



PELATIHAN PENGGUNAAN TRAINER SIMULATOR *ELECTRIC VEHICLE* SEPEDA MOTOR BAGI GURU SMK NEGERI 3 KARAWANG

Sugeng Priyanto¹, Imam Mahir², Rani Anggrainy³, Agung Gumelar⁴, Hari Din Nugraha⁵, Miftah Al Hafidz⁶, Diandra Keisha Gunadi⁷, Rizky Malik Arrahman⁸

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta^{1,2,3,4,5,6,7,8}

e-mail: spriyanto@unj.ac.id

Diterima: 05/08/2026; Direvisi: 12/08/2026; Diterbitkan: 31/08/2026

ABSTRAK

Ekosistem sepeda motor listrik di Indonesia berkembang, tetapi penjualannya pada 2025 tercatat 55.059 unit, turun 28,6% dari 77.078 unit pada 2024, dan porsinya masih di bawah satu persen dari total penjualan sepeda motor nasional, sehingga sekolah menengah kejuruan (SMK) program keahlian otomotif belum banyak memiliki media praktik untuk topik ini. SMK Negeri 3 Karawang menghadapi tiga persoalan, yaitu pemahaman guru terhadap arsitektur sepeda motor listrik yang belum merata, praktik pemeriksaan yang masih mengacu pada kebiasaan kelistrikan konvensional, padahal berisiko terhadap sistem bertegangan baterai, dan ketiadaan media praktik untuk berlatih berulang secara aman. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menghibahkan satu unit trainer simulator sepeda motor listrik kepada sekolah dan melatih guru menggunakannya melalui pelatihan berbasis kompetensi pada 23 Juni 2026, mencakup pemaparan materi, demonstrasi, dan praktik langsung, dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sebagai salah satu materi. Evaluasi menggunakan angket kepuasan 15 butir berskala 1 sampai 4 dan tes pengetahuan pilihan ganda 10 butir yang diisi oleh lima guru peserta. Rerata skor angket sebesar 3,80 dari 4,00 pada kategori sangat baik, tanpa satu pun butir bernilai di bawah 3. Rerata skor tes sebesar 184 dari 200, dengan rentang 170 sampai 200. Dari 50 jawaban tes yang dianalisis, 43 jawaban benar; enam butir dijawab benar oleh seluruh peserta, sedangkan butir tentang spesifikasi baterai hanya dijawab benar oleh satu peserta. Temuan utamanya adalah penguasaan peserta yang terbelah menurut jenis materi: butir prosedural dan butir keselamatan kerja dikuasai seluruh peserta, sedangkan butir hafalan spesifikasi baterai dikuasai satu peserta, sehingga pendampingan lanjutan diarahkan pada pembacaan lembar spesifikasi teknis dan bukan pada prosedur pengoperasian. Jumlah responden yang terbatas membuat hasil ini berlaku bagi lima peserta yang mengisi instrumen, bukan bagi seluruh guru produktif sekolah mitra.

Kata Kunci: *Kendaraan Listrik, Keselamatan Kerja, Pelatihan Guru, Pendidikan Vokasi, Trainer Simulator Sepeda Motor Listrik*

ABSTRACT

The electric motorcycle ecosystem in Indonesia is expanding, yet 2025 sales stood at 55,059 units, down 28.6% from 77,078 units in 2024, and still accounted for less than one percent of national motorcycle sales, leaving vocational high schools (SMK) with automotive programmes short of practical media for this topic. SMK Negeri 3 Karawang faced three problems: teachers' understanding of electric motorcycle architecture was uneven, inspection practice still relied on conventional electrical habits that carry risk on battery-voltage systems, and the school lacked practical media for safe repeated training. This community service programme donated one electric motorcycle simulator trainer unit to the school and trained teachers to operate it through



competency-based training held on 23 June 2026, comprising material exposure, demonstration, and hands-on practice, with occupational health and safety (K3) included as training content. Evaluation used a 15-item satisfaction questionnaire on a 1-to-4 scale and a 10-item multiple-choice knowledge test completed by five participating teachers. The mean questionnaire score was 3.80 out of 4.00, categorised as very good, with no item scoring below 3. The mean test score was 184 out of 200, ranging from 170 to 200. Of the 50 test responses analysed, 43 were correct; six items were answered correctly by all participants, while the item on battery specifications was answered correctly by only one participant. The main finding is a split in participant mastery by item type: all participants answered the procedural and occupational safety items correctly, whereas only one answered the battery specification item correctly, directing follow-up mentoring towards reading the technical specification sheet rather than towards operating procedures. The limited number of respondents means the results describe the five teachers who completed the instruments rather than all vocational teachers at the partner school.

