



PENGUATAN KAPASITAS BENGKEL KONVERSI UNTUK MENDUKUNG PROGRAM KENDARAAN RAMAH LINGKUNGAN

Mufti Reza Aulia Putra¹, Muhammad Nizam², Feri Adriyanto³, Inayati⁴, Warindi⁵, Joko Slamet Saputro⁶, Miftahul Anwar⁷, Agus Ramelan⁸, Hari Magfiroh⁹, Chico Hermanu Brilianto Apribowo¹⁰

Universitas Sebelas Maret, Indonesia

muftireza@staff.uns.ac.id

Diserahkan tanggal 17 Juli 2025 | Diterima tanggal 18 Juli 2025 | Diterbitkan tanggal 30 September 2025

Abstract:

The capacity strengthening program for electric vehicle conversion workshops at SMK Karya Nugraha Boyolali was implemented through a synergistic collaboration model between universities, vocational schools, and industry. This study employed a qualitative descriptive approach with a case study method to evaluate the effectiveness of the six-month program. The findings revealed a significant improvement in participants' technical competencies, as evidenced by the increase in pre-test and post-test scores, as well as the successful development of a solar photovoltaic (PV)-based electric vehicle charging station prototype. Beyond technical achievements, the program also strengthened multi-stakeholder collaboration and fostered the creation of a micro-scale clean energy ecosystem within the school environment. These results demonstrate that practice-based vocational training combined with strategic collaboration can make a substantial contribution to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly clean energy (SDG 7), industry innovation (SDG 9), and climate change mitigation (SDG 13).

Keywords: *Electric Vehicle, Renewable Energy, Vocational School, SDGs, Conversion, Solar Charging Station*

Abstrak:

Program penguatan kapasitas bengkel konversi kendaraan listrik di SMK Karya Nugraha Boyolali dilaksanakan melalui model kolaborasi sinergis antara universitas, sekolah, dan industri. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus untuk mengevaluasi efektivitas program, yang berlangsung selama enam bulan. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kompetensi teknis peserta, ditandai dengan peningkatan skor rata-rata pre-test dan post-test, serta keberhasilan dalam menghasilkan prototipe stasiun pengisian daya kendaraan listrik berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Selain aspek teknis, program ini juga berhasil memperkuat jejaring kolaborasi multipihak dan mendorong terciptanya ekosistem energi bersih skala mikro di lingkungan sekolah. Temuan ini membuktikan bahwa model pelatihan vokasi berbasis praktik dan kolaborasi strategis mampu berkontribusi nyata terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya energi bersih (SDG 7), inovasi industri (SDG 9), dan mitigasi perubahan iklim (SDG 13).

Kata Kunci: *Kendaraan Listrik, Energi Terbarukan, SMK, SDG, Konversi, PLTS*

Copyright © 2025, Author

This is an open-access article under the [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



PENDAHULUAN

Perubahan iklim global merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia pada abad ini. Fenomena kenaikan suhu bumi, pencairan es di kutub, serta meningkatnya frekuensi bencana alam menunjukkan bahwa aktivitas manusia yang tidak berkelanjutan memberikan dampak serius terhadap lingkungan. Sektor transportasi menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca (GRK). Laporan International Energy Agency (IEA) pada tahun 2021 menegaskan bahwa transportasi menyumbang lebih dari 24 persen emisi CO₂ global, yang sebagian besar berasal dari penggunaan bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor (Creutzig et al., 2015). Kondisi serupa juga terjadi di Indonesia, di mana sektor transportasi memberi kontribusi signifikan terhadap peningkatan emisi karbon dan sekaligus menambah kerentanan terhadap fluktuasi harga energi dunia (Barbero & Rodríguez Tornquist, 2012).

