

## Implementasi Trainer PLTS Off-Grid Sebagai Media Pembelajaran Energi Terbarukan Di SMK 3 Ngoro

Jamaaluddin Jamaaluddin<sup>1\*</sup>, Boy Isma Putra<sup>2)</sup>, Izza Anshory<sup>3)</sup>, Galang Ps<sup>4)</sup>, Askhaarina Aulia Tsalits<sup>5)</sup>  
<sup>1, 2, 3, 4)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>5)</sup>Magister Agro Bisnis, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia

\*Email: Jamaaluddin@Umsida.Ac.Id

---

### Article Info

#### Article history:

Received: 13 April 2026

Revised: 3 May 2026

Accepted: 28 May 2026

---

#### Keyword:

media;

off-grid photovoltaic system

renewable energy

smart trainer

vocational school

---

### ABSTRACT

Practical learning media for renewable energy education is increasingly important as photovoltaic solar power systems and green skills become more relevant to vocational education. This community service program aimed to design, develop, deliver, and train teachers and students in the use of an off-grid Smart Solar PV Trainer as a learning medium for photovoltaic systems at SMK Muhammadiyah 3 Ngoro, Mojokerto. The partner's main problem was the limited availability of laboratory equipment capable of demonstrating the complete workflow of a solar PV system, including solar-to-DC conversion, battery charging control, protection, measurement, DC-to-AC conversion, and electrical load utilization. The implementation method consisted of partner needs identification, trainer system design, frame and instrument panel fabrication, PV component integration, functional testing, operational training, and handover to the school. The developed trainer integrates a photovoltaic module, solar charge controller, battery, inverter, circuit protection, measurement instruments, connection terminals, and learning loads. The result indicates that the trainer can support demonstration and basic practical learning of off-grid PV systems while providing a more contextual learning tool for teachers and students. Further development is recommended by integrating irradiation sensors, data logging, IoT-based monitoring, and project-based worksheets to strengthen the smart trainer as a renewable energy learning platform.

*This is an open access article under the CC BY-SA license*



---

DOI: <https://doi.org/10.32492/dimas-undar.v5i1.5105>

---

#### Corresponding Author:

Jamaaluddin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Jamaaluddin@Umsida.Ac.Id

Abstraks - Kebutuhan media pembelajaran praktik pada bidang energi terbarukan semakin penting seiring meningkatnya pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan kebutuhan kompetensi hijau pada pendidikan vokasi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan merancang, membuat, menyerahkan, dan melatih penggunaan Trainer Smart PLTS off-grid sebagai media pembelajaran sistem PLTS di SMK Muhammadiyah 3 Ngoro, Mojokerto. Permasalahan mitra adalah keterbatasan alat praktikum yang dapat memperlihatkan alur kerja PLTS secara utuh, mulai dari konversi energi matahari menjadi listrik arus searah, pengaturan pengisian baterai, proteksi, pengukuran, konversi arus searah ke arus bolak-balik, sampai pemanfaatan beban listrik. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perancangan sistem trainer, fabrikasi rangka dan panel instrumen, integrasi komponen PLTS, uji fungsi, pelatihan pengoperasian, serta serah terima kepada sekolah. Trainer yang dihasilkan memuat subsistem modul fotovoltaik, solar charge controller, baterai, inverter, MCB/proteksi, alat ukur, terminal koneksi, dan beban pembelajaran sehingga siswa dapat mengamati hubungan antar-komponen PLTS secara visual dan langsung. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa trainer dapat digunakan sebagai media demonstrasi dan praktikum dasar PLTS off-grid serta menjadi perangkat pembelajaran yang lebih kontekstual bagi guru dan siswa. Pengembangan berikutnya direkomendasikan melalui penambahan sensor iradiasi, perekaman data, monitoring berbasis IoT, serta jobsheet praktikum berbasis proyek agar fungsi smart trainer semakin kuat sebagai sarana pembelajaran energi terbarukan.

