

PENINGKATAN EFISIENSI PANEL SURYA MELALUI PERAWATAN BERKALA

Ruliyanta^{1*}, R. A. S. Kusumoputro², Puji Hartoyo³

^{1,2}Teknik Elektro, Universitas Nasional, Indonesia.

³Prodi Fisika, Universitas Nasional, Indonesia.

ruliyanto@civitas.unas.ac.id¹, suwodjo@civitas.unas.ac.id², puji.hartoyo@civitas.unas.ac.id³

ABSTRAK

Abstrak: Panel surya memanfaatkan *photovoltaic* dan merupakan sumber pembangkit listrik terbarukan. Efisiensi panel surya tergantung pada kondisi permukaan panel tersebut. Benda yang menghalangi sinar matahari dapat mengganggu efisiensi listrik yang dihasilkan. Salah satu gedung yang memiliki pembangkit listrik tenaga surya adalah gedung Inalum. Permasalahannya, para teknisi belum memahami perawatan pembangkit listrik tenaga surya. Untuk itu diusulkan pelatihan di gedung ini dengan tujuan memberikan tambahan pengetahuan. Pelatihan diikuti oleh 11 teknisi dan 2 orang supervisor. Sistem evaluasi yang dilakukan dengan cara melakukan pra dan pasca test dengan soal yang sama. Sebelum dan Proses pelatihan mendapatkan penilaian sebesar 4,23 skala 5. Sementara pelatihan ini mampu meningkatkan kemampuan peserta pelatihan sebesar 60,77% menjadi 95,38% atau mengalami kenaikan sebesar 34,16%. Dengan bekal pelatihan ini harapannya pembangkit listrik tenaga surya yang ada di gedung Inalum memiliki efisiensi yang baik melalui perawatan yang berkala.

Kata Kunci: Panel surya; Efisiensi listrik; Energi terbarukan; *Training*; Fotovoltaik.

Abstract: *Solar Cells are a technology that converts solar energy into electrical energy. Solar panels utilize photovoltaics and are a renewable source of electricity generation. The efficiency of solar panels depends on the surface condition of the panels. Objects that block sunlight can interfere with the efficiency of the electricity produced. One of the buildings with a solar power plant is the Inalum building. The problem is that technicians need to understand the maintenance of solar power plants. For this reason, training is proposed in this building to provide additional knowledge. Eleven technicians and two supervisors attended the training. The training process received an assessment of 4.23 on a scale of 5. Meanwhile, this training increased the training participants' abilities by 60.77% to 95.38% or an increase of 34.16%. With this training, the solar power plant in the Inalum building will have good efficiency through regular maintenance.*

Keywords: *Solar cells; Electrical efficiency; Renewable energy; Training; Photovoltaic.*



Article History:

Received: 20-11-2023

Revised : 14-12-2023

Accepted: 20-12-2023

Online : 03-02-2024



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

A. LATAR BELAKANG

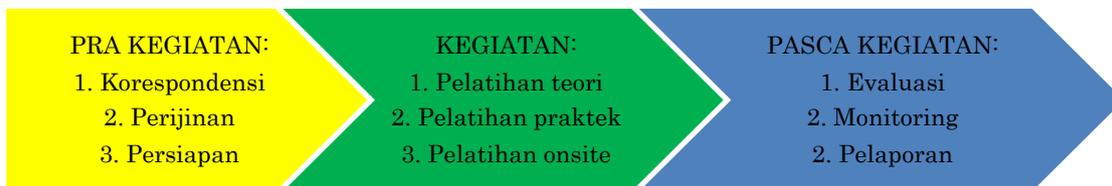
Solar photovoltaic atau panel surya merupakan teknologi yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Proses ini menggunakan sel fotovoltaik, yang biasanya terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon. Ketika sinar matahari jatuh pada sel fotovoltaik, energi cahaya diserap oleh sel, menyebabkan pelepasan elektron dan menciptakan arus listrik (Pardede et al., 2022; Rahman et al., 2021). Panel surya terdiri dari sejumlah sel fotovoltaik yang dihubungkan bersama untuk membentuk modul atau panel. Modul ini dapat diintegrasikan ke dalam sistem fotovoltaik yang lebih besar untuk menghasilkan daya yang dapat digunakan untuk memasok listrik pada rumah, bisnis, atau *grid* listrik (Muhtada, 2023; Noersena, 2020; Putri et al., 2020).

