

Sosialisasi Pemanfaatan Teknologi Sel Surya Sistem *Off-Grid* di Desa Muara Enggelam Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur**Socialization of Solar Cell Technology Utilization Off-Grid System in Muara Enggelam Village, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan****Sahara Hamas Intifadhah¹, Dadan Hamdani², Rahmawati Munir³,
Adrianus Inu Natalisanto⁴, Suhadi Mulyono⁵, Kadek Subagiada⁶**^{1,2,3,4,5,6}Universitas Mulawarman,

e-mail: ¹saharahamas@fmipa.unmul.ac.id, ²dadanhamdani@fmipa.unmul.ac.id,
³rahmawati@fmipa.unmul.ac.id, ⁴adrianus.inu@gmail.com, ⁵gusmulfisika@gmail.com,
⁶kadeksubagiada@fmipa.unmul.ac.id

Abstrak: Energi listrik merupakan salah satu sumber energi terbesar yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan masyarakat. Namun ada beberapa daerah yang memiliki akses terbatas terhadap penyaluran listrik PLN, salah satunya Desa Muara Enggelam. Desa Muara Enggelam adalah salah satu desa terpencil di Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Komunal. Walaupun demikian, penggunaan PLTS masih terbatas, sehingga masyarakatpun tidak bisa menggunakan listrik dengan maksimal. Mengingat adanya peningkatan populasi penduduk dan kebutuhan energi listrik semakin banyak, salah satu solusi yang dapat diberikan yaitu pemanfaatan teknologi sel surya dengan sistem *off-grid*. Sistem ini menggunakan prinsip terpisah dari jaringan listrik utama (PLTS), yang digunakan berbasis rumahan. Sosialisasi ini bertujuan untuk mengenalkan masyarakat mengenai teknologi sel surya sistem *off-grid*. Selain itu, dengan adanya sosialisasi tersebut diharapkan dapat memberikan solusi atas permasalahan yang ada yaitu meningkatnya kebutuhan energi listrik di tengah masyarakat, khususnya di Desa Muara Enggelam. Metode yang digunakan dalam kegiatan sosialisasi ini adalah diskusi, demonstrasi, evaluasi dan survey lapangan. Kegiatan ini diikuti oleh 17 peserta. Hasil dari sosialisasi ini menunjukkan antusiasme masyarakat yang tinggi serta meningkatnya pemahaman masyarakat mengenai teknologi sel surya sistem *off-grid*.

Kata Kunci: Energi Listrik, Sel Surya, Off-Grid, Muara Enggelam, PLTS

Abstract: *Electrical energy is one of the largest sources of energy that is widely utilized in people's lives. However, there are some areas that have limited access to PLN electricity distribution, one of which is Muara Enggelam Village. Muara Enggelam Village is one of the remote villages in East Kalimantan Province that has a Communal Solar Power Plant (PLTS). However, the use of PLTS is still limited, so that the community cannot use electricity optimally. Given the increase in population and the need for more electrical energy, one solution that can be provided is the utilization of solar cell technology with an off-grid sistem. This sistem uses the principle of being separated from the main electricity network (PLTS), which is used on a home basis. This socialization aims to introduce the community to off-grid solar cell technology. In addition, the socialization is expected to provide solutions to existing problems, namely the increasing need for electrical energy in the community, especially in Muara Enggelam Village. The methods used in this socialization activity are discussion, demonstration, evaluation and field survey. This activity was attended by 17 participants. The results of this socialization showed high community enthusiasm and increased community understanding of off-grid solar cell technology.*

Keywords: *Electric Energy, Solar Cells, Off-Grid, Enggelam Village, PLTS*

A. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu sumber daya terbesar yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini penggunaan energi listrik mengalami peningkatan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, yaitu dalam hal penerangan di malam hari, penggunaan perangkat elektronik, perangkat komunikasi dan juga akses internet. Kebutuhan masyarakat akan energi listrik merupakan hal yang perlu menjadi perhatian bersama. Hal tersebut juga dipicu oleh terjadinya peningkatan populasi penduduk. Meningkatnya populasi penduduk terjadi pada salah satu daerah di Kalimantan Timur yaitu Desa Muara Enggelam Kabupaten Kutai Kartanegara.

