



Pelatihan Rancang Bangun PLTS Off Grid untuk Peningkatan Ekonomi Mikro Masyarakat Gampong Reuleut Barat

Muhammad¹, Selamat Meliala^{1*}, Ezwarsyah¹, Amri², Alchalil³, Misbahul Jannah¹

¹Prodi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, 24351), Jl. Irian No. 5 Bukit Indah Lhokseumawe, Indonesia

²Prodi Teknik Industri, Universitas Malikussaleh, 24351), Jl. Irian No. 5 Bukit Indah Lhokseumawe, Indonesia

³Prodi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, 24351), Jl. Irian No. 5 Bukit Indah Lhokseumawe, Indonesia

*Email koresponden: selamat.meliala@unimal.ac.id

ARTIKEL INFO

Article history

Received: 17 Sep 2025

Accepted: 2 Nov 2025

Published: 30 Nov 2025

Kata kunci:

Ekonomi Mikro;

Energi Terbarukan;

PLTS;

Rancang Bangun

Keywords:

Education;

Fire;

Mitigation;

Simulation;

Vulnerable Community

ABSTRAK

Background: Perkembangan energi terbarukan mendorong pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* sebagai alternatif sumber energi. Gampong Reuleut Barat, Kecamatan Muara Batu, membutuhkan program positif bagi pemuda untuk meningkatkan keterampilan sekaligus mendukung ekonomi mikro. Program ini bertujuan meningkatkan kompetensi pemuda dalam merancang dan membangun sistem PLTS *off-grid* sebagai backup PLN. **Metode:** Pelatihan dilaksanakan kepada pemuda Gampong Reuleut Barat melalui pemberian materi dasar PLTS, praktik merakit perangkat keras, dan evaluasi pemahaman dengan kuisioner. Kegiatan dilakukan secara partisipatif agar peserta aktif dalam setiap tahapan. **Hasil:** Peserta mampu merakit komponen PLTS secara bertahap sesuai materi pelatihan. Evaluasi kuisioner menunjukkan skor rata-rata pemahaman sebesar 66, menandakan peningkatan keterampilan teknis dan pemahaman konsep dasar. **Kesimpulan:** Pelatihan rancang bangun PLTS *off-grid* berhasil meningkatkan keterampilan pemuda desa sekaligus mendukung pengembangan ekonomi mikro berbasis energi terbarukan.

ABSTRACT

Background: The area surrounding Fuel Terminal (TBBM) PT X, Teluk Lerong Samarinda, is categorized as a high-risk fire-prone zone due to the presence of fuel storage and distribution facilities. Limited community awareness and lack of emergency drill experience exacerbate the potential for casualties and material losses. This community service activity aimed to strengthen residents' capacity in fire mitigation through integrated education and simulation. **Methods:** The program consisted of awareness sessions on fire hazards, training on fire extinguisher (APAR) use, participatory risk mapping, and emergency evacuation drills. Fifty participants representing neighborhood units around the TBBM were actively involved in the one-day activity. **Results:** The program demonstrated a 40% average improvement in knowledge (based on pre- and post-test results), the development of a participatory risk map identifying evacuation routes and safe assembly points, and enhanced residents' skills in using fire extinguishers with an 85% success rate in initial fire suppression. During the evacuation drill, 90% of participants successfully followed the procedures, though challenges remained in cross-neighborhood coordination and the absence of early warning tools. **Conclusions:** Education, participatory risk mapping, and simulation effectively enhanced community preparedness for fire hazards. Strengthened neighborhood coordination, the establishment of fire volunteer groups, and continuous support of emergency facilities from stakeholders are recommended to build sustainable community resilience



© 2025 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah memberikan dampak terhadap kemajuan berbagai sektor kehidupan, termasuk bidang energi terbarukan. Salah satu bentuk pemanfaatan energi terbarukan yang semakin berkembang adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Teknologi ini tidak hanya relevan untuk kebutuhan industri berskala besar, tetapi juga dapat diaplikasikan pada usaha mikro, seperti sektor peternakan dan perikanan. Dalam konteks akuakultur, PLTS berperan penting dalam mendukung sistem pemberian pakan ikan dan udang secara otomatis serta menjaga sirkulasi air melalui penggunaan motor listrik bertenaga surya.