Kata kunci: Energi Terbarukan; Media Pembelajaran; PLTS Off-Grid; Smart Trainer; SMK

Keywords: learning media; off-grid photovoltaic system; renewable energy; smart trainer; vocational school

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan energi terbarukan, khususnya energi surya fotovoltaik, menuntut lembaga pendidikan vokasi untuk menyiapkan peserta didik yang tidak hanya memahami teori kelistrikan, tetapi juga mampu mengidentifikasi komponen, membaca alur energi, melakukan pengukuran dasar, serta memahami aspek keselamatan pada sistem PLTS. Laporan IEA PVPS menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terdapat penambahan kapasitas fotovoltaik global sekitar 456 GW dan kapasitas operasional PV dunia telah melampaui 1,6 TW pada awal 2024. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa teknologi PLTS telah menjadi salah satu teknologi kunci dalam transisi energi global (IEA PVPS, 2024).

Kecenderungan yang sama juga terjadi pada tingkat global yang lebih luas. IRENA melaporkan bahwa pada tahun 2024 kapasitas pembangkit energi terbarukan meningkat sebesar 585 GW, dan lebih dari tiga perempat peningkatan kapasitas tersebut berasal dari energi surya (IRENA, 2025). Di Indonesia, Kementerian ESDM menyampaikan bahwa potensi energi surya nasional mencapai sekitar 3.294 GWp, sedangkan pemanfaatannya masih

jauh lebih kecil dibandingkan potensi yang tersedia (Kementerian ESDM, 2025). Fakta ini memberikan ruang besar bagi pendidikan vokasi untuk berperan dalam penyediaan sumber daya manusia yang memahami teknologi PLTS secara aplikatif (Jamaaluddin et al., 2024).

Pendidikan vokasi membutuhkan media pembelajaran yang dapat menjembatani teori dan praktik. Dalam konteks green skills, UNESCO-UNEVOC menegaskan bahwa pendidikan dan pelatihan vokasi perlu mengintegrasikan keterampilan hijau agar peserta didik mampu beradaptasi dengan kebutuhan ekonomi hijau dan pembangunan berkelanjutan (UNESCO-UNEVOC, 2023). Oleh sebab itu, pembelajaran energi terbarukan di SMK tidak cukup hanya disampaikan melalui ceramah, modul, atau gambar rangkaian, tetapi memerlukan alat praktik yang memungkinkan peserta didik mengamati proses konversi energi dan hubungan antar-komponen sistem secara langsung (Jamaaluddin et al., 2023).

SMK Muhammadiyah 3 Ngoro atau SMK Mutia merupakan sekolah menengah kejuruan yang sedang berkembang dan berlokasi di Jl. Raya Kembangsri No. 54, Ngoro, Mojokerto. Sekolah ini memiliki beberapa kompetensi keahlian, antara lain Desain Komunikasi Visual/Multimedia, Teknik Elektronika Industri, Teknik Instalasi Tenaga Listrik, dan Teknik Mekanik Industri. Berdasarkan laporan pelaksanaan pengabdian, sekolah memiliki 1.048 siswa, 74 guru, dan 44 laboratorium, tetapi masih membutuhkan penguatan peralatan praktikum untuk menunjang pembelajaran berbasis praktik pada bidang teknologi kelistrikan dan energi terbarukan (Tim Pengabdian, 2024).

Permasalahan prioritas mitra adalah kurangnya pemahaman siswa dan guru terhadap energi terbarukan, khususnya energi surya, serta belum tersedianya trainer PLTS yang mudah dipahami, tetapi mampu mewakili sistem PLTS nyata. Kegiatan pengabdian ini kemudian diarahkan pada pembuatan Trainer Smart PLTS untuk memperkenalkan sistem PLTS secara teknis, mulai dari panel surya, solar charge controller, baterai, proteksi, inverter, alat ukur, hingga beban listrik. Dengan demikian, artikel ini menitikberatkan pembahasan pada teknologi trainer yang dikembangkan, fungsi setiap subsistem, serta kontribusinya sebagai media pembelajaran praktik PLTS off-grid di SMK Muhammadiyah 3 Ngoro. Dengan harapan dapat dikembangkan menjadi teknologi energi terbarukan yang cukup komprehensif untuk diterapkan di Indonesia.