Desa Muara Enggelam merupakan salah satu desa terpencil yang terletak di Kecamatan Muara Wis, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Desa Muara Enggelam terletak di tengah Danau Melintang, sehingga perjalanan menuju desa tersebut harus melewati jalur perairan. Selain itu Desa Muara Enggelam disebut sebagai desa percontohan di Kalimantan Timur yang telah memiliki Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bersistem komunal (Barsei & Sabtohadhi, 2023). PLTS sistem komunal di desa ini mulai didirikan pada tahun 2015 dan beroperasi sejak tahun 2016 hingga saat ini. PLTS sistem komunal Desa Muara Enggelam dikelola dengan baik dan mampu memberikan dampak positif terhadap pemenuhan kebutuhan energi masyarakat. Dalam pengelolaannya PLTS Sistem komunal juga membutuhkan perawatan dan sistem operasional yang baik, salah satunya dengan adanya operator PLTS. Kondisi PLTS di Desa Muara Enggelam ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem komunal di Desa Muara Enggelam Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur

Sebelum dibangunnya PLTS, masyarakat desa menggunakan sumber energi listrik yang berasal dari genset (generator) yang menggunakan bahan bakar minyak. Hal tersebut disebabkan oleh akses Desa Muara Enggelam yang terpencil, berada di tengah Danau Melintang. Sehingga akses untuk menghubungkan desa dengan sumber listrik PLN (Pembangkit Listrik Nasional) sampai saat ini masih tidak ada. Hingga pada Tahun 2015, Pemerintah daerah setempat beserta Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE) Kementerian ESDM meresmikan PLTS Sistem komunal di Desa Muara Enggelam (Barsei & Sabtohadhi, 2023). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit yang menggunakan sinar matahari

sebagai sumber energi. Prinsip kerja dari PLTS yaitu mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik, siang hari panel surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan disalurkan ke beban listrik DC ataupun disimpan dalam aki, sebelum digunakan ke beban listrik AC yang dibuuh menggunakan inverter (Anggraini dkk, 2022).

Walaupun demikian, penggunaan PLTS masih terbatas, sehingga masyarakatpun tidak bisa menggunakan listrik dengan maksimal. Mengingat saat ini tingkat populasi penduduk semakin meningkat, sehingga penggunaan energi listrik pun semakin banyak. Salah satu solusi yang dapat diberikan yaitu masyarakat dapat menggunakan teknologi sel surya dengan sistem *off-grid* yang terpisah dari sumber energi listrik utama, sehingga pada masing-masing rumah masyarakat dapat menambah sumber listrik baru. Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan masyarakat mengenai teknologi sel surya sistem *off-grid*. Selain itu, dengan adanya sosialisasi tersebut diharapkan dapat memberikan solusi atas permasalahan akan meningkatnya kebutuhan energi listrik di tengah masyarakat, khususnya di Desa Muara Enggelam.

Teknologi sel surya dengan sistem *off-grid* berbasis rumahan telah banyak digunakan diberbagai kota di belahan dunia di antaranya yaitu Arizona (USA), Turkey, Equador, Ontario (Canada), Vancouver (Canada), India, Malaysia dan lainnya (Puranen dkk, 2021). Teknologi sel surya dengan sistem *off-grid* menggunakan konsep penggunaan secara terpisah dari sistem PLTS Sistem komunal. Komponen sistem sel surya merupakan sistem modular yang terdiri dari modul sel surya, sistem elektronik (charge controller, inverter DC/AC), sistem penyimpanan energi (*battery banks*), dan sistem beban (DC/AC) yang terinstalasi secara skala kecil (Hamdani dkk, 2023).