Sistem akuakultur berbasis energi surya ini didasarkan pada prinsip asimilasi nitrogen anorganik (amonias, nitrit, dan nitrat) oleh komunitas mikroba dalam media budidaya. Proses tersebut menghasilkan sumber nutrisi tambahan yang dapat dimanfaatkan oleh organisme budidaya (Kankia et al., 2024). Dengan demikian, teknologi ini memungkinkan penerapan kepadatan tinggi dalam kolam serta pemanfaatan limbah budidaya sebagai pakan tambahan. Komoditas yang umum dibudidayakan melalui sistem ini, seperti ikan lele, nila, dan udang, memiliki nilai ekonomi tinggi serta permintaan pasar yang stabil. Selain itu, penggunaan PLTS untuk sirkulasi oksigen terbukti mampu mempercepat pertumbuhan komoditas tersebut dengan biaya produksi yang relatif rendah (Myathari et al., 2020). Lebih lanjut, penerapan sistem bioflok dalam akuakultur berbasis energi surya memberikan peluang bagi masyarakat menengah ke bawah untuk memperoleh penghasilan tambahan. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi budidaya, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekonomi rumah tangga (Jasuan et al., 2019).

Salah satu wilayah yang memiliki potensi untuk pengembangan teknologi ini adalah Gampong Reuleuet Barat, Kecamatan Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara. Desa ini memiliki ketersediaan pasokan air sepanjang tahun, akses transportasi yang memadai, serta masyarakat yang sebagian besar bergantung pada sektor pertanian. Namun, kondisi ekonomi masyarakat masih tergolong rendah. Lahan yang tersedia umumnya hanya dimanfaatkan untuk menanam palawija atau buah-buahan dengan keuntungan yang terbatas, bahkan seringkali merugi. Situasi ini menuntut adanya inovasi kegiatan ekonomi baru yang dapat meningkatkan pendapatan masyarakat tanpa mengganggu aktivitas utama mereka (Meliala et al., 2025).

Dengan adanya pelatihan penerapan sistem akuakultur berbasis PLTS di Gampong Reuleuet Barat, diharapkan tidak hanya meningkatkan produktivitas dan pendapatan masyarakat, tetapi juga memperluas pengetahuan mereka mengenai teknologi energi terbarukan. Pemanfaatan PLTS dalam kegiatan budidaya perikanan dapat membantu mengurangi beban biaya listrik rumah tangga, sehingga berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat (Alramlawi et al., 2019). Hasil survei lapangan yang dilakukan di kantor Geuchik, Gampong Reuleut Barat menunjukkan bahwa tingkat pengangguran di desa masih cukup tinggi, sementara sebagian besar warga berprofesi sebagai petani tambak dengan keterbatasan akses terhadap teknologi modern. Menanggapi kondisi tersebut, tim pengabdian melakukan wawancara dan sosialisasi sekaligus memperkenalkan miniatur PLTS sebagai model pembangkit listrik tenaga surya yang dapat mendukung kegiatan ekonomi mikro, sehingga diharapkan mampu menjadi solusi inovatif bagi

peningkatan pendapatan dan kemandirian masyarakat Gampong Reuleuet Barat. Sejumlah penelitian menegaskan bahwa pemanfaatan energi terbarukan seperti PLTS di pedesaan tidak hanya menyediakan akses listrik berkelanjutan, tetapi juga berperan dalam pemberdayaan masyarakat, peningkatan produktivitas, dan penguatan ekonomi lokal (Jusnawati et al., 2024; Kadang & Windarta, 2023). Kegiatan survei dan sosialisasi mengenai penerapan PLTS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Wawancara dan Pengenalan PLTS di Gampong Reuleut Barat

