

IMPLEMENTASI SOLAR SHELTER UNTUK MENUNJANG SISTEM ENERGI TERBARUKAN YANG BERKELANJUTAN DI PULAU GILI IYANG, KABUPATEN SUMENEP

Muhammad Syahril Mubarak¹, Retna Apsari¹, Yoga Uta Nugraha¹, Yutika Amelia Effendi¹, Lilik Jamilatul Awal¹, Purbandini¹, Amila Sofiah¹, Dwi Rantini¹, Indah Fahmiyah¹

¹Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

*¹syahril.mubarak@ftmm.unair.ac.id; retna-a@fst.unair.ac.id;
yoga.uta.n@ftmm.unair.ac.id; yutika.effendi@ftmm.unair.ac.id; lilik.j.a@ftmm.unair.ac.id;
purbandini@fst.unair.ac.id; amila.sofiah@ftmm.unair.ac.id;
dwi.rantini@ftmm.unair.ac.id; indah.fahmiyah@ftmm.unair.ac.id

Abstract:

Limitations in electricity access and reliability remains a critical challenge for small islands and remote areas in Indonesia, constraining socio-economic development and sustainable tourism growth. This community engagement program aimed to design and implement a solar shelter system to support renewable energy utilization in Gili Iyang Island, Sumenep, widely recognized as an "oxygen island" and emerging health tourism destination. The program adopted a participatory approach involving local youth organizations (Karang Taruna) and the Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) through needs assessment, system design, installation, testing, and technical training. The implemented off-grid photovoltaic system consists of a 100 Wp solar panel, a 24 V 20 A solar charge controller, a 12 V 50 Ah VRLA battery, and a 1000 W pure sine wave inverter supplying 220 V AC loads. Field testing demonstrated that the system reliably powered an automatic coconut irrigation pump and multiple electronic charging devices under typical operating conditions. Beyond technical performance, the program enhanced local capacity in basic solar energy operation and maintenance while strengthening the island's image as a sustainable ecotourism destination. The initiative directly contributes to SDG 7 (Affordable and Clean Energy) and supports long-term renewable energy adoption in small island contexts.

Keywords: solar shelter; off-grid photovoltaic system; renewable energy; sustainable ecotourism; small island electrification; community empowerment.

PENDAHULUAN

Akses energi listrik yang handal merupakan prasyarat penting bagi peningkatan kualitas hidup, pengembangan ekonomi lokal, dan penguatan layanan sosial di wilayah kepulauan serta daerah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T) (Bambang et al., 2024; Yulianto et al., 2023). Meskipun rasio elektrifikasi nasional Indonesia dilaporkan telah mencapai sekitar 99,8%, pemerintah masih menghadapi pekerjaan besar untuk pemerataan jaringan listrik pada ribuan lokasi prioritas di wilayah 3T yang sulit dijangkau secara geografis (Fadolly, 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa akses energi di pulau – pulau kecil dan kawasan pesisir masih bergantung pada infrastruktur yang terbatas dan pasokan bahan bakar fosil yang tidak selalu stabil sepanjang tahun (Bachtiar, 2022; Logayah et al., 2023; Putri et al., 2022). Akses listrik di wilayah tersebut sangat berkaitan dengan ketersediaan bahan bakar fosil. Sehingga, ketersediaan akses listrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan kehidupan di pulau, mutu pendidikan, layanan kesehatan, dan aktivitas ekonomi masyarakat lokal.

Transformasi menuju sistem energi terbarukan juga menjadi komitmen bersama yang tercermin dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau serta tujuan ke-13 tentang penanganan perubahan iklim. Di Indonesia, komitmen ini diterjemahkan melalui pengembangan energi baru terbarukan, salah satunya energi surya, yang dinilai sangat potensial mengingat posisi Indonesia di wilayah tropis dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,5–6,0 kWh/m² per hari (Akbar et al., 2022; Risal et al., 2023). Potensi ini membuka peluang pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil secara *off-grid* yang fleksibel, modular, dan relatif mudah dioperasikan untuk mendukung elektrifikasi di pulau-pulau kecil dan daerah terpencil (Yunus et al., 2025; Sapruddin et al., 2025). Sejumlah studi menunjukkan bahwa penerapan PLTS *off-grid* di kawasan terpencil dapat meningkatkan keandalan pasokan listrik, mengurangi ketergantungan pada genset diesel, serta mendukung transisi energi yang lebih bersih dan berkelanjutan (Nisa et al., 2023; Suparsa et al., 2023).

