

Implementasi dan Edukasi Trainer Set Panel Surya Untuk Praktikum di SMK 1 Gunung Sindur Bogor

Edy Sumarno^{1*}, Jan Setiawan², Angga Septian MN³, Kurniawan Dana Laksmana⁴, Sumargo Purwansyah⁵, Alimin Lukman⁶, Bimo Setyo Aji⁷

¹Program Studi Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan energi terbarukan terutama tenaga surya semakin meningkat, seiring upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Untuk itu, penting bagi institusi pendidikan untuk mengintegrasikan teknologi ini dalam kurikulum mereka, agar generasi muda siap menghadapi tantangan dan peluang dalam bidang energi terbarukan. Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi energi terbarukan, khususnya panel surya, kepada siswa SMK melalui perangkat praktikum yang mudah digunakan dan dipahami sehingga dapat meningkatkan pemahaman, keterampilan praktis dalam pemasangan serta pemeliharaan sistem panel surya. Trainer set ini terdiri dari panel surya, baterai, regulator, dan perangkat elektronik yang digunakan untuk menyimpan dan mengalirkan energi. Siswa akan dilibatkan dalam kegiatan perakitan sistem panel surya, pengaturan baterai, cara membaca dan memonitor hasil energi yang dihasilkan. Proses implementasi dimulai dengan pelatihan bagi guru pengajar di SMK-1 Gunung Sindur, agar mereka memahami penggunaan trainer set ini secara mendalam dan dapat membimbing siswa dalam melaksanakan praktikum. Selanjutnya, siswa akan dilibatkan langsung dalam kegiatan praktikum yang diselenggarakan di laboratorium sekolah. Siswa akan melakukan eksperimen mengenai efisiensi panel surya dalam berbagai kondisi pencahayaan dan mempelajari perawatan sistem panel surya agar dapat berfungsi dengan optimal. Selain kegiatan praktikum ini juga mencakup sesi edukasi tentang pentingnya energi terbarukan dalam menjaga kelestarian lingkungan dan mengurangi emisi karbon. Pelatihan ini juga mencakup materi mengenai prinsip dasar tenaga surya, potensi energi surya di Indonesia, serta penerapan teknologi ini dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Dengan demikian, program ini berkontribusi dalam menciptakan generasi muda yang siap untuk menghadapi tantangan global dalam bidang energi dan lingkungan.

Keywords: Energi terbarukan, tenaga surya, edukasi, trainer set

Abstract

In recent years, the demand for renewable energy, especially solar power, has been increasing, as global efforts to reduce dependence on fossil energy sources have increased. For this reason, it is important for educational institutions to integrate this technology into their curriculum, so that the younger generation is ready to face challenges and opportunities in the field of renewable energy. This Community Service aims to introduce renewable energy technology, especially solar panels, to vocational school students through practicum tools that are easy to use and understand so that they can improve their understanding, practical skills in the installation and maintenance of solar panel systems. This trainer set consists of solar

panels, batteries, regulators, and electronic devices that are used to store and transmit energy. Students will be involved in solar panel system assembly activities, battery setup, and how to read and monitor the energy generated results. The implementation process began with training for teachers at SMK-1 Gunung Sindur, so that they understand the use of this trainer set in depth and can guide students in carrying out practicums. Furthermore, students will be directly involved in practicum activities held in the school laboratory. Students will conduct experiments on the efficiency of solar panels under various lighting conditions and learn about the maintenance of solar panel systems so that they can function optimally. In addition to practicum activities, this also includes educational sessions on the importance of renewable energy in preserving the environment and reducing carbon emissions. This training also includes material on the basic principles of solar power, the potential of solar energy in Indonesia, as well as the application of this technology in daily life and industry. Thus, the program contributes to creating a young generation that is ready to face global challenges in the field of energy and the environment.

Keywords: Renewable energy, solar, education, trainer sets

Correspondence author: Edy Sumarno, dosen00591@unpam.ac.id, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dan perkembangan teknologi saat ini, kebutuhan akan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan menjadi sangat penting. Salah satu solusi yang tengah gencar dikembangkan adalah energi surya. Di Indonesia, sebagai negara tropis dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun, pemanfaatan energi surya sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan. Namun, penerapan teknologi panel surya di lingkungan pendidikan, khususnya di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), masih tergolong minim, terutama pada aspek praktikum dan penguasaan teknologi tersebut oleh siswa.