MASALAH

Meskipun Gampong Reuleuet Barat memiliki potensi sumber daya alam yang cukup besar, khususnya ketersediaan air sepanjang tahun dan lahan yang luas, pemanfaatannya masih terbatas pada kegiatan pertanian sederhana dengan hasil ekonomi yang relatif rendah. Kondisi ini diperburuk oleh tingginya angka pengangguran dan keterbatasan akses masyarakat terhadap teknologi modern yang dapat meningkatkan produktivitas. Sebagian besar warga yang berprofesi sebagai petani tambak masih mengandalkan metode tradisional dalam budidaya ikan dan udang, sehingga biaya operasional tinggi dan hasil panen kurang optimal. Selain itu, ketergantungan pada listrik konvensional menambah beban pengeluaran rumah tangga, yang pada akhirnya mempersempit ruang bagi peningkatan kesejahteraan. Situasi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi desa dengan kemampuan masyarakat dalam mengelola sumber daya secara produktif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif berupa penerapan sistem akuakultur berbasis PLTS yang tidak hanya mampu menekan biaya produksi, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat desa.

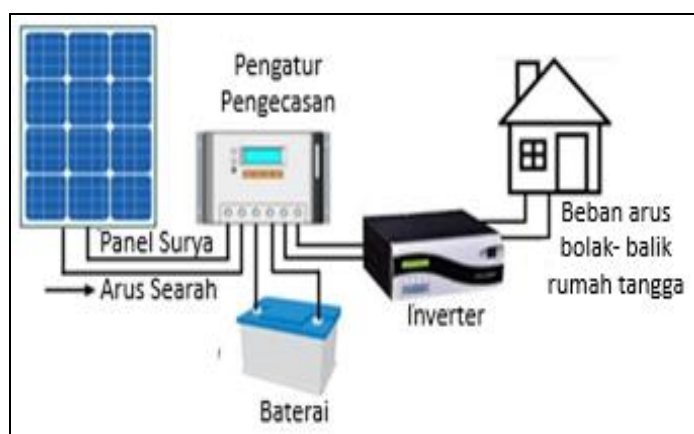
METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terstruktur. Pertama, tim pengabdian memberikan materi edukasi mengenai sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid*. PLTS *off-grid* merupakan sistem pembangkit listrik yang berdiri sendiri dan tidak terhubung dengan jaringan listrik utama, sehingga sangat sesuai digunakan di daerah terpencil atau wilayah yang belum memiliki akses listrik publik (Jalil et al.,

2018; Meliala et al, 2024). Materi yang diberikan mencakup penjelasan komponen utama PLTS *off-grid*, yaitu panel surya, baterai, inverter, serta perangkat kontrol berupa *solar charge controller* (SCC) yang berfungsi mengatur pengisian baterai (Putri & Meliala, 2020).

Tahap berikutnya adalah praktik perakitan PLTS *off-grid*. Peserta, khususnya masyarakat dan pemuda Gampong Reuleut Barat, dilatih secara langsung mengenai cara menyambung panel surya, pemasangan baterai yang benar ke SCC, serta penyambungan terminal baterai ke inverter. Melalui praktik ini, peserta tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu merangkai sistem hingga berfungsi. Hasil perakitan menunjukkan bahwa rangkaian PLTS *off-grid* dapat menyuplai beban listrik rumah tangga, sehingga masyarakat dapat merasakan secara nyata manfaat energi surya (Zich & Jandik, 2020).

Selain itu, peserta juga diperkenalkan pada pemanfaatan energi surya untuk mendukung kegiatan ekonomi mikro, seperti penggunaan aerator untuk sirkulasi oksigen pada tambak ikan mujahir dan tambak udang. Tim pengabdian turut menampilkan profil kondisi iradiasi tahunan di lokasi kegiatan dengan memanfaatkan data satelit Global Atlas, sehingga peserta dapat memahami potensi energi surya di wilayah mereka (Kolte & Mohale, 2019; Malkhandi et al., 2020).