## **METODE PELAKSANAAN**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif dengan melibatkan tim pengabdian dan mitra sekolah. Pendekatan ini dipilih karena keberhasilan media pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan alat, tetapi juga oleh kesesuaian alat dengan kebutuhan pembelajaran, kemudahan pengoperasian oleh guru, serta potensi pemanfaatannya dalam kegiatan praktikum siswa.

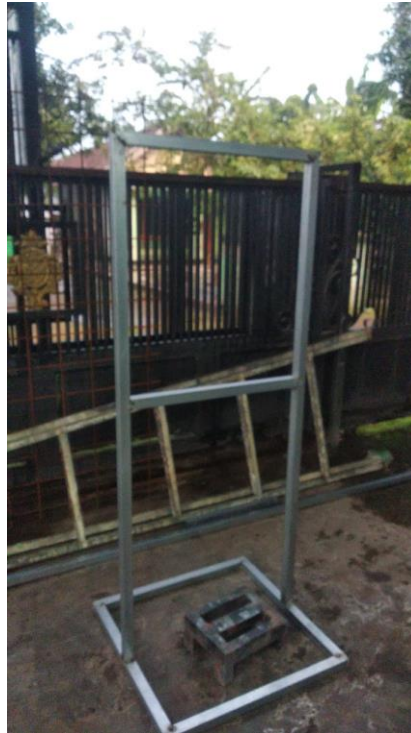
Tahapan pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima tahap utama. Tahap pertama adalah identifikasi kebutuhan mitra melalui pengumpulan informasi mengenai kondisi sekolah, kompetensi keahlian yang relevan, kebutuhan alat praktikum, dan materi energi terbarukan yang akan diperkuat. Tahap kedua adalah perancangan trainer, yaitu menentukan arsitektur sistem, komponen utama, tata letak panel, titik ukur, terminal koneksi, jenis beban, dan kebutuhan proteksi. Tahap ketiga adalah fabrikasi trainer yang meliputi pembuatan rangka, pemasangan papan/panel trainer, pemasangan modul PV, penataan komponen kelistrikan, dan pengawatan. Tahap keempat adalah uji fungsi, yaitu memastikan setiap subsistem dapat bekerja sesuai alur operasi PLTS off-grid. Tahap kelima adalah pelatihan pengoperasian dan serah terima trainer kepada pihak sekolah.

Secara teknis, trainer dirancang sebagai miniatur sistem PLTS off-grid. Sistem off-grid dipilih karena lebih mudah digunakan untuk pembelajaran dasar, tidak memerlukan interkoneksi ke jaringan PLN, dan dapat memperlihatkan siklus energi secara lengkap, yaitu pembangkitan energi oleh modul PV, pengaturan pengisian baterai oleh solar charge controller, penyimpanan energi pada baterai, konversi DC ke AC oleh inverter, serta pemanfaatan energi pada beban listrik. Alur ini membuat siswa dapat memahami bahwa PLTS bukan hanya panel surya, melainkan sebuah sistem kelistrikan yang terdiri atas beberapa subsistem yang saling terhubung.

Evaluasi kegiatan dilakukan secara deskriptif melalui pengamatan terhadap keterlaksanaan pembuatan trainer, keberhasilan uji fungsi, pelaksanaan pelatihan pengoperasian, dan proses serah terima alat kepada mitra. Karena laporan kegiatan tidak memuat pengukuran pre-test dan post-test kuantitatif, artikel ini tidak menyajikan klaim peningkatan nilai belajar secara statistik. Hasil kegiatan dijelaskan berdasarkan capaian produk teknologi, keberfungsian trainer sebagai media praktik, dan relevansinya terhadap kebutuhan pembelajaran di sekolah.

