konsep	Sesuai dengan hasil diskusi konsep pembelajaran memperhatikan capaian pembelajaran ototronik.
5.	Analisis tugas	Tugas diperlukan untuk melihat perkembangan peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran. Tugas diberikan dalam bentuk soal latihan setiap bab dalam modul ajar yang dilengkapi dengan parameter penilaian peserta didik.

Tahap Perancangan

Dalam tahap perancangan peneliti mempersiapkan rancangan produk modul ajar sepeda motor listrik yang akan dikembangkan. Adapun langkah-langkah perancangan modul ajar

sepeda motor listrik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Langkah Perancangan

No.	Langkah yang dilakukan	Hasil yang didapatkan
1.	Pemilihan materi ajar	Materi bahan ajar disesuaikan kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran berdasarkan hasil diskusi. Adapun isi materi pembelajaran membahas: 1. Perkembangan teknologi sepeda motor Listrik 2. Konsep dasar sepeda motor listrik 3. Komponen dan fungsi komponen sepeda motor listrik 4. Manajemen perawatan sepeda motor listrik
2.	Penyusunan parameter penilaian	Parameter penilaian disusun untuk melihat kelayakan modul ajar sepeda motor listrik dengan aspek-aspek yang didapat berdasarkan kajian teori yang dibutuhkan. Adapun parameter penilaian dilakukan oleh: 1. Validasi ahli materi 2. Validasi ahli media 3. Respon peserta didik 4. Respon guru
3.	Pemilihan format	Pemilihan format dilakukan untuk membantu memudahkan pengguna modul ajar dan menambah daya tarik didalam modul ajar.
4.	Rancangan awal modul ajar	Tahap perancangan awal modul ajar dilakukan sesuai analisis kebutuhan. Perancangan modul ajar dilakukan dengan: 1. Pembuatan konsep materi 2. Pembuatan desain tampilan 3. Pembuatan draf materi 4. Pengembangan materi

Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan adalah fase penting setelah perancangan, bertujuan menghasilkan produk akhir yang optimal. Prosesnya meliputi pembuatan modul ajar yang siap diuji kelayakan, kemudian validasi oleh ahli dan pengumpulan data uji respons dari pengguna. Semua masukan dan data ini dianalisis dan diintegrasikan untuk merevisi serta menyempurnakan produk hingga mencapai bentuk akhirnya. Adapun hasil tahap pengembangan antara lain:

1) Hasil validasi ahli materi

Validasi ahli materi dilakukan langsung oleh guru pengampu di TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan yang sudah mengampu pembelajaran di TBSM selama 18 tahun. Adapun hasil validasi ahli materi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Hasil Skor	Skor Maksimal	Persentase %
1.	Self- instructional	31	36	86,11%
2.	Self-Contained	8	8	100%
3.	Stand Alone	4	4	100%
4.	Adaptive	7	8	87,50%
5.	User Friendly	4	4	100%
	jumlah	54	60	90%

2) Hasil validasi ahli media

Validasi ahli media dilakukan oleh kepala program studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin UST. Adapun hasil validasi ahli media disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Hasil Skor	Skor Maksimal	Persentase %
1.	Format	13	16	81,25%
2.	Struktur	10	12	83,33%
3.	Daya Tarik	11	12	91,66%
4.	Bentuk Dan Ukuran Huruf	11	12	91,66%
5.	Ruang (Spasi) Kosong	7	8	87,50%
6.	Konsistensi	15	16	93,75%
7.	Unsur Grafis/Gambar	4	4	100%
	jumlah	71	80	88,75%

3) Hasil uji respon peserta didik

Uji respon peserta didik dilakukan oleh siswa kelas XI TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan yang berjumlah 35 siswa. Adapun hasil uji respon peserta didik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Respon Peserta Didik

No.	Aspek Penilaian	Hasil Skor	Skor Maksimal	Persentase %
1.	Penyajian Materi	600	700	85,71%
2.	Tampilan	688	840	81,90%
3.	Kesesuaian Materi	114	140	81,42%
4.	Manfaat	352	420	84,04%
	jumlah	1.755	2.100	83,57%

4) Hasil respon guru

Uji respon guru dilakukan oleh guru kelas XI TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan yang telah mengampu pembelajaran di TBSM selama lebih dari 10 tahun berjumlah 2 orang guru. Adapun hasil uji respon guru disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Respon Guru

