

PENGEMBANGAN *TRAINER* PANEL SURYA UNTUK MENINGKATKAN PSIKOMOTORIK MAHASISWA PADA MATA KULIAH KONVERSI TENAGA LISTRIK DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Nurhayati Nurhayati¹, Unit Three Kartini², Agam Nizar Dwi Nur Fahmi³, Muhamad Bagus Fikril Alan⁴

^{1,2,3,4} Program Studi S2 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia
nurhayati@unesa.ac.id

Abstract

A solar panel is a device that assembles photovoltaic cells that convert sunlight into electricity. Students need an understanding of the working principles and applications of solar panels in electrical energy conversion courses. Learning media as a tool in teaching material can help students receive knowledge during the learning process and can provide real experiences in learning because it involves all their senses and mind. The aim of this Community Service activity is to create a trainer and supporting modules to support one of the practical learning in the Electric Power Conversion course. The research method used is Research and Development. With the trainer and solar panel modules, it is hoped that it will be easier to introduce the basic concepts of solar cells and their application in producing renewable energy. In this activity, students will learn about how solar cells work, the process of converting solar energy into electricity, as well as the factors that influence system performance and its applications. The conclusion of this research is that the trainer and module created can be used for practical learning of solar panels in the Electric Power Conversion course. With this trainer and supporting module, students can more actively participate, discuss and explore various existing aspects

Keywords: *Electrical energy conversion; Module; Instructional Media; Solar cel; Trainer*

Abstrak

Panel surya adalah perangkat rakitan sel-sel fotovoltaiik yang mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Pemahaman mengenai prinsip kerja dan aplikasi panel surya sangat dibutuhkan mahasiswa dalam mata kuliah konversi energi listrik. Media belajar sebagai alat bantu dalam mengajarkan materi bisa membantu mahasiswa dalam menerima ilmu pada saat proses pembelajaran dan dapat memberikan pengalaman yang nyata dalam belajar karena mengikutsertakan seluruh indra dan akal pikirannya. Adapun tujuan dari kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah untuk membuat trainer beserta modul pendukung untuk menunjang salah satu pembelajaran praktikum pada matakuliah Konversi Tenaga Listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development. Dengan adanya trainer dan modul panel surya diharapkan dapat mempermudah dalam mengenalkan konsep dasar sel surya dan aplikasinya dalam menghasilkan energi terbarukan. Dalam kegiatan ini, mahasiswa akan belajar tentang cara kerja sel surya, proses konversi energi matahari menjadi listrik, serta faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem serta aplikasinya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah trainer dan modul yang dibuat dapat digunakan untuk pembelajaran praktikum panel surya pada mata kuliah Konversi Tenaga Listrik. Dengan adanya trainer dan modul pendukung ini, mahasiswa dapat lebih aktif berpartisipasi, berdiskusi, dan mengeksplorasi berbagai aspek yang ada.

Kata Kunci: Konversi energi listrik; Modul; Media Pembelajaran; Solar cel; Trainer

Submitted: 2024-11-03

Revised: 2024-11-20

Accepted: 2024-12-13

Pendahuluan

Di era modern saat ini, perkembangan teknologi energi terbarukan semakin pesat, sementara energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam masih mendominasi. Di Amerika Latin, perlu dicatat bahwa lebih dari 75% konsumsi energi dan energi tak terbarukan berasal dari Brasil, Meksiko, Argentina, dan Venezuela (Pablo-Romero et al., 2022). Eksploitasi dan pemanfaatan sumber daya yang berlebihan telah menimbulkan berbagai masalah, seperti peningkatan total emisi gas rumah kaca sebesar 1% meningkatkan kelangkaan sumber daya alam sebesar 0.3503234%, pencemaran lingkungan, dan ketergantungan terhadap energi (Wang & Azam,

2024)(Hanif et al., 2022)(Zhang et al., 2024). Sebagai solusi untuk mengatasi krisis energi, energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah sinar matahari, yang dapat diubah menjadi energi listrik melalui teknologi *photovoltaic* (PV)(Alan et al., 2024).