Gambar 2. Rangkaian PLTS Off-grid

Untuk menilai efektivitas kegiatan, dilakukan evaluasi pemahaman peserta melalui tes tertulis dan praktik. Skor jawaban peserta ditabulasi dan diperingkatkan untuk mengetahui jumlah peserta yang mampu menjawab dengan benar. Selain itu, keterampilan praktik dalam merangkai PLTS *off-grid* juga menjadi indikator keberhasilan pelatihan.

Namun demikian, kegiatan ini juga mengidentifikasi tantangan dalam penerapan PLTS *off-grid*, terutama terkait kebutuhan baterai penyimpanan yang besar agar ketersediaan listrik tetap konsisten, khususnya pada musim hujan atau saat intensitas sinar matahari rendah. Baterai memiliki umur pakai terbatas dan memerlukan penggantian berkala, sehingga dapat menimbulkan beban biaya tambahan. Oleh karena itu, kapasitas listrik harus dirancang dengan cermat agar sesuai dengan kebutuhan energi pengguna, mengingat sifat energi surya yang intermiten (Tran et al., 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun Sistem

Pelatihan PLTS *off-grid* dimulai dengan perakitan perangkat sesuai parameter yang ditampilkan pada Tabel 1. Sistem ini terdiri dari panel surya berkapasitas 2×120 WP, baterai 2×100 AH, inverter 500 W, serta komponen pendukung seperti *solar charge controller* (SCC), MCB DC dan AC, sekring, kabel serabut, dan ATS. Seluruh perangkat tersebut dirancang sebagai listrik (*backup*) PLN sekaligus sumber energi alternatif di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik.

Setelah perakitan selesai, tim pengabdian melakukan pengujian SCC dan sistem baterai cadangan. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa ketika cuaca mendung atau intensitas cahaya matahari rendah, energi listrik DC dari baterai dapat disuplai ke inverter melalui ATS. Dengan mekanisme tersebut, kontinuitas pasokan listrik tetap terjaga meskipun kondisi cuaca tidak mendukung.

Tabel 1. Parameter Sistem PLTS *Off-grid*

No	Perangkat	Kapasitas
1	Panel Surya	2×120 WP
2	Pengatur Pengecasan	30 A
3	MCB DC	15 A
4	Inveter	500 Wat
5	MCB AC	4 A
6	Sekring DC	16 A
7	Baterai	2×100 AH
8	Kabel serabut	2,5 mm ²
9	ATS (Saklar pemindah daya otomatis)	50 A

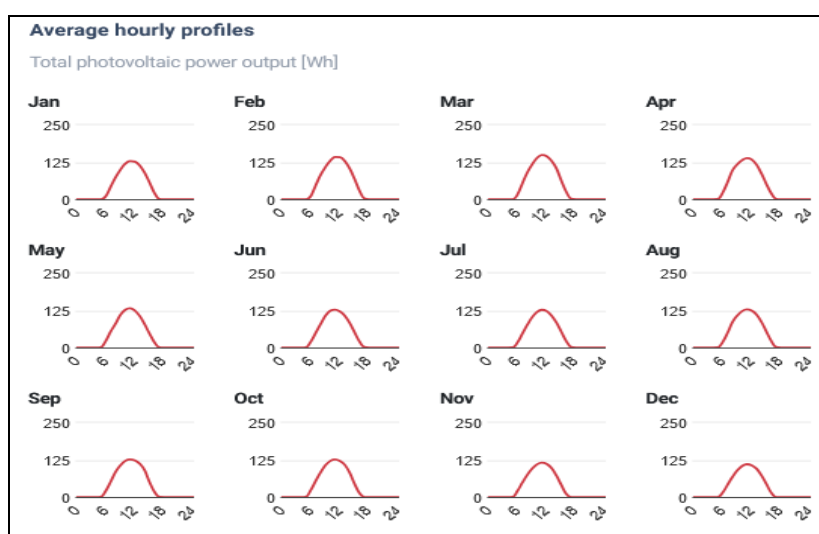
Untuk mendukung fleksibilitas penggunaan, panel surya dipasang menggunakan penyangga *portable* yang dapat dibongkar pasang. Dengan desain ini, sistem PLTS *off-grid* dapat dimanfaatkan tidak hanya untuk kebutuhan rumah tangga, tetapi juga untuk menggerakkan pompa air dan pompa oksigen sebagai sumber aerator pada tambak udang maupun ikan mujahir. Penerapan *portable* ini sangat relevan bagi masyarakat di daerah yang jauh dari jaringan listrik PLN (Meliala et al., 2022). Dengan demikian, PLTS *off-grid* tidak hanya berfungsi sebagai sumber listrik rumah tangga, tetapi juga mendukung usaha ekonomi mikro masyarakat. Dokumentasi pemasangan penyangga *portable* PLTS *off-grid* terdapat di Gambar 3.