No.	Aspek Penilaian	Hasil Skor	Skor Maksimal	Persentase %
-----	-----------------	---------------	------------------	-----------------

1.	Penyajian Materi	41	48	85,41%
2.	Tampilan	31	32	96,87%
3.	Kesesuaian Materi	7	8	87,50%
4.	Manfaat	28	32	87,50%
	jumlah	107	120	89,16%

Tahap Penyebaran

Setelah melalui tahapan-tahapan penilaian kelayakan hingga uji respon, produk modul ajar disempurnakan melalui saran dan kritikan yang telah diberikan. Produk modul ajar diyakini layak digunakan kemudian dicetak dalam bentuk buku dan diberikan kepada pihak SMK Muhammadiyah Prambanan untuk menjadi pedoman pembelajaran kedepannya.

Pembahasan

Produk yang dihasilkan

Modul ajar yang dihasilkan memiliki beberapa spesifikasi yang disusun berdasarkan tahapan-tahapan dalam penelitian. Adapun spesifikasi dari modul ajar sepeda motor listrik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Spesifikasi Modul Ajar Sepeda Motor Listrik

No.	Bagian modul	Bagian Modul
1.	Jenis kertas	A4 dengan ukuran kertas 21cm X 29,7cm
2.	Jenis huruf	Times New Roman
3.	Ukuran huruf	Pada tulisan bab menggunakan ukuran 14, sub bab dan isi materi menggunakan ukuran 12.
4.	Jumlah halaman	76 halaman dari cover depan hingga cover belakang.
5.	Spasi	Spasi isi materi 2.0, spasi judul 1.5, dan tabel 1.0.
6.	Isi modul	1. Cover 2. Kata pengantar 3. Daftar isi 4. Daftar table 5. Daftar gambar 6. Bab I pendahuluan 7. Bab II perkembangan sepeda motor listrik 8. Bab III konsep dan komponen utama sepeda motor listrik 9. Bab IV cara kerja dan perawatan motor listrik 10. Penutup 11. Glosarium 12. Daftar pustaka 13. Kunci jawaban dan skor penilaian peserta didik 14. Profil penulis dan sinopsi

Modul ajar sepeda motor listrik ini dirancang untuk kebutuhan guru dan peserta didik kelas

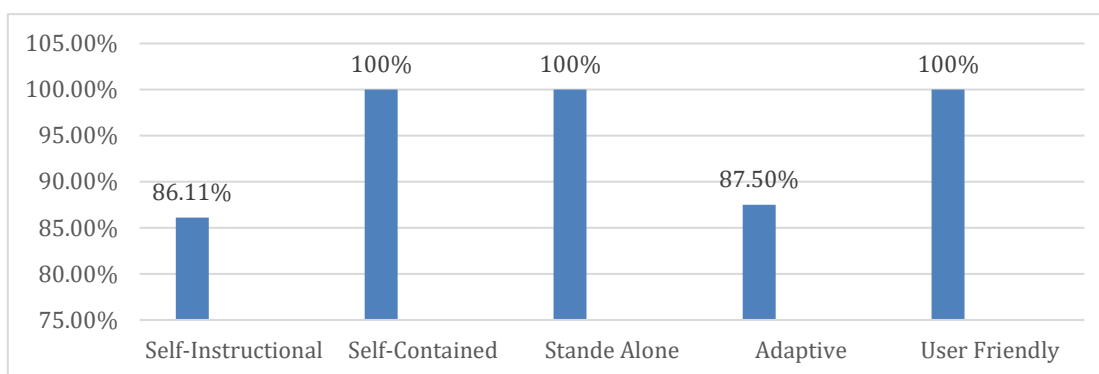
XI TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan, melalui diskusi langsung dan analisis kebutuhan berkelanjutan agar materinya relevan dan aplikatif. Hal ini memastikan relevansi materi yang cocok digunakan saat pembelajaran, berbeda dengan modul umum yang kurang spesifik dan kurang mendalam. Meskipun demikian, modul ini memiliki keterbatasan dibandingkan e-modul yang menawarkan interaktivitas, kemudahan akses digital, dan pembaruan cepat, namun keunggulannya terletak pada penyesuaian materi yang presisi untuk konteks pembelajaran yang spesifik.