Pulau Gili Iyang di Kabupaten Sumenep merupakan salah satu contoh wilayah kepulauan dengan karakteristik unik. Pulau ini dikenal luas sebagai “Pulau Oksigen” karena memiliki kadar oksigen yang lebih tinggi daripada rata-rata daerah lain di Indonesia, sekitar 20,9–21,5%, sehingga berkembang sebagai destinasi wisata berbasis wisata oksigen. Citra Gili Iyang sebagai destinasi wisata kesehatan menimbulkan kebutuhan energi yang semakin besar, baik untuk menunjang aktivitas masyarakat maupun fasilitas penunjang pariwisata seperti penerangan, pengisian daya perangkat elektronik, dan moda transportasi ramah lingkungan seperti sepeda listrik. Namun, masyarakat setempat masih menghadapi keterbatasan akses listrik yang stabil sehingga belum seluruh potensi wisata dan ekonomi lokal dapat dikembangkan secara optimal (Gunawan et al., 2025). Kondisi ini menempatkan Gili Iyang sebagai lokasi strategis untuk penerapan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan, mudah dioperasikan, dan sesuai dengan konteks sosial-ekonomi masyarakat pulau kecil.

Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin (FTMM) Universitas Airlangga melalui program *Airlangga Community Development Hub* (ACDH) merancang program pengabdian masyarakat bertajuk “Implementasi Solar Shelter untuk Menunjang Sistem Energi Terbarukan yang Berkelanjutan di Pulau Gili Iyang, Sumenep”. Program ini berfokus pada penyediaan infrastruktur energi alternatif berupa *solar shelter* sebagai alternatif sumber energi listrik yang dapat dimanfaatkan masyarakat, diantaranya sebagai sumber energi listrik untuk pompa penyiraman kebun kelapa dan untuk pengisian daya sepeda listrik dan perangkat elektronik. Kegiatan dilaksanakan secara kolaboratif oleh dosen dan mahasiswa lintas program studi dengan melibatkan pemuda karang taruna dan kelompok sadar wisata (Pokdarwis) sebagai mitra utama di tingkat komunitas, sehingga penguatan kapasitas teknis berjalan seiring dengan penguatan kelembagaan sosial di lingkungan Pulau Gili Iyang.

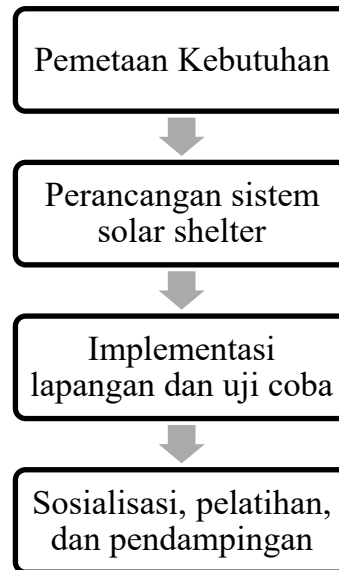
Secara konseptual, program ini mengadaptasi pengalaman dan pembelajaran dari berbagai pengabdian sebelumnya yang mengembangkan solusi energi berbasis panel surya di lingkungan masyarakat Pulau Gili Iyang. Pendekatan serupa kemudian disesuaikan dengan kebutuhan spesifik masyarakat Gili Iyang dalam konteks alat penyiram pohon kelapa otomatis, dengan penekanan pada keberlanjutan teknis, kemudahan operasi, serta kemandirian masyarakat dalam pemeliharaan sistem.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis pelaksanaan program pengabdian masyarakat FTMM UNAIR di Pulau

