



Pelatihan Teknologi Hijau: Pengenalan Sepeda Motor Listrik sebagai Transportasi Berkelanjutan kepada Guru-guru SMK di Kulon Progo

Yoga Guntur Sampurno^{1*}, Sudarwanto¹, Naufal Annas Fauzi¹, Kurniawan Sigit Wahyudi¹, Muhammad Imawan Badranaya¹

¹Departemen Teknik Mesin dan Otomotif, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Yogyakarta, Kulon Progo, Yogyakarta 55652, Indonesia

*e-mail korespondensi: yoga_gs@uny.ac.id

Abstract

Green Technology training that includes the introduction and utilization of electric motorcycles by a team of Automotive Engine lecturers from the Faculty of Vocational Studies UNY aims to improve teachers' competence in current technologies, enable them to integrate this knowledge into learning, and prepare students for contributions in a green economy. The proposed solutions to improve the knowledge and utilization of electric motorcycle technology include training and workshops, curriculum development, facility improvement, and continuous professional development. The training method is carried out by providing theory about electric vehicles and their advantages and then providing basic skills training for modifying conventional motorbikes to electric motorbikes. The resource persons in this community service activity are lecturers from the Automotive Engineering Study Program, FV UNY. The training participants were 18 SMK teachers from the Automotive Study Program around Kapanewon Pengasih, Kulon Progo. One indication of the success of this training is that there is an increase in the knowledge of training participants related to electric motorbikes where the pre-test shows an average score of 68 and a post-test of 83 (out of a total score of 100). This training was carried out to encourage participants (teachers at SMK Negeri 2 Pengasih) not to be left behind in knowledge and skills related to new technologies and sustainable practices, supporting the transition to sustainable transportation and making it easier for them to learn.

Keywords: Green technology; Training; Electric vehicles; Transportation

Abstrak

Pelatihan Teknologi Hijau yang mencakup pengenalan dan pemanfaatan sepeda motor listrik oleh tim dosen Mesin Otomotif Fakultas Vokasi UNY bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam teknologi terkini, memungkinkan mereka untuk mengintegrasikan pengetahuan ini ke dalam pembelajaran, dan mempersiapkan siswa untuk kontribusi dalam ekonomi hijau. Solusi yang diajukan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemanfaatan teknologi sepeda motor listrik meliputi pelatihan dan workshop, pengembangan kurikulum, peningkatan fasilitas, dan pengembangan profesional berkelanjutan. Metode pelatihan dilaksanakan dengan pemberian teori tentang kendaraan listrik beserta keunggulannya untuk kemudian diberikan pelatihan keterampilan dasar untuk modifikasi sepeda motor konvensional ke sepeda motor listrik,. Narasumber dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah dosen-dosen dari Prodi Mesin Otomotif, FV UNY. Peserta pelatihan adalah 18 guru SMK dari Prodi Otomotif di sekitar Kapanewon Pengasih, Kulon Progo. Salah satu indikasi keberhasilan pelatihan ini adalah terdapat peningkatan pengetahuan peserta pelatihan terkait sepeda motor listrik dimana *pre-test* menunjukkan skor rata-rata 68 dan *post-test* sebesar 83 (dari total nilai 100). Pelatihan ini dilaksanakan untuk mendorong peserta (guru di SMK Negeri 2 Pengasih) agar tidak tertinggal dalam pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan teknologi baru dan praktik berkelanjutan, mendukung transisi ke transportasi berkelanjutan dan mempersiapkan generasi mendatang untuk tantangan lingkungan global dan solusi inovatif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Teknologi hijau; Pelatihan; Kendaraan listrik; Transportasi

Received: 2024-08-30

Revised: 2024-12-06

Accepted: 2025-01-11

1. Pendahuluan

Peningkatan kesadaran global mengenai perubahan iklim dan dampak lingkungan dari polusi telah mendorong kebutuhan untuk mengadopsi teknologi hijau (Ammar, 2023; Chappell & Johnston, 2003; Kavanagh, Keohane, Garcia Cabellos, Lloyd, & Cleary, 2018; Sanguesa, Torres-Sanz, Garrido, Martinez, & Marquez-Barja, 2021). Esensi kesadaran lingkungan dan teknologi hijau terletak pada pengakuan akan pentingnya menjaga kesehatan dan keberlanjutan lingkungan hidup untuk generasi sekarang dan yang akan datang. Ini mencakup pemahaman dan tindakan yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif aktivitas manusia terhadap lingkungan, serta mendorong penggunaan sumber daya secara efisien dan bertanggung jawab. Kelebihan lain dari kendaraan listrik adalah bahwa kendaraan listrik lebih efisien daripada kendaraan tradisional (Albatayneh, Assaf, Alterman, & Jaradat, 2020). Pengenalan sepeda motor listrik sebagai bagian dari teknologi hijau dapat membantu mengurangi emisi karbon dan polusi udara, yang sangat penting untuk keberlanjutan lingkungan.