SMK Negeri 1 Gunung Sindur, Kabupaten Bogor, merupakan salah satu sekolah kejuruan yang memiliki jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Jurusan ini sangat relevan dengan perkembangan energi baru dan terbarukan, khususnya energi surya. Akan tetapi, berdasarkan hasil observasi dan wawancara awal yang dilakukan oleh tim pengusul kepada guru dan kepala program keahlian, ditemukan beberapa permasalahan utama yang menghambat optimalisasi pembelajaran dan praktik energi surya di sekolah tersebut.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh SMK Negeri 1 Gunung Sindur adalah kurangnya sarana praktikum yang berkaitan dengan energi terbarukan, khususnya panel surya. Fasilitas laboratorium kelistrikan yang ada saat ini hanya mencakup instalasi listrik konvensional dan tidak mendukung pembelajaran sistem kelistrikan berbasis energi surya. Akibatnya, meskipun terdapat materi mengenai energi terbarukan dalam kurikulum, siswa hanya mendapatkan pengetahuan secara teoritis tanpa pengalaman

praktis. Hal ini berdampak pada kurangnya pemahaman siswa terhadap cara kerja, instalasi, dan pemeliharaan sistem panel surya. Padahal, dalam dunia industri energi modern, kemampuan tersebut sangat dibutuhkan. Tanpa keterampilan praktis yang memadai, lulusan SMK menjadi kurang kompetitif dan tidak siap terjun ke dunia kerja, terutama disektor energi baru dan terbarukan.

Permasalahan berikutnya adalah minimnya pelatihan bagi guru dalam hal penguasaan dan pengajaran teknologi energi terbarukan. Guru-guru di jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik umumnya memiliki latar belakang pendidikan kelistrikan konvensional, sehingga belum sepenuhnya familiar dengan sistem tenaga surya. Hal ini menyebabkan proses pembelajaran terkait energi surya tidak optimal, dan materi yang disampaikan kepada siswa terbatas. Dalam wawancara dengan beberapa guru, mereka menyatakan perlunya pelatihan dan peningkatan kapasitas, baik dari segi pengetahuan maupun keterampilan teknis, agar mampu menyampaikan materi energi surya secara lebih efektif. Selain itu, mereka juga berharap adanya modul atau alat bantu ajar praktis yang sesuai dengan kurikulum dan mudah digunakan di sekolah.

Sebagian besar siswa SMK Negeri 1 Gunung Sindur belum memiliki pemahaman yang mendalam mengenai pentingnya transisi energi dan peran energi terbarukan dalam keberlanjutan lingkungan hidup. Kurangnya edukasi sejak dini menyebabkan minat dan motivasi siswa dalam bidang energi surya masih rendah. Padahal, generasi muda perlu disiapkan sebagai agen perubahan dalam menyikapi krisis energi dan perubahan iklim global. Dengan memberikan edukasi yang kontekstual dan aplikatif mengenai energi surya melalui kegiatan praktikum langsung, diharapkan kesadaran lingkungan dan minat siswa terhadap bidang ini dapat meningkat. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya memahami konsep teknis, tetapi juga memiliki nilai-nilai keberlanjutan dalam pola pikir dan tindakannya.

Permasalahan lainnya adalah kesenjangan antara kompetensi yang diajarkan di sekolah dengan kebutuhan dunia industri. Industri kelistrikan modern saat ini sangat membutuhkan tenaga kerja yang memahami dan mampu mengimplementasikan sistem tenaga surya, baik untuk skala rumah tangga maupun industri. Tanpa praktik yang memadai di sekolah, siswa akan kesulitan beradaptasi dengan perkembangan teknologi di lapangan. Dengan adanya kesenjangan ini, lulusan SMK cenderung membutuhkan pelatihan tambahan setelah lulus, yang pada akhirnya menambah beban industri. Oleh karena itu, perlu adanya sinergi antara dunia pendidikan dan industri, termasuk melalui implementasi peralatan praktikum yang mencerminkan kondisi lapangan kerja aktual, seperti trainer set panel surya.