Tabel 1. Tahapan pelaksanaan pengabdian dan keluaran kegiatan

| Tahap | Kegiatan utama               | Fokus teknis                                                                   | Keluaran                                            |
|-------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1     | Identifikasi kebutuhan mitra | Kebutuhan alat praktikum PLTS dan kemampuan awal pengguna                      | Kebutuhan desain trainer                            |
| 2     | Perancangan sistem           | Arsitektur off-grid, komponen, titik ukur, dan proteksi                        | Rancangan trainer dan tata letak panel              |
| 3     | Fabrikasi dan integrasi      | Rangka, papan trainer, panel PV, SCC, baterai, inverter, MCB, meter, dan beban | Trainer Smart PLTS terpasang                        |
| 4     | Uji fungsi                   | Pengujian alur energi, pengukuran, pengisian, konversi, dan beban              | Trainer siap digunakan                              |
| 5     | Pelatihan dan serah terima   | Demonstrasi pengoperasian dan prosedur keselamatan dasar                       | Guru/mitra menerima dan memahami penggunaan trainer |



*Gambar 1. Proses awal pembuatan rangka Trainer Smart PLTS.*

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Desain Teknologi Trainer Smart PLTS**

Produk utama kegiatan pengabdian ini adalah Trainer Smart PLTS off-grid yang berfungsi sebagai media pembelajaran praktik. Trainer dibuat dalam bentuk rangka berdiri dengan panel instrumen di bagian depan dan modul fotovoltaik pada bagian atas. Format ini dipilih agar siswa dapat melihat hubungan fisik antara panel surya sebagai sumber energi, panel instrumen sebagai pusat pengaturan dan pengukuran, serta beban sebagai pengguna energi. Desain semacam ini penting karena pada pembelajaran PLTS, kesalahan umum yang sering terjadi adalah siswa hanya mengenal panel surya tanpa memahami subsistem pendukung di belakangnya.

Dari sisi arsitektur sistem, trainer memuat beberapa bagian utama, yaitu modul fotovoltaik, solar charge controller, baterai/aki, inverter, MCB atau perangkat proteksi, alat ukur, terminal pengawatan, dan beban listrik. Modul fotovoltaik berfungsi mengubah radiasi matahari menjadi listrik DC. Solar charge controller mengatur proses pengisian baterai agar lebih aman dan stabil. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi. Inverter mengubah listrik DC dari baterai menjadi listrik AC sehingga dapat digunakan untuk beban AC. MCB/proteksi

berperan sebagai pengaman rangkaian, sedangkan alat ukur membantu siswa membaca besaran listrik seperti tegangan dan arus.

Kekuatan utama trainer ini terletak pada sifatnya yang modular dan visual. Setiap komponen ditempatkan pada papan trainer sehingga mudah dikenali, ditelusuri, dan dijelaskan oleh guru. Dengan adanya titik ukur, terminal koneksi, dan jalur pengawatan yang tampak, siswa dapat mempelajari PLTS sebagai sistem yang memiliki alur energi, bukan sebagai kumpulan komponen terpisah. Hal ini membuat trainer dapat digunakan untuk pembelajaran identifikasi komponen, pengukuran output PV, pengisian baterai, konversi DC-AC, penggunaan beban, serta diskusi mengenai keselamatan rangkaian listrik.



Gambar 2. Tampilan panel Trainer Smart PLTS setelah proses pemasangan komponen dan modul PV.

Tabel 2. Sub-sistem teknologi pada Trainer Smart PLTS

| Sub-sistem         | Komponen utama              | Fungsi pembelajaran                                                | Keterangan teknis                                |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Sumber energi      | Modul fotovoltaik           | Mengenalkan proses konversi energi matahari menjadi listrik DC     | Dapat diamati melalui variasi kondisi penyinaran |
| Pengatur pengisian | Solar charge controller/SCC | Menjelaskan kontrol pengisian baterai dan proteksi dasar sistem DC | Menghubungkan PV, baterai, dan beban DC          |