Kendaraan listrik masih membutuhkan banyak penelitian untuk bisa mencapai harapan sebagai kendaraan yang ramah lingkungan. Beberapa permasalahan terkait kendaraan listrik adalah tentang teknologi baterai (Berjoza & Jurgena, 2017; Tesla, 2019). Kapasitas baterai (Nissan, 2021), waktu charging, harga baterai dan dimensi baterai menjadi isu utama peneliti untuk meningkatkan kualitas baterai. Kendaraan listrik tetap menjadi pilihan sebagai upaya untuk mengurangi polusi. Berbagai pemerintah di seluruh dunia, termasuk Indonesia, telah menerapkan kebijakan dan insentif untuk mendorong penggunaan kendaraan listrik (Sun, Li, Wang, & Li, 2019). Ini sebagai bagian dari upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mempromosikan transportasi berkelanjutan. Setiap negara perlu untuk beradaptasi dengan perkembangan kendaraan listrik yang sampai sekarang dipercaya membantu perbaikan lingkungan di dunia.

Kendaraan listrik sudah mendapat perhatian dari para peneliti sejak lama. Beberapa hasil penelitian yang diterbitkan hingga saat ini membahas aspek-aspek umum, seperti evolusi kendaraan listrik sepanjang sejarah, memberikan klasifikasi yang beragam menurut cara kendaraan tersebut dirancang dan karakteristik mesinnya, atau menganalisis dampaknya terhadap infrastruktur kelistrikan. Yong dkk (Yong, Ramachandaramurthy, Tan, & Mithulanathan, 2015) meninjau sejarah EV sejak diciptakan pada pertengahan abad kesembilan belas hingga saat ini. Para peneliti juga sudah mengklasifikasi kendaraan berdasarkan pengaturan *powertrain*. Beberapa penelitian juga menunjukkan analisis dampak pengisian daya kendaraan listrik terhadap jaringan listrik. Richardson (Richardson, 2013) mempelajari dampak yang dapat dihasilkan EV dalam produktivitas, efisiensi dan kapasitas jaringan listrik yang dibutuhkan. Lebih jauh, Richardson meninjau dampak ekonomis dan lingkungan dari kendaraan listrik. Habib dkk (Habib, Kamran, & Rashid, 2015) menyajikan tinjauan metode pengisian daya untuk kendaraan listrik dan menganalisis dampaknya pada sistem distribusi daya.

Aspek lain yang juga dibahas dalam berbagai karya adalah penggunaan sumber energi terbarukan (misalnya tenaga angin, surya dan biomassa) dan penggabungannya dalam bidang kendaraan listrik. Liu dkk (Liu, Kong, Liu, Peng, & Wang, 2015) menyajikan visi umum tentang kendaraan listrik dan sumber energi terbarukan. Mereka secara khusus berfokus pada tenaga surya dan angin, dan menyajikan serangkaian karya yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: (i) karya yang mempelajari interaksi antara EV dan sumber energi terbarukan untuk mengurangi biaya energi, (ii) karya yang difokuskan pada peningkatan efisiensi energi, dan (iii) proposal yang terutama berupaya mengurangi emisi. Di sisi lain, Hawkins dkk (Hawkins, Gausen, & Strømman, 2012) menganalisis studi yang ada tentang dampak lingkungan dari Kendaraan Listrik Hibrida (HEV) dan Kendaraan Listrik Baterai (BEV). Untuk tujuan itu, mereka menyajikan studi tentang 51 evaluasi lingkungan selama masa pakai kedua jenis kendaraan (yaitu, BEV dan HEV). Dalam karya mereka, para penulis mempertimbangkan berbagai

aspek, seperti emisi gas rumah kaca, produksi, transmisi, dan distribusi listrik, serta produksi kendaraan, baterai, dan masa pakainya. Vasant dkk (Vasant, Marmolejo, Litvinchev, & Aguilar, 2020) menganalisis penggunaan harian PHEV, dan menyatakan bahwa penyebaran stasiun pengisian daya siang hari yang tepat beserta kontrol pengisian daya dan manajemen infrastruktur ini dapat mengarah pada penyebaran PHEV yang lebih luas.

Tidak seperti karya-karya sebelumnya, Shuai dkk (Shuai, Maillé, & Pelov, 2016) memberikan gambaran umum tentang model ekonomi baru yang ada pada kendaraan listrik, dengan mempertimbangkan aliran energi searah dan dua arah (di mana EV sendiri mampu menyediakan energi ke jaringan listrik). Untuk melakukan ini, mereka menganalisis berbagai fasilitas pengisian daya untuk EV, serta berbagai metode untuk pengisian daya searah dan komersialisasi energi dua arah. Terakhir, mereka mempelajari penggunaan kendaraan ini sebagai penyimpanan yang layak untuk energi yang dihasilkan dari sumber-sumber terbarukan.

Industri otomotif global sedang bertransformasi dengan cepat dengan adopsi teknologi kendaraan listrik. Kesiapan pasar dan infrastruktur pendukung untuk kendaraan listrik, termasuk stasiun pengisian daya, terus berkembang, membuat teknologi ini semakin layak sebagai alternatif transportasi [4]. Tenaga kerja di bidang otomotif juga perlu untuk dididik dan disiapkan dengan baik sehingga pengenalan teknologi mutakhir kepada guru-guru di SMK, yang notabene mendidik peserta didik yang siap bekerja, perlu untuk senantiasa dilaksanakan.