Dalam merespons tantangan tersebut, pemerintah Indonesia menetapkan kebijakan percepatan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) bahkan menargetkan 13 juta unit kendaraan listrik roda dua dan roda empat beroperasi pada tahun 2030. Target tersebut bukan hanya untuk mendorong pasar kendaraan listrik nasional, tetapi juga untuk membangun ekosistem industri berbasis teknologi hijau yang berkelanjutan (KESDM, 2022). Namun, keberhasilan pencapaian target tersebut tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan kendaraan listrik di pasar, tetapi juga kesiapan sumber daya manusia, infrastruktur, serta lembaga pendukung seperti bengkel konversi dan institusi pendidikan vokasi.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi kendaraan listrik dengan energi terbarukan dapat memberikan manfaat signifikan. Amiruddin et al. (2024) membuktikan bahwa strategi pengisian daya yang tepat pada kendaraan listrik mampu meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan, mengurangi emisi, serta menurunkan biaya operasional sistem kelistrikan. Penelitian lain di Ngawi oleh Prasetyo et al. (2023) menemukan bahwa pembangunan stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) secara ekonomi layak jika dikelola dengan kapasitas dan desain yang sesuai. Hasil penelitian ini memperkuat urgensi perlunya bengkel konversi yang tidak hanya mampu melakukan konversi kendaraan, tetapi juga mengintegrasikan teknologi energi terbarukan.

Di sisi lain, kesiapan tenaga kerja juga menjadi isu penting dalam transisi menuju ekonomi hijau. Kementerian Tenaga Kerja menyatakan bahwa keterampilan teknis merupakan kunci dalam mendukung transformasi kendaraan ramah lingkungan, namun terdapat kesenjangan antara kompetensi lulusan vokasi dengan kebutuhan industri (Antara News, 2024). Hal ini sejalan dengan pernyataan Kementerian Perhubungan yang menyebutkan bahwa saat ini jumlah bengkel konversi kendaraan listrik masih sangat terbatas, yaitu sekitar 10 bengkel, sementara pemerintah menargetkan peningkatan hingga 150 bengkel dalam waktu dekat (Holiday Ayo, 2023). Fakta ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memperkuat kapasitas bengkel konversi, baik dari sisi teknis, manajerial, maupun jejaring kerjasama dengan dunia industri.

Dalam konteks ini, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran strategis untuk menjawab tantangan tersebut. Sebagai lembaga pendidikan vokasi, SMK berpotensi besar mencetak tenaga kerja terampil di bidang konversi kendaraan, teknologi baterai, dan sistem pengisian daya. Salah satu contohnya adalah SMK Karya Nugraha Boyolali yang telah menunjukkan inisiatif dalam mengembangkan bengkel konversi kendaraan bermotor berbahan bakar minyak menjadi kendaraan listrik. Namun, sebagaimana dikemukakan oleh Rendana et al. (2023) dan Wahyudi et al. (2023), penguatan kapasitas masih dibutuhkan, meliputi peningkatan keterampilan teknis, manajemen risiko, kontrol mutu, hingga kewirausahaan teknis.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai penguatan kapasitas bengkel konversi di SMK menjadi sangat relevan. Melalui kegiatan pengabdian yang dirancang, penguatan kapasitas tidak hanya difokuskan pada peningkatan keterampilan teknis guru dan siswa, tetapi juga menghasilkan luaran berupa prototipe stasiun pengisian daya berbasis PLTS yang dapat menjadi

media pembelajaran sekaligus solusi energi alternatif. Upaya ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 7 tentang energi bersih dan terjangkau, SDG 9 tentang industri, inovasi, dan infrastruktur, serta SDG 13 tentang penanganan perubahan iklim. Dengan demikian, penguatan kapasitas bengkel konversi di SMK bukan hanya berfungsi untuk meningkatkan kompetensi peserta didik, tetapi juga sebagai strategi penting dalam mempercepat adopsi teknologi hijau, memperluas layanan konversi kendaraan listrik, serta mendukung transisi energi berkelanjutan di Indonesia.