Sistem PV bekerja dengan mengubah cahaya matahari langsung menjadi energi listrik melalui sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon (Starowicz et al., 2023). Ketika sinar matahari mengenai sel surya, elektron dalam bahan semikonduktor terlepas dan menghasilkan arus listrik. Keunggulan utama dari teknologi ini adalah bahwa ia bersih, ramah lingkungan, dan dapat dipasang di berbagai skala, mulai dari atap rumah hingga pembangkit listrik besar (Amer et al., 2023). Selain itu, biaya produksi panel surya terus menurun di bawah \$50 per megawatt-jam (USD/MWh) seiring dengan perkembangan teknologi, membuat energi matahari semakin terjangkau dan dapat diakses oleh banyak orang (Goswami et al., 2019). Dengan pemanfaatan yang lebih luas, fotovoltaik dapat menjadi solusi yang sangat berpotensi untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Di tingkat perguruan tinggi, mahasiswa diharapkan tidak hanya menguasai teori, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan tersebut dalam praktik. Oleh karena itu, metode pembelajaran yang memadukan teori dengan praktik sangat diperlukan untuk mendukung kompetensi mahasiswa dalam menguasai bidang konversi tenaga listrik. Salah satu cara yang dapat meningkatkan kemampuan praktis mahasiswa adalah dengan mengembangkan alat peraga yang sesuai dengan materi kuliah, seperti trainer panel surya yang dapat digunakan dalam mata kuliah konversi tenaga listrik.

Bidang teknik elektro mempelajari terkait konversi tenaga listrik yaitu pemanfaatan sumber daya alam terbarukan dan mengkonversi menjadi sumber energi listrik. Penggunaan *trainer* saat praktikum di bidang teknik elektro memiliki kontribusi untuk memberikan pengalaman langsung terhadap mahasiswa untuk mengetahui komponen elektronika dan proses merangkai yang berpengaruh di sikap *psikomotorik*, dan menganalisis hasil praktikum. Universitas Negeri Surabaya Jurusan Teknik Elektro memiliki laboratorium yang mempunyai *trainer* panel surya, sehingga dalam penelitian ini akan mengembangkan *trainer* panel surya yang akan diterapkan untuk mata kuliah konversi tenaga listrik di prodi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Jember yang sudah mempunyai laboratorium konversi tenaga listrik. Penggunaan *trainer* yang dikembangkan akan membantu proses kegiatan belajar mengajar di prodi teknik elektro.

Mata kuliah konversi tenaga listrik di Universitas Muhammadiyah Jember memiliki peran penting dalam membekali mahasiswa dengan pemahaman dan keterampilan dalam mengelola energi listrik dari berbagai sumber, termasuk energi surya. Dari segi fisik, Universitas Muhammadiyah Jember memiliki fasilitas yang cukup memadai untuk pelaksanaan kegiatan pembelajaran, meskipun masih ada ruang untuk peningkatan, terutama dalam hal alat peraga untuk praktikum. Secara sosial, mahasiswa memiliki minat yang tinggi terhadap teknologi energi terbarukan, terutama energi surya, yang sejalan dengan tren global yang mendukung penggunaan energi terbarukan. Namun, tantangannya adalah kurangnya akses terhadap fasilitas yang dapat menghubungkan pengetahuan teoretis dengan praktik di lapangan.

Secara lingkungan, daerah Jember yang terletak di wilayah pesisir Jawa Timur memiliki potensi untuk memanfaatkan energi surya yang sangat besar (Goswami et al., 2019). Dengan intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun, pemanfaatan energi surya untuk keperluan pembelajaran dan pengembangan teknologi akan sangat mendukung program pengabdian masyarakat yang berfokus pada pemberdayaan masyarakat melalui edukasi energi terbarukan.

Pengembangan trainer panel surya ini memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan kegiatan pengabdian selain pada perguruan tinggi. Selain digunakan dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi, alat ini juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesadaran siswa tentang pentingnya penggunaan energi terbarukan. Pemanfaatan trainer sebagai media pembelajaran