SMK memiliki peran kritis dalam mempersiapkan siswa untuk memasuki dunia kerja dengan keterampilan yang relevan dan terkini (Chappell & Johnston, 2003). Guru maupun siswa akan selalu ditantang oleh kemajuan jaman dan teknologi mutakhir. Pelatihan tentang teknologi hijau dan sepeda motor listrik dapat membekali guru dan siswa dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk berkontribusi dalam ekonomi hijau. SMK Negeri 2 Pengasih adalah SMK yang cukup dikenal karena cukup berumur dan mempunyai cukup pengalaman dalam mendidik peserta didiknya hingga diterima di dunia industri. SMK Negeri 2 Pengasih perlu untuk senantiasa menjaga kualitas dalam memberikan pelayanan kepada peserta didik baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Guru-guru di SMK Negeri 2 Pengasih perlu untuk senantiasa mengembangkan diri agar dapat mengikuti perkembangan zaman dan memiliki pengetahuan serta kompetensi dalam teknologi terkini.

Melalui pelatihan yang rencana akan dilaksanakan oleh tim dosen Mesin Otomotif Fakultas Vokasi UNY, guru-guru SMK Negeri 2 Pengasih dapat meningkatkan kompetensi mereka dalam teknologi terkini. Hal ini memungkinkan mereka untuk mengintegrasikan pengetahuan ini ke dalam kurikulum dan pembelajaran, sehingga meningkatkan kualitas pendidikan vokasi yang relevan dengan kebutuhan industri dan tren global. Guru-guru perlu untuk mengenal, mengetahui, memahami dan terampil dalam perawatan maupun perbaikan sepeda motor listrik.

Pelatihan oleh tim dosen Mesin Otomotif Fakultas Vokasi UNY di SMK Negeri 2 Pengasih, Kulon Progo, ini juga bertujuan untuk memberdayakan komunitas lokal dengan pengetahuan dan keterampilan dalam teknologi hijau. Ini dapat mendorong adopsi transportasi berkelanjutan di tingkat komunitas dan kontribusi terhadap pengurangan dampak lingkungan. Seluruh penduduk dunia seharusnya mempunyai kontribusi positif terhadap upaya penanggulangan masalah lingkungan di dunia dengan segala keterbatasannya.

Seiring dengan meningkatnya tren global menuju transportasi berkelanjutan, pelatihan ini memastikan bahwa guru dan siswa di Indonesia, khususnya di SMK Negeri 2 Pengasih, tidak tertinggal dalam pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan teknologi baru dan praktik berkelanjutan. Pelatihan dan pengenalan teknologi sepeda motor listrik kepada guru-guru SMK Negeri 2 Pengasih diharapkan akan berlangsung baik dan pengetahuan maupun keterampilan oleh guru dapat diteruskan kepada peserta didik saat proses pembelajaran di SMK. Pelaksanaan pengabdian kepada

masyarakat ini merupakan langkah penting dalam mendukung transisi menuju transportasi berkelanjutan, mengembangkan sumber daya manusia yang kompeten di bidang teknologi hijau, dan mempersiapkan generasi mendatang untuk menghadapi tantangan lingkungan global dengan solusi inovatif dan berkelanjutan.

2. Metode

Pelaksanaan pelatihan teknologi hijau, khususnya pengenalan dan pemanfaatan teknologi sepeda motor listrik untuk transportasi berkelanjutan, kepada guru-guru program keahlian teknik Otomotif di SMK Negeri 2 Pengasih, Kulon Progo, bisa dilaksanakan melalui beberapa metode terstruktur. Tujuan pelatihan ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru dalam mengajar teknologi terbaru yang ramah lingkungan, serta mempromosikan penggunaan transportasi berkelanjutan di kalangan siswa. Berikut adalah langkah-langkah pelatihan:

a. Persiapan

Pada tahap persiapan, tim pelaksana terlebih dahulu melakukan identifikasi kebutuhan peserta dengan tujuan untuk memahami kondisi awal pengetahuan dan keterampilan guru-guru SMK terkait teknologi sepeda motor listrik. Identifikasi ini dilakukan melalui metode survei awal berupa kuesioner serta pelaksanaan *pre-test* yang mengukur tingkat penguasaan teori dasar, pemahaman teknis, dan kesiapan peserta terhadap materi pelatihan yang akan diberikan. Data hasil survei dan *pre-test* ini kemudian dianalisis untuk menentukan fokus dan prioritas materi yang perlu ditekankan dalam pelatihan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, tim pelaksana menyusun dan mengembangkan materi pelatihan yang komprehensif, meliputi beberapa aspek penting, yaitu teori dasar kendaraan listrik, prinsip kerja motor listrik dan sistem kelistrikan, fungsi dan karakteristik komponen utama, keuntungan penggunaan kendaraan listrik dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil, serta teknik-teknik dasar dalam perawatan, pemeriksaan, dan perbaikan kendaraan listrik. Materi disusun tidak hanya untuk memperkaya pemahaman teoritis, tetapi juga dirancang agar aplikatif sehingga dapat langsung diterapkan dalam konteks pembelajaran di SMK.