Teknologi solar photovoltaic (PV) telah berkembang pesat dan menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang paling populer dan bersih (Dzulfikar and Broto, 2016). Keuntungan utamanya termasuk sumber energi yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, dan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Qomaria and Sudarti, 2021). Panel surya atau *solar cell* dapat mengalami berbagai masalah seiring berjalannya waktu. Beberapa permasalahan umum yang sering timbul pada panel surya meliputi penurunan efisiensi, kerusakan mekanis, masalah koneksi kabel, degradasi sel surya, baterai penyimpanan dan masalah pada inverter (Pratomo et al., 2022). Faktor eksternal yang bisa mengakibatkan rusaknya panel surya adalah masalah pohon atau bayangan, atau kerusakan akibat hewan atau cuaca akibat kondisi lingkungan yang ekstrim (Pratomo et al., 2022). Salah satu gedung yang menggunakan sel surya sebagai sumber tenaga alternatif adalah gedung Inalum yang ada di Kuala Tanjung (Ruliyanta et al., 2022). Gedung ini menggunakan tenaga surya sebagai pendukung operasionalnya setiap hari. Sel surya terhubung ke jaringan secara *on grid* dengan kapasitas 26,4 kVA (Anwar and Mulyadi, 2018; Ma'mun, 2021).

Permasalahan di gedung ini adalah para teknisi belum mengetahui cara merawat panel surya atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Dzulfikar and Broto, 2016; Noersena, 2020; Pratomo et al., 2022; Putri et al., 2020). Para teknisi di bawah manajemen gedung umumnya *fresh graduate* dari sekolah menengah kejuruan sederajat. Para teknisi ini perlu diberikan pelatihan tentang panel surya, baik cara kerjanya maupun proses perawatannya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diusulkan untuk memberikan pelatihan sistem panel surya kepada mitra (Kusuma, 2023; Pratomo et al., 2022; Sukma Wahyuni et al., 2020). Tujuan pelatihan ini adalah untuk memberikan tambahan pengetahuan para teknisi agar memahami sistem panel surya. Selain pengenalan sistem panel surya, para peserta pelatihan diberikan metode perawatan dan perbaikan instalasi yang umum terjadi pada sistem PLTS (Kaban et al., 2020; Ma'mun, 2021; Qomaria and Sudarti, 2021).

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini merupakan program dari Universitas Nasional. Bentuk kegiatan berupa pelatihan sistem panel surya. Lokasi mitra adalah para teknisi manajemen Gedung Inalum yang berada di Kuala Tanjung, Kabupaten Batubara, Provinsi Sumatera Utara. Peserta yang terlibat dalam pelatihan ini 13 orang yang terdiri dari 11 teknisi dan 2 orang supervisor. Gedung ini adalah milik pemerintah Republik Indonesia yang memiliki konsep *green building* dan bergerak di bidang pengolahan aluminium (Ruliyanta et al., 2022). Kegiatan ini dilakukan pada 31 Maret 2021, di mana sedang diberlakukan Protokol COVID-19 di gedung Inalum. Sebagai langkah awal terlaksananya kegiatan ini, dilakukan komunikasi surat menyurat dengan pihak manager gedung. Detail proses kegiatan ini diberikan pada Gambar 1 berikut ini. Pra-kegiatan meliputi korespondensi dan persiapan teknis. Kondisi pandemi mewajibkan seluruh aktifitas mematuhi aturan yang berlaku dalam gedung.



Gambar 1. Proses pelaksanaan kegiatan

Saat proses pelatihan dilaksanakan, seluruh peserta dengan aktif mengikuti seluruh tahapan pelatihan. Pada sesi teori, diberikan penjelasan yang meliputi teori-teori dasar, sistem kelistrikan *on grid* maupun *off grid*. Selain teori dasar, peserta diberikan praktek dan pada sesi terakhir, seluruh peserta latihan diajak untuk meninjau ke lokasi panel surya yang ada dalam gedung ini. Sesi terakhir dari kegiatan ini adalah membuat pelaporan. Dalam pelaporan dilakukan evaluasi kegiatan pelatihan. Dalam pelaporan juga dilaporkan efektifitas pelatihan guna memonitor luaran pelatihan. Metode yang digunakan adalah dengan memberikan 10 pertanyaan singkat sebelum dan sesudah pelatihan. Soal pre-test dan post-test yang disertakan sama dengan model pilihan ganda.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Pelatihan

