

Pelatihan Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu

Muhammad A'an Auliq¹, Aji Brahma Nugroho²

¹Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Indonesia

*e-mail korespondensi: aan.auliq@unmuhjember.ac.id

Abstract

The availability of fossil energy as the main source of electrical energy generation in Indonesia will run out if there is no effort to transition to renewable energy, so it is necessary to utilize alternative energy, one of which is solar energy. Indonesia has solar energy potential of around 4.8 kWh/m²/day, as a renewable energy source. The problem faced at this time is that the understanding and skills of Solar Power Plant (PLTS) technology are limited at the vocational student level. To overcome this problem, the training method of the Solar Power Plant Module (PLTS) was carried out at SMK Muhammadiyah 3 Ambulu, majoring in Autotronics Engineering. The stages of implementing the training method include providing PLTS material and continuing the practice of using the PLTS trainer module, as well as evaluating student understanding. The purpose of the training is to improve student competence in the design and installation of PLTS systems, so that students independently have expertise in the PLTS field. The results of the training showed an increase in students' understanding and skills in the field of PLTS, which was shown through their success in designing a simple PLTS system. The conclusion of this training is that it can contribute to improving student expertise at SMK Muhammadiyah 3 Ambulu in the field of PLTS expertise and equip students with renewable energy utilization skills that can support the clean energy transition in Indonesia.

Keywords: Renewable Energy; PLTS; Energy Transition

Abstrak

Ketersediaan energi fosil sebagai sumber utama pembangkit energi listrik di Indonesia akan habis jika tidak ada upaya transisi ke energi terbarukan, sehingga diperlukan pemanfaatan energi alternatif, salah satunya energi surya. Indonesia memiliki potensi energi surya sekitar 4,8 kWh/m²/hari, sebagai sumber energi terbarukan. Masalah yang dihadapi pada saat ini yaitu pemahaman dan keterampilan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terbatas di tingkat siswa kejuruan. Untuk mengatasi masalah ini, maka dilakukan metode pelatihan Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu jurusan Teknik Ototronik. Tahapan pelaksanaan metode pelatihan meliputi pemberian materi PLTS dan dilanjutkan praktik penggunaan modul trainer PLTS, serta evaluasi pemahaman siswa. Tujuan pelatihan yaitu meningkatkan kompetensi siswa dalam perancangan dan instalasi sistem PLTS, sehingga siswa secara mandiri memiliki keahlian pada bidang PLTS. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterampilan siswa dalam bidang PLTS, yang ditunjukkan melalui keberhasilan mereka dalam merancang sistem PLTS sederhana. Kesimpulan dari pelatihan ini yaitu dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan keahlian siswa di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu pada bidang keahlian PLTS serta membekali siswa keterampilan pemanfaatan energi terbarukan yang dapat mendukung transisi energi bersih di Indonesia.

Kata Kunci: Energi Terbarukan; PLTS; Transisi Energi

Accepted: 2025-04-28

Published: 2025-07-10

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, isu krisis energi dan perubahan iklim global telah mendorong banyak negara untuk beralih dari penggunaan energi fosil ke sumber energi terbarukan. Berdasarkan laporan *Renewables 2024 Global Status Report* yang dirilis oleh REN21, pada tahun 2023 kapasitas energi terbarukan global mengalami peningkatan signifikan, dengan penambahan kapasitas lebih dari 510 GW, yang sebagian besar didominasi oleh tenaga surya dan angin Overview (2024). Energi terbarukan kini menyumbang sekitar 30% dari total kapasitas

pembangkit listrik dunia, mencerminkan komitmen kuat berbagai negara terhadap transisi energi yang berkelanjutan.

Transisi ini dilatarbelakangi oleh semakin terbatasnya ketersediaan energi fosil serta dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbarui dan menyumbang signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO_2), yang menjadi penyebab utama pemanasan global. Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan menjadi strategi penting dalam mewujudkan sistem energi yang ramah lingkungan, aman, dan berkelanjutan Putra et al. (2016).

Secara nasional, Indonesia juga menghadapi tantangan yang serupa. Sampai saat ini, sebagian besar sumber energi listrik di Indonesia masih bertumpu pada energi fosil, terutama batu bara Juni, Hasanah, and Febryan (2021). Berdasarkan data *Statistik EBTKE 2023* dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), sekitar 60% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional berasal dari batu bara. Padahal, ketergantungan terhadap energi fosil tidak hanya berdampak terhadap lingkungan, tetapi juga terhadap ketahanan energi jangka panjang, mengingat sifatnya yang tidak dapat diperbarui.