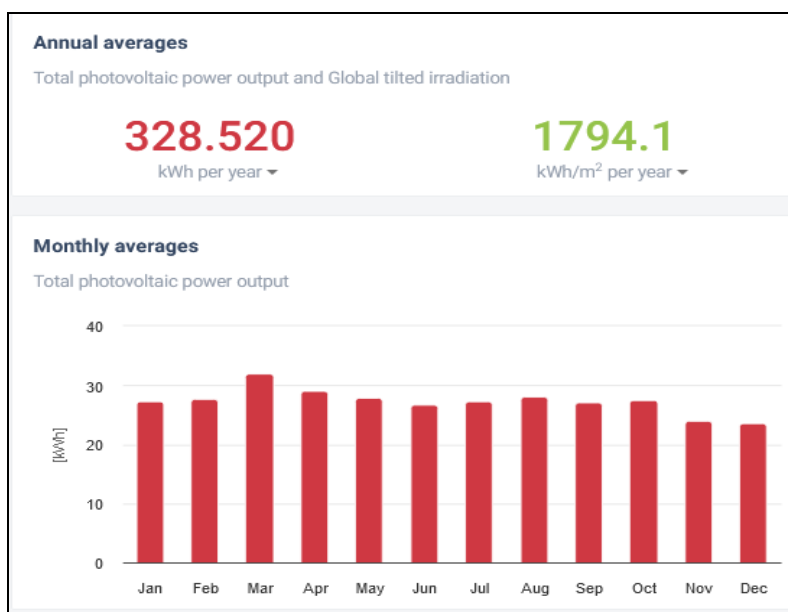
Gambar 3. Pemasangan Penyangga *Portable* PLTS *Off-grid*

Profil Iradiasi Lokasi

Untuk mengetahui potensi energi surya di Gampong Reuleut Barat, tim pengabdian menggunakan data Global Atlas. Lokasi kegiatan memiliki kondisi terbuka tanpa halangan pohon besar, sehingga radiasi matahari optimal sepanjang tahun. Pada Gambar 4 dapat diamati profil iradiasi harian mencapai puncak tertinggi terjadi pada bulan Maret, dengan energi puncak yang diperkirakan >125 Wh per jam untuk panel surya 240 WP. Pada panel surya berkapasitas 360 WP, menunjukkan bahwa menghasilkan total energi tahunan yang signifikan, yaitu 328.520 kWh per tahun. Secara bulanan, produksi energi tertinggi terjadi pada bulan Maret sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Kedua data tersebut saling mendukung dan menegaskan bahwa wilayah tropis seperti Reuleut Barat sangat potensial untuk pengembangan PLTS.