Kabupaten Bogor merupakan wilayah dengan potensi sinar matahari yang cukup tinggi dan memiliki banyak kawasan yang dapat dikembangkan dengan sistem energi surya. Namun, pemanfaatan potensi ini di lingkungan sekolah, khususnya SMK, masih sangat minim. Hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara potensi lokal dan pemanfaatannya dalam dunia pendidikan. Trainer set panel surya sebagai alat bantu praktikum di sekolah tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga dapat menjadi prototipe penerapan energi surya skala kecil. Dengan demikian, siswa dapat melihat langsung dampak dan manfaat penggunaan energi surya dalam kehidupan sehari-

hari dan menjadikannya sebagai inspirasi untuk inovasi teknologi tepat guna yang berbasis potensi lokal.

Melihat berbagai permasalahan tersebut, maka pengusul PKM mengajukan solusi berupa implementasi dan edukasi penggunaan trainer set panel surya di SMK-1 Gunung Sindur. Trainer set ini dirancang sebagai media praktikum komprehensif yang mudah digunakan, dilengkapi dengan komponen dasar sistem tenaga surya seperti panel surya, solar charge controller, inverter, dan baterai.

Penggunaan trainer set ini tidak hanya memberikan pengalaman praktis kepada siswa, tetapi juga menjadi sarana pelatihan bagi guru dalam mengajar materi energi terbarukan. Trainer dirancang portabel dan sesuai dengan standar industri agar dapat digunakan secara berkelanjutan oleh sekolah. Edukasi juga akan diberikan melalui workshop dan modul pelatihan yang disusun tim pengusul untuk meningkatkan kompetensi guru dan siswa.

Diharapkan melalui kegiatan ini, siswa dapat memperoleh pemahaman dan keterampilan praktis mengenai sistem tenaga surya, guru dapat meningkatkan kapasitas pengajaran mereka, dan sekolah memiliki sarana pendukung yang memperkuat *link and match* dengan kebutuhan industri. Dalam jangka panjang, program ini juga dapat mendorong kesadaran terhadap energi terbarukan dan menumbuhkan minat siswa untuk berinovasi dalam teknologi ramah lingkungan.

METODE PELAKSANAAN

Metode Kegiatan yang dilakukan dalam pengabdian kepada masyarakat di SMK 1 Gunung Sindur Bogor adalah sebagai berikut:

1. Observasi dan Survei

Dalam rangka pelaksanaan program Implementasi dan Edukasi Trainer Set Panel Surya di SMK Negeri 1 Gunung Sindur, Bogor, tim pelaksana telah melakukan serangkaian observasi dan survei awal untuk mengetahui kebutuhan, kondisi fasilitas, serta kesiapan sekolah dalam mendukung kegiatan edukatif berbasis energi terbarukan.

2. Studi Pustaka

Energi terbarukan adalah sumber energi yang berasal dari alam dan dapat diperbarui secara alami, seperti energi matahari, angin, air, dan biomassa (Sukardjo, 2020). Salah satu bentuk energi terbarukan yang paling banyak dikembangkan saat ini adalah energi surya, yang dimanfaatkan melalui teknologi panel surya (solar panel). Panel surya bekerja dengan cara mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaik (Andika & Pratama, 2021). Teknologi panel surya dianggap ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dan sangat cocok diterapkan di wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki intensitas cahaya matahari tinggi sepanjang tahun (Widodo, 2019).

Trainer set panel surya merupakan media pembelajaran praktik yang dirancang untuk mensimulasikan sistem pembangkit listrik tenaga surya dalam skala kecil. Alat

ini umumnya terdiri dari panel surya mini, charge controller, baterai, inverter, dan beban listrik seperti lampu atau kipas (Haryanto, 2020). Penggunaan trainer set ini bertujuan untuk memberikan pemahaman praktis kepada siswa mengenai cara kerja sistem tenaga surya, proses instalasi, serta perhitungan daya dan efisiensi sistem. Dengan adanya alat ini, siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep energi surya secara aplikatif (Yuliana et al., 2022). Pendidikan Vokasional seperti di SMK menekankan pada penguasaan keterampilan teknis yang siap diterapkan di dunia kerja. Oleh karena itu, praktikum menjadi salah satu komponen penting dalam kurikulum SMK, khususnya pada program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik atau Teknik Energi Terbarukan (Kemdikbud, 2021).