Gili Iyang yang mencakup perancangan dan implementasi *solar shelter* sebagai infrastruktur energi terbarukan pendukung aktivitas dan mobilitas masyarakat terutama untuk penyiram kebun kelapa otomatis serta penguatan kapasitas masyarakat melalui sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan pemeliharaan sistem. Diharapkan tulisan ini dapat menjadi rujukan bagi pengembangan program serupa di wilayah kepulauan dan daerah 3T lainnya sekaligus memberikan kontribusi empiris terhadap diskursus pemanfaatan energi terbarukan dan pengelolaan air bersih di pulau kecil.

METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan pada hari Rabu–Minggu, 23–26 Oktober 2025, di kawasan Kebun Kelapa, Pulau Gili Iyang, Kabupaten Sumenep, sebagai bagian dari program *Airlangga Community Development Hub* (ACDH) dengan klaster diseminasi teknologi, sosial dan budaya. Subjek kegiatan meliputi Pokdarwis Gili Iyang dan anggota karang taruna, mahasiswa, serta masyarakat umum. Tahapan metode pelaksanaan pengabdian masyarakat dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat

1. Studi pendahuluan dan pemetaan kebutuhan

Pada tahap awal dilakukan melalui koordinasi dengan Pokdarwis dan karang taruna desa Bancamara untuk mengumpulkan informasi mengenai kondisi terkini, pola penggunaan listrik, kebutuhan fasilitas pengisian daya untuk sistem penyiraman kebun kelapa secara otomatis. Observasi lapangan dilakukan di sekitar kebun kelapa untuk mengidentifikasi titik lokasi instalasi yang aman, mudah diakses, dan potensial secara sosial maupun wisata. Saat mencapai titik lokasi, tim harus menggunakan kapal yang dijangkau dari pelabuhan Dungkek, Sumenep ke Pelabuhan Gili Iyang dengan jarak tempuh ± 40 menit via laut yang ditunjukkan pada Gambar 2(a). Untuk observasi lapangan tim ditunjukkan pada Gambar 2 (b) dan (c).



(a)



(b) (c)

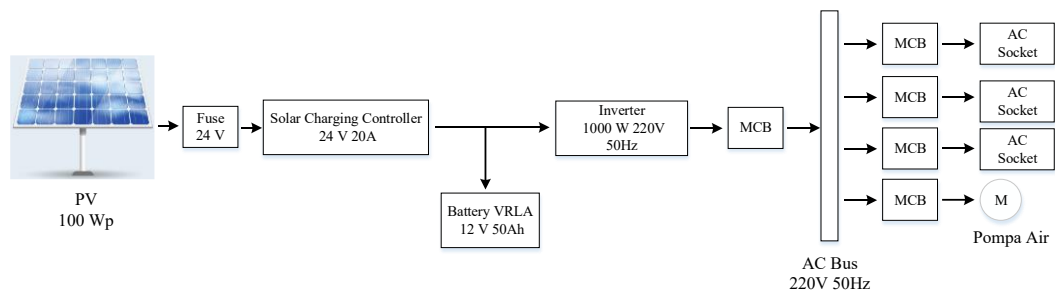
Gambar 2. (a) Perjalanan menuju titik lokasi (b) dan (c) Observasi lapangan