Keywords: *Electric Motorcycle Simulator Trainer, Electric Vehicle, Occupational Safety, Teacher Training, Vocational Education*

PENDAHULUAN

Ekosistem sepeda motor listrik di Indonesia tumbuh, tetapi masih kecil dibandingkan dengan sepeda motor konvensional. Penjualan sepeda motor listrik pada 2025 tercatat 55.059 unit berdasarkan data registrasi Kementerian Perhubungan, turun 28,6% dari 77.078 unit pada 2024, dan persinya belum mencapai satu persen dari total 6.412.769 unit sepeda motor yang terjual sepanjang tahun tersebut (Kompas.com, 2026). Pemerintah tetap mendorong elektrifikasi kendaraan roda dua melalui regulasi teknis, antara lain Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 45 Tahun 2020 tentang kendaraan tertentu dengan penggerak motor listrik (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2020). Maghfiroh, Pandiyaswargo, dan Onoda (2021) melaporkan bahwa pemangku kepentingan menilai kesiapan teknologi kendaraan listrik di Indonesia sudah berada pada tingkat tinggi, tetapi penilaian itu bersumber dari sudut pandang industri, pemerintah, dan pengguna akhir, tanpa menyertakan sudut pandang lembaga pendidikan vokasi yang menyiapkan tenaga kerja pendukungnya. Penelitian teknis pada sepeda motor listrik bergerak ke arah yang serupa, yaitu pemodelan dan pengujian unjuk kerja kendaraan, seperti model powertrain sepeda motor listrik yang divalidasi oleh Adams, Botha, dan Booysen (2026) melalui pengujian dinamometer di Afrika Sub-Sahara, tanpa menyinggung kesiapan pengajar yang akan menangani kendaraan itu di bengkel. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Otomotif berada pada posisi yang menentukan arah kesenjangan itu karena lulusannya menjadi tenaga kerja yang berhadapan langsung dengan kendaraan listrik di bengkel.

SMK Negeri 3 Karawang, Kabupaten Karawang, Jawa Barat, menyelenggarakan program keahlian Teknik Sepeda Motor dan berjarak sekitar 50 km dari Universitas Negeri Jakarta (UNJ). Karawang adalah salah satu kawasan industri otomotif utama di Jawa Barat, sehingga lulusan sekolah ini berhadapan langsung dengan pasar kerja yang mulai bergeser ke teknologi elektrifikasi. Penyelenggaraan pendidikan vokasi berbasis kompetensi di Indonesia bertumpu pada penguasaan kinerja yang teramati dan dapat diverifikasi (Misbah, Gulikers, Dharma, & Mulder, 2020), sehingga guru dituntut menguasai bukan hanya konsep tetapi juga prosedur pengoperasian dan pemeriksaan alat sebelum kompetensi itu diteruskan kepada peserta didik.



Penjajakan awal bersama pimpinan sekolah dan guru program keahlian menemukan tiga persoalan yang saling berkaitan. Pertama, pemahaman guru terhadap arsitektur sepeda motor listrik, yaitu hubungan antara sumber energi, pengendali, dan penggerak, belum merata. Kedua, praktik pemeriksaan dasar pada sistem kendaraan listrik masih mengacu pada kebiasaan kerja kelistrikan konvensional, padahal sistem penggerak listrik menuntut kehati-hatian lebih ketat pada konektor, polaritas, dan pengamanan sumber energi baterai litium, mengingat kegagalan penanganan baterai litium dapat memicu panas berlebih sampai kebakaran. Li et al. (2022) merekonstruksi kebakaran sepeda listrik skala penuh pada rumah susun bertingkat tinggi dan mencatat pertumbuhan api serta asap yang membahayakan penghuni, sedangkan Nerkar, Goyal, Mukherjee, dan Soni (2025) menempatkan kenaikan suhu paket baterai litium selama pengisian berarus tinggi sebagai persoalan pokok pada keselamatan dan umur pakai baterai. Leone dan Papurello (2026) membandingkan perilaku kebakaran kendaraan listrik dan kendaraan berbahan bakar di ruang tertutup, kondisi yang mendekati bengkel sekolah. Standar ISO 13063-2:2022 tentang proteksi terhadap sengatan listrik pada moped dan sepeda motor listrik menempatkan pengamanan kelistrikan sebagai syarat keselamatan yang tidak dapat digantikan oleh kebiasaan kerja pada mesin berbahan bakar. Ketiga, sekolah belum memiliki media praktik yang memungkinkan guru berlatih berulang secara aman untuk topik sepeda motor listrik.

Pengembangan trainer sepeda motor listrik sebagai media pembelajaran vokasi umumnya diarahkan pada peserta didik sebagai pengguna akhir. Ramdhani, Sriyono, dan Munawar (2024) membangun trainer serupa untuk meluruskan miskonsepsi otomotif siswa, sementara Suprpto et al. (2025) mengembangkan trainer kit bagi jurusan teknik elektro dan otomotif SMK dan melaporkan peningkatan pemahaman serta keterampilan praktik siswa setelah penggunaannya. Pola yang sama tampak pada trainer kelistrikan berbasis penelusuran gangguan (fault-finding) rancangan Anwar, Triyono, Ta'ali, Hidayat, dan Syahputeri (2021) untuk pembelajaran kelistrikan dan elektronika dasar. Di luar konteks sekolah menengah, Ge, Xu, dan Zhang (2024) membangun sistem latih komponen otomotif berbasis hardware-in-the-loop, dan Kouba et al. (2024) menyusun simulator pembelajaran jaringan listrik untuk keperluan pengajaran, keduanya memanfaatkan perangkat simulasi agar prosedur kerja dapat dilatih berulang tanpa membebani peralatan sebenarnya. Penguatan kompetensi guru sebagai pihak yang mendemonstrasikan dan mengawasi praktik siswa belum menjadi sasaran langsung pada penelitian-penelitian tersebut. Malik, Soenarto, dan Sudarsono (2018) menunjukkan bahwa model pelatihan berbasis kompetensi efektif meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mengajar guru SMK program keahlian kelistrikan, tetapi penerapannya pada topik sepeda motor listrik beserta pengukuran hasilnya belum banyak dilaporkan.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk (1) meningkatkan kompetensi guru SMK Negeri 3 Karawang dalam mengoperasikan dan melakukan pemeriksaan dasar trainer simulator sepeda motor listrik, (2) memperkuat pemahaman guru mengenai K3 pada penanganan sistem kelistrikan kendaraan, dan (3) menyediakan media praktik berupa satu unit trainer simulator beserta modul pelatihan penggunaannya. Artikel ini melaporkan pelaksanaan kegiatan tersebut beserta hasil pengukuran respons peserta dan penguasaan pengetahuan yang dicapai pada akhir pelatihan.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan pelatihan berbasis kompetensi (*competency-based training*) yang memadukan pemaparan materi, demonstrasi oleh tim, dan praktik langsung pada trainer. Evaluasi kegiatan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yaitu