Kunjungan awal sebelum kegiatan dilakukan ke lokasi inverter pembangkit panel surya diberikan pada Gambar 2. Ini untuk menyesuaikan materi pelatihan dengan kondisi yang sesuai dengan peralatan yang ada di mitra. Selanjutnya pelatihan dilaksanakan dengan antusias oleh seluruh peserta. Panel surya di tempat mitra ditempatkan di atap gedung seperti diberikan pada Gambar 3. Selain materi kelas, dilakukan pembelajaran langsung ke lokasi peralatan.



Gambar 2. Peninjauan lokasi panel kontrol panel surya

Membersihkan Panel Surya merupakan kewajiban yang harus dilaksanakan oleh para teknisi. Memastikan panel surya tetap bersih dari debu, kotoran, dan residu lainnya sangat penting. Debu dan kotoran dapat mengurangi intensitas cahaya yang mencapai sel surya, sehingga mengurangi efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik (Anwar and Mulyadi, 2018; Demeianto et al., 2021). Cara memberihkan panel dapat surya menggunakan air bersih dan spons lembut secara teratur. Hindari penggunaan bahan pembersih abrasif yang dapat merusak permukaan panel (Ma'mun, 2021; Muhtada, 2023).



Gambar 3. Panel surya di gedung Inalum

Selain membersihkan permukaan, teknisi wajib memeriksa secara berkala struktur pendukung panel surya untuk memastikan bahwa semuanya dalam kondisi baik. Pastikan tidak ada kerusakan atau keausan yang dapat mengancam kestabilan panel surya. Kondisi cuaca di atap gedung sangat ekstrim, pada lokasi tertentu angin sangat kencang. Kencangkan baut-baut yang ada untuk menghindari panel surya terlepas dan menimpa obyek lain di bawahnya. Periode pemeriksaan disesuaikan dengan kondisi lingkungan masing-masing tempat. Sebaiknya dilakukan minimal 3 bulan sekali untuk pembersihan panel surya. Proses pembersihan permukaan panel surya saat pelatihan. Periode yang baik membersihkan panel surya tergantung dari tingkat polusi yang ada di lokasi. Untuk tingkat polusi yang sangat tinggi, sebaiknya setiap bulannya dibersihkan permukaannya, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembersihan permukaan panel surya dengan spon bersih dan lembut saat pelatihan

Selain memeriksa panel surya, teknisi harus memeriksa kabel dan konektor secara teratur untuk memastikan tidak ada kerusakan fisik atau kebocoran yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Pastikan semua koneksi kabel aman dan baik-baik saja. Penggunaan alat atau sistem pemantauan untuk melacak kinerja panel surya sangat dianjurkan. Pemantauan dapat membantu mendeteksi potensi masalah atau penurunan kinerja sehingga tindakan perbaikan dapat diambil tepat waktu.

Lakukan pemeriksaan tegangan dan arus secara berkala untuk memastikan bahwa panel surya menghasilkan daya sesuai dengan spesifikasi. Perubahan yang signifikan dalam parameter ini dapat menandakan masalah potensial. Inverter mengubah listrik searah yang dihasilkan oleh panel surya menjadi listrik bolak-balik yang dapat digunakan oleh rumah atau grid listrik. Pastikan inverter berfungsi dengan baik dan lakukan pemeriksaan rutin. Jika sistem Anda dilengkapi dengan penyimpanan energi, periksa baterai dan komponen penyimpanan lainnya secara berkala. Pastikan baterai berada dalam kondisi baik dan dapat menyimpan energi dengan efisien.