Gambar 4. Iradiasi yang tertinggi pada panel surya 240 WP



Gambar 5. Iradiasi pada panel surya 360 WP di Reuleut Barat

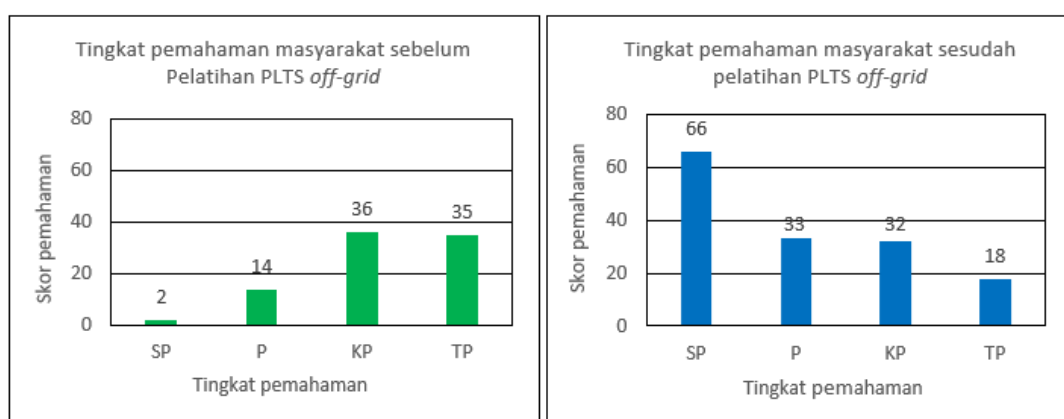
Pelatihan Peserta

Masyarakat dan pemuda Gampong Reuleut Barat mengikuti pelatihan instalasi PLTS *off-grid* dengan antusias. Peserta dilatih menyambung panel surya, baterai, SCC, dan inverter hingga sistem dapat berfungsi secara penuh. Kegiatan praktik ini memberikan pengalaman langsung bagi peserta, sehingga mereka tidak hanya memahami teori tetapi juga mampu mengaplikasikan keterampilan teknis. Kegiatan pelatihan PLTS *off-grid* terdokumentasi pada Gambar 4.



Gambar 4. Pelatihan PLTS *Off-grid*

Untuk menilai keberhasilan pelatihan, dilakukan evaluasi melalui kuisioner dan praktik perakitan. Tingkat kepehaman peserta dikategorikan menjadi empat: Sangat Paham (SP), Paham (P), Kurang Paham (KP), dan Tidak Paham (TP). Gambar 9 secara jelas mengilustrasikan bahwa dari total 15 peserta, mayoritas masuk kategori Sangat Paham dengan skor 66 poin, sedangkan kategori Kurang Paham dan Tidak Paham relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mampu memahami dan mempraktikkan instalasi PLTS *off-grid* dengan baik.



Gambar 9. Kurva hasil skor kuisioner sebelum dan sesudah kegiatan pelatihan PLTS *Off-grid*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pelatihan di Gampong Reuleut Barat, rancang bangun sistem PLTS *off-grid* dengan kapasitas panel surya 2×120 WP, baterai 2×100 AH, inverter 500 W, serta komponen pendukung lainnya terbukti dapat berfungsi sebagai cadangan (*backup*) PLN sekaligus sumber energi alternatif di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik. Kondisi

geografis Gampong yang didominasi lahan pertanian terbuka mendukung intensitas cahaya matahari yang tinggi, sehingga sistem PLTS *off-grid* sangat sesuai diterapkan. Evaluasi pemahaman peserta menunjukkan peningkatan signifikan, dengan mayoritas masuk kategori Sangat Paham (skor 66), menandakan efektivitas metode pelatihan berbasis teori dan praktik langsung.