Selanjutnya, dilakukan pengaturan fasilitas pendukung pelatihan untuk menunjang keberhasilan kegiatan. Tim menyiapkan ruang kelas yang nyaman untuk sesi teori, bengkel praktik yang memadai untuk sesi *hands-on*, serta melengkapi sarana pelatihan dengan beberapa unit sepeda motor listrik yang dapat digunakan sebagai objek praktik langsung. Selain itu, peralatan pendukung seperti alat diagnostik sederhana, peralatan bongkar-pasang komponen, serta perangkat keselamatan kerja juga disiapkan guna mendukung kelancaran dan keamanan pelaksanaan pelatihan.

b. Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan kegiatan pelatihan terdiri atas dua bagian utama yang saling melengkapi, yaitu sesi teori dan sesi praktik, yang dirancang untuk membangun pemahaman konseptual sekaligus keterampilan teknis peserta secara komprehensif. Bagian pertama adalah sesi teori, yang berfokus pada penyampaian konsep dasar tentang kendaraan listrik. Dalam sesi ini, peserta dibekali dengan pemahaman mendalam mengenai prinsip kerja kendaraan listrik, mulai dari konversi energi listrik menjadi energi gerak, struktur dan fungsi komponen utama seperti motor listrik, baterai, kontroler, dan sistem pengisian daya. Selain itu, sesi ini juga membahas secara rinci tentang peran kendaraan listrik dalam mendukung transportasi berkelanjutan, kontribusinya dalam mengurangi emisi karbon, dan dampaknya terhadap upaya global untuk menekan laju perubahan iklim. Peserta juga diperkenalkan pada berbagai tantangan yang masih dihadapi dalam pengembangan kendaraan listrik, seperti keterbatasan teknologi baterai, infrastruktur pengisian daya, biaya produksi, serta isu-isu keberlanjutan dan daur ulang komponen listrik. Materi teori disampaikan secara interaktif melalui

presentasi multimedia, studi kasus, serta diskusi kelompok untuk memperdalam pemahaman peserta terhadap materi.

Bagian kedua adalah sesi praktik, yang menjadi momen penting bagi peserta untuk menerapkan teori yang telah dipelajari ke dalam aktivitas nyata. Pada sesi ini, peserta secara aktif dilibatkan dalam kegiatan membongkar dan merakit komponen sepeda motor listrik, memahami struktur internal motor listrik, mengidentifikasi jalur kelistrikan, serta melakukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi baterai dan sistem penggerak. Selain itu, peserta juga dilatih untuk memahami prosedur standar pengisian daya baterai, teknik pemeliharaan berkala, dan metode *troubleshooting* sederhana terhadap kerusakan ringan yang mungkin terjadi pada sistem kendaraan listrik. Kegiatan praktik ini dilakukan di bengkel yang telah dipersiapkan khusus, dengan menggunakan unit sepeda motor listrik sebagai media latihan.

Workshop interaktif ini dipandu secara langsung oleh dosen dan instruktur dari Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Vokasi UNY, yang telah berpengalaman di bidang kendaraan listrik dan teknologi hijau. Dalam sesi praktik ini, instruktur memberikan arahan teknis, mendampingi peserta dalam setiap langkah, serta memberikan solusi atas permasalahan teknis yang ditemukan peserta selama praktik berlangsung. Melalui pendekatan praktik langsung ini, peserta diharapkan tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memiliki keterampilan teknis dasar yang diperlukan untuk mengajarkan dan mengimplementasikan teknologi sepeda motor listrik di lingkungan SMK masing-masing.

c. Evaluasi dan *feedback*

Setelah tahap pelaksanaan pelatihan selesai, kegiatan dilanjutkan dengan tahap evaluasi sebagai upaya untuk mengukur efektivitas program secara keseluruhan. Evaluasi ini diawali dengan pelaksanaan *post-test* yang diberikan kepada seluruh peserta. *Post-test* dirancang untuk mengukur sejauh mana peningkatan pengetahuan, pemahaman konsep, serta keterampilan peserta dibandingkan dengan hasil *pre-test* yang dilakukan sebelum pelatihan. Soal-soal *post-test* mencakup aspek teori kendaraan listrik, manfaat teknologi hijau, komponen sepeda motor listrik, serta prosedur dasar perawatan dan *troubleshooting*.

Selain evaluasi berbasis tes, tim pelaksana juga mengumpulkan *feedback* tertulis dari seluruh peserta. *Feedback* ini mencakup berbagai aspek, seperti penilaian terhadap relevansi dan kedalaman materi, kejelasan metode penyampaian oleh instruktur, ketercukupan waktu pelatihan, kualitas fasilitas pendukung, hingga manfaat praktis yang diperoleh peserta selama mengikuti pelatihan. Peserta diberikan ruang untuk memberikan saran, kritik, maupun usulan untuk perbaikan pelatihan di masa depan.