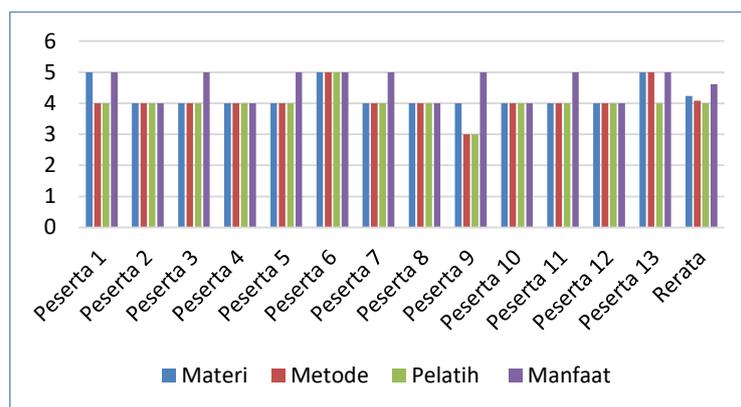
Kondisi lingkungan dan cuaca sangat mempengaruhi pengoperasian panel surya (Qomaria and Sudarti, 2021). Teknisi wajib memastikan panel surya terlindungi dari cuaca ekstrem seperti hujan, badai, atau angin kencang. Beberapa lokasi memiliki tingkat polusi yang tinggi akibat gunung api atau polusi cerobong pabrik. Sistem perlindungan atau penutup dapat membantu mencegah kerusakan fisik akibat cuaca buruk. Proses pembersihan area solar panel yang ada di tempat mitra saat pelatihan dilaksanakan, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Lokasi panel surya sedang dibersihkan saat pelatihan

2. Monitor dan Evaluasi Kegiatan

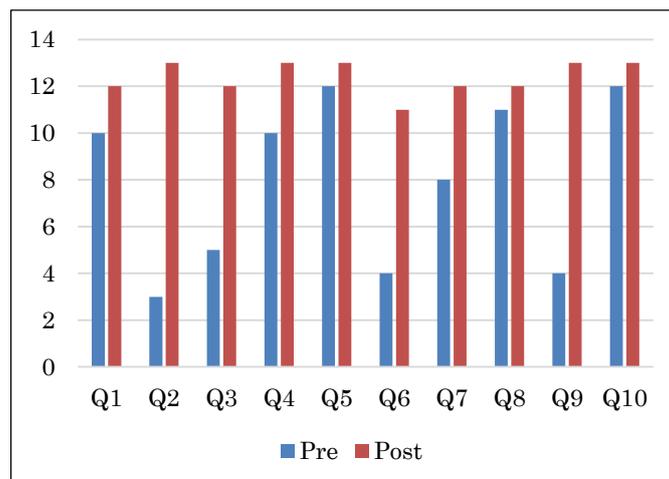
Untuk evaluasi proses kegiatan pelatihan, saat pelatihan selesai dibagikan form berisi kuesioner kepada peserta pelatihan. Kami membagi hasil penilaian dalam 4 kelompok yaitu materi pelatihan, metode pembelajaran, pelatih dan manfaat pelatihan. Hasilnya evaluasi pelatihan seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik evaluasi prose pelatihan

Dalam kuesioner penilaian, peserta diminta untuk mengisi nilai dengan skala 1 sampai dengan 5. Nilai sangat memuaskan diwakili dengan angka 5 dan sangat tidak puas pada angka 1. Untuk rata-rata materi pelatihan memperoleh nilai 4,23, sementara metode pelatihan mendapat nilai 4,1 pada skala 5. Selanjutnya rata-rata penilaian pelatih oleh 13 peserta pelatihan sebesar 4. Nilai rata-rata ini berarti bahwa peserta merasa puas dengan pelatih. Sementara nilai rata-rata 4,61 untuk penilaian manfaat pelatihan. Bila diakumulasikan seluruhnya, maka nilai pelatihan atas pelatihan ini rata-rata totalnya adalah 4,23 pada skala 5. Selain kuesioner evaluasi proses pelatihan, pengukuran monitoring capaian pelatihan dilakukan dengan mengisi kuesioner sebelum dan sesudah test. Terdapat 10 soal kuesioner singkat yang digunakan untuk memonitor capaian pelatihan. Daftar pertanyaan tersebut diberikan pada Tabel 1. Berdasarkan daftar pertanyaan dari Tabel 1, kami mendapatkan *feedback* dari peserta latihan. Hasil inilah

yang kami gunakan untuk melakukan evaluasi keberhasilan pelatihan. Hasil evaluasi diberikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil evaluasi capaian pelatihan

Saat pre-test, dari 13 dan 10 pertanyaan, ada 79 jawaban benar. Jadi rata-rata nilai jawaban benar adalah 60,77%. Sementara pada saat post test terdapat 124 jawaban benar atau rata-rata nilai menjadi 95,38%. Hal ini terjadi kenaikan hasil yang sangat signifikan. Melalui metode yang dipakai, maka terjadi kenaikan pengetahuan sebesar 34,16% atas peserta pelatihan. Daftar pertanyaan dalam questioner terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar pertanyaan dalam questioner test