METODOLOGI PENELITIAN

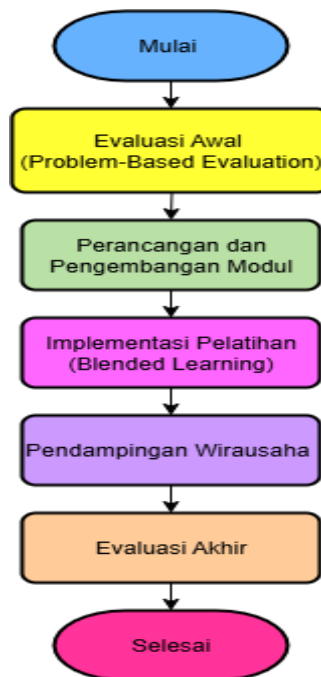
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus, yang difokuskan pada pelaksanaan program pelatihan konversi kendaraan listrik berbasis kolaborasi di SMK Karya Nugraha Boyolali. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap dinamika pelaksanaan program, termasuk interaksi antar-aktor, tantangan teknis dan manajerial, serta capaian yang dihasilkan. Jenis penelitian ini merupakan penelitian terapan (applied research) yang bertujuan mengevaluasi efektivitas program pelatihan sekaligus memberikan rekomendasi praktis bagi penguatan kapasitas bengkel konversi di lingkungan pendidikan vokasi.

Program penelitian dilaksanakan selama enam bulan, mulai Maret hingga Agustus 2025, dengan fokus pada tiga komponen utama: (1) pelatihan teknis konversi kendaraan bermotor berbahan bakar minyak (BBM) menjadi kendaraan listrik, (2) pendampingan manajerial terkait pengelolaan bengkel dan kontrol mutu, serta (3) kolaborasi strategis dengan mitra industri, khususnya PT Ekolektrik Mandiri, untuk memperkuat jejaring dan transfer pengetahuan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa prosedur. Pertama, observasi langsung terhadap kegiatan pelatihan dan praktik bengkel untuk merekam aktivitas peserta serta dinamika pelaksanaan program. Kedua, wawancara mendalam dilakukan dengan peserta, guru pendamping, dan penyelenggara untuk memperoleh informasi mengenai pengalaman, persepsi, serta tantangan yang dihadapi. Ketiga, dokumentasi kegiatan berupa laporan, foto, dan video pelatihan digunakan sebagai data pendukung. Selain itu, dilakukan juga penyebaran pre-test dan post-test kepada peserta untuk mengukur perubahan pemahaman konseptual dan keterampilan teknis sebelum dan sesudah program.

Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan dua pendekatan. Untuk data kualitatif hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, digunakan analisis tematik dengan cara mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menafsirkan pola-pola tema yang muncul terkait efektivitas program dan kendala di lapangan. Sementara itu, hasil pre-test dan post-test dianalisis dengan metode komparatif sederhana untuk melihat peningkatan skor rata-rata peserta, sehingga dapat menunjukkan sejauh mana program pelatihan memberikan dampak pada penguasaan keterampilan konversi kendaraan listrik.

Pendekatan kombinasi ini memungkinkan peneliti mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas program, baik dari sisi kualitatif yang mendalam maupun dari sisi kuantitatif yang terukur. Dengan demikian, metodologi penelitian ini tidak hanya menghasilkan evaluasi deskriptif, tetapi juga memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan model pelatihan vokasi yang berkelanjutan, khususnya dalam mendukung ekosistem kendaraan ramah lingkungan di Indonesia.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah evaluasi awal, yang berfokus pada pemetaan kondisi dasar. Pada tahap ini dilakukan identifikasi kesiapan fasilitas pelatihan, penilaian kompetensi awal tenaga pengajar, serta asesmen pemahaman dasar siswa mengenai kendaraan listrik untuk menentukan titik awal program.

Tahap kedua adalah perancangan dan pengembangan modul pelatihan. Modul disusun dengan menyesuaikan kebutuhan lapangan, mencakup aspek teknis seperti konversi motor berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik, sistem pengisian berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), serta penerapan Internet of Things (IoT). Selain itu, modul juga membekali peserta dengan aspek bisnis, termasuk manajemen risiko, kontrol mutu, dan penguatan kewirausahaan.