Sebagai negara yang terletak di kawasan khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang sangat besar, terutama dari sumber energi surya. Energi matahari yang tersedia secara melimpah sepanjang tahun, dengan intensitas rata-rata sebesar $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$, menjadikan teknologi sel surya sebagai solusi yang menjanjikan dalam mendukung ketahanan energi nasional Putra et al. (2016). Sel surya atau panel fotovoltaik bekerja dengan cara mengkonversi energi cahaya matahari secara langsung menjadi energi listrik, yang kemudian dapat disimpan dan digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, industri, maupun infrastruktur publik.

Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen dalam pengembangan energi surya melalui penerbitan *roadmap* pemanfaatan energi surya nasional (Azhar and Satriawan 2018). Dalam dokumen Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), ditargetkan kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) akan mencapai 0,87 GW (870 MW) pada tahun 2025, atau sekitar 50 MWp per tahun Overview (2024). Meskipun angka ini masih tergolong kecil dibandingkan dengan total kapasitas pembangkit nasional, namun menunjukkan adanya prospek pasar yang besar dalam pengembangan energi surya ke depan.

Selain itu, keunggulan sel surya terletak pada fleksibilitas penggunaannya yang memungkinkan untuk dipasang di berbagai lokasi, termasuk daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional Pltag (2025). Hal ini memberikan peluang untuk mengatasi kesenjangan elektrifikasi antarwilayah, meningkatkan akses energi bagi masyarakat terpencil, serta mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya pada poin ke-7 yaitu Energi Bersih dan Terjangkau. Dengan demikian, percepatan pemanfaatan energi surya sebagai bagian dari transisi energi nasional menjadi langkah strategis dalam menjawab tantangan ketersediaan energi masa depan, sekaligus mendukung upaya mitigasi perubahan iklim di tingkat global.

Mitra dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Muhammadiyah 3 Ambulu, Kabupaten Jember, yang memiliki program keahlian Teknik Ototronik. Program ini berfokus pada bidang elektronik dan sistem kontrol. Keberadaan sumber daya alam yang mendukung di lingkungan sekitar sekolah, serta potensi siswa yang sedang menempuh pendidikan di bidang kendali dan elektronika, menjadi dasar penting untuk memberikan fasilitas pelatihan yang relevan dan aplikatif. Dalam konteks ini, keterlibatan perguruan tinggi sangat dibutuhkan guna mendukung dan menyempurnakan proses pembelajaran yang telah berlangsung di tingkat sekolah menengah kejuruan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, khususnya dalam sektor energi terbarukan, pemahaman dan penguasaan mengenai sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi hal yang semakin penting. PLTS kini tidak hanya menjadi alternatif energi masa depan, tetapi juga

membuka peluang besar dalam dunia industri dan ketenagakerjaan. Oleh karena itu, pengetahuan dan keterampilan mengenai PLTS sudah sepatutnya dimiliki oleh para siswa SMK, khususnya mereka yang berkonsentrasi di bidang kontrol dan elektronika.



Gambar 1. Modul Pelatihan PLTS

Melalui kegiatan ini, dilakukan pelatihan penggunaan modul trainer PLTS Off-Grid kepada siswa kelas XII di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu. Pelatihan ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang bersifat teoritis sekaligus praktis, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep dasar PLTS, tetapi juga mampu mengaplikasikannya secara langsung melalui praktik di lapangan.

Tujuan utama dari pelatihan ini adalah untuk membekali siswa dengan kompetensi teknis dalam bidang perancangan dan implementasi sistem PLTS. Diharapkan, setelah mengikuti pelatihan ini, siswa memiliki bekal keahlian yang dapat menunjang kesiapan mereka dalam memasuki dunia kerja maupun melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi, khususnya di bidang energi terbarukan.

METODE

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu, Kabupaten Jember, melalui pelatihan "Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid", dilaksanakan secara terstruktur dalam beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap ini merupakan langkah awal yang sangat penting dalam memastikan kelancaran pelaksanaan kegiatan pelatihan. Beberapa kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini meliputi:

a. Pengurusan Administrasi dan Perizinan

Tim pengabdian melakukan pengurusan administrasi dan permohonan perizinan kepada pihak SMK Muhammadiyah 3 Ambulu sebagai lokasi pelaksanaan pelatihan. Hal ini mencakup penyampaian surat resmi, proposal kegiatan, serta kesepakatan kerja sama antara institusi pelaksana dan pihak sekolah mitra.

b. Koordinasi dengan Mitra

Dilakukan koordinasi secara intensif antara tim pengabdian dari Universitas Muhammadiyah Jember dengan pihak sekolah mitra untuk mempersiapkan kebutuhan teknis pelaksanaan kegiatan. Koordinasi ini mencakup penetapan jadwal pelatihan, identifikasi peserta (siswa kelas XII), penyediaan tempat dan fasilitas pelatihan, serta persiapan alat dan bahan pelatihan.

2. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap ini, kegiatan pelatihan dilaksanakan menggunakan pendekatan metode pembelajaran ceramah dan praktik langsung. Kedua metode ini digunakan secara terpadu untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta pelatihan dalam bidang PLTS.

a. Kegiatan Ceramah

Sesi ceramah dilaksanakan untuk menyampaikan materi teori dasar mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Materi yang disampaikan meliputi:

- Pengertian dan konsep dasar PLTS
- Manfaat penggunaan PLTS dalam kehidupan sehari-hari
- Jenis-jenis sistem PLTS (termasuk on-grid dan off-grid)
- Komponen utama sistem PLTS dan prinsip kerjanya

b. Kegiatan Praktik

Sesi praktik bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada peserta dalam menggunakan modul trainer PLTS Off-Grid. Peserta dilatih untuk:

- Mengidentifikasi komponen pada modul PLTS
- Merangkai sistem PLTS sederhana
- Mengaplikasikan hasil rangkaian untuk menyalakan peralatan listrik sederhana, seperti lampu

3. Peran dan Kolaborasi Pelaksana Kegiatan

Dalam kegiatan ini, tim pengabdian dari Universitas Muhammadiyah Jember berperan sebagai pelatih, pendamping teknis, sekaligus pelaksana pemantauan dan evaluasi (monitoring dan evaluasi) kegiatan. Sementara itu, pihak mitra yaitu SMK Muhammadiyah 3 Ambulu berperan sebagai peserta kegiatan serta turut mendampingi siswa selama pelatihan berlangsung. Kolaborasi aktif antara kedua pihak menjadi kunci keberhasilan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan "Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid" yang dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu dilakukan dalam beberapa tahapan strategis, dengan luaran yang diukur baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Evaluasi dilakukan berdasarkan ketercapaian pemahaman siswa, keterlibatan dalam diskusi, kemampuan dalam praktik, serta kemampuan dalam menyusun laporan hasil kegiatan.

1. Pemahaman Terhadap Tujuan Pelaksanaan Kegiatan

Pada tahap awal, kegiatan difokuskan pada pengantar pelatihan yang bertujuan untuk memperkenalkan tim pelaksana Program Kemitraan Masyarakat (PKM) serta menjelaskan secara rinci tahapan kegiatan yang akan dilalui. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 90% siswa memahami dan mengerti maksud serta tujuan dari pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Hal ini tercermin dari umpan balik positif siswa terhadap sesi pembukaan dan pengenalan kegiatan.

2. Pemahaman Terhadap Materi Pelatihan

Sesi penyampaian materi pelatihan diberikan melalui metode ceramah interaktif. Materi meliputi konsep dasar energi terbarukan, jenis-jenis PLTS, serta manfaat implementasi teknologi ini di kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil observasi dan lembar evaluasi, 90% siswa mampu memahami dan menguasai materi yang diberikan. Peserta menunjukkan respons aktif dan mampu menjawab pertanyaan yang diberikan oleh fasilitator.

3. Diskusi dan Penguatan Pemahaman

Selanjutnya, dilakukan diskusi kelompok untuk memperdalam pemahaman mengenai pentingnya energi terbarukan bagi masa depan. Siswa diajak untuk menyampaikan pendapat, bertanya apabila ada materi yang belum dimengerti, serta mendiskusikan potensi penerapan

PLTS di lingkungan mereka. Hasilnya, 90% siswa menunjukkan keterlibatan aktif dalam diskusi dan memahami pentingnya peran energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan.

4. Praktik Langsung Menggunakan Modul PLTS Off-Grid

Tahap praktik dilakukan melalui penggunaan modul trainer PLTS off-grid, di mana siswa dibagi dalam kelompok-kelompok kecil. Setiap kelompok melakukan proses perakitan, pengukuran, pengujian, dan analisis sistem PLTS sederhana. Dalam sesi ini, dilakukan pula pengenalan terhadap komponen utama serta prinsip kerja sistem PLTS. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 80% siswa dapat memahami dan mengoperasikan sistem PLTS secara langsung. Beberapa siswa memerlukan pendampingan lebih intensif dalam tahap pengukuran dan analisis.

5. Penyusunan Laporan Analisis Hasil Praktik

Sebagai tahap akhir, setiap kelompok diwajibkan menyusun laporan hasil pengukuran dan analisis berdasarkan praktik yang telah dilakukan. Tim pengabdian memberikan asistensi dalam penyusunan format laporan dan interpretasi hasil pengukuran. Berdasarkan penilaian terhadap laporan yang dikumpulkan, 100% siswa berhasil menyusun laporan analisis sesuai dengan pedoman yang telah diberikan, menunjukkan tingkat kognitif yang baik dalam menyimpulkan hasil praktik mereka.