mendeskripsikan respons peserta dan capaian pengetahuan melalui skor instrumen yang diolah dengan statistik deskriptif, tanpa desain eksperimen dan tanpa pengukuran awal (pretest) sebelum pelatihan. Pilihan pendekatan ini mengikuti tuntutan pendidikan vokasi berbasis kompetensi yang menilai kinerja teramati dan dapat diverifikasi (Misbah et al., 2020), sehingga tolok ukur keberhasilan diletakkan pada apa yang dapat dikerjakan dan dijawab peserta pada akhir pelatihan.

Kegiatan dilaksanakan di bengkel dan aula SMK Negeri 3 Karawang, Kabupaten Karawang, Jawa Barat, dengan puncak kegiatan berupa pelatihan pada Selasa, 23 Juni 2026. Pelaksana terdiri atas enam dosen Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta (UNJ) dan dua mahasiswa yang bertugas sebagai asisten pelatihan. Instrumen evaluasi diisi oleh lima guru peserta dengan latar belakang mata pelajaran yang beragam, yaitu produktif otomotif, kelistrikan, dan Teknik Sepeda Motor, dengan pengalaman mengajar antara 5 sampai 10 tahun; jumlah ini lebih sedikit daripada jumlah guru sasaran karena sebagian peserta telah kembali ke tugas mengajar ketika borang evaluasi daring dibagikan pada akhir sesi.

Objek yang dilatihkan adalah satu unit trainer simulator sepeda motor listrik Exotic Sprinter LX yang dihibahkan oleh tim kepada sekolah. Unit ini digerakkan oleh motor brushless direct current (BLDC) berdaya 1.200 watt dengan sumber energi baterai 60 V 20,2 Ah, mengikuti alur energi dari baterai menuju controller, motor BLDC, dan roda belakang, serta dilengkapi mode berkendara bertingkat termasuk mode BOOST berperforma tertinggi. Penggerak jenis ini bertumpu pada pengaturan komutasi elektronik untuk menjaga unjuk kerja pada beban yang berubah (Naresh, Suresh, & Pattnaik, 2025), dan motor BLDC dipakai pula pada kendaraan roda dua listrik berdaya kecil (Ebrahim, 2023). Pengaturan mode berkendara pada kendaraan listrik ikut menentukan konsumsi energi dan besarnya energi pengereman yang dipulihkan (Hammer, Mitsching, Heydrich, & Ivanov, 2025). Unit menyediakan titik ukur kelistrikan untuk pemeriksaan tegangan baterai, sekring, konektor, dan kunci kontak menggunakan avometer atau multitester. Sistem pengisian daya trainer mengacu pada prinsip umum sistem pengisian konduktif kendaraan listrik (International Electrotechnical Commission [IEC], 2017), prinsip yang juga menjadi dasar pemodelan perangkat pengisian pada penelitian infrastruktur (Lee, Sharma, Johansson, & Low, 2021) dan kajian mutu daya pada stasiun pengisian cepat (Ghantasala & Koperundevi, 2026). Paket baterai litium pada kendaraan listrik bekerja bersama sistem manajemen baterai yang menyeimbangkan tegangan antarsel dan mencegah sel bekerja di luar rentang amannya (Khalid, Stevenson, & Sarwat, 2021; Guran, Florescu, & Perisoara, 2024).

Materi pelatihan mencakup pengenalan komponen dan alur energi, mode berkendara, prosedur pengisian daya baterai, perawatan, dan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada penanganan sistem kelistrikan kendaraan. Tahapan berlangsung berurutan, yaitu orientasi konsep, demonstrasi oleh tim mulai dari pemeriksaan awal sampai penghentian alat, praktik berkelompok dengan modul pelatihan sebagai panduan, dan diakhiri dengan pengukuran hasil.

Data dikumpulkan melalui borang daring yang diisi peserta sesuai pelatihan, terkumpul sebanyak 5 respons. Instrumen pertama adalah angket kepuasan 15 butir berskala 1 sampai 4 (1 = sangat tidak setuju sampai 4 = sangat setuju) yang mencakup lima dimensi, yaitu kesesuaian dan relevansi materi (3 butir), kualitas penyampaian materi (4 butir), penguasaan dan interaksi narasumber (4 butir), penyelenggaraan pelatihan (2 butir), serta dampak pelatihan bagi peserta (2 butir). Instrumen kedua adalah tes pengetahuan pilihan ganda 10 butir yang mengukur spesifikasi teknis kendaraan, alur energi, mode berkendara, prosedur pengisian daya, perawatan, K3, dan pemeriksaan awal gangguan. Kedua instrumen disusun dan ditelaah secara

internal oleh tim pelaksana tanpa uji validitas dan reliabilitas empiris mengingat jumlah peserta yang terbatas. Kunci jawaban tes ditetapkan berdasarkan jawaban peserta dengan skor tertinggi pada borang, bukan disusun secara independen oleh tim sebelum pelatihan berlangsung, sehingga keakuratan kunci bergantung pada asumsi bahwa peserta tersebut menjawab seluruh butir dengan benar.