Hasil validasi ahli dan uji respon

1. Validasi Ahli Materi

Adapun hasil validasi ahli materi disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Grafik Validasi Ahli Materi



Pada Gambar 1. diatas menunjukkan hasil persentase setiap aspek pada hasil validasi ahli materi. Adapun persentase keseluruhan dari ahli materi mendapatkan persentase 90% dengan kategori “Sangat Layak”. Pada aspek *Self-Instructional* mendapatkan persentase 86,11% dengan kategori “Sangat Layak”. Selanjutnya pada aspek *self-contained* mendapatkan persentase total 100% dengan kategori “sangat layak”. Kemudian aspek *stande alone* yang mendapatkan persentase 100% dengan kategori kelayakan “sangat layak”. Kemudian dari aspek *adaptive* mendapatkan persentase kelayakan 87,50% dengan kategori “sangat layak”. Terakhir aspek *user friendly* yang mendapatkan persentase kelayakan 100% dengan kategori “sangat layak”.

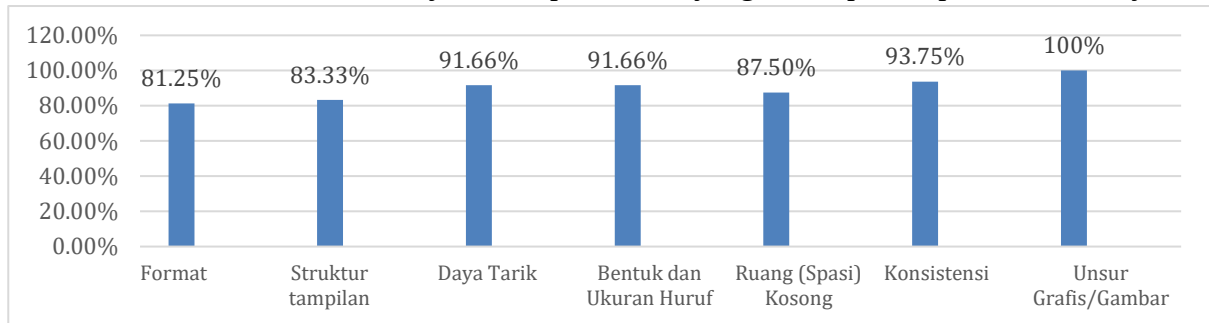
Dari berbagai aspek diatas yang diujikan, dari ahli materi mendapatkan total persentase keseluruhan 90% dengan kategori kelayakan “sangat layak”. Selain mendapatkan kelayakan, uji validasi materi juga terdapat saran dan kritikan yang diberikan validator. Saran dan kritikan menjadi bahan revisi untuk perbaikan sebelum modul ajar diuji respon dan di sebar kepada peserta didik dan guru. Dengan kelayakan yang didapatkan dan perbaikan pada bagian modul yang disarankan, modul ajar sepeda motor listrik siap disebar dan diujikan kepada peserta didik dan guru.

2. Validasi Ahli Media

Adapun hasil validasi ahli media disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Garfik Validasi Ahli Media

Pada Gambar 2. diatas menunjukkan aspek format yang mendapatkan persentase kelayakan



81,25% dengan kategori “sangat layak”. Kemudian aspek struktur tampilan mendapatkan persentase kelayakan 83,33% dengan kategori “sangat layak”. Selanjutnya aspek daya tarik mendapatkan persentase kelayakan 91,66% dengan kategori “sangat layak”. Berikutnya aspek bentuk dan ukuran huruf mendapatkan persentase kelayakan 91,66% dengan kategori “sangat layak”. Kemudian aspek ruang (spasi) kosong mendapatkan persentase kelayakan 87,50% dengan kategori “sangat layak”. Selanjutnya aspek konsistensi mendapatkan persentase kelayakan 93,75% dengan kategori “sangat layak”. Terakhir aspek unsur grafis/gambar mendapatkan persentase kelayakan 100% dengan kategori “sangat layak”.