Analisis terhadap hasil *post-test* dan *feedback* peserta dilakukan secara komprehensif. Data kuantitatif dari skor *post-test* dibandingkan dengan skor *pre-test* untuk mengukur peningkatan kompetensi secara objektif, sementara data kualitatif dari *feedback* dianalisis untuk mengevaluasi aspek pengalaman belajar peserta. Dengan pendekatan ini, tim pelaksana dapat mengidentifikasi kekuatan program yang perlu dipertahankan serta area-area yang perlu diperbaiki atau dikembangkan lebih lanjut.

d. Pengembangan berkelanjutan

Untuk menjaga kesinambungan hasil pelatihan dan memastikan dampaknya berkelanjutan, tahap pengembangan berkelanjutan menjadi langkah strategis yang sangat penting. Pada tahap ini, tim pelaksana melaksanakan beberapa program tindak lanjut yang dirancang untuk memperkuat implementasi hasil pelatihan di lingkungan sekolah. Salah satu upaya utama yang dilakukan adalah pembuatan modul atau panduan pembelajaran praktis. Modul ini dirancang berdasarkan materi yang telah diberikan selama pelatihan, disusun dalam bahasa yang sederhana, sistematis, dan aplikatif agar mudah dipahami dan digunakan oleh guru dalam kegiatan belajar mengajar. Isi modul mencakup teori

dasar kendaraan listrik, langkah-langkah perawatan rutin, prosedur keselamatan kerja, hingga contoh-contoh proyek sederhana berbasis sepeda motor listrik yang dapat dilaksanakan di tingkat SMK. Dengan adanya modul ini, guru memiliki sumber referensi yang konsisten dan terstruktur untuk diterapkan dalam kurikulum sekolah, sekaligus memudahkan proses transfer pengetahuan kepada siswa.

Selain itu, tim pelaksana berupaya aktif membangun dan memperluas jaringan kerja sama dengan berbagai pihak industri kendaraan listrik. Kolaborasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa materi pelatihan tetap diperbarui sesuai dengan perkembangan teknologi terbaru. Bentuk kerja sama meliputi penyediaan *update* materi dan teknologi, penyelenggaraan *workshop* lanjutan, penyediaan alat bantu praktik, serta program magang industri bagi guru dan siswa. Dengan demikian, para guru dan peserta didik dapat terus terpapar dengan inovasi terkini dalam bidang kendaraan listrik dan mendapatkan pengalaman langsung melalui praktik di dunia industri. Upaya pengembangan berkelanjutan ini juga diarahkan untuk memperkuat keterhubungan antara pendidikan vokasi di SMK dengan kebutuhan nyata di dunia kerja, khususnya dalam sektor kendaraan listrik dan teknologi hijau. Melalui langkah-langkah ini, diharapkan kompetensi lulusan SMK semakin relevan dengan tuntutan pasar tenaga kerja masa depan yang berbasis pada keberlanjutan dan inovasi teknologi.

e. Kolaborasi dan dukungan

Agar pelatihan ini memberikan dampak yang lebih luas dan berkesinambungan, salah satu langkah strategis yang ditempuh adalah menjalin kolaborasi yang erat dengan pihak industri otomotif listrik serta mengupayakan dukungan dari pemerintah daerah dan lembaga pendidikan terkait. Kolaborasi dengan industri otomotif listrik menjadi kunci utama untuk memastikan bahwa materi pelatihan selalu relevan dengan perkembangan teknologi terkini. Melalui kemitraan ini, industri dapat berkontribusi dalam bentuk penyediaan perangkat dan alat bantu praktik, dukungan tenaga ahli untuk pelatihan lanjutan, *update* informasi tentang inovasi teknologi kendaraan listrik, serta membuka peluang magang atau kunjungan industri bagi guru dan siswa. Hal ini memungkinkan peserta pelatihan tidak hanya memahami teori, tetapi juga melihat secara langsung penerapan teknologi dalam dunia nyata.

Selain itu, upaya aktif dilakukan untuk mendapatkan dukungan dari pemerintah daerah, khususnya dinas pendidikan dan dinas perindustrian, guna memperluas cakupan program pelatihan ke sekolah-sekolah lain di wilayah Kulon Progo maupun daerah sekitarnya. Dukungan pemerintah diharapkan dapat memperkuat pelaksanaan program melalui penyediaan fasilitas, pendanaan tambahan, penyusunan kebijakan yang mendorong pengembangan teknologi hijau di sekolah-sekolah vokasi, serta pengakuan resmi terhadap program pelatihan ini dalam bentuk sertifikasi atau akreditasi. Tidak kalah penting, kerja sama dengan lembaga pendidikan tinggi dan pusat pelatihan kejuruan juga dikembangkan untuk memperkaya sumber daya pelatihan. Lembaga-lembaga ini dapat berperan dalam menyediakan akses ke penelitian terkini, mendukung pengembangan kurikulum berbasis teknologi hijau, serta memberikan peluang pelatihan lanjutan atau sertifikasi kompetensi di bidang kendaraan listrik bagi para guru.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pelatihan "Pelatihan Teknologi Hijau: Pengenalan Sepeda Motor Listrik sebagai Transportasi Berkelanjutan kepada Guru-guru SMK di Kulon Progo" berhasil dilaksanakan pada tanggal 6 Juni 2024, bertempat di SMK Negeri 2 Pengasih, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pelatihan ini diikuti oleh 18 guru dari program keahlian Teknik Otomotif, yang berasal dari berbagai SMK di wilayah Kapanewon Pengasih. Peserta merupakan para guru yang berperan penting dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi transformasi industri otomotif menuju era teknologi hijau