|                    |                                  |                                                                                 |                                                      |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Penyimpanan energi | Baterai/aki                      | Menjelaskan konsep penyimpanan energi dan suplai saat PV tidak optimal          | Perlu pengawasan polaritas dan batas tegangan        |
| Konversi daya      | Inverter                         | Menjelaskan perubahan DC menjadi AC untuk beban listrik umum                    | Mendukung simulasi penggunaan beban AC               |
| Proteksi           | MCB, sakelar, terminal           | Mengenalkan fungsi pengaman, pemutusan rangkaian, dan keselamatan kerja listrik | Diletakkan pada panel agar mudah diamati             |
| Pengukuran         | Voltmeter, amperemeter/wattmeter | Melatih siswa membaca parameter listrik dasar                                   | Menjadi titik awal analisis performa PLTS            |
| Beban              | Lampu/beban DC dan AC            | Menunjukkan pemanfaatan energi dari sistem PLTS                                 | Dapat dikembangkan untuk variasi beban praktikum     |
| Struktur trainer   | Rangka, papan panel, dudukan PV  | Membuat alat portabel, rapi, dan mudah digunakan dalam kelas/lab                | Dirancang untuk demonstrasi dan praktikum terbimbing |

## 2. Fungsi Trainer sebagai Media Pembelajaran PLTS

Trainer Smart PLTS dapat digunakan sebagai media pembelajaran bertahap. Pada tahap awal, guru dapat mengarahkan siswa untuk mengenali simbol, nama komponen, terminal, polaritas, dan fungsi dasar setiap bagian. Tahap berikutnya adalah menelusuri alur energi dari modul PV menuju SCC, baterai, inverter, dan beban. Dengan metode ini, siswa dapat memahami bahwa PLTS memiliki jalur DC dan jalur AC yang harus dibedakan, terutama dari sisi tegangan, polaritas, proteksi, dan jenis beban.

Pada kegiatan praktikum dasar, trainer dapat digunakan untuk mengamati perubahan tegangan PV akibat perubahan intensitas cahaya atau kondisi bayangan. Siswa juga dapat mengukur tegangan baterai, melihat indikator SCC, memahami kapan baterai menerima pengisian, dan mengetahui dampak beban terhadap sistem. Untuk kompetensi teknik instalasi tenaga listrik, trainer dapat diarahkan pada pembelajaran proteksi, pemilihan kabel, keamanan polaritas, serta prosedur mematikan dan menyalakan sistem secara benar.

Dalam konteks pembelajaran berbasis proyek, trainer ini dapat menjadi titik awal bagi siswa untuk merancang sistem PLTS skala kecil. Siswa dapat diberikan kasus, misalnya merancang suplai listrik untuk lampu DC, menghitung kebutuhan baterai untuk beban tertentu, atau membandingkan keluaran PV pada kondisi cerah dan teduh. Dengan demikian, trainer tidak hanya berfungsi sebagai alat demonstrasi, tetapi juga sebagai platform praktikum yang dapat dikembangkan menjadi kegiatan proyek sederhana.

Tabel 3. Contoh skenario praktikum menggunakan Trainer Smart PLTS

| Skenario praktikum    | Aktivitas siswa                                           | Parameter yang diamati                  | Kompetensi yang dilatih            |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| Identifikasi komponen | Mencocokkan nama komponen, terminal, dan fungsi           | Letak komponen dan jalur koneksi        | Pemahaman sistem PLTS              |
| Pengukuran output PV  | Mengukur tegangan/arus PV pada kondisi penyinaran berbeda | Tegangan, arus, perubahan akibat cahaya | Pengukuran listrik dasar           |
| Pengisian baterai     | Mengamati indikator SCC dan tegangan baterai              | Status charging, tegangan baterai       | Pemahaman penyimpanan energi       |
| Konversi DC ke AC     | Mengaktifkan inverter dan menghubungkan beban AC          | Tegangan AC, kondisi beban              | Pemahaman inverter dan jenis beban |
| Proteksi rangkaian    | Mengenali MCB/sakelar dan prosedur pemutusan sistem       | Kondisi ON/OFF dan alur aman            | Keselamatan kerja kelistrikan      |
| Perancangan mini PLTS | Menghitung kebutuhan energi beban sederhana               | Daya, waktu operasi, kapasitas baterai  | Analisis kebutuhan energi          |