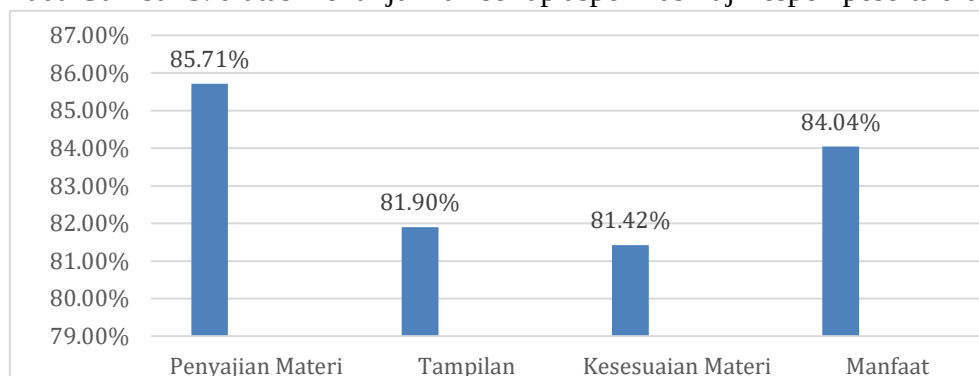
Secara keseluruhan uji validasi ahli media mendapatkan persentase kelayakan 88,75% dengan kategori “sangat layak”. Dengan demikian, secara keseluruhan modul ajar yang disusun sudah memenuhi setiap aspek yang menjadi kebutuhan dalam susunan modul. Selain mendapatkan persentase kelayakan sangat layak, ada beberapa saran dan kritikan yang diberikan oleh ahli media dalam penyempurnaan modul sebelum disebar dan diuji respon peserta didik dan guru.

3. Respon Kelayakan Peserta Didik

Adapun hasil uji respon peserta didik disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3. Grafik Hasil Uji Respon Peserta didik

Pada Gambar 3. diatas menunjukkan seriap aspek hasil uji respon peserta didik. Pada aspek

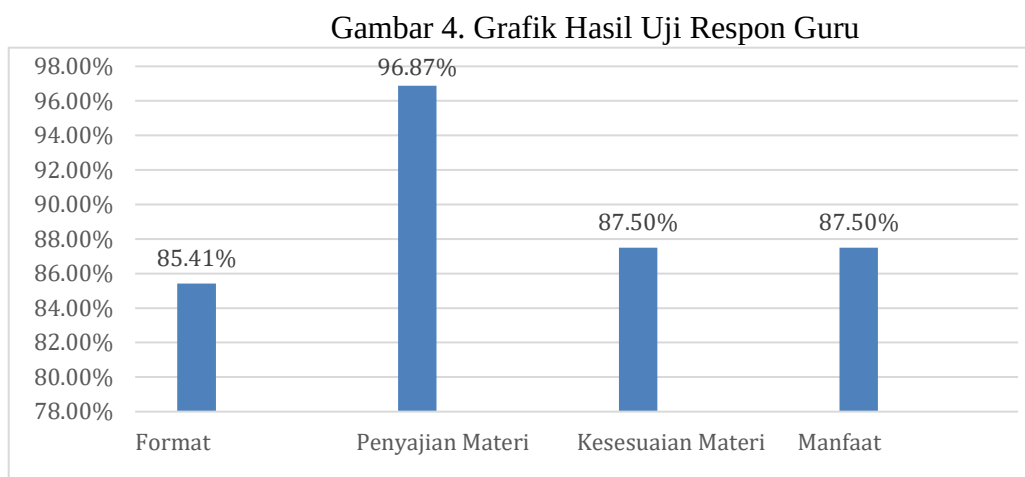


penyajian materi mendapatkan persentase kelayakan 85,71% dengan kategori “sangat layak”. Selanjutnya pada aspek Tampilan mendapatkan persentase kelayakan 81,90% dengan kategori “sangat layak”. Berikutnya aspek kesesuaian materi mendapatkan persentase kelayakan 81,42% dengan kategori “sangat layak”. Terakhir aspek manfaat mendapatkan persentase kelayakan 84,04% dengan kategori “sangat layak”.

Pada uji respon peserta didik dilakukan oleh peserta didik kelas XI TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan. Jumlah peserta didik dalam uji respon sebanyak 35 orang peserta didik dengan rata-rata jawaban “sangat layak”. Dengan demikian modul ajar yang telah dirancang dan disusun telah memenuhi kelayakan yang diharapkan, dan modul ajar sepeda motor listrik siap digunakan dalam proses pembelajaran.