mengenai energi baru dan terbarukan telah diterapkan di Sekolah Alam AR Ridho, yang menghasilkan modul praktikum untuk guru dan siswa, serta kegiatan pelatihan yang melibatkan 20 guru dalam penggunaan alat peraga tersebut (Mardiyono et al., 2016). Selain itu, pelatihan perancangan set trainer PLTS juga dilakukan di SMA Muhammadiyah 1 Kota Bengkulu, yang menunjukkan peningkatan pengetahuan sekitar 65% peserta mengenai cara merangkai dan menggunakan set trainer PLTS ini (Gultom et al., 2023). Dari segi metode off-grid dan on-grid untuk pembangkit listrik tenaga surya juga telah diimplementasikan untuk rancang bangun trainer (Asrul et al., 2024). Sementara itu, pelatihan mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan 17 peserta menunjukkan rata-rata sangat paham sebesar 80.88% daripada sebelum pelatihan (Kustanto et al., 2024). Melalui pelatihan dan demonstrasi penggunaan panel surya, masyarakat dapat memperoleh pengetahuan praktis tentang cara mengoperasikan sistem tenaga surya secara efisien. Hal ini tidak hanya bermanfaat bagi mahasiswa, tetapi juga dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan pemanfaatan energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Masalah utama yang dihadapi dalam mata kuliah konversi tenaga listrik di Universitas Muhammadiyah Jember adalah kurangnya alat praktikum yang memadai untuk mendukung pembelajaran berbasis praktik, sehingga mahasiswa kesulitan dalam mengaplikasikan konsep konversi energi surya secara praktis. Oleh karena itu, diperlukan perancangan trainer panel surya yang dapat memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam mengoperasikan dan memelihara sistem panel surya, yang akan mendukung peningkatan psikomotorik mahasiswa. Selain itu, perlu dievaluasi efektivitas penggunaan trainer panel surya ini dalam meningkatkan keterampilan praktis mahasiswa, khususnya dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem tenaga surya. Terakhir, penting untuk mengukur respons mahasiswa terhadap penggunaan trainer ini, untuk mengetahui sejauh mana alat ini dapat membantu mereka memahami materi dengan lebih baik dan sejauh mana alat tersebut diterima dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, pengembangan dan evaluasi trainer panel surya diharapkan dapat menjawab permasalahan yang ada dan meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata kuliah konversi tenaga listrik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana respons mahasiswa setelah menggunakan trainer panel surya dalam mata kuliah konversi tenaga listrik di Universitas Muhammadiyah Jember, yang akan diukur melalui pemberian lembar kuisioner. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sejauh mana penggunaan trainer panel surya dapat mempengaruhi pemahaman dan keterampilan praktis mahasiswa dalam mengoperasikan sistem tenaga surya. Selain itu, melalui pengumpulan data respons mahasiswa, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pembelajaran yang lebih efektif dalam bidang konversi energi. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif tidak hanya dalam peningkatan kualitas pembelajaran bagi mahasiswa, tetapi juga sebagai dasar untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dalam pengajaran mata kuliah konversi tenaga listrik di Universitas Muhammadiyah Jember.

Metode

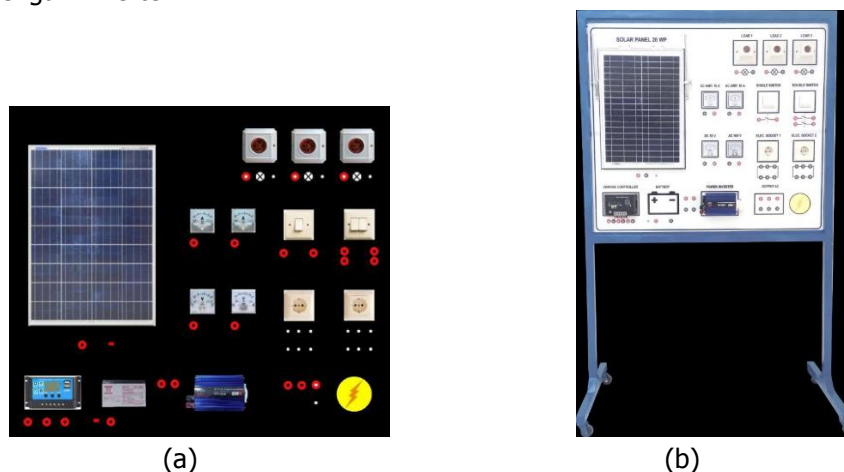
Merancang sebuah trainer panel surya yang dengan keluaran lampu sebagai indikator dan digunakan oleh mahasiswa prodi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Jember.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Program