Tahap ketiga adalah implementasi program, yang menggunakan metode blended learning dengan menggabungkan teori di kelas dan praktik langsung konversi kendaraan. Pembelajaran diperkuat dengan studi kasus dan simulasi lapangan yang mendorong peserta untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah secara lebih nyata.

Tahap keempat adalah pendampingan wirausaha dan pemasaran. Peserta mendapatkan bimbingan intensif dalam memulai usaha konversi, termasuk pelatihan strategi pemasaran, pengelolaan usaha kecil, dan manajemen keberlanjutan bisnis. Tahap ini dirancang untuk menumbuhkan kemandirian ekonomi peserta melalui penerapan hasil pelatihan.

Tahap terakhir adalah evaluasi akhir. Evaluasi ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui analisis hasil pre-test dan post-test, serta pendekatan kualitatif melalui wawancara dan umpan balik peserta maupun penyelenggara. Selain itu, evaluasi juga difokuskan pada kontribusi dan dampak keterlibatan mitra strategis, khususnya PT Ekolektrik Mandiri, dalam memperkuat keberhasilan dan keberlanjutan program pelatihan.

PEMBAHASAN

Evaluasi pasca-pelaksanaan program memperlihatkan pencapaian yang signifikan pada tiga aspek utama: kompetensi teknis peserta, penerapan sistem energi terbarukan, serta kolaborasi antar-pemangku kepentingan. Dari sisi kompetensi teknis, peserta menunjukkan pemahaman yang lebih baik terhadap konsep dasar konversi kendaraan bermotor berbahan bakar minyak

menjadi kendaraan listrik. Tidak hanya itu, kemampuan praktik juga mengalami peningkatan, terlihat dari keberhasilan peserta dalam melakukan perakitan komponen, pengujian kinerja, hingga penanganan masalah teknis sederhana di bengkel sekolah. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang menggabungkan teori, praktik langsung, dan simulasi lapangan memberikan dampak positif terhadap proses transfer keterampilan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa pembelajaran vokasi berbasis praktik dapat mempercepat penguasaan keterampilan sekaligus meningkatkan kepercayaan diri peserta dalam menghadapi tantangan teknis.



Gambar 1. Kerjasama program Penguatan Bengkel Konversi

Peningkatan Kompetensi Teknis yang Terukur

Dampak paling mendasar dari program ini adalah peningkatan kompetensi teknis yang terukur pada 20 peserta, yang terdiri dari guru dan siswa. Analisis kuantitatif terhadap hasil belajar menunjukkan kemajuan yang luar biasa. Skor rata-rata peserta pada *pre-test* yang sudah berada di angka 94, berhasil meningkat menjadi 97,5 pada *post-test*. Peningkatan ini, meskipun secara numerik tampak kecil, justru menggambarkan kualitas pembelajaran yang mendalam. Hal ini karena skor awal yang sudah tinggi mencerminkan bahwa peserta memiliki bekal pengetahuan dasar yang kuat, sehingga kenaikan lebih lanjut menandakan penguasaan pada level lanjutan, bukan sekadar pemahaman umum.

Tabel 1. Indikator Keberhasilan Kompetensi

| <i>Indikator Evaluasi</i> | <i>Pre-test</i> | <i>Post-test</i> | <i>Peningkatan</i> |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <i>Skor Rata-rata</i> | 94 | 97,5 | +3,5% |

Lebih jauh, analisis mendalam menunjukkan bahwa peningkatan paling signifikan terjadi pada penguasaan materi dengan tingkat kompleksitas tinggi, khususnya pada tiga topik inti: efisiensi panel surya, perancangan sistem *smart charging*, dan integrasi *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring. Ketiga topik tersebut menuntut keterampilan berpikir kritis, analisis sistem, serta pemahaman lintas disiplin yang erat kaitannya dengan tuntutan revolusi industri 4.0. Peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan aplikasi praktis melalui simulasi dan studi kasus yang diberikan dalam pelatihan.