4. Respon Kelayakan guru

Adapun hasil uji respon guru disajikan pada Gambar 4.



Terakhir, pada Gambar 4. dibawah menunjukkan hasil uji respon guru terhadap modul ajar sepeda motor listrik. Pada aspek format mendapatkan persentase kelayakan 85,41% dengan kategori “sangat layak”. Selanjutnya aspek penyajian materi mendapatkan persentase kelayakan 96,87% dengan kategori “sangat layak”. Berikutnya aspek kesesuaian materi mendapatkan persentase kelayakan 87,50% dengan kategori “sangat layak”. Terakhir aspek manfaat mendapatkan persentase kelayakan 87,50% dengan kategori “sangat layak”.

Secara keseluruhan dari uji respon guru mendapatkan persentase kelayakan 89,16% dengan kategori “sangat layak”. Modul ajar sepeda motor listrik telah mendapatkan respon kelayakan sesuai dengan yang diinginkan, hal ini menunjukkan bahwa modul ajar yang disusun sudah memenuhi kebutuhan yang diperlukan guru dalam menjalankan proses pembelajaran.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan mulai dari tahap observasi dan wawancara, hasil akhir yang didapat ialah produk modul ajar sepeda motor listrik. Modul ajar sepeda motor listrik ini dirancang khusus untuk kebutuhan guru dan peserta didik kelas XI TBSM SMK Muhammadiyah Prambanan. Materi di dalamnya sangat cocok dengan apa yang diajarkan dan dipraktikkan langsung di sekolah karena disusun berdasarkan diskusi serta analisis kebutuhan belajar mereka. Modul tersebut langsung bisa diaplikasikan di sekolah, berbeda dengan modul umum yang mungkin kurang spesifik. Keunggulan utama modul ini terletak pada materinya yang sangat pas dan spesifik untuk proses pembelajaran di SMK Muhammadiyah Prambanan.

Modul ajar sepeda motor listrik ini telah melalui berbagai tahap penilaian mulai dari penilaian validasi ahli materi dengan total persentase 90% dengan kategori “sangat layak”, penilaian validasi ahli media dengan total persentase 88,75% dengan kategori “sangat layak”, uji respon peserta didik dengan total persentase 83,57% dengan kategori “sangat layak”, dan uji respon guru dengan total persentase 89,16% dengan kategori “sangat layak”. Dengan demikian, dari seluruh uji coba kelayakan modul ajar sudah memenuhi standar kelayakan yang diharapkan dengan kategori kelayakan “sangat layak”. Modul ajar kedepannya siap disebar kepada guru dan peserta didik untuk menjadi pedoman pembelajaran sepeda motor listrik. Modul ajar diyakini dapat membantu jalannya proses pembelajaran dengan baik dan lancar sehingga mampu menambah wawasan peserta didik mengenai perkembangan teknologi sepeda motor listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Basirun, B., Sofyan, H., Arifin, Z., Mutohhari, F., & Rabiman, R. (2023). Hybrid electric vehicles: A review of performance in various temperature conditions. *AIP Conference Proceedings*, 2671, 1–10. <https://doi.org/10.1063/5.0114632>
- Bathla, G., Bhadane, K., Singh, R. K., Kumar, R., Aluvalu, R., Krishnamurthi, R., Kumar, A., Thakur, R. N., & Basheer, S. (2022). Autonomous vehicles and intelligent automation: applications, challenges, and opportunities. In *Mobile Information Systems* (Vol. 2022, pp. 1–15). <https://doi.org/10.1155/2022/7632892>
- Benajes, J., García, A., Monsalve-Serrano, J., & Martínez-Boggio, S. (2020). Emissions reduction from passenger cars with RCCI plug-in hybrid electric vehicle technology. *Applied Thermal Engineering*, 164(18), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114430>
- Billett, S. (2011). *Vocational Education: Purposes, Traditions and Prospects*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1954-5>
- Cao, J., Chen, X., Qiu, R., & Hou, S. (2021). Electric vehicle industry sustainable development with a stakeholder engagement system. *Technology in Society*, 67(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101771>
- Chen, T., Zhang, X. P., Wang, J., Li, J., Wu, C., Hu, M., & Bian, H. (2020). A Review on electric vehicle charging infrastructure development in the UK. In *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy* (Vol. 8, Issue 2, pp. 1–14).