A. Tahapan Kegiatan

Menurut Gambar 1., bahwa pelaksanaan program ini meliputi beberapa tahap. Tahap awal adalah studi pendahuluan dilakukan dengan melakukan observasi kepada prodi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Jember terkait kebutuhan *trainer* pada mata kuliah Konversi Tenaga listrik. Tahapan selanjutnya dilakukan persiapan program dengan melengkapi komponen elektronik untuk kebutuhan *trainer* dan dilaksanakan perancangan *trainer* panel surya. Gambar 2. merupakan desain dari *trainer* panel surya yang akan diterapkan di mata kuliah konversi tenaga listrik. Pembuatan desain *trainer* panel surya berukuran 100 cm x 80 cm menggunakan bahan akrilik 5mm. Dimensi keseluruhan dengan tiang penyangga sebesar 165 cm x 90 cm. Terdapat beberapa komponen pendukung seperti panel surya, baterai Aki 12 V, inverter, lampu, fittingan, saklar, volt meter, ampere meter, dan Solar Charger Controller (SCC). Penggunaan *trainer* panel surya untuk merangkai saklar tunggal dan saklar berganda dengan keluaran lampu AC. Praktikum yang akan dilakukan mahasiswa dengan merangkai panel surya melalui SCC dan baterai aki 12 V. karena penggunaan keluaran menggunakan lampu sehingga diubah dengan inverter.



Gambar 2. Desain *Trainer* Panel Surya

Adapun beberapa spesifikasi pada Tabel 1. dari setiap komponen hardware yang digunakan, sebagai berikut:

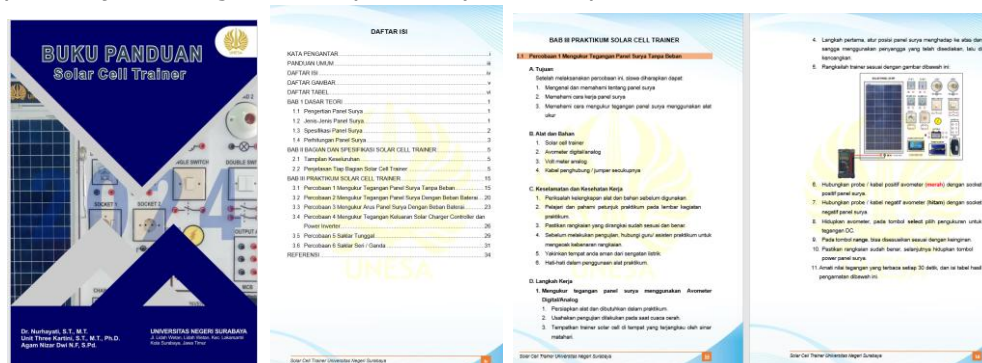
Tabel 1. Spesifikasi Komponen

No	Komponen	Atribut	Nilai
1	Battery Aki	Tegangan	12 V

No	Komponen	Atribut	Nilai
		Kapasitas	7.2 Ah
		Panjang	15 cm
		Lebar	6.5 cm
		Tinggi	9.5 cm
		Berat	4 kg
2	Meter Circuit Breaker	Tegangan Maks	220 V
		Arus Maks	4 A
3	Solar Charge Controller	Tegangan	12 V
		Arus Maksimum	10 A
4	Inverter	Daya	500 W
		Tegangan Input	12 V (DC)
		Tegangan Output	220 V (AC)
5	Saklar	Tegangan	220 V
		Berat	0.3 kg
6	Stop Kontak	Tegangan	220 V
		Arus	16 A
		Jumlah Socket	2
7	Amperemeter DC	Arus	5 A
8	Amperemeter AC	Arus Maks	5 A
9	Volmeter DC	Tegangan Maks	50 V
10	Volmeter AC	Tegangan Maks	300 V
11	Volmeter AC	Tegangan	300 V
		Arus	16 A
12	Panel Surya	Daya	30 WP

Tahapan pelaksanaan program yaitu dengan menerapkan *trainer* panel surya di prodi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Jember kepada 20 mahasiswa untuk mengoperasikan beserta diberikan modul pembelajaran untuk dosen saat akan melakukan

praktikum konversi tenaga listrik. Adapun beberapa contoh tampilan modul pendukung pembelajaran dengan trainer panel surya terlihat pada Gambar 4



Gambar 4. Modul Solar Cell Trainer

Mahasiswa yang telah menggunakan *trainer* panel surya akan diberikan lembar kuisioner untuk mengetahui respon dan efektivitas dari penggunaan *trainer* panel surya sebagai tahapan evaluasi.

1. Pelatihan, pendampingan, dan evaluasi kegiatan

Kegiatan pelatihan dan pendampingan dilakukan agar mitra lebih memahami pengoperasian maupun perawatan peralatan yang diberikan. Hasil evaluasi menjadi bahan bagi tim pelaksana untuk membuat inovasi atau menerapkan rancangan bangun di mitra lainnya yang memiliki permasalahan yang sama.