3. Persiapan Program

Persiapan administrasi dan birokrasi merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam pelaksanaan kegiatan implementasi dan edukasi Trainer Set Panel Surya di SMK Negeri 1 Gunung Sindur, Bogor. Tahapan ini mencakup koordinasi dengan pihak-pihak terkait, perizinan, serta penyusunan dokumen pendukung untuk menjamin kelancaran dan legalitas kegiatan. Berikut adalah beberapa langkah penting yang telah dilakukan: 1) Koordinasi dengan Pihak Sekolah, 2) Penyusunan Surat Permohonan dan Proposal, 3) Perizinan dan Persetujuan, 4) Penyusunan Surat Tugas dan Surat Izin Kegiatan, 5) Koordinasi Logistik dan Keamanan, 6) Dokumentasi dan Laporan Awal.

4. Implementasi Program

Implementasi pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) menggunakan media seperti trainer set panel surya dapat meningkatkan keterampilan, motivasi belajar, serta pemahaman konseptual siswa (Sari & Nugroho, 2020). Selain itu, pembelajaran seperti ini juga mendukung program pemerintah dalam memperluas penggunaan energi terbarukan secara nasional. Penelitian oleh Rahmat dan Suryani (2021) menunjukkan bahwa penggunaan media trainer panel surya meningkatkan pemahaman siswa SMK dalam aspek perakitan dan pengoperasian sistem tenaga surya. Selain itu, studi oleh Lestari et al. (2020) menyimpulkan bahwa penggunaan alat peraga praktikum berbasis energi terbarukan memberikan dampak positif terhadap kesiapan kerja siswa SMK.

5. Evaluasi Program

Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur efektivitas implementasi dan edukasi penggunaan trainer set panel surya dalam kegiatan praktikum di SMK Negeri 1 Gunung Sindur. Evaluasi difokuskan pada aspek peningkatan pemahaman siswa, keberfungsiannya, serta dampak terhadap kegiatan pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi trainer set panel surya di SMK Negeri 1 Gunung Sindur berhasil dilaksanakan dengan beberapa tahapan, yaitu:

1. Perancangan Trainer Set Panel Surya

Trainer set dirancang menggunakan komponen utama seperti: Panel surya 20Wp, *solar charge controller* PWM 10A, baterai 12V 7Ah, *inverter* DC to AC 100W, beban lampu LED 12V dan kipas DC, rangka trainer berbahan aluminium dan akrilik transparan, dan multimeter digital untuk pemantauan tegangan dan arus.



Gambar 1 Modul Implementasi trainer set panel surya

2. Instalasi dan Pengujian Sistem

Setelah perakitan selesai, dilakukan instalasi dan pengujian. Panel surya diposisikan di luar ruangan untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari langsung, dan dilakukan pencatatan data selama beberapa hari.



Gambar 2 (a) Tata letak komponen, (b) Pemasangan Implementasi trainer set panel surya

3. Simulasi dan Praktik oleh Siswa

Trainer digunakan dalam mata pelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) dan Teknik Energi Terbarukan (TET). Siswa mempraktikkan pengukuran tegangan input/output, proses penyimpanan energi ke baterai, dan konversi DC ke AC.



Gambar 3 Foto bersama siswa di SMK Negeri 1 Gunung Sindur setelah praktikum

4. Monitoring Efisiensi Energi Dihasilkan data sebagai berikut:
 - a. Tegangan input panel surya: 17-19V (saat cuaca cerah)
 - b. Tegangan output ke baterai: 12,3- 13,8V
 - c. Daya rata-rata yang dihasilkan: ±15 watt
 - d. Efisiensi sistem: ±75% (tergantung kondisi cuaca)

Implementasi trainer set panel surya menunjukkan bahwa teknologi energi terbarukan dapat diterapkan di lingkungan pendidikan menengah kejuruan sebagai media pembelajaran interaktif. Pembelajaran tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif melalui kegiatan praktik langsung. Beberapa poin penting dalam pembahasan:

1. Peningkatan kompetensi siswa

Melalui trainer ini, siswa dapat memahami: Prinsip kerja panel surya, cara kerja sistem penyimpanan energi, peran inverter dalam mengubah arus DC menjadi AC dan analisis efisiensi sistem tenaga surya sederhana.