No	Pertanyaan	Jawaban Pilihan	Jawaban
Q1	Apa fungsi utama panel surya	a) Menghasilkan air bersih b) Menghasilkan listrik dari energi matahari c) Menyaring udara dari polusi d) Menghasilkan panas untuk pemanas ruangan	b
Q2	Bahan sel fotovoltaik adalah	a) Tembaga b) Silikon c) Aluminium d) Seng	b
Q3	Fungsi inverter dalam sistem panel surya	a) Mengubah listrik bolak-balik menjadi searah b) Mengubah listrik searah menjadi bolak-balik c) Mempercepat produksi energi d) Membersihkan panel surya	b
Q4	Manfaat perawatan secara teratur	a) Menurunkan efisiensi panel surya b) Meningkatkan efisiensi konversi energi c) Meningkatkan emisi karbon d) Menambah biaya operasional	b
Q5	Bagaimana bayangan dari	a) Meningkatkan produksi listrik b) Tidak memiliki pengaruh	c

	pohon dapat mempengaruhi panel surya?	c) Mengurangi intensitas cahaya dan produksi listrik d) Mempercepat degradasi sel surya	
Q6	Degradasi sel surya merujuk pada	a) Peningkatan efisiensi panel surya b) Penurunan efisiensi seiring waktu c) Kerusakan inverter d) Proses konversi energi	b
Q7	Apakah kegunaan sistem pemantauan pada panel surya?	a) Membersihkan panel surya b) Meningkatkan keamanan panel surya c) Mendeteksi masalah atau penurunan kinerja d) Mengubah energi matahari menjadi listrik	c
Q8	Dampak cuaca ekstrem seperti badai pada panel surya adalah	a) Meningkatkan efisiensi b) Menyebabkan kerusakan fisik c) Menurunkan emisi karbon d) Mengurangi produksi panas	b
Q9	Bagaimana efisiensi panel surya di daerah dengan sinar matahari sedikit?	a) Menambah lebih banyak panel surya b) Menggunakan kabel yang lebih tebal c) Memindahkan panel ke lokasi yang lebih gelap d) Menggunakan teknologi penyimpanan energi	a
Q10	Manfaat lingkungan dari penggunaan solar panel melibatkan	a) Peningkatan emisi karbon b) Peningkatan penggunaan bahan bakar fosil c) Pengurangan ketergantungan pada sumber energi terbarukan d) Penggunaan air yang berlebihan	c

3. Kendala yang dihadapi

Dalam proses pelatihan seluruhnya berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Kendala yang ada saat ke lokasi panel surya yang berada di atap bangunan, belum ada akses permanen untuk menuju ke lokasi. Dibutuhkan perancah untuk menuju ke lokasi saat pelatihan. Untuk mempermudah akses bisa dibangun tangga permanen yang memenuhi standar keamanan dan keselamatan kerja. Sebelum pelatihan dilaksanakan, belum pernah dilakukan perawatan oleh teknisi. Hal ini akibat kurangnya pemahaman dan tidak tersedianya *Single Line Diagram* (SLD) untuk perawatan. SLD ini merupakan bagian dari *as build drawing* yang menjadi acuan bagi teknisi yang memelihara fasilitas dan peralatan gedung.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Perawatan PLTS sangat penting untuk menjaga efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya. Selain itu, perawatan yang teratur dapat menjaga keselamatan perangkat dari bahaya cuaca dan pada akhirnya usia dari peralatan akan lebih panjang. Menurut hasil evaluasi, pelatihan ini mendapatkan penilaian rata-rata sebesar 4,23 skala 5 dari para peserta latihan. Sementara luaran dari pelatihan ini mampu meningkatkan

pengetahuan peserta dari yang semula 60,77% menjadi 95,38% atau mengalami kenaikan sebesar 34,16%.