### 3. Pelaksanaan Pelatihan dan Serah Terima

Setelah proses pembuatan dan pengujian fungsi, tim pengabdian melaksanakan pelatihan pengoperasian trainer kepada pihak sekolah. Pelatihan difokuskan pada cara menghidupkan sistem, mengenali fungsi komponen, membaca alat ukur, menggunakan beban, memahami alur energi, serta memperhatikan keselamatan dasar ketika menggunakan trainer. Pelatihan kepada guru menjadi bagian penting karena guru berperan sebagai pengguna utama yang akan melanjutkan pemanfaatan trainer dalam pembelajaran siswa.

Kegiatan pengabdian juga mencakup serah terima trainer kepada SMK Muhammadiyah 3 Ngoro. Berdasarkan laporan kegiatan, pelaksanaan pengabdian telah berjalan dengan baik, kerja sama antara tim pengabdian dan mitra berlangsung positif, dan tidak ditemukan kendala berarti dalam penyelesaian program. Capaian tersebut menunjukkan bahwa produk trainer tidak berhenti sebagai alat yang dibuat, tetapi telah ditempatkan dalam konteks pemanfaatan pembelajaran di sekolah.



*Gambar 3. Pelatihan pengoperasian Trainer Smart PLTS kepada pihak sekolah.*



*Gambar 4. Serah terima Trainer Smart PLTS kepada SMK Muhammadiyah 3 Ngoro.*

#### **4. Keunggulan, Keterbatasan, dan Arah Pengembangan**

Keunggulan trainer terletak pada kemampuannya menghadirkan sistem PLTS secara ringkas, visual, dan mudah dijelaskan. Dibandingkan dengan sistem PLTS nyata yang biasanya terpasang permanen di atap atau lokasi terbuka, trainer memberikan akses langsung ke komponen dan titik ukur. Hal ini membantu siswa memahami konsep yang sering sulit terlihat pada instalasi PLTS sesungguhnya, misalnya jalur dari panel surya ke SCC, peran baterai, fungsi inverter, dan hubungan antara proteksi dengan keselamatan rangkaian.

Trainer juga memiliki nilai pedagogis karena dapat dipakai dalam beberapa model pembelajaran, mulai dari demonstrasi, praktikum terbimbing, diskusi kelompok, sampai proyek sederhana. Guru dapat menyesuaikan tingkat kesulitan praktik sesuai kelas dan kompetensi keahlian. Untuk siswa Teknik Instalasi Tenaga Listrik, trainer relevan dengan pengawatan, proteksi, dan pengukuran. Untuk siswa Teknik Elektronika Industri, trainer relevan dengan pengendalian, sensor, konversi daya, dan instrumentasi. Untuk siswa Teknik Mekanik Industri, trainer dapat dikaitkan dengan desain rangka, dudukan panel, ergonomi alat, dan pemeliharaan perangkat.

Keterbatasan trainer pada tahap ini adalah belum tersedianya sistem akuisisi data otomatis, sensor iradiasi, sensor suhu panel, dan monitoring berbasis Internet of Things. Karena itu, fungsi “smart” pada pengembangan berikutnya dapat diperkuat dengan penambahan mikrokontroler, sensor tegangan-arus, sensor suhu, sensor intensitas cahaya, data logger, dan dashboard monitoring. Integrasi IoT akan memungkinkan siswa melihat tren data performa PV secara real time, membandingkan kondisi cuaca, mengevaluasi pengaruh beban, dan mempelajari konsep efisiensi sistem secara lebih analitis.

Arah pengembangan lain adalah penyusunan jobsheet praktikum berbasis proyek. Jobsheet dapat memuat tujuan, alat dan bahan, diagram koneksi, langkah keselamatan, prosedur eksperimen, tabel pengamatan, pertanyaan analisis, dan rubrik penilaian. Dengan adanya jobsheet, trainer dapat digunakan secara berulang, terstandar, dan terdokumentasi sebagai bagian dari pembelajaran energi terbarukan di laboratorium sekolah.