2. Kendala yang dihadapi

Intensitas cahaya matahari tidak stabil (terutama saat musim hujan), sehingga output daya tidak konstan. Beberapa siswa masih kesulitan memahami perbedaan arus AC dan DC secara praktis. Perlu pembiasaan dalam penggunaan alat ukur digital.

3. Solusi yang diterapkan

Penambahan sumber cahaya buatan (lampu sorot) untuk simulasi dalam ruangan. Pemberian modul praktikum dan video tutorial pendukung. Pelatihan penggunaan trainer secara berkelompok.

4. Dampak Positif

Trainer menjadi alat bantu pembelajaran yang efektif dan menarik. Siswa lebih antusias dalam praktik kelistrikan dan energi terbarukan. Sekolah dapat mengembangkan kurikulum yang mendukung green technology dan *sustainable energy*.

Berikut ini adalah foto-foto kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dengan judul Implementasi trainer set panel surya di SMK Negeri 1 Gunung Sindur.



Gambar 4 Serah terima trainer set



Gambar 5 Kegiatan penutup dan foto bersama team

SIMPULAN

Implementasi trainer set panel surya di SMK Negeri 1 Gunung Sindur memberikan dampak positif dalam proses pembelajaran khususnya pada kompetensi keahlian teknik instalasi tenaga listrik dan energi terbarukan. Adanya alat peraga ini memudahkan siswa

untuk memahami konsep kerja sistem panel surya secara langsung melalui praktik lapangan, mulai dari pemasangan, pengoperasian, hingga perawatan sistem. Selain meningkatkan pemahaman teoritis, penggunaan trainer set ini juga mendorong peningkatan keterampilan teknis siswa dalam bidang energi baru dan terbarukan. Secara keseluruhan, trainer set panel surya berhasil menjadi media pembelajaran yang efektif, relevan dengan perkembangan industri, serta mendukung visi SMK sebagai sekolah yang menghasilkan lulusan siap kerja dan adaptif terhadap teknologi ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Mahardika, Dhioo. 2016. Evaluasi Penerangan Lampu Jalan Dijalan Baypass Alang-alang Lebar. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya. Hal: 5
- SNI 7391:200: Spesifikasi Penerangan Jalan Di Kawasan Perkotaan, Badan Standardisasi Nasional, ICS 93.080.4. Hal: 4
- Effendi, Asnal dan Aldifian. 2014. Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara Kota Solok. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Vol. 1, No. 2.
- Effendi, Asnal dan Suryana, Asep. 2015. Evaluasi Sistem Pencahayaan Lampu Jalan di Kecamatan Sungai Bahar. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Vol. 1, No. 2.
- SNI 7391, (2016). Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- S. Palaloi, E. Nurdiana, and A. Wibowo, “Pengujian Dan Analisis Kinerja Lampu TL LED Untuk Pencahayaan Umum,” J. Stand., 2018.
- Bean, James dan Karlen, Mark. (2007). “Dasar-Dasar Desain Pencahayaan”, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Evi Puspita Dewi. (2018). “Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah Terkait Usaha Konversi Energi”, Jurnal Dimensi Interior, Vol. 9, No.2, Desember 2018
- Jimmy Harto Saputro, Tejo Sukmadi, Karnoto. (2013). “Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah”, Jurnal Transmisi, 15 (1)
- Irfan Yudiawan. 17 Juni 2015.
<https://www.kompasiana.com/irfaan23/54f92ac2a333116f068b4817/pentingnya-pemberdayaan-masyarakat-dalam-konteks-promosi-kesehatan>
- Suharto, Edi. 2015. Membangun masyarakat memberdayakan rakyat. Bandung: Refika Aditama.
- Joko Sutarto, dkk. 2018. Model Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Kecakapan Hidup Berbasis Keunggulan Lokal Desa Wisata Mandiri Wanurejo Borobudur Magelang. Jurnal Penelitian Pendidikan. Vol. 35 Nomor 1 Tahun 2018.