Kami menyarankan agar pelatihan kepada para teknisi agar mampu melakukan analisis kualitas daya dari gedung. Selain itu agar dipasang tangga permanen untuk akses ke panel surya yang memenuhi standar keselamatan kerja. Lokasi mitra berada di tepi laut dimana angin sangat kencang. Harus diwaspadai kekuatan penyangga panel surya agar tidak lepas oleh terpaan angin yang kuat. Hal ini bisa disiasati dengan monitoring minimal sebulan sekali untuk memastikan panel tertanam dengan kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Nasional yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini sehingga terlaksana dengan baik. Terima kasih juga kepada manajemen gedung Inalum yang telah memberikan kesempatan terjalannya kerja sama sehingga kegiatan ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Anwar, A., Mulyadi, W.H., 2018. Optimalisasi Kinerja Sistem Plts Model Direct Dan Indirect Load. *Semin. Nas. Tek. Elektro* 3, issue?177–180.
- Demeianto, B., Yaqin, R.I., Arkham, M.N., Imawan, B., Bastian, K., Mulyani, I., 2021. Edukasi Teknologi Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Aquaponik Di Kelurahan Tanjung Palas Kota Dumai. *Al-Khidmat* 4, 86–93. <https://doi.org/10.15575/jak.v4i2.12287>
- Dzulfikar, D., Broto, W., 2016. Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga V, SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. <https://doi.org/10.21009/0305020614>
- Kaban, S.A., Jafri, M., Gusnawati, G., 2020. Optimalisasi Penerimaan Intensitas Cahaya Matahari Pada Permukaan Panel Surya (Solar Cell) Menggunakan Cermin. *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.* 5, 108–117. <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i2.2243>
- Kusuma, D.Y., 2023. Pelatihan Operasional Dan Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Grid-Tie Utility Scale Sebagai Upaya Edukasi Masyarakat Kalurahan Serut, Gedangsari, Gunung Kidul Menuju Desa Mandiri Energi. *Dharmakarya* 12,134. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v12i1.36584>
- Ma'mun, A.S., 2021. Optimalisasi Kinerja Panel Solar Photovoltaic (Spv) Menggunakan Reflector Pada Solar Home System Ahmad Syukron Ma ' mun Program Studi Teknik Elektro Universitas Semarang (USM), Semarang Kode Pos 50196 1–12.
- Muhtada, D., 2023. Instalasi PLTS Sebagai Sumber Energi mandiri dan Media. *Sriwij. Univ. J.* 59–65.
- Noersena, A., 2020. Optimalisasi Penyerapan Energy Solar Cell Non Stasioner Untuk Masyarakat Pesisir Menggunakan Metode Perturb and Observe. *J. EECCIS (Electrics, Electron. Commun. Control. Informatics, Syst.* 14, 77–81. <https://doi.org/10.21776/jeeccis.v14i2.645>
- Pardede, R., Satria, H., Ridwan, A., Putri, S.M., 2022. Sosialisasi Budaya Hidup Bersih Menggunakan Teknologi Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Panel Surya. *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)* 6, 2895. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i4.9226>
- Pratomo, L.H., Riyadi, S., Matitaputty, S.J., Wibisono, A., 2022. Pelatihan Teknologi

- Tepat Guna Pembangkit Listrik Tenaga Surya Mandiri. *JPPM (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat)* 5,253. <https://doi.org/10.30595/jppm.v5i2.11254>
- Putri, R., Meliala, S., Zuraida, Z., 2020. Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah. *JET (Journal Electr. ...)* 5,117–120.
- Qomaria, L., Sudarti, S., 2021. Analisis Optimalisasi Sistem Solar Cell Sebagai Energi Alternatif Pada Pompa Air Sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Di Lahan Pertanian. *J. Penelit. Fis. dan Ter.* 2, 58. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v2i2.5732>
- Rahman, R., Syarkowi, A., Rizki Novanda, R., Salamah, U., Eka Saputra, H., 2021. Peningkatan Pengetahuan Masyarakat dalam Merancang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Sederhana. *J. Masy. Mandiri* 5, 3656–3663.
- Ruliyanta, R., Suwodjo Kusumoputro, R.A., Nugroho, R., Nugroho, E.R., 2022. A Novel Green Building Energy Consumption Intensity: Study in Inalum Green Building. *2022 IEEE Reg. 10 Symp.* 1–6. <https://doi.org/10.1109/tensymp54529.2022.9864532>
- Sukma Wahyuni, E., Mubarak, H., Nur Budiman, F., Wahyu Pratomo, S., 2020. Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Komunitas: Menuju Desa Mandiri Energi. Engagem. *J. Pengabdian Kpd. Masy.* 4,493–508. <https://doi.org/10.29062/engagement.v4i2.181>