2. Pencapaian luaran dan penyusunan laporan

Luaran kegiatan PKM terdiri atas luaran wajib dan luaran tambahan. **Luaran wajib** yang dihasilkan terdiri dari 1) publikasi di jurnal; 2) publikasi kegiatan yang dimuat pada media massa elektronik; 3) Dokumentasi video kegiatan berdurasi 5 menit diunggah di *you tube* dan (4) HKI. Adapun **luaran tambahan** terdiri atas rainer panel surya; Pada tahap akhir setelah seluruh luaran dapat dicapai dilakukan penyusunan laporan akhir.

B. Partisipasi Mitra

Mahasiswa Prodi teknik Elektro bidang konsentrasi power yang mengambil kuliah Konversi Tenaga Listrik dengan berkontribusi dengan menyumbangkan ide, menyediakan tempat dan fasilitas lain yang mendukung kegiatan PKM.

C. Tim Pelaksana Kegiatan

Tim pelaksana kegiatan ini terdiri dari 2 orang dosen, 2 orang mahasiswa dan 2 orang teknisi. Ketua pelaksana adalah dosen dengan latar belakang keahlian teknik elektro. Keahlian tersebut digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi mitra.

D. Evaluasi dan Keberlanjutan Program

Pasca kegiatan PKM ini, kegiatan kemitraan masih terus berlanjut dengan mengembangkan trainer yang dibuat sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan desain yang telah dibuat dengan ukuran yang telah ditentukan, Langkah awal yang dilakukan adalah mendesain letak tiap komponen. Proses pengukuran komponen dilakukan sebelum langkah percetakan desain dimulai. Proses ini melibatkan pengukuran yang cermat terhadap setiap komponen untuk memastikan bahwa semua elemen desain sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, serta dapat diproduksi dengan presisi yang tepat. Pengukuran yang akurat sangat penting untuk menghindari kesalahan pada tahap selanjutnya, terutama dalam

memastikan kesesuaian komponen dengan keseluruhan struktur dan fungsi desain yang telah direncanakan. Setelah pengukuran selesai dan semua komponen telah diperiksa, desain siap untuk masuk ke tahap percetakan untuk produksi lebih lanjut.



Gambar 4. Proses Pengukuran dan pembuatan Tiang Penyangga

Pada Gambar 4. di atas, disajikan proses pengukuran tiang penyangga untuk trainer, yang merupakan bagian penting dalam mendukung stabilitas dan fungsionalitas alat. Proses ini dilakukan dengan teliti untuk memastikan bahwa tiang penyangga memiliki ukuran yang tepat sesuai dengan desain yang telah ditentukan, sehingga dapat menopang trainer dengan aman dan efektif. Pengukuran yang akurat pada tiang penyangga sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan mencegah kerusakan pada komponen lainnya. Pada kegiatan PKM ini juga dilakukan Kerjasama dengan menandatangani Bersama surat PKS antara Universitas Negeri Surabaya dan Universitas Muhammadiyah Jember seperti pada gambar 5



Gambar 5. Proses Pembuatan PKS antara UNESA dan Universitas Muhammadiyah Jember

Trainer panel surya seperti Gambar 6., yang dikembangkan menggunakan spesifikasi sebesar 30 WP, sehingga daya maksimum yang dihasilkan sebesar 30 Watt. Tegangan listrik yang didapatkan di panel surya memiliki pola arus listrik Direct Current (DC) dan dihubungkan dengan SCC untuk mengontrol aktivitas charging ke accu. Pin yang terdapat di SCC memiliki keluaran yang dihubungkan di inverter untuk mengubah pola arus listrik menjadi Alternating Current (AC). Trainer panel surya dilengkapi dengan alat ukur ampere meter dan volt meter yang dihubungkan di tegangan DC dan AC untuk mengetahui kondisi saat di berikan beban lampu atau perangkat listrik

lainnya. Penggunaan trainer akan memberikan pengalaman ke mahasiswa untuk menghubungkan komponen dari panel surya hingga dapat menyalakan lampu sebagai beban listrik dan dapat melakukan perhitungan terkait penggunaan arus dan tegangan listrik.