## **KESIMPULAN**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pembuatan dan pemberian Trainer Smart PLTS di SMK Muhammadiyah 3 Ngoro telah menghasilkan media pembelajaran praktik yang relevan dengan kebutuhan pendidikan vokasi pada bidang energi terbarukan. Trainer dirancang sebagai sistem PLTS off-grid yang memuat modul fotovoltaik, solar charge controller, baterai, inverter, proteksi, alat ukur, terminal koneksi, dan beban listrik. Melalui konfigurasi tersebut, trainer dapat memperlihatkan alur konversi energi secara utuh dari cahaya matahari menjadi listrik DC, penyimpanan energi, konversi menjadi AC, dan pemanfaatan pada beban.

Dari sisi pembelajaran, trainer membantu guru menjelaskan teknologi PLTS secara lebih konkret dan memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan pengamatan serta pengukuran langsung. Pelaksanaan kegiatan mencakup fabrikasi trainer, pemasangan komponen, uji fungsi, pelatihan pengoperasian, dan serah terima kepada sekolah. Pengembangan lanjutan yang disarankan adalah integrasi sensor, data logger, monitoring IoT,

serta jobsheet berbasis proyek agar trainer semakin kuat sebagai smart trainer untuk pembelajaran PLTS dan green skills di SMK.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hibah Riset Muhammadiyah Batch VII Tahun 2023/2024, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, serta SMK Muhammadiyah 3 Ngoro yang telah menjadi mitra dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- IEA PVPS. (2024). Trends in Photovoltaic Applications 2024. International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme. Tersedia pada: [https://iea-pvps.org/trends\\_reports/trends-in-pv-applications-2024/](https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-in-pv-applications-2024/)
- IEA PVPS. (2025). Trends in Photovoltaic Applications 2025. International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme. Tersedia pada: [https://iea-pvps.org/trends\\_reports/trends-2025/](https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-2025/)
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2025). Renewable Capacity Highlights 2025. Abu Dhabi: IRENA. Tersedia pada: <https://www.irena.org/>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025). Langkah Awal Realisasi PLTS 100 GW, Menteri Bahlil Temui Perusahaan Solar PV di Tiongkok. Tersedia pada: <https://www.esdm.go.id/>
- UNESCO-UNEVOC. (2023). Greening TVET. UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training. Tersedia pada: <https://www.unevoc.unesco.org/en/greening-tvet>
- Jamaaluddin. (2018). Utilization of Solar Power Plant as an Alternative Energy Sources Solar Applications in Building System. *Journal of Science and Applied Engineering*, 1(2), 83-87. <https://doi.org/10.31328/jsae.v1i2.890>
- Jamaaluddin, J., Dhya, S., & Sw, I. A. (2022). Analisis Penggunaan Change Over Switch Otomatis Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Listrik PLN. *Procedia of Social Sciences and Humanities*, 3, 910-916.
- Jamaaluddin, J., Anshory, I., & Ayuni, S. D. (2021). Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker with Alternating Current. *Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, 5(2), 68-73.
- Tim Pengabdi. (2024). Laporan Akhir Pengabdian Kepada Masyarakat: Trainer Smart PLTS untuk Pembelajaran Sistem PLTS pada Siswa SMK Muhammadiyah 3 Ngoro. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Tidak dipublikasikan.
- Jamaaluddin, J., Anshory, I., Akbar, A., Khoiri, Mardiyono, & Fudholi, A. (2023). Analysis of the Use of Digital Ultrasonic Based on Fuzzy Inference System to Get More Precise

Water Discharge Measurement Results. *International Review on Modelling and Simulations*, 16(6), 396–404. <https://doi.org/10.15866/iremos.v16i6.24023>

Jamaaluddin, J., Anshory, I., Tedjo, S., Hindarto, Fudholi, A., Ahmudiarto, Y., Martides, E., & Sopian, K. (2024). Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer. *International Journal on Engineering Applications*, 12(3), 195–203. <https://doi.org/10.15866/irea.v12i3.23959>