Berdasarkan uraian kondisi dan permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat, maka tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini yaitu memberikan edukasi kepada masyarakat Desa Muara Enggelam dengan melakukan sosialisasi teknologi sel surya sistem *off-grid* sebagai salah satu solusi alternatif mengenai kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat. Selain itu diharapkan kegiatan ini dapat membantu para perangkat desa maupun masyarakat umum untuk bersama-sama menemukan solusi dari permasalahan yang ada.

B. Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan oleh Tim Pengabdian dari Jurusan Fisika FMIPA Universitas Mulawarman pada hari Jum'at, 26 Oktober 2023 bertempat di Desa Muara Enggelam, Kecamatan Muara Wis, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Perjalanan dari Samarinda menuju lokasi ditempuh selama kurang lebih 8 jam dengan menggunakan jalur darat, kemudian dilanjutkan dengan jalur air yaitu melalui sungai. Tim pengabdian tiba di lokasi kegiatan pada pukul 14.00 WITA. Kegiatan sosialisasi dilaksanakan di Balai Desa Muara Enggelam selama kurang lebih 2 jam.

Kegiatan ini dilakukan menggunakan metode sosialisasi dengan beberapa tahapan kegiatan. Sasaran kegiatan ini adalah masyarakat Desa Muara Enggelam yang terdiri dari perangkat desa, masyarakat umum dan petugas operator PLTS. Jumlah peserta yang menghadiri kegiatan ini sebanyak 17 orang. Sosialisasi ini, dilakukan dengan beberapa tahap kegiatan yang terdiri dari, diskusi, demonstrasi, evaluasi dan survey lapangan ke PLTS. Tahapan kegiatan sosialisasi ditunjukkan dalam diagram alir berikut.



Gambar 2. Tahapan kegiatan sosialisasi pengabdian kepada masyarakat

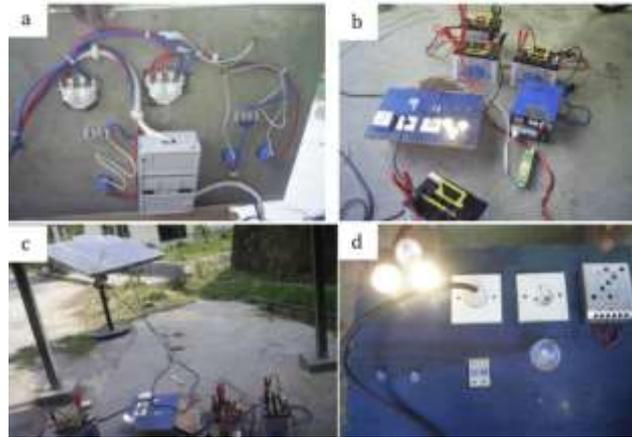
C. Hasil dan Pembahasan

Tahapan pertama yang dilakukan dalam kegiatan sosialisasi pemanfaatan teknologi sel surya sistem off-grid adalah diskusi. Diskusi diawali dengan sambutan dari Kepala Desa Muara Enggelam dan dilanjutkan dengan sesi penyampaian materi oleh Bapak Dr. Dadan Hamdani, M.Si. dari Jurusan Fisika FMIPA Universitas Mulawarman. Sesi diskusi berlangsung secara semiformal, masyarakat dapat langsung bertanya kepada pemateri jika ada hal yang kurang difahami. Kegiatan diskusi penyampaian materi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Foto Bersama dan sesi diskusi yang berlangsung di kantor balai Desa Muara Enggelam

Tahapan kedua yaitu demonstrasi. Metode demonstrasi dilakukan dengan menunjukkan simulasi sederhana alat dan bahan dari teknologi sel surya sistem off-grid kepada peserta sosialisasi. Metode demonstrasi atau praktek banyak digunakan dalam kegiatan sosialisasi dengan tujuan memberikan pengalaman secara langsung kepada masyarakat agar lebih memahami materi yang disampaikan, seperti yang telah dilakukan pada beberapa kegiatan sosialisasi lainnya (Kinasti dkk, 2019, Muhatadin dkk, 2023).