Keberhasilan ini membuktikan bahwa metode pelatihan yang diterapkan tidak hanya efektif dalam menyampaikan pengetahuan, tetapi juga relevan dengan kebutuhan dunia industri dan pendidikan modern. Dengan demikian, program ini telah menanamkan kompetensi yang bersifat aplikatif, memperkuat kesiapan guru dalam mengintegrasikan materi ke dalam kurikulum,

sekaligus membekali siswa dengan keterampilan yang akan meningkatkan daya saing mereka di masa depan.

Penerapan Praktis Sistem Energi Terbarukan di Lingkungan Edukasi

Sebagai bukti nyata dari penerapan ilmu yang diperoleh, program ini berhasil menghasilkan sebuah prototipe stasiun pengisian daya kendaraan listrik berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Prototipe ini bukan sekadar model konseptual, melainkan sebuah sistem fungsional yang telah berhasil diujicobakan secara langsung di lingkungan sekolah. Kehadirannya menjadi tonggak penting dalam menghubungkan teori dengan praktik, sekaligus menunjukkan bahwa peserta mampu mentransformasikan pengetahuan yang mereka peroleh ke dalam bentuk inovasi teknologi yang konkret.

Sistem ini dirancang sebagai representasi ekosistem energi bersih skala mikro, yang mengintegrasikan secara cerdas tiga komponen utama: panel surya sebagai penangkap energi matahari, inverter sebagai pengonversi arus searah menjadi arus bolak-balik, dan baterai penyimpanan sebagai penyimpan daya untuk pemanfaatan berkelanjutan. Integrasi ketiga komponen tersebut bukan hanya menunjukkan kecanggihan desain teknis, tetapi juga menegaskan pentingnya pemahaman sistemik dalam membangun solusi energi terbarukan.



Gambar 2. Penerapan praktik sistem EBT

Lebih dari itu, keberhasilan pengembangan stasiun pengisian ini memastikan bahwa motor listrik hasil konversi benar-benar dapat diisi dayanya menggunakan sumber energi bersih yang mandiri. Hal ini menjadi bukti nyata bahwa konsep green energy dapat diterapkan secara sederhana namun efektif di level pendidikan menengah. Dengan demikian, keberadaan prototipe ini berfungsi ganda: sebagai fasilitas pendukung kebutuhan praktis sekaligus sebagai “laboratorium hidup” bagi siswa. Melalui keterlibatan langsung dalam proses perancangan, pengujian, hingga operasionalisasi, siswa memperoleh pengalaman belajar yang otentik, yang tidak hanya memperkaya pengetahuan kognitif mereka, tetapi juga melatih keterampilan problem solving, kolaborasi, dan inovasi.

Penguatan Kolaborasi Multipihak dan Keberlanjutan Program

Jauh melampaui capaian teknis, program ini terbukti sukses dalam membangun dan memperkuat jejaring kolaborasi strategis antara berbagai pemangku kepentingan. Universitas berperan sebagai pusat pengetahuan dan riset, sekolah menjadi wadah implementasi sekaligus pusat pembelajaran, sementara sektor industri hadir sebagai mitra hilirisasi yang menghubungkan inovasi dengan kebutuhan nyata di lapangan. Sinergi multipihak ini tidak hanya menghasilkan output berupa peningkatan kapasitas teknis, tetapi juga menciptakan ekosistem kolaboratif yang berkelanjutan. Pola kerja sama semacam ini sejalan dengan paradigma triple helix dalam pengembangan inovasi, di mana keterlibatan akademisi, praktisi, dan masyarakat menjadi kunci keberhasilan.