Indikator keberhasilan ditetapkan mengikuti ketiga tujuan kegiatan. Tujuan pertama dinyatakan tercapai apabila rerata skor tes pengetahuan peserta mencapai sekurang-kurangnya 150 dari 200 dan seluruh peserta menjawab benar pada butir prosedural, yaitu urutan aliran energi, mode berkendara, dan pemeriksaan awal ketika kendaraan tidak menyala. Tujuan kedua dinyatakan tercapai apabila seluruh peserta menjawab benar kedua butir keselamatan dan kesehatan kerja (K3), yaitu butir tindakan yang harus dihindari dalam perawatan dan butir prinsip keselamatan kerja pada sistem kelistrikan kendaraan. Tujuan ketiga dinyatakan tercapai apabila satu unit trainer beserta modul pelatihan diserahkan dan berfungsi di bengkel sekolah, disertai rerata skor angket kepuasan sekurang-kurangnya 3,26 dari 4,00 yang setara dengan kategori sangat baik pada rentang interpretasi yang dipakai.

Data angket dianalisis dengan menghitung rerata skor tiap butir, rerata tiap dimensi, dan rerata keseluruhan, kemudian dikonversi ke persentase terhadap skor maksimum 4,00 dan diinterpretasikan pada rentang 1,00 sampai 1,75 (kurang), 1,76 sampai 2,50 (cukup), 2,51 sampai 3,25 (baik), dan 3,26 sampai 4,00 (sangat baik). Data tes pengetahuan dianalisis dengan menghitung rerata skor, rentang, simpangan baku skor peserta, serta persentase jawaban benar pada tiap butir untuk mengidentifikasi konsep yang belum dikuasai secara merata. Dokumentasi foto pelaksanaan digunakan sebagai penjelas atas data kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Seluruh tahapan kegiatan di lokasi mitra terlaksana. Satu unit trainer simulator sepeda motor listrik Exotic Sprinter LX diinstalasi, diuji fungsinya, dan dihibahkan kepada SMK Negeri 3 Karawang, kemudian ditempatkan di bengkel sekolah. Pelatihan berlangsung pada 23 Juni 2026 mengikuti tahapan yang direncanakan, dan modul pelatihan diserahkan kepada sekolah pada akhir kegiatan. Suasana pelaksanaan pelatihan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pelaksanaan pelatihan penggunaan *trainer simulator* sepeda motor listrik bagi guru SMK Negeri 3 Karawang, 23 Juni 2026

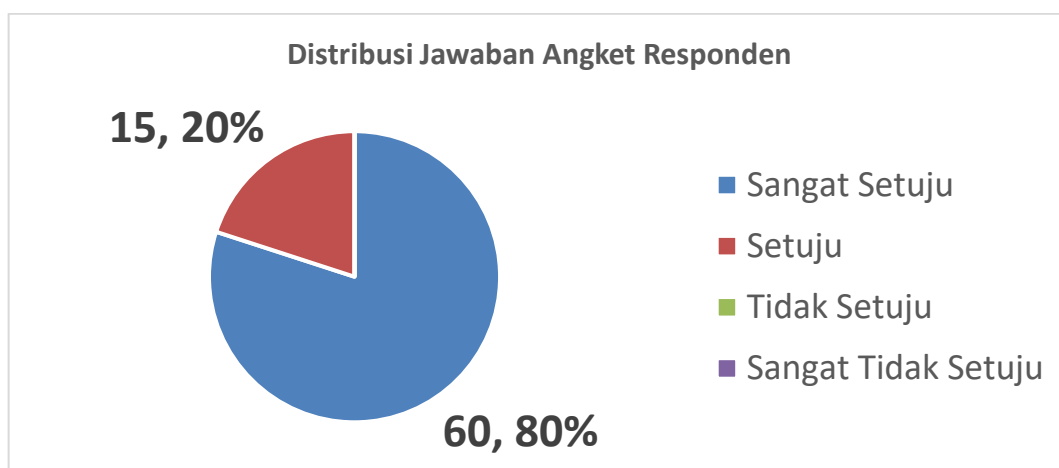
Angket respons diisi lima guru peserta. Empat peserta memberikan nilai 4 (sangat setuju) pada seluruh butir dan satu peserta memberikan nilai 3 (setuju) pada seluruh butir, sehingga rerata setiap butir sebesar 3,80 dari skor maksimum 4,00 dan berada pada kategori

sangat baik tanpa satu pun butir bernilai di bawah 3. Rekapitulasi per dimensi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi skor angket kepuasan peserta pelatihan per dimensi (n = 5, skala 1-4)

Dimensi	Jumlah butir	Rerata skor	Kategori
Kesesuaian dan relevansi materi	3	3,80 (95%)	Sangat baik
Kualitas penyampaian materi	4	3,80 (95%)	Sangat baik
Penguasaan dan interaksi narasumber	4	3,80 (95%)	Sangat baik
Penyelenggaraan pelatihan	2	3,80 (95%)	Sangat baik
Dampak pelatihan bagi peserta	2	3,80 (95%)	Sangat baik
Keseluruhan	15	3,80 (95%)	Sangat baik