Mengacu pada Kurikulum Nasional SMK (Kurikulum Merdeka dan sebelumnya Kurikulum 2013) untuk Kompetensi Keahlian Teknik Ototronik, terdapat beberapa unit kompetensi relevan yang terkait dengan pelatihan PLTS, antara lain : Menerapkan konsep dasar elektronika daya, Menerapkan prinsip dasar pengendalian sistem otomatis, Melakukan instalasi sistem energi baru dan terbarukan, Melakukan perawatan dan analisis sistem tenaga surya (off-grid/on-grid) Komputer et al. (2023). Sedangkan menurut Direktorat SMK Kemendikbudristek (2020), capaian pembelajaran dari unit kompetensi tersebut mencakup: Pemahaman teori dasar sistem tenaga surya, Kemampuan merancang dan merangkai sistem PLTS sederhana, Kemampuan melakukan pengujian dan pengukuran komponen, Kemampuan menganalisis dan menyusun laporan hasil praktik

Table 1. Perbandingan dengan Hasil Pelatihan

Aspek Kompetensi	Standar SMK (Literatur)	Capaian Siswa (Hasil Pelatihan)	Kesesuaian
Pemahaman konsep dasar PLTS	Siswa mampu menjelaskan prinsip kerja PLTS dan komponennya	90% siswa memahami materi PLTS	Sesuai
Diskusi dan pemahaman energi terbarukan	Siswa mampu menganalisis manfaat dan urgensi energi terbarukan	90% siswa aktif berdiskusi dan memahami konteks	Sesuai
Praktik dan perakitan sistem	Siswa mampu merangkai dan menguji sistem PLTS sederhana	80% siswa berhasil melakukan praktik dan pengukuran	Sesuai
Penyusunan laporan analisis hasil praktik	Siswa mampu membuat laporan teknis sederhana	100% siswa menyusun laporan analisis hasil pengukuran	Melampaui ekspektasi

Capaian dari pelatihan PLTS di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu telah memenuhi hampir seluruh prinsip tersebut. Metode ceramah-praktik, diskusi aktif, asistensi teknis, serta laporan hasil praktik merupakan bentuk implementasi pendekatan kompetensi yang efektif dan aplikatif. Hasil pelatihan yang telah dicapai siswa SMK Muhammadiyah 3 Ambulu dapat dikategorikan sebagai sangat baik, dengan indikator sebagai berikut:

- Tingkat pemahaman teori dan konteks mencapai >90%

- Tingkat keberhasilan praktik mencapai >80%, sesuai dengan standar minimal keterampilan dasar siswa SMK
- Kemampuan menyusun laporan menunjukkan kecakapan kognitif yang tinggi, sesuai standar pelaporan teknis siswa kejuruan



Gambar 1. Dokumentasi pelaksanaan sesi Foto Bersama



Gambar 2. Dokumentasi pembukaan kegiatan dan sambutan dari perwakilan sekolah dan tim pengabdian



Gambar 3. Dokumentasi pelaksanaan sesi ceramah



Gambar 4. Dokumentasi pelaksanaan sesi praktik oleh siswa



Gambar 5. Dokumentasi pelaksanaan sesi Pengambilan Data Daya PLTS

KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu telah berlangsung dengan baik dan memberikan manfaat yang signifikan bagi peserta. Pelatihan ini meningkatkan pemahaman serta keterampilan siswa dan guru dalam merancang, menginstalasi, serta melakukan perawatan sistem PLTS Off-Grid. Selain itu, kegiatan ini juga mendukung penguatan kompetensi keahlian di bidang energi terbarukan, yang sejalan dengan perkembangan teknologi ramah lingkungan serta kebutuhan industri.

Melalui praktik langsung dan bimbingan dari para instruktur, peserta mampu memahami prinsip kerja, komponen utama, dan langkah-langkah teknis dalam pemasangan PLTS Off-Grid. Hal ini membuka peluang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan yang dapat diterapkan dalam dunia kerja maupun wirausaha di bidang energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, Muhamad, and Dendy Adam Satriawan. 2018. "Implementasi Kebijakan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional." 1(November): 398–412.
- Juni, Januari, Aas Wasri Hasanah, and Rahmad Febryan. 2021. "Energi Dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6 , 4 Kwp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal Energi Dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah." 13(1): 20–25.
- Komputer, Teknik, D A N Jaringan, Desain Komunikasi Visual, Desain Dan, Produksi Busana, Layanan Perbankan, and S M K Negeri Gudo. 2023. "KURIKULUM OPERASIONAL SATUAN PENDIDIKAN (KOSP) SMK NEGERI GUDO." (6).
- Overview, Global. 2024. "Global Overview 2024."
- Pltag, Angin. 2025. "RANCANG BANGUN MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) SOLAR SEL UNTUK APLIKASI PADA SISTEM GRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTA_g)."
- (September 2013): 170–78.
- Putra, Sandro, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, and Universitas Trisakti. 2016. "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal." : 1–7.