- <https://doi.org/10.35833/MPCE.2018.000374>
- Clark, L., & Winch, C. (2007). *Vocational Education : International Approaches, Developments and Systems*. Routledge.
- Edelenbosch, O. Y., McCollum, D. L., Pettifor, H., Wilson, C., & Van Vuuren, D. P. (2018). Interactions between social learning and technological learning in electric vehicle futures. *Environmental Research Letters*, 13(12), 1–15. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae948>
- Higuera-Castillo, E., Singh, V., Singh, V., & Liébana-Cabanillas, F. (2024). Factors affecting adoption intention of electric vehicle: a cross-cultural study. *Environment, Development and Sustainability*, 26(11), 29293–29329. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03865-y>
- Kumar, A., & Thakura, P. R. (2019). Performance evaluation of hybrid electric vehicles for sustainable transport system. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(11), 1–16. <https://doi.org/10.35940/ijitee.K1280.0981119>
- Kurniawan, R., Jaedun, A., Mutohhari, F., & Kusuma, W. M. (2021). The absorption of vocational education graduates in the automotive sector in the industrial world. *Journal of Education Technology*, 5(3), 482–490. <https://doi.org/10.23887/jet.v5i3.35365>
- Macharia, V. M., Garg, V. K., & Kumar, D. (2023). A review of electric vehicle technology: Architectures, battery technology and its management system, relevant standards, application of artificial intelligence, cyber security, and interoperability challenges. In *IET Electrical Systems in Transportation* (Vol. 13, Issue 2, pp. 1–14). <https://doi.org/10.1049/els2.12083>
- Meszaros, F., Shatanawi, M., & Ogunkunbi, G. A. (2020). Challenges of the electric vehicle markets in emerging economies. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 49(1), 93–101. <https://doi.org/10.3311/PPTR.14037>
- Mutohhari, F., Sutiman, S., Nurtanto, M., Kholifah, N., & Samsudin, A. (2021). Difficulties in implementing 21st century skills competence in vocational education learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1229–1236. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.22028>
- Onyilo, I. R., Arsat, M., Latif, A. A., & Akor, T. S. (2020). Green automobile technology competencies in Nigeria and the fourth industrial revolution. *Journal of Critical Reviews*, 7(7), 865–869. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.07.157>
- Pukalo, M., & Prokhorovskyi, Y. (2019). Training professionals in repairing and maintaining electric vehicles in Ukraine. *Scientific Bulletin of South Ukrainian National Pedagogical University Named after K D Ushynsky*, 2019(2), 7–13. <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2019-2-1>
- Putri, G. E., Sudira, P., Sofyan, H., Mutohhari, F., Saputro, I. N., & Ramadhan, M. A. (2025). Determining green technology usage behaviour in vocational education and learning. *Multidisciplinary Science Journal*, 7(9), 1–11. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2025347>
- Rabiman, R., Sudira, P., Sofyan, H., & Nurtanto, M. (2021). Practical learning media in subject maintenance of chassis and power (MCP) based online: Simple learning using videos on YouTube. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(1), 130–145. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i03.14943>
- Ruoso, A. C., & Ribeiro, J. L. D. (2022). The influence of countries' socioeconomic characteristics on the adoption of electric vehicle. *Energy for Sustainable Development*, 71(1), 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.10.003>
- Saleet, H., Aldamsah, A., Banikhaled, M., Abu-Baker, A., Damseh, R. A., Al-Smadi, M., Mostafa, A., Adaileh, W., Alahmer, A., Al-Salaymeh, A., Al Twassi, S., AlBeek, R., & Hassouneh, K. (2023). Importance and barriers of establishing educational/training programs in electric vehicles/hybrid-electric vehicles in Jordan. *World Electric Vehicle Journal*, 14(9), 1–14. <https://doi.org/10.3390/wevj14090232>
- Sudarsono, B., Arief Ghozali, F., Tentama, F., Asti Mulasari, S., Wahyuni Sukesni, T.,

Sulistyawati, S., Yuliansyah, H., Nafiati, L., Listyaningrum, P., Pratama, W., R. Hafid Hardyanto, S., & Rahmawati, R. (2024). 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*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.51278/bpr.v4i1.1029>