Gambar 3. Kolaborasi Multipihak

Lebih jauh, model kolaborasi ini memberikan kontribusi nyata terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 9, yaitu membangun infrastruktur yang tangguh, mendorong industrialisasi inklusif, dan mengembangkan inovasi. Implementasi program menunjukkan bahwa sekolah bukan hanya penerima manfaat, melainkan juga aktor aktif dalam inovasi teknologi energi bersih. Keberhasilan tersebut telah menumbuhkan rasa percaya diri sekaligus meningkatkan kapabilitas sekolah dalam mengelola program-program berbasis teknologi, menjadikannya pionir dalam pendidikan vokasi yang relevan dengan isu energi terbarukan dan kendaraan ramah lingkungan.

Antusiasme pihak sekolah untuk mereplikasi program ini ke dalam kelas-kelas lain menjadi indikasi kuat adanya keberlanjutan. Replikasi tersebut bukan hanya memperluas jangkauan transfer pengetahuan, tetapi juga memperkuat budaya inovasi di lingkungan pendidikan. Lebih dari itu, dalam kerangka hilirisasi hasil program, sekolah berencana membuka layanan konversi motor listrik bagi masyarakat luas. Langkah ini bukan hanya bernilai akademis, tetapi juga potensial menjadi unit usaha produktif yang mampu menumbuhkan kemandirian ekonomi sekolah serta menciptakan pusat inovasi energi bersih di tingkat komunitas lokal. Dengan demikian, dampak program tidak berhenti pada ruang kelas, melainkan meluas ke masyarakat, sekaligus memperkuat posisi sekolah sebagai agen perubahan dalam mewujudkan transisi energi berkelanjutan.

SIMPULAN

Program ini secara meyakinkan menunjukkan bahwa model kolaborasi sinergis antara universitas, sekolah kejuruan, dan industri merupakan pendekatan yang sangat efektif dalam meningkatkan kapasitas serta keahlian di bidang teknologi kendaraan listrik dan energi terbarukan. Hasil program membuktikan bahwa keberhasilan tidak hanya terletak pada peningkatan kompetensi teknis peserta, tetapi juga pada kontribusinya terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Melalui pengembangan stasiun pengisian daya berbasis PLTS, program ini mendukung akses pada energi bersih (SDG 7). Dengan mencetak tenaga kerja terampil yang siap menghadapi tantangan industri, program ini sekaligus memperkuat inovasi dan industri lokal (SDG 9). Selain itu, dorongan terhadap adopsi kendaraan rendah emisi menjadi langkah nyata dalam mitigasi perubahan iklim (SDG 13).

Keberhasilan tersebut memberikan arah yang jelas bagi pengembangan di masa mendatang. Pertama, model pelatihan yang terbukti efektif ini penting untuk diperluas dan direplikasi di sekolah-sekolah kejuruan lain, khususnya di wilayah Jawa Tengah, guna membangun jaringan kompetensi yang lebih luas dan mempercepat transisi energi di tingkat regional. Kedua, agar keberlanjutan program lebih terjamin, materi pelatihan terkait konversi kendaraan listrik dan energi terbarukan perlu diintegrasikan ke dalam kurikulum resmi, sehingga menjadi kompetensi standar yang dimiliki setiap lulusan SMK, bukan sekadar hasil dari program temporer. Ketiga, dukungan kebijakan dari pemerintah daerah menjadi faktor penentu dalam memperkuat capaian. Dukungan ini dapat diwujudkan melalui skema pembiayaan atau hibah untuk penyediaan peralatan praktik serta fasilitasi sertifikasi bagi

bengkel konversi di sekolah, agar mampu memberikan layanan yang profesional dan terstandar bagi masyarakat.