Gambar 4. Alat dan Bahan Demonstrasi Teknologi Sel Surya Sistem *Off-Grid* (a) paket inverter; (b) paket *battery banks* (c) paket sel surya *off-grid* (d) saklar dan lampu neon.

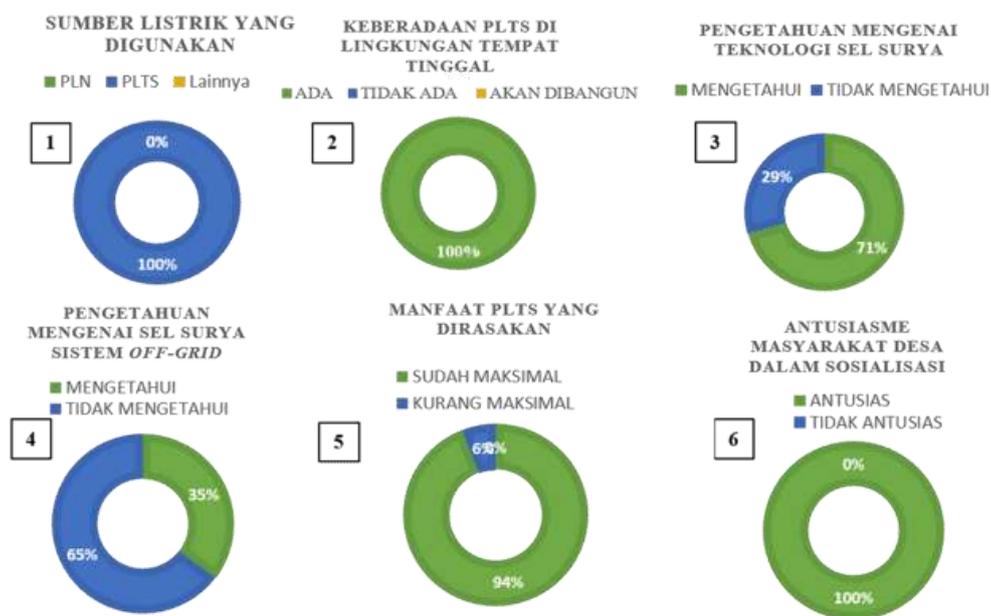
Komponen sel surya dengan system *off-grid* terdiri dari modul surya, pengisian daya pengontrol, baterai untuk bank penyimpanan, inverter untuk mengkonversi arus listrik DC ke AC, dan lampu neon. Sistem *Off-Grid* dirancang untuk beroperasi tanpa bantuan manusia, dimana sistem ini akan secara otomatis menyala selama jam operasi dan dimatikan selama jam non-operasi. Secara umum, sistem tenaga surya *Off-Grid* telah bekerja dengan sangat baik (Ranjit dkk, 2011).

Tahapan ketiga dalam kegiatan sosialisasi ini adalah evaluasi. Metode Evaluasi dilakukan kepada peserta sosialisasi yang bertujuan untuk menganalisis tingkat keberhasilan kegiatan. Metode evaluasi salah satunya dapat dilakukan dalam bentuk pengisian kuisioner *pre-test* (sebelum sosialisasi) dan *post-test* (Zondra et al, 2022). Metode evaluasi ini menggunakan instrument penilaian berupa kuisioner yang terdiri dari dua jenis kuisioner yaitu kuisioner *pre-test* dan kuisioner *post-test*. Peserta diberikan beberapa pertanyaan seputar materi sosialisasi, kebermanfaatan PLTS yang dirasakan, pengetahuan umum mengenai sel surya, pengetahuan tentang sistem off-grid dan antusiasme masyarakat dalam mengikuti sosialisasi. Hasil dari evaluasi kuisioner ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kegiatan pengisian kuisioner oleh peserta (a) *pre-test* sebelum sosialisasi dan (b) *post-test* sesudah sosialisasi