Tabel 1 memperlihatkan rerata yang sama pada kelima dimensi, yaitu 3,80 dari 4,00, sehingga tidak ada dimensi yang menonjol atau tertinggal. Kesamaan itu bersumber dari pola pengisian yang seragam pada tiap peserta, bukan dari penilaian yang berbeda antar dimensi, sehingga tabel tersebut dibaca sebagai gambaran tingkat penerimaan secara keseluruhan dan bukan sebagai peringkat antar dimensi. Dimensi dampak pelatihan bagi peserta, yang hanya memuat dua butir, memperoleh rerata yang sama dengan dimensi kesesuaian materi yang memuat tiga butir. Sebaran jawaban peserta berdasarkan kategori skala ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi jawaban angket peserta pelatihan berdasarkan kategori skala (n = 5; 15 butir)

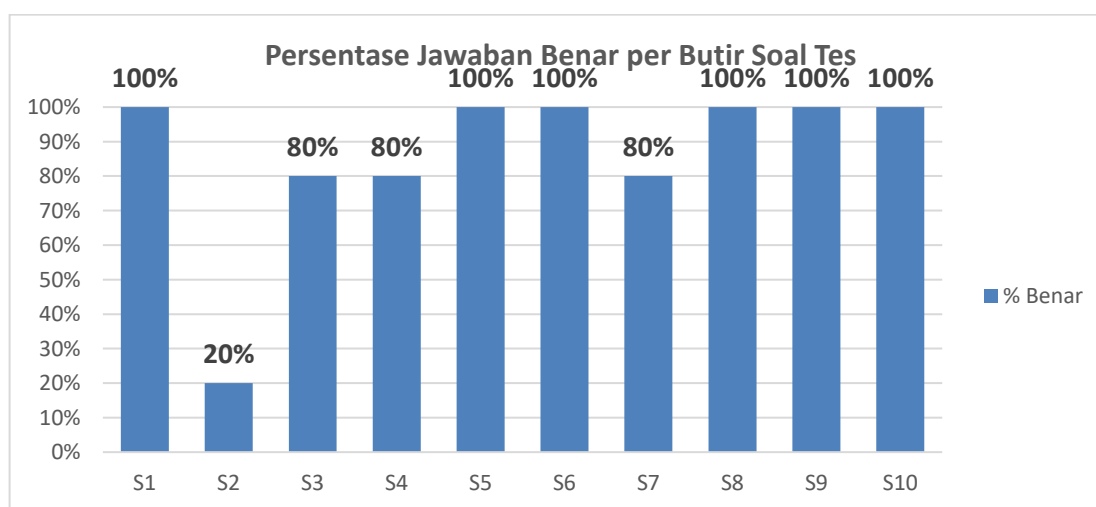
Gambar 2 memuat 75 jawaban, yaitu 15 butir angket yang diisi oleh lima peserta. Sebanyak 60 jawaban berada pada kategori sangat setuju dan 15 jawaban pada kategori setuju, tanpa satu pun jawaban pada kategori tidak setuju maupun sangat tidak setuju. Sebaran yang hanya menempati dua kategori teratas inilah yang membuat rerata tiap butir jatuh pada angka yang sama.

Tes pengetahuan diikuti oleh lima guru peserta yang sama dengan menggunakan sepuluh butir soal pilihan ganda yang mencakup materi tentang komponen, alur energi, pengoperasian, perawatan, dan keselamatan kerja pada trainer simulator sepeda motor listrik. Setiap jawaban benar diberi skor sehingga skor maksimum yang dapat diperoleh peserta adalah 200. Rincian jumlah dan persentase jawaban benar pada setiap butir soal disajikan pada Tabel 2, sedangkan pola capaian peserta pada masing-masing butir divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.

Tabel 2. Persentase Jawaban Benar Tes Pengetahuan per Butir Soal (n = 5)

No.	Materi butir soal	Jawaban benar	Persentase
1	Daya motor listrik brushless direct current (BLDC)	5	100%
2	Spesifikasi baterai	1	20%
3	Komponen pengatur aliran listrik dari baterai ke motor	4	80%
4	Karakteristik yang bukan keunggulan motor BLDC	4	80%
5	Urutan aliran energi pada sepeda motor listrik	5	100%
6	Mode berkendara dengan performa tertinggi	5	100%
7	Langkah pertama pengisian daya baterai	4	80%
8	Tindakan yang harus dihindari dalam perawatan kendaraan listrik	5	100%
9	Prinsip keselamatan kerja pada sistem kelistrikan kendaraan	5	100%
10	Pemeriksaan awal ketika kendaraan tidak menyala	5	100%
	Keseluruhan	43	86%

Tabel 2 menyajikan persentase jawaban benar pada setiap butir tes pengetahuan yang diperoleh oleh lima peserta pelatihan. Data tersebut menunjukkan variasi tingkat penguasaan peserta pada setiap materi, terutama pada butir yang berkaitan dengan spesifikasi teknis baterai dibandingkan dengan materi prosedural dan keselamatan kerja. Untuk memperjelas pola sebaran capaian tersebut, persentase jawaban benar pada setiap butir kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase jawaban benar tes pengetahuan per butir soal (n = 5)



Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3, enam butir dijawab benar oleh kelima peserta, tiga butir dijawab benar oleh empat peserta, dan satu butir, yaitu spesifikasi baterai, dijawab benar oleh satu peserta, sehingga terkumpul 43 jawaban benar dari 50 jawaban. Butir spesifikasi baterai berdiri sendiri sebagai satu-satunya butir yang berada jauh di bawah butir lain, sedangkan butir yang menuntut urutan kerja dan tindakan keselamatan berada pada angka tertinggi.