dan kendaraan listrik. Pelaksanaan kegiatan tersusun dalam empat rangkaian utama yang terintegrasi, yaitu:

a. Pembukaan

Kegiatan diawali dengan sambutan dari Ketua Tim Dosen Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) serta perwakilan dari SMK Negeri 2 Pengasih. Dalam sambutan tersebut ditekankan pentingnya peran guru dalam memperkenalkan teknologi ramah lingkungan kepada siswa sebagai bagian dari upaya mendukung program pembangunan berkelanjutan. Para pihak berharap bahwa pelatihan ini dapat memperkaya kompetensi guru dan memberikan dampak nyata terhadap inovasi pembelajaran di sekolah masing-masing, terutama dalam menyongsong perubahan paradigma industri otomotif global.

b. Sesi Teori

Pada sesi ini, para peserta memperoleh pemaparan mendalam mengenai dasar-dasar teknologi kendaraan listrik. Materi yang disampaikan mencakup prinsip kerja motor listrik, struktur dan fungsi komponen utama seperti baterai, motor penggerak, dan kontroler, serta analisis keuntungan penggunaan kendaraan listrik dalam konteks pengurangan polusi udara dan emisi karbon. Selain itu, sesi ini juga membahas tantangan yang dihadapi dalam pengembangan kendaraan listrik, seperti keterbatasan teknologi baterai, infrastruktur pengisian daya, dan isu biaya produksi. Dengan metode presentasi interaktif yang diperkaya dengan ilustrasi dan studi kasus, peserta diharapkan mampu memahami secara menyeluruh konsep kendaraan listrik sebagai bagian dari ekosistem teknologi hijau.

c. Sesi Praktik

Sesi praktik merupakan bagian yang sangat dinantikan dalam pelatihan ini. Peserta secara aktif terlibat dalam pembelajaran berbasis praktik melalui kegiatan membongkar dan merakit komponen sepeda motor listrik. Mereka juga melakukan pemeriksaan sistem kelistrikan dasar, memahami prosedur pengisian baterai yang aman, serta mempraktikkan teknik *troubleshooting* sederhana terhadap permasalahan kelistrikan. Kegiatan ini dipandu langsung oleh dosen dan instruktur dari Fakultas Vokasi UNY yang memiliki kompetensi di bidang kendaraan listrik. Penggunaan unit sepeda motor listrik sebagai media praktik memungkinkan peserta untuk mengalami langsung karakteristik teknis dan prosedur perawatan kendaraan listrik, sehingga meningkatkan kepercayaan diri dan keterampilan aplikatif mereka.

d. Diskusi dan Tanya Jawab

Setelah sesi praktik, kegiatan dilanjutkan dengan sesi diskusi interaktif dan tanya jawab terbuka. Peserta diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan, berbagi pengalaman, serta mendiskusikan ide-ide implementasi pembelajaran teknologi hijau di SMK masing-masing. Diskusi ini juga menjadi wadah untuk mengidentifikasi tantangan nyata yang mungkin dihadapi dalam upaya mengintegrasikan materi kendaraan listrik ke dalam kurikulum, seperti keterbatasan fasilitas sekolah, kesiapan sumber daya manusia, serta strategi pengembangan keterampilan siswa. Melalui diskusi ini, peserta tidak hanya memperdalam pemahaman teknis, tetapi juga membangun jejaring profesional untuk mendukung pengembangan teknologi hijau di lingkungan pendidikan vokasi.

e. Evaluasi *Pre-test* dan *Post-test*

Evaluasi terhadap efektivitas pelatihan dilakukan melalui pengukuran nilai *pre-test* dan *post-test*. Rata-rata nilai *pre-test* peserta adalah 68, sedangkan rata-rata nilai *post-test* meningkat menjadi 83. Dengan demikian, terjadi peningkatan rata-rata 15 poin setelah pelatihan. Tabel 1 menunjukkan hasil *pre-test* dan *post-test* pelatihan sepeda motor listrik.