Pada kegiatan sosialisasi ini, tim pengabdian melakukan survey terhadap masyarakat Desa Muara Enggelam dengan membagikan kuisisioner berisikan pertanyaan-pertanyaan seputar teknologi sel surya. Kuisisioner diberikan secara 2 tahap yaitu sebelum sosialisasi dan setelah sosialisasi. Pertanyaan yang diberikan dalam kuisisioner bertujuan untuk mengevaluasi hasil dari kegiatan sosialisasi yaitu mengenalkan teknologi sel surya dengan sistem *off-grid*. Selain itu pertanyaan juga mencakup penilaian masyarakat terhadap proses pelaksanaan sosialisasi dari awal hingga akhir kegiatan. Hasil kuisisioner sebelum sosialisasi menunjukkan bahwa keseluruhan masyarakat di Desa Muara Enggelam telah menggunakan sumber energi surya dari PLTS sebagai sumber energi listrik utama yang digunakan di rumah masing-masing. Masyarakat yang menghadiri sosialisasi pun telah menyadari manfaat akan hadirnya PLTS Sistem komunal di desa mereka. Selain itu masyarakat juga memiliki pendapat terkait manfaat PLTS di lingkungannya. Hasil kuisisioner sebelum sosialisasi ditunjukkan pada Gambar 6.

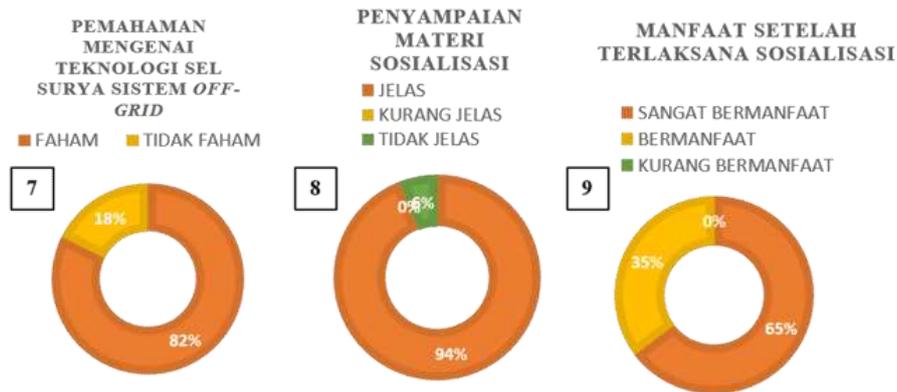


Gambar 6. Diagram persentase hasil kuisisioner sebelum sosialisasi (*pre-test*)

Hasil kuisisioner sebelum sosialisasi (*pre-test*) terdiri dari 6 butir pertanyaan. Pada pertanyaan pertama dan kedua menunjukkan bahwa seluruh masyarakat yang tinggal di Desa Muara Enggelam sudah menggunakan PLTS sebagai sumber listrik dan telah mengetahui keberadaan PLTS di desa mereka. Kemudian pertanyaan 3 dan 4 menunjukkan bahwa tidak semua masyarakat Desa Muara Enggelam mengetahui teknologi sel surya maupun teknologi sel surya sistem *off-grid*. Sehingga sasaran dari kegiatan sosialisasi ini dianggap tepat yang bertujuan untuk mengenalkan masyarakat terhadap sistem *off-grid* pada sel surya. Menariknya, pada pertanyaan ke-5 terdapat masyarakat yang merasa bahwa manfaat PLTS di Desa Muara Enggelam masih

tergolong kurang maksimal. Hal tersebut dapat disebabkan karena ada pembatasan daya yang disalurkan ke setiap rumah, sehingga ada beberapa masyarakat yang kebutuhan energi listriknya belum tercukupi dengan maksimal. Selain itu, hasil yang didapat dari pengisian kuisisioner *pre-test* menunjukkan bahwa seluruh peserta antusias dalam mengikuti kegiatan ini.