Selain memberikan manfaat energi listrik untuk kebutuhan rumah tangga, PLTS *off-grid* juga berkontribusi pada peningkatan produktivitas ekonomi mikro, seperti pemanfaatan listrik untuk aerator tambak ikan mujahir dan udang. Meskipun demikian, tantangan tetap ada, terutama terkait kebutuhan baterai penyimpanan yang besar, umur pakai baterai yang terbatas, serta biaya penggantian yang dapat menjadi beban tambahan. Oleh karena itu, perencanaan kapasitas sistem harus dilakukan secara cermat agar sesuai dengan kebutuhan energi pengguna. Secara keseluruhan, kegiatan ini menunjukkan bahwa PLTS *off-grid* layak dikembangkan sebagai solusi energi terbarukan yang mandiri, berdaya guna, dan mampu mendukung keberlanjutan ekonomi masyarakat pedesaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Malikussaleh yang memberi dukungan dana untuk terlaksana pengabdian kepada masyarakat ini dalam program PNPB dan lokasi pengabdian masyarakat serta seluruh perangkat kantor geuchik dan pihak masyarakat di Gampong Reuleut Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alramlawi, M., Souidi, Y., & Li, P. (2019). Optimal design of PV-battery microgrid incorporating lead-acid battery aging model. *2019 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2019.8783927>
- Jalil, S. M., Abdurrahman, F., Meliala, S., & Rosdiana. (2018). Design of maximum power point tracking for solar collector drying system: An experimental study. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 9(4), 1799–1803. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v9.i4.pp1799-1803>
- Jasuan, A., Nawawi, Z., & Samaulah, H. (2019). Comparative analysis of applications off-grid PV system and on-grid PV system for households in Indonesia. *2018 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS)*, 253–258. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICECOS.2018.8605263>
- Jusnawati, J., Sunaniah, S., Khaidir, M., Jamaluddin, J., & Syafrun, M. (2024). Sosialisasi pemanfaatan PLTS dalam peningkatan produktivitas dan kesejahteraan masyarakat di Desa Pa'batangan. *Panrita Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 123–128. <https://ojs.unm.ac.id/pijpm/article/download/68635/30041>
- Kadang, J. M., & Windarta, J. (2023). Optimasi sosial-ekonomi pada pemanfaatan PLTS PV untuk energi berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Energi dan Bisnis Terbarukan*, 5(1), 45–56.

<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jebt/article/download/11113/6521>

- Kankia, A. I., Manoj, V. R., Orugba, H. O., & Owamah, H. I. (2024). Enhancing the sustainability of aquaculture systems via nutrient recycling using aquaponics system. *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(397). <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07214-1>
- Kolte, P., & Mohale, V. P. (2019). Improved system of constant power generation in grid connected PV cell with battery. *2019 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT)*, 1156–1159. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICT46008.2019.8993369>
- Malkhandi, A., Mishra, S., & Senroy, N. (2020). The control loop shaping in grid tied inverter for weak grid scenario. *2020 21st National Power Systems Conference (NPSC)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/NPSC49263.2020.9331894>
- Meliala, S., Amani, Y., Saptari, M. A., Saifuddin, M., & Jalil, M. (2025). Edukasi instalasi listrik dan PLTS bagi pemuda putus sekolah untuk meningkatkan keterampilan bekerja di Desa Padang Sakti. *Jurnal SOLMA*, 14(1), 852–860. <https://doi.org/10.22236/solma.v14i1.17889>
- Meliala, S., Jalil, S. M., & Fuadi, W. (2022). Application of off-grid solar panels system for household electricity consumptions in facing electric energy crisis. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v2i1.199>
- Meliala, S., Rosdiana, Amani, Y., Asran, & Asri. (2024). Sosialisasi optimal pengaturan konsumsi listrik menggunakan smarthome sistem di Balai Desa Paloh Lada. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara (JSMD)*, 4(1), 45–50. <http://jsmd.dikara.org/jsmd/article/view/102>
- Myathari, V., Siddiki, S., & Siddiki, M. (2020). Design and economic analysis of a grid-tied PV system to power a small village. *2020 IEEE International Conference on Power Electronics, Smart Grid and Renewable Energy (PESGRE)*, 1658–1664. IEEE. <https://doi.org/10.1109/PESGRE45664.2020.9300906>
- Putri, R., & Meliala, S. (2020). Penerapan instalasi panel surya off grid menuju energi mandiri di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah. *Journal of Electrical Technology*, 5(3), 117–120. <https://doi.org/10.36984/jet.v5i3.3546>
- Tran, Q. T., Pham, M. C., Parent, L., & Sousa, K. (2018). Integration of PV systems into grid: From impact analysis to solutions. *2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*, 1–6. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2018.8494400>
- Zich, J., & Jandik, J. (2020). Active battery management system for home battery energy storage. *2020 21st International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)*, 18–21. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EPE51172.2020.9269172>