2. Perancangan sistem solar shelter

Berdasarkan hasil pemetaan kebutuhan, tim merancang sistem yang ditunjukkan pada blok diagram sistem di Gambar 3. Pada gambar tersebut menunjukkan konfigurasi sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil berbasis *off-grid* yang digunakan untuk menyuplai beban AC 220 V 50 Hz, seperti stop kontak dan pompa air. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung dan bekerja secara berurutan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga. Energi listrik dihasilkan oleh panel surya berkapasitas 100 Wp yang berfungsi mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik arus searah (DC). Tegangan keluaran dari panel surya kemudian dilewatkan melalui *fuse*, yang berfungsi sebagai sistem pengaman awal untuk melindungi rangkaian dari arus lebih atau hubung singkat. Selanjutnya, energi listrik DC dari panel surya masuk ke *solar charging controller* (SCC) 24 V 20 A. Komponen ini memiliki peran penting dalam mengatur proses pengisian baterai, menjaga tegangan dan arus pengisian agar tetap dalam batas aman, serta mencegah terjadinya *overcharging* dan *deep discharging* pada baterai. SCC juga mengatur distribusi daya antara panel surya dan baterai sesuai dengan kondisi sistem. Energi listrik kemudian disimpan pada baterai tipe

Valve Regulated Lead Acid (VRLA) 12 V 50 Ah, yang berfungsi sebagai media penyimpanan energi. Baterai ini memungkinkan sistem tetap menyediakan daya listrik meskipun tidak ada sinar matahari, seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Daya DC yang tersimpan pada baterai selanjutnya disalurkan ke *pure sine wave* inverter berkapasitas 1000 W dengan keluaran 220 V 50 Hz. Inverter berfungsi untuk mengonversi tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC yang sesuai dengan standar peralatan listrik rumah tangga. Dengan demikian, beban AC dapat dioperasikan menggunakan energi yang berasal dari panel surya. Keluaran inverter dilewatkan melalui *miniature circuit breaker* (MCB) utama sebagai pengaman sisi AC. MCB ini berfungsi untuk melindungi inverter dan sistem distribusi dari gangguan arus lebih atau hubungan singkat pada sisi beban. Dari MCB utama, daya listrik AC didistribusikan ke AC Bus 220 V 50 Hz, yang berperan sebagai titik distribusi utama ke beberapa cabang beban. Setiap cabang beban dilengkapi dengan MCB tersendiri, sehingga masing-masing beban memiliki perlindungan individual. Beban yang ditunjukkan pada diagram meliputi beberapa stop kontak AC dan satu pompa air, yang dapat dioperasikan secara terpisah sesuai kebutuhan. Secara keseluruhan, sistem ini dirancang untuk menyediakan suplai listrik yang aman, stabil, dan mandiri dengan memanfaatkan energi surya, serta dilengkapi dengan sistem proteksi pada sisi DC maupun AC untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional.

Gambar 4 memperlihatkan bentuk fisik dari komponen-komponen utama yang digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid sebagaimana ditunjukkan pada diagram blok sebelumnya. Setiap komponen memiliki fungsi dan karakteristik fisik yang mendukung kinerja sistem secara keseluruhan. Desain konstruksi *solar shelter* mempertimbangkan arah datangnya sinar matahari, perlindungan terhadap korosi udara laut, dan penggunaan saat melakukan pengisian daya yang ditunjukkan pada Gambar 5.