Pembahasan

Pengukuran menjawab dua hal. Pertama, apakah trainer dan pelatihan dinilai sesuai kebutuhan mengajar guru, yang dijawab angket dengan rerata 3,80 dari 4,00?. Kedua, apakah peserta menguasai konsep dan prosedur yang dilatihkan, yang dijawab tes dengan rerata 184 dari 200?. Kedua angka itu tinggi, tetapi keduanya diperoleh setelah pelatihan tanpa pengukuran awal, sehingga data yang ada menunjukkan tingkat penguasaan dan penerimaan pada akhir pelatihan, bukan besarnya peningkatan yang disebabkan oleh pelatihan itu sendiri. Model pelatihan berbasis kompetensi bagi guru SMK memang lazim dievaluasi melalui pencapaian pada akhir pelatihan (Malik et al., 2018), tetapi tanpa kelompok pembanding maupun pengukuran awal, klaim tentang efektivitas intervensi tidak dapat ditegakkan dari data ini.

Pola skor angket layak dibaca dengan hati-hati. Seluruh 15 butir memperoleh rerata identik sebesar 3,80 karena empat peserta memberi nilai 4 pada seluruh butir dan satu peserta memberi nilai 3 pada seluruh butir tanpa terkecuali. Pola sepadat ini pada lima responden lebih mencerminkan kecenderungan menjawab konsisten pada satu titik skala daripada perbedaan penilaian antar butir maupun antar dimensi, sehingga urutan dimensi pada Tabel 1 tidak dapat diperlakukan sebagai peringkat yang bermakna. Ketiadaan sebaran ke bawah, yaitu tidak satu pun peserta memilih skor 1 atau 2, merupakan pola yang lazim pada instrumen laporan diri yang diisi tepat setelah kegiatan berlangsung.

Hasil tes memberi informasi yang lebih spesifik karena jawabannya dapat diperiksa benar atau salah. Enam dari sepuluh butir dijawab benar oleh seluruh peserta, mencakup konsep dasar motor *brushless direct current (BLDC)*, urutan aliran energi, mode berkendara, tindakan yang harus dihindari dalam perawatan, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta pemeriksaan awal ketika kendaraan tidak menyala. Satu butir menyimpang tajam, yaitu spesifikasi baterai, yang hanya dijawab benar oleh satu dari lima peserta. Pola ini menunjukkan bahwa peserta lebih mudah menguasai alur kerja dan prosedur dibandingkan dengan angka spesifikasi teknis yang tidak terpakai langsung ketika mengoperasikan trainer, sejalan dengan laporan Ramdhani et al. (2024) dan Suprpto et al. (2025) bahwa trainer sepeda motor listrik memperkuat pemahaman konsep dan keterampilan praktik penggunaannya, tanpa keduanya secara khusus menguji retensi angka spesifikasi komponen. Anwar et al. (2021) melaporkan pola serupa pada trainer kelistrikan berbasis penelusuran gangguan, yaitu peserta lebih cepat menguasai prosedur diagnostik dibandingkan dengan detail teknis menyusun rangkaian.

Perbandingan dengan kegiatan sejenis menempatkan capaian ini pada posisi yang wajar sekaligus menunjukkan letak perbedaannya. Ramdhani et al. (2024) dan Suprpto et al. (2025) melaporkan peningkatan pemahaman dan keterampilan praktik pada pengguna trainer sepeda motor listrik, tetapi keduanya menempatkan siswa sebagai sasaran, sedangkan kegiatan ini menyasar guru yang kelak mendemonstrasikan prosedur itu kepada siswa, sehingga satu unit trainer dipakai berulang kali oleh rombongan belajar. Anwar et al. (2021) memperoleh urutan penguasaan yang mirip pada trainer penelusuran gangguan, yaitu prosedur diagnostik lebih dahulu dikuasai daripada detail teknis menyusun rangkaian. Di luar konteks sekolah menengah,



Ge et al. (2024) dan Kouba et al. (2024) memakai perangkat simulasi untuk melatih prosedur secara berulang tanpa membebani peralatan sebenarnya, dan pola yang sama muncul pada butir prosedural di Tabel 2 yang dijawab benar oleh seluruh peserta.

Kesenjangan pada butir spesifikasi baterai juga sejalan dengan sifat informasi baterai yang berubah menurut kondisi pemakaian. Kapasitas yang benar-benar tersedia pada sebuah paket baterai bergantung pada kondisi kesehatan baterai yang menurun seiring pemakaian dan menuntut pemantauan berkala (Gallo et al., 2025), dan informasi kondisi baterai itu turut membentuk perilaku pengguna kendaraan listrik (Wang, Zeng, & Guo, 2021). Angka nominal pada lembar spesifikasi lebih tepat diperlakukan sebagai rujukan tertulis yang dibuka saat diperlukan daripada sebagai bahan hafalan.