Dengan demikian, program ini bukan hanya menjadi praktik baik dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, tetapi juga dapat dijadikan model strategis yang berkontribusi nyata terhadap pembangunan berkelanjutan, penguatan kompetensi vokasi, dan percepatan transformasi energi bersih di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, A., Dargaville, R., Liebman, A., & Gawler, R. (2024). Integration of electric vehicles and renewable energy in Indonesia's electrical grid. *Energies*, 17(9), 2037. <https://doi.org/10.3390/en17092037>.
- Antara News. (2024). Skilled workers key to Indonesia's green economy transition: Minister. *ANTARA News*. <https://en.antaranews.com/news/367157/skilled-workers-key-to-indonesias-green-economy-transition-minister>.
- Badan Standardisasi Nasional. (2022). *SNI 8737:2022 – Konversi Sepeda Motor BBM menjadi Sepeda Motor Listrik*. Jakarta: BSN.
- Barbero, José A., and Rodrigo Rodríguez Tornquist. 2012. "Transporte Y Cambio Climático: Hacia Un Desarrollo Sostenible Y De Bajo Carbono." *Revista Transporte y Territorio* (6): 8–26. <http://www.rtt.filo.uba.ar/RTT00602008.pdf>.
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creutzig, Felix, Patrick Jochem, Oreane Y. Edelenbosch, Linus Mattauch, Detlef P. Van Vuuren, David McCollum, and Jan Minx. 2015. "Transport: A Roadblock to Climate Change Mitigation?" *Science* 350(6263): 911–12. doi:10.1126/science.aac8033.
- Ebron, Al. 2012. "EVS26 International Battery, Hybrid, and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium Advanced Electric Drive Vehicle Education Program Overview." *Artikel*, 5: 970–74. <https://doi.org/10.3390/wevj5040970>.
- Holiday Ayo. (2023, October 18). Ministry of Transportation prepares 150 workshops for electric vehicle conversion. *Holiday Ayo*. <https://holidayayo.com/article/Ministry-of-Transportation-Prepares-150-Workshops-for-Electric-Vehicle-Conversion>.
- International Energy Agency. (2021). *Global EV outlook 2021*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2023). *Roadmap Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai di Indonesia*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2022). *Rencana umum energi nasional dan percepatan KBLBB*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*. <https://www.esdm.go.id>.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2023). *Laporan Program Konversi Sepeda Motor BBM ke Listrik*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Mehmet Karahan, Ridvan Arslan, et al. (2023). "A Study to Determine Infrastructure Needs for Hybrid and Electric Vehicle Training in Vocational Education." *RECENT - REzultatele CErcețărilor Noastre Tehnice* 24(1): 4–8. doi:10.31926/recent.2023.69.004.

- Moses, Kirya Mateeke. 2016. "Improving the Quality and Competence of Technical Vocational Education and Training Output through Vocational School Cooperation with Industry: A Case Study of Uganda." *AIP Conference Proceedings* 1778(2016). doi:10.1063/1.4965794.
- Osatis, Chadatan, and Chonticha Asavanirandorn. 2022. "An Exploring Human Resource Development in Small and Medium Enterprises in Response to Electric Vehicle Industry Development." *World Electric Vehicle Journal* 13(6). doi:10.3390/wevj13060098.
- Prasetyo, S. D., Regannanta, F. J., Mauludin, M. S., & Arifin, Z. (2023). Economic feasibility of solar-powered electric vehicle charging stations: A case study in Ngawi, Indonesia. *Mechatronics and Intelligent Transportation Systems*, 2(4), 201–210. <https://doi.org/10.56578/mits020402>.
- Putra, M. R. A., & Fahma, F. (2024). Peluang implementasi IoT dalam sistem kendaraan listrik sekolah kejuruan. *Jurnal Inovasi Teknik Elektro*, 8(2), 77–85.
- Rendana, Muhammad, Yandriani Yandriani, Stevanus N. Jati, Puteri K. Wardhani, M. Ilham Fattullah, Rizqy M. Kusuma, and Alifian A. A. Sonianto. 2023. "Training and Assistance in Construction of Solar Cell Technology to Develop Community's Knowledge about Renewable Energy in Ujan Mas Village, Muara Enim, South Sumatra." *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 6(2): 320–28. doi:10.35914/tomaega.v6i2.1666.
- Wahyudi, E., Ardiansyah, R., & Sari, N. (2023). Integrasi PLTS dengan sistem pengisian daya EV. *Jurnal Energi Terbarukan dan Teknologi*, 12(1), 45–56.