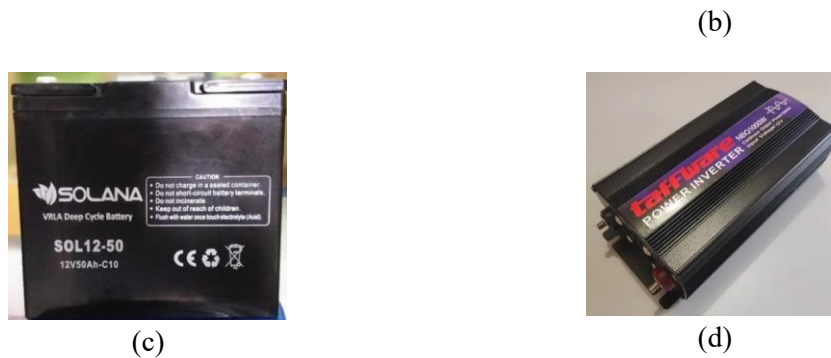


Gambar 3. Blok diagram sistem solar shelter

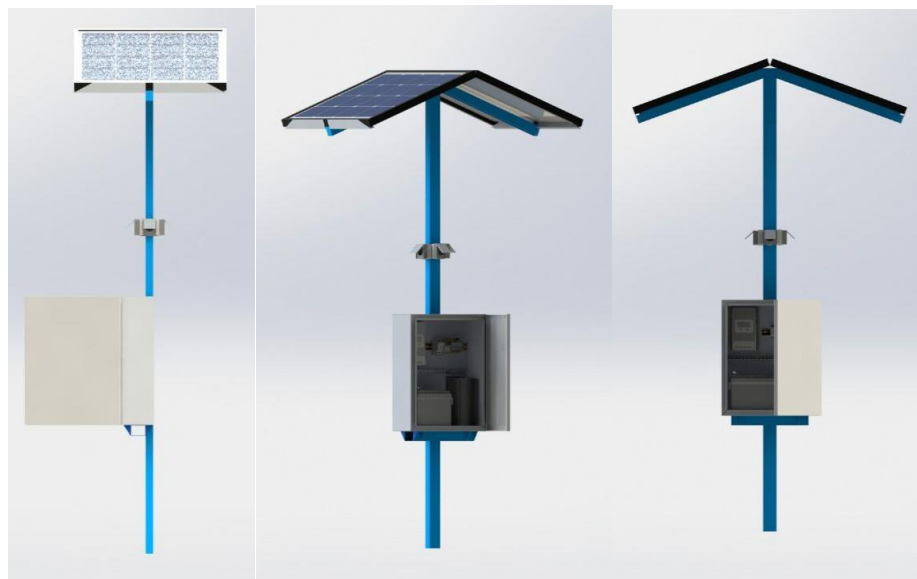


(a)





Gambar 4. Bentuk Fisik Hardware yang digunakan (a) panel surya 100 Wp (b) SCC (c) Baterai VRLA 12V 50Ah (d) inverter 1000 W



Gambar 5. Design sistem solar shelter

3. Implementasi lapangan dan uji coba

Setelah rancangan disepakati dengan mitra, dilakukan pengadaan komponen dan pembangunan fisik *solar shelter* di area yang telah ditentukan yang ditunjukkan pada Gambar 6. Proses instalasi melibatkan mahasiswa dan anggota karang taruna, mulai dari pemasangan rangka shelter, panel surya, sampai pengkabelan menuju baterai, inverter, dan titik-titik beban. Uji coba dilakukan dengan mensimulasikan skenario penggunaan harian, seperti pemanfaatan solar shelter untuk sistem penyiraman kebun kelapa otomatis dan pengisian daya perangkat elektronik.



Gambar 6. Pembangunan fisik solar shelter

4. Sosialisasi pelatihan dan pendampingan

Pada tahap ini dilakukan sosialisasi mengenai prinsip kerja, manfaat, dan tata cara perawatan sistem *solar shelter* kepada masyarakat dan pemuda setempat yang ditunjukkan pada gambar 7. Kegiatan dilakukan dalam bentuk paparan singkat, demonstrasi langsung, dan diskusi tanya jawab. Karang taruna dan pokdarwis didorong menjadi pengelola harian, sedangkan aparat desa dilibatkan dalam penyusunan aturan pemanfaatan bersama.



(a)



(b)

Gambar 7. Sosialisasi dan pendampingan kepada pokdarwis Gili Iyang (a) penjelasan teknis solar shelter (b) penjelasan teknis sistem penyiraman otomatis

Pelatihan diakhiri dengan penyerahan alat yang meliputi Airlangga solar shelter dan juga sistem penyiraman kebun kelapa otomatis kepada mitra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Selama masa kegiatan, tim melakukan pendampingan intensif serta memantau penggunaan fasilitas oleh warga untuk mendapatkan umpan balik awal terkait kenyamanan dan manfaat sistem.