Butir spesifikasi baterai perlu dibaca dengan satu catatan metodologis. Sebagaimana disebutkan pada bagian Metode, kunci jawaban tes ditetapkan berdasarkan jawaban peserta bernilai tertinggi, bukan disusun secara independen oleh tim berdasarkan lembar spesifikasi resmi trainer sebelum pelatihan berlangsung. Akibatnya, angka 20 persen pada butir tersebut menggambarkan tingkat kesepakatan dengan jawaban peserta bernilai tertinggi, bukan kebenaran yang divalidasi terhadap dokumen teknis unit Exotic Sprinter LX. Kelemahan ini tidak mengubah arah temuan, karena kesenjangan antara butir spesifikasi dan butir konsep maupun prosedur tetap tampak jelas, tetapi besaran persisnya perlu diperlakukan sebagai perkiraan, bukan angka final.

Kesenjangan ini punya konsekuensi praktis. Modul pelatihan yang diserahkan kepada SMK Negeri 3 Karawang telah memuat data spesifikasi teknis trainer sebagai rujukan tertulis, sehingga guru tidak bergantung pada ingatan ketika perlu menyebutkan angka daya motor atau kapasitas baterai kepada peserta didik. Pengamanan sistem bertegangan baterai tetap menjadi prioritas terlepas dari kelemahan pada butir spesifikasi, karena seluruh peserta menjawab benar butir tentang tindakan yang harus dihindari dan prinsip K3, kesesuaian yang relevan, sebab risiko sengatan listrik dan kegagalan sistem penggerak baterai menuntut penanganan berbeda dari kelistrikan konvensional (Li et al., 2024; Leone & Papurello, 2026; ISO 13063-2:2022). Pemeriksaan gangguan pada kendaraan listrik juga menuntut kesadaran terhadap gangguan elektromagnetik yang tidak dijumpai pada kendaraan berbahan bakar (Wu et al., 2023), materi yang dapat ditambahkan pada pendampingan berikutnya.

KESIMPULAN

Ketiga tujuan kegiatan tercapai menurut indikator yang ditetapkan pada bagian Metode. Rerata skor tes pengetahuan sebesar 184 dari 200 melampaui ambang 150, dan seluruh peserta menjawab benar butir prosedural, yaitu urutan aliran energi, mode berkendara, dan pemeriksaan awal ketika kendaraan tidak menyala, sehingga tujuan pertama terpenuhi. Kedua butir keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dijawab benar oleh seluruh peserta, sehingga tujuan kedua terpenuhi, sedangkan tujuan ketiga terpenuhi dengan diserahkannya satu unit trainer beserta modul pelatihan yang berfungsi di bengkel sekolah, disertai rerata skor angket 3,80 dari 4,00. Temuan utamanya bukan tingginya kedua angka itu, melainkan terbelahnya penguasaan menurut jenis materi: butir prosedur dan keselamatan dikuasai seluruh peserta, sedangkan butir spesifikasi baterai dikuasai satu peserta.

Hasil ini terbatas pada lima guru yang mengisi instrumen di satu sekolah, diukur sekali pada akhir pelatihan tanpa pengukuran awal maupun kelompok pembandingan, dengan instrumen yang belum diuji validitas dan reliabilitasnya dan kunci jawaban yang ditetapkan dari lembar jawaban peserta bernilai tertinggi, sehingga angka yang dilaporkan menggambarkan



penguasaan pada akhir pelatihan dan bukan besarnya peningkatan yang disebabkan oleh pelatihan. Pendampingan lanjutan disarankan untuk menempatkan pembacaan lembar spesifikasi teknis dan penelusuran gangguan sebagai materi utama, bukan pengulangan prosedur yang sudah dikuasai. Kegiatan berikutnya disarankan memakai pengukuran awal dan akhir, kunci jawaban yang disusun tim dari dokumen teknis unit sebelum pelatihan, serta jumlah peserta yang lebih besar agar capaian antar sekolah dapat dibandingkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini dibiayai Universitas Negeri Jakarta (UNJ) melalui skema Pengabdian kepada Masyarakat Wilayah Binaan Unggulan Universitas Tahun Anggaran 2026. Tim mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah, guru, dan staf SMK Negeri 3 Karawang, serta kepada Dra. Ade Mardiah Hayati, M.Pd. selaku mitra kegiatan, atas kesediaan dan kerja sama selama pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, H., Botha, S., & Booysen, M. J. (2026). A validated physics-based powertrain model for an electric motorcycle in Sub-Saharan Africa. *World Electric Vehicle Journal*, 17(2), 90. <https://doi.org/10.3390/wevj17020090>
- Anwar, M., Triyono, M. B., Ta'ali, T., Hidayat, H., & Syahputeri, V. N. (2021). Design of trainer kit as a fault-finding based on electricity and electronics learning media. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(2), 192–203. <https://doi.org/10.21831/jpv.v11i2.43742>
- Ebrahim, E. A. (2023). Real-time implementation of BLDC motor-based intelligent tracking control fed from PV-array for e-bike applications. *WSEAS Transactions on Power Systems*, 18, 270–281. <https://doi.org/10.37394/232016.2023.18.28>
- Gallo, R., Monopoli, T., Zampolli, M., Jaboeuf, R. J. P., Tosco, P., Patti, E., & Aliberti, A. (2025). A novel procedure for real-time SOH estimation of EV battery packs based on time series extrinsic regression. *IEEE Access*, 13, 326–340. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3516215>
- Ge, Z., Xu, Y., & Zhang, B. (2024). Parts simulation design and simulation training system combined with hardware-in-the-loop. *International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization*, 15, 13. <https://doi.org/10.1051/smdo/2024008>
- Ghantasala, N. R., & Koperundevi, G. (2026). Analysis of harmonics injected by fast charging stations with non-linear loads and performance evaluation of mitigation methods for shunt active filter. *Engineering Research Express*, 8(6), 065306. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/ae4f55>
- Guran, I.-C., Florescu, A., & Perisoara, L. A. (2024). SPICE model of a passive battery management system. *IEEE Access*, 12, 4000–4014. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3349186>
- Hammer, T., Mitsching, T., Heydrich, M., & Ivanov, V. (2025). Optimisation and evaluation of a fuzzy-based one-pedal driving strategy for enhancing energy efficiency and driving comfort. *World Electric Vehicle Journal*, 16(11), 608. <https://doi.org/10.3390/wevj16110608>