Tabel 1. hasil *pre-test* dan *post-test* pelatihan sepeda motor listrik

No.	Guru	Pre-test	Post-test	Keterangan
1.	Guru 1	65	75	Meningkat
2.	Guru 2	72	92	Meningkat
3.	Guru 3	68	83	Meningkat
4.	Guru 4	64	86	Meningkat
5.	Guru 5	69	84	Meningkat
6.	Guru 6	67	77	Meningkat
7.	Guru 7	68	83	Meningkat
8.	Guru 8	64	80	Meningkat
9.	Guru 9	75	91	Meningkat
10.	Guru 10	69	84	Meningkat
11.	Guru 11	67	82	Meningkat
12.	Guru 12	68	82	Meningkat
13.	Guru 13	62	75	Meningkat
14.	Guru 14	73	88	Meningkat
15.	Guru 15	67	82	Meningkat
16.	Guru 16	63	79	Meningkat
17.	Guru 17	65	76	Meningkat
18.	Guru 18	70	90	Meningkat
Rata-rata		68	83	Peningkatan 15 poin

f. *Feedback* Peserta

Berdasarkan umpan balik yang dikumpulkan:

- 1) 85% peserta menyatakan materi pelatihan sangat relevan dengan kebutuhan pembelajaran di SMK.
- 2) 80% peserta merasa lebih percaya diri untuk mengajarkan teknologi kendaraan listrik kepada siswa.
- 3) 90% peserta menyatakan praktik langsung sangat membantu dalam memahami teknis kendaraan listrik.
- 4) Beberapa peserta mengusulkan adanya pelatihan lanjutan dengan fokus pada *troubleshooting* lanjutan dan konversi motor bakar menjadi motor listrik.

Pelaksanaan pelatihan ini menunjukkan bahwa pendekatan kombinasi antara teori dan praktik merupakan metode yang efektif dalam meningkatkan kompetensi guru dalam bidang teknologi hijau. Pendekatan ini selaras dengan temuan Chappell dan Johnston (Chappell & Johnston, 2003) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis teori dan praktik mampu meningkatkan kesiapan tenaga pendidik dalam menghadapi perubahan kebutuhan industri dan teknologi. Sesi teori dalam pelatihan ini membekali peserta dengan pemahaman konseptual mendalam tentang kendaraan listrik, meliputi prinsip kerjanya, komponen utama, manfaatnya dalam mengurangi emisi karbon, serta tantangan yang dihadapi sektor ini dalam konteks transportasi berkelanjutan (Yong et al., 2015). Sementara itu, sesi praktik memberikan pengalaman langsung yang aplikatif, memungkinkan peserta untuk tidak hanya memahami konsep, tetapi juga menguasai keterampilan teknis seperti membongkar dan merakit sepeda motor listrik, melakukan pemeriksaan kelistrikan, serta *troubleshooting* sederhana. Seperti dikemukakan oleh Ammar (Ammar, 2023), keterlibatan peserta secara langsung dalam praktik mempercepat penguasaan keterampilan teknis dan memperkuat transfer ilmu dari pelatihan ke dunia nyata.

Peningkatan signifikan skor *post-test* dari rata-rata 68 menjadi 83 menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil menjawab kebutuhan peningkatan pengetahuan dan keterampilan guru, yang sebelumnya telah diidentifikasi melalui *pre-test* dan survei awal. Hasil ini konsisten dengan kajian Sanguesa et al. (Sanguesa et al., 2021) yang menyebutkan bahwa program pelatihan berbasis teknologi baru lebih

efektif ketika diawali dengan pengukuran kebutuhan peserta dan dievaluasi secara sistematis. Selain meningkatkan kompetensi individu, pelatihan ini menyoroti pentingnya kolaborasi antara dunia pendidikan dan industri kendaraan listrik di masa depan. Kolaborasi ini penting untuk memperkaya sumber daya pelatihan, menyediakan akses ke inovasi teknologi terbaru, serta memperbarui materi ajar agar relevan dengan perkembangan industri. Richardson (Richardson, 2013) menekankan bahwa keterlibatan aktif industri dalam pendidikan vokasi merupakan faktor kunci dalam menghasilkan lulusan yang adaptif terhadap perubahan teknologi dan kebutuhan pasar.

Dukungan dari pemerintah daerah dan lembaga pendidikan juga menjadi faktor krusial dalam memperluas dampak pelatihan ini. Dengan dukungan tersebut, program pengenalan teknologi hijau dapat diperluas ke lebih banyak sekolah, sehingga transformasi pendidikan vokasi menuju era kendaraan listrik dan transportasi berkelanjutan dapat berjalan secara lebih merata dan sistematis. Sebagai catatan, pelaksanaan pelatihan ini juga mengungkapkan adanya tantangan baru, yakni perlunya pendalaman materi dalam bidang perawatan lanjutan kendaraan listrik serta pengelolaan limbah baterai, yang merupakan isu penting dalam siklus hidup kendaraan listrik (Hawkins et al., 2012). Pengelolaan baterai bekas yang tidak tepat dapat berisiko terhadap lingkungan, sehingga pendidikan tentang daur ulang dan baterai menjadi bagian yang perlu diperkuat dalam pelatihan lanjutan. Temuan ini menegaskan pentingnya program pelatihan berkelanjutan bagi guru, agar mereka selalu mampu mengikuti perkembangan teknologi, menerapkan praktik terbaik, dan membentuk generasi muda yang siap menghadapi tantangan era transportasi ramah lingkungan. Pendekatan pelatihan yang bersifat berkesinambungan akan memastikan bahwa pendidikan vokasi di Indonesia tidak hanya adaptif, tetapi juga menjadi motor utama dalam mewujudkan ekonomi hijau di masa depan.