Gambar 8. Serah terima solar shelter dan automatic sprayer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Solar shelter yang dibangun untuk penyediaan listrik berbasis energi matahari. Panel surya dengan total 100 Wp dipasang dengan kemiringan yang disesuaikan dengan arah datangnya radiasi matahari di kawasan kebun kelapa. Energi listrik yang dihasilkan disalurkan menuju baterai VRLA 12V 50Ah melalui solar charge controller untuk memastikan proses pengisian yang aman dan efisien. Selanjutnya, inverter 1000 W digunakan untuk mengonversi energi DC menjadi AC sehingga berbagai peralatan elektronik seperti pompa air, charger sepeda listrik, pengisi daya telepon genggam, dan perangkat kecil lainnya dapat dioperasikan secara stabil. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem mampu menyediakan pasokan daya untuk beberapa perangkat secara bersamaan dalam rentang waktu tertentu sesuai kapasitas baterai dan kondisi cuaca. Masyarakat memanfaatkan shelter sebagai sumber energi listrik pompa air untuk sistem penyiraman otomatis kebun kelapa sekaligus stasiun pengisian daya tanpa harus bergantung pada jaringan listrik konvensional. Sistem tenaga surya skala kecil terbukti efektif sebagai sumber listrik alternatif berbasis energi terbarukan.

Keterlibatan aktif Karang Taruna dan Pokdarwis dalam proses instalasi dan pemeliharaan *solar shelter* memberikan dampak sosial yang signifikan. Pemuda setempat tidak hanya belajar mengenai aspek teknis dasar sistem tenaga surya, tetapi juga memperoleh pengalaman dan tanggung jawab dalam menjaga fasilitas publik. Pokdarwis memandang kehadiran *solar shelter* sebagai nilai tambah bagi citra Gili Iyang sebagai destinasi ekowisata berbasis energi bersih.

Keberadaan fasilitas sumber energi listrik yang ramah lingkungan sebagai tempat pengisian daya yang mudah diakses dan tidak berbayar mendukung eksistensi Pulau Gili Iyang sebagai tempat ekowisata berbasis energi terbarukan. Hal ini menjadikan Gili Iyang tidak hanya kaya oksigen tetapi juga mulai mengadopsi praktik pariwisata yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, program ini berkontribusi pada peningkatan kenyamanan wisata dan memperluas pemahaman publik mengenai pentingnya transisi energi di kawasan kepulauan.

Pengimplementasian *solar shelter* dalam satu rangkaian program pengabdian mencerminkan pendekatan yang sejalan dengan kerangka SDGs. Solar shelter secara langsung mendukung pencapaian SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau) dengan menyediakan akses energi berbasis sumber terbarukan di wilayah dengan keterbatasan jaringan listrik. Keberlanjutan program pada akhirnya diserahkan kepada pengelola Pokdarwis dan karang taruna. Dalam jangka panjang, diharapkan fasilitas ini dapat direplikasi atau ditingkatkan kapasitasnya seiring peningkatan kebutuhan energi di pulau tersebut.

KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat FTMM Universitas Airlangga di Pulau Gili Iyang telah berhasil mengimplementasikan solar shelter sebagai solusi praktis untuk mendukung akses energi terbarukan di wilayah kepulauan. *Solar shelter* berbasis panel surya 100 Wp, baterai VRLA 12V 50Ah, dan inverter 1000 W mampu menyediakan sumber listrik alternatif yang stabil bagi penyiraman otomatis perkebunan kelapa, sumber pengisian baterai sepeda listrik dan perangkat elektronik warga maupun wisatawan. Keterlibatan Karang Taruna, Pokdarwis, dan perangkat desa dalam seluruh tahapan kegiatan telah memperkuat rasa memiliki, meningkatkan kapasitas teknis dasar, dan memperkuat citra