- International Electrotechnical Commission. (2017). IEC 61851-1:2017. Electric vehicle conductive charging system Part 1: General requirements. IEC.
- International Organization for Standardization. (2022). ISO 13063-2:2022. Electrically propelled mopeds and motorcycles Safety specifications Part 2: Protection against electric shock. ISO.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2020). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik. Kemenhub RI.
- Khalid, A., Stevenson, A., & Sarwat, A. I. (2021). Performance analysis of commercial passive balancing battery management system operation using a hardware-in-the-loop testbed. *Energies*, 14(23), 8037. <https://doi.org/10.3390/en14238037>
- Kompas.com. (2026, 6 Januari). Penjualan motor listrik 2025 turun 28,6%. <https://otomotif.kompas.com/read/2026/01/06/070200915/penjualan-motor-listrik-2025-turun-28-6->
- Kouba, N. E. L. Y., Yadel, N., Amrani, A. A., Amrane, A., & Ghaouli, N. (2024). Educational simulator of smart grid (ESSG). *Engineering Proceedings*, 67(1), 71. <https://doi.org/10.3390/engproc2024067071>
- Lee, Z. J., Sharma, S., Johansson, D., & Low, S. H. (2021). ACN-Sim: An open-source simulator for data-driven electric vehicle charging research. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(6), 5113–5123. <https://doi.org/10.1109/TSG.2021.3103156>
- Leone, E., & Papurello, D. (2026). Fire safety analysis of alternative vehicles in confined spaces: A study of underground parking facilities. *Fire*, 9(1), 20. <https://doi.org/10.3390/fire9010020>
- Li, L., Liu, B., Zheng, W., Wu, X., Song, L., & Dong, W. (2022). Investigation and numerical reconstruction of a full-scale electric bicycle fire experiment in high-rise residential building. *Case Studies in Thermal Engineering*, 37, 102304. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102304>
- Li, X., Chen, S., Wei, R., Huang, S., & Ren, Z. (2024). The effect of water mist nozzle settings on fire suppression of electric vehicles in garages. *Case Studies in Thermal Engineering*, 60, 104803. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.104803>
- Maghfiroh, M. F. N., Pandyaswargo, A. H., & Onoda, H. (2021). Current readiness status of electric vehicles in Indonesia: Multistakeholder perceptions. *Sustainability*, 13(23), 13177. <https://doi.org/10.3390/su132313177>
- Malik, M. N., Soenarto, S., & Sudarsono, F. X. (2018). The competency-based training model for vocational high school teachers from electrical expertise programs. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 8(3), 313–323. <https://doi.org/10.21831/jpv.v8i3.19877>
- Misbah, Z., Gulikers, J., Dharma, S., & Mulder, M. (2020). Evaluating competence-based vocational education in Indonesia. *Journal of Vocational Education and Training*, 72(4), 488–515. <https://doi.org/10.1080/13636820.2019.1635634>



- Naresh, K., Suresh, D., & Pattnaik, S. (2025). High-voltage gain DC–DC converter for sensorless speed control of BLDC motor. *International Journal of Circuit Theory and Applications*, 53(11), 6243–6267. <https://doi.org/10.1002/cta.4509>
- Nerkar, M., Goyal, G. R., Mukherjee, A., & Soni, B. P. (2025). Enhancing battery safety and performance through advanced cooling solutions for electric vehicles. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(6), 2198–2212. <https://doi.org/10.14744/sigma.2025.1936>
- Ramdhani, R., Sriyono, S., & Munawar, W. (2024). The fabrication of electric motorcycle trainers to eliminate automotive misconceptions. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 14(2), 220–231. <https://doi.org/10.21831/jpv.v14i2.55034>
- Suprptono, E., Wibowo, A., Wijaya, M. B. R., Rohman, S., Siraj, U., & Qunefi, F. (2025). Development of an electric motorcycle trainer kit as a learning medium for electrical engineering and automotive engineering majors in vocational high schools. *Jurnal Abdimas*, 29(1), 64–74. <https://doi.org/10.15294/pvn4eh96>
- Wang, Z., Zeng, S., & Guo, J. (2021). Understanding the influence of state of health on the range anxiety of battery electric vehicle drivers. *IET Intelligent Transport Systems*, 15(2), 286–296. <https://doi.org/10.1049/itr2.12023>
- Wu, Q., You, Z., Li, J., Wu, T., & Luo, L. (2023). Evaluating electromagnetic interference for fault analysis and maintenance in new energy vehicles. *Electrica*, 23(2), 357–365. <https://doi.org/10.5152/ELECTRICA.2023.22120>