4. Kesimpulan

Pelaksanaan kegiatan Pelatihan Teknologi Hijau: Pengenalan Sepeda Motor Listrik sebagai Transportasi Berkelanjutan kepada Guru-guru SMK di Kulon Progo telah berjalan dengan baik dan mencapai tujuan yang ditetapkan. Melalui pendekatan kombinasi antara sesi teori dan praktik, pelatihan ini mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan teknis para guru dalam bidang teknologi kendaraan listrik. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kompetensi peserta, terbukti dari perbedaan rata-rata skor *pre-test* dan *post-test* sebesar 15 poin. Selain itu, umpan balik peserta mengindikasikan bahwa materi pelatihan dinilai sangat relevan, metode penyampaian interaktif, dan praktik langsung dinilai sangat membantu dalam memperkuat pemahaman. Ini membuktikan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis teori dan praktik merupakan strategi efektif untuk meningkatkan kesiapan guru dalam mengadopsi teknologi baru di bidang otomotif.

Pelatihan ini juga menegaskan pentingnya kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri kendaraan listrik untuk memperkaya materi pembelajaran dan memperbarui kompetensi guru sejalan dengan perkembangan teknologi. Dukungan dari pemerintah daerah dan lembaga pendidikan menjadi faktor penting untuk memperluas dampak pelatihan ini ke lebih banyak sekolah, serta mendorong transformasi pendidikan vokasi menuju adopsi teknologi hijau yang lebih luas. Namun demikian, kegiatan ini juga mengungkapkan adanya kebutuhan pengembangan lanjutan, terutama dalam bidang perawatan lanjutan kendaraan listrik dan pengelolaan limbah baterai. Hal ini menunjukkan perlunya program pelatihan berkelanjutan, pendalaman materi teknis yang lebih kompleks, serta penguatan jejaring profesional bagi guru-guru SMK. Secara keseluruhan, kegiatan ini telah memberikan kontribusi positif dalam mendukung transisi pendidikan vokasi ke arah transportasi berkelanjutan, memperkuat kompetensi sumber daya manusia di bidang teknologi hijau, dan

mempersiapkan generasi muda untuk berperan aktif dalam menghadapi tantangan lingkungan global melalui solusi inovatif dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Albatayneh, A., Assaf, M. N., Alterman, D., & Jaradat, M. (2020). Comparison of the overall energy efficiency for internal combustion engine vehicles and electric vehicles. *Rigas Tehniskas Universitates Zinatniskie Raksti*, 24(1), 669-680.
- Ammar, M. A. (2023). Peran teknologi hijau dalam mencapai pembangunan berkelanjutan di masa depan. *JECTH: Journal Economy, Technology, Social and Humanities*, 1(2).
- Berjoza, D., & Jurgena, I. (2017). Effects of change in the weight of electric vehicles on their performance characteristics. *Agronomy Research*, 15.
- Chappell, C., & Johnston, R. (2003). *Changing work: Changing roles for vocational education and training teachers and trainers*: National Centre for Vocational Education Research.
- Habib, S., Kamran, M., & Rashid, U. (2015). Impact analysis of vehicle-to-grid technology and charging strategies of electric vehicles on distribution networks—a review. *Journal of Power Sources*, 277, 205-214.
- Hawkins, T. R., Gausen, O. M., & Strømman, A. H. (2012). Environmental impacts of hybrid and electric vehicles—a review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17, 997-1014.
- Kavanagh, L., Keohane, J., Garcia Cabellos, G., Lloyd, A., & Cleary, J. (2018). Global lithium sources—industrial use and future in the electric vehicle industry: a review. *Resources*, 7(3), 57.
- Liu, L., Kong, F., Liu, X., Peng, Y., & Wang, Q. (2015). A review on electric vehicles interacting with renewable energy in smart grid. *Renewable and sustainable energy reviews*, 51, 648-661.
- Nissan. (2021). Nissan Leaf. Retrieved from <https://www.nissan.co.uk/vehicles/new-vehicles/leaf/range-charging.html>
- Richardson, D. B. (2013). Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and sustainable energy reviews*, 19, 247-254.
- Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martinez, F. J., & Marquez-Barja, J. M. (2021). A review on electric vehicles: Technologies and challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372-404.
- Shuai, W., Maillé, P., & Pelov, A. (2016). Charging electric vehicles in the smart city: A survey of economy-driven approaches. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(8), 2089-2106.
- Sun, X., Li, Z., Wang, X., & Li, C. (2019). Technology development of electric vehicles: A review. *Energies*, 13(1), 90.
- Tesla. (2019). Tesla Official Website. Retrieved from https://www.tesla.com/en_EU/supercharger
- Vasant, P., Marmolejo, J. A., Litvinchev, I., & Aguilar, R. R. (2020). Nature-inspired meta-heuristics approaches for charging plug-in hybrid electric vehicle. *Wireless Networks*, 26, 4753-4766.
- Yong, J. Y., Ramachandaramurthy, V. K., Tan, K. M., & Mithulanathan, N. (2015). A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects. *Renewable and sustainable energy reviews*, 49, 365-385.