Gili Iyang sebagai destinasi ekowisata berbasis energi bersih. Program ini juga menunjukkan bahwa integrasi pendekatan teknis dan sosial dalam satu paket kegiatan pengabdian mampu memberikan dampak yang signifikan, baik dari sisi teknis maupun sosial, serta mendukung pencapaian SDGs di tingkat lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadolly, A (2025). Kebijakan Pembangunan Akses Listrik Berbasis Stasiun Pengisian untuk Desa Tertinggal dalam Peningkatan Rasio Elektrifikasi di Indonesia. *Jurnal Pembangunan dan Administrasi Publik*. <https://doi.org/10.32834/jpap.v7i2.1000>
- Bambang H. & Mochammad K., Pengembangan Turbin Angin Skala Kecil untuk Energi Terbarukan untuk Daerah Terpencil. *Ranah Research Journal of Multidisciplinary Research and Development*. <https://doi.org/10.38035/rj.v7i1.1216>
- Bachtiar, A. (2022). Krisis Ekonomi Dunia 2022. *Jurnal Ilmu Ekonomi Pembangunan*, 18(2).
- Logayah, D. S., Rahmawati, R. P., Hindami, D. Z., & Mustikasari, B. R. (2023). Krisis Energi Uni Eropa: Tantangan dan Peluang dalam Menghadapi Pasokan Energi yang Terbatas. *Hasanuddin Journal of International Affairs*, 3(2), 102–110. <https://doi.org/10.31947/hjirs.v3i2.27052>
- Putri, T. W. O., Senen, A., Widyastuti, C., Yasser, R., Batih, H., & Arifin, Z. (2022). Implementasi Portable Power dengan Sistem Pengisian Energi Listrik Tenaga Surya di Kampung Gadog, Desa Sukamahi, Kec. Sukaresmi, Kab. Cianjur, Jawa Barat. *TERANG*, 4(2), 187–200.
- Yulianto, A.I. & Yusuf, A.B. (2023). Prospek Pendanaan Proyek Energi Terbarukan di Daerah 3T dengan Skema Digital Crowdfunding. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*. 5(4). 586–591. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i4.1077>
- Yunus, A.M.S., Jalal, M.R.D. & Iman, M.A. (2025). Perencanaan PLTS Rooftop pada Wisata Pulau Gusung Toraja. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*. 23(1). 106–112. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v23i1.4676>
- Sapruddin, S., Yunus, A.M.S. & Jalal, M.R.D. (2025). Rancang Bangun PLTS untuk Kebutuhan Rumah Kebun di Kabupaten Selayar. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*. 23(2). 192–198. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v23i2.5340>
- Akbar, A., Ismoyo, B. & Marhadi, M. (2022). PVSYST-Based Solar Power Plant Planning. *INTEK: Jurnal Penelitian*. 9(1). 83–92. <https://doi.org/10.31963/intek.v9i1.3789>
- Risal, M., Darmawan, D., Suyuti, A. & others (2023). Prototype of AC Microgrid Solar Power Plant with Off-Grid System. *INTEK: Jurnal Penelitian*. 10(1), 93–100. <https://doi.org/10.31963/intek.v10i1.4325>
- Nisa', C., Winaya, I.N.S. & Himawan, I.S. (2023). Solar-powered seawater desalination: An energy-efficient approach for clean water supply. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*. 4(4). 347–355. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.20319>
- Suparsa, I.N., Putra, K.E. & Aswatha, A.M.I. (2023). Rancang Bangun Panel Surya Off-Grid untuk Catu Daya Alat Pengusir Hama Tikus. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*. 4(3). 195–201. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.19665>
- Gunawan et al., (2025). Sosialisasi Implementasi Energi terbarukan (PLTS) untuk Meningkatkan Hasil Pertanian di Kelurahan Beragam Kecamatan Binjai Kota Binjai Sumatera Utara. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*. <http://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i2.6144>
- Cahyaningrum, P., Kurniawan, R., Rahman, A. & others (2024) 'Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik pada Air Tanah di Beberapa Wilayah Indonesia', *Infomatek: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*, 26(3), 307–314. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v26i3.21505>
- Nuryanto, N. (2025) 'Risiko Paparan Mikroplastik pada Air Minum Kemasan terhadap Fungsi Ginjal', *Buletin Keslingmas*, 44(1), 51–59. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v44i1.12823>