Setelah mengisi kuisisioner *pre-test*, peserta akan mendapatkan materi pada sesi diskusi dan demonstrasi alat sel surya dengan sistem *off-grid*. Tahapan berikutnya adalah pengisian kuisisioner *post-test* yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram persentase hasil kuisisioner setelah sosialisasi (*post-test*)

Hasil kuisisioner setelah sosialisasi (*post-test*) terdiri dari 3 butir pertanyaan. Pada pertanyaan 7 menunjukkan peningkatan pemahaman peserta sosialisasi mengenai teknologi sel surya sistem *off-grid*, dari 35% menjadi 82% dari total 17 peserta. Peningkatan ini menunjukkan bahwa setelah dilakukannya tahapan diskusi dan demonstrasi secara langsung, masyarakat menjadi memahami konsep dari sel surya sistem *off-grid*. Selain itu hasil kuisisioner *post-test* juga menunjukkan bahwa materi sosialisasi tersampaikan dengan jelas dan peserta merasakan manfaat dari kegiatan ini. Berdasarkan lembar jawaban yang diperoleh, seluruh peserta yang hadir menjawab semua pertanyaan kuisisioner *pre-test* maupun *post-test* tanpa adanya jawaban kosong, hal tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi responden kuisisioner sebelum dan sesudah sosialisasi.

Kuisisioner	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah Responden	Total Responden
Pre-Test	1. Sumber listrik yang digunakan	PLN	0	17
		PLTS	17	
		Lainnya	0	
	2. Keberadaan PLTS di lingkungan tempat tinggal	Ada	17	17
		Tidak Ada	0	
		Akan dibangun	0	
	3. Pengetahuan mengenai teknologi sel surya	Mengetahui	12	17
		Tidak Mengetahui	5	
4. Pengetahuan mengenai	Mengetahui	6	17	

	teknologi sel surya sistem <i>Off-Grid</i>	Tidak Mengetahui	11	
5.	Manfaat PLTS yang dirasakan	Sudah Maksimal	16	17
		Kurang Maksimal	1	
		Tidak Maksimal	0	
6.	Antusiasme masyarakat dalam mengikuti sosialisasi	Antusias	17	17
		Tidak Antusias	0	
7.	Pemahaman mengenai Teknologi Sel Surya Sistem <i>Off-Grid</i>	Faham	14	17
		Tidak Faham	3	
8.	Penyampaian materi sosialisasi	Jelas	15	17
		Kurang Jelas	2	
		Tidak Jelas	0	
9.	Manfaat setelah terlaksanaan sosialisasi	Sangat Bermanfaat	11	17
		Bermanfaat	6	
		Kurang Bermanfaat	0	

Dengan adanya peningkatan pemahaman masyarakat mengenai teknologi sel surya sistem *off-grid*, harapannya setelah kegiatan ini masyarakat dapat menemukan solusi untuk permasalahan bersama, yaitu dengan menggunakan sistem *off-grid* ini pada masing-masing rumah. Namun memang masih perlu adanya bantuan dari pemerintah setempat untuk membantu pengadaan alat dan bahan.

Tahapan terakhir dalam kegiatan ini adalah survei lapangan untuk melihat langsung kondisi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Muara Enggelam. Wakil Bupati Kutai Kartanegara, Bapak Drs. Edi Damansyah, M.Si. pada Tanggal 15 Maret 2016 telah meresmikan PLTS tersebut. Dokumentasi secara langsung bersama operator PLTS Desa Muara Enggelam ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kegiatan survei lapangan di