Gambar 6. Trainer Panel Surya

Pada implementasi trainer panel surya yang tertampil di Gambar 7., mitra dalam hal ini mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Jember. Dari hasil implementasi, mitra telah dapat menggunakan trainer panel surya dengan baik. Trainer panel surya dasar ini telah membantu mahasiswa dalam memahami dasar-dasar panel surya. Kegiatan ini telah memberikan efek positif terhadap dunia pendidikan terutama pendidikan perguruan tinggi. Dengan ketersediaan peralatan trainer ini, secara tidak langsung menambah media pelajaran bagi perkuliahan dan berefek pada kemudahan mahasiswa memahami mata kuliah, khususnya konversi tenaga listrik. Pengabdian kepada masyarakat ini merupakan wujud pemenuhan tridarma perguruan tinggi, sebagai kontribusi sumbangan pemikiran insan perguruan tinggi kepada masyarakat. Pengabdian ini juga perlu mendapatkan dukungan dari semua pihak termasuk pihak pemerintahan terutama dinas terkait.



Gambar 7. Penyerahan Trainer Panel Surya kepada Mitra

Kesimpulan

Dari hasil kegiatan pengabdian di Universitas Muhammadiyah Jember telah berhasil untuk membuat model trainer panel surya. Trainer tersebut telah diimplementasikan kepada mitra sebagai daya atau upaya meningkatkan kompetensi mitra. Dari hasil penerapan trainer panel surya ini, mahasiswa lebih memahami dasar-dasar panel surya. Trainer tersebut telah digunakan sebagai media pembelajaran untuk mata kuliah konversi energi listrik.

Daftar Pustaka

- Alan, M. B. F., Puspitaningayu, P., Nashrullah, M. 'Aamir, Sutanto, E., Fahmi, F., & Diptya Widayaka, P. (2024). Design and Implementation of Photovoltaic Monitoring System Using Arduino UNO R4. *2024 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems (ICETISIS)*, 899–903. <https://doi.org/10.1109/ICETISIS61505.2024.10459353>
- Amer, A., Attar, H., As'ad, S., Alsaqoor, S., Colak, I., Alahmer, A., Alali, M., Borowski, G., Hmada, M., & Solymann, A. (2023). Floating Photovoltaics: Assessing the Potential, Advantages, and Challenges of Harnessing Solar Energy on Water Bodies. *Journal of Ecological Engineering*, 24(10). <https://doi.org/10.12911/22998993/170917>
- Asrul, J., -, F., Hendri, Z., & Putri, D. D. (2024). Rancang Bangun Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Metoda Off Grid dan On Grid Sebagai Media Perkuliahan Sistem Pembangkit. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 19(1). <https://doi.org/10.30630/jipr.19.1.328>
- Goswami, A., Sadhu, P., Goswami, U., & Sadhu, P. (2019). Floating solar power plant for sustainable development: A techno-economic analysis. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 38. <https://doi.org/10.1002/ep.13268>
- Gultom, F. B., Rahman, R., Heriansyah, H., & Ardiansyah, T. (2023). Pelatihan Perancangan Set Trainer PLTS Di SMA Muhammadiyah 1 Boarding School Kota Bengkulu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 1(8). <https://doi.org/10.59837/jpmba.v1i8.396>
- Hanif, S., Lateef, M., Hussain, K., Hyder, S., Usman, B., Zaman, K., & Asif, M. (2022). Controlling air pollution by lowering methane emissions, conserving natural resources, and slowing urbanization in a panel of selected Asian economies. *PLoS ONE*, 17(8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271387>
- Kustanto, M. N., Ilminnafik, N., Nashrullah, M. D., & Nurdiansyah, H. (2024). Pelatihan Perawatan Solar Cell Untuk Menjaga Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Journal of Community Development*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.47134/comdev.v5i1.201>
- Mardiyono, Ariyono, S., Wasito, E., & Handoko, S. (2016). Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Dan Peningkatan Media Pembelajaran IPA Di Sekolah Alam AR Ridho. *DIANMAS*, 5(1).
- Pablo-Romero, M. P., Sánchez-Braza, A., & Romero, M. G. P. (2022). Renewable energy in Latin America. *AIMS Energy*, 10(4). <https://doi.org/10.3934/energy.2022033>
- Starowicz, A., Rusanowska, P., & Zieliński, M. (2023). Photovoltaic cell – the history of invention – review. In *Polityka Energetyczna* (Vol. 26, Issue 1). <https://doi.org/10.33223/epj/161290>
- Wang, J., & Azam, W. (2024). Natural resource scarcity, fossil fuel energy consumption, and total greenhouse gas emissions in top emitting countries. *Geoscience Frontiers*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101757>
- Zhang, J., Li, B., He, H., & Shen, Y. (2024). Natural resource dependence and renewable energy development: Does government policy support matter? *Journal of Cleaner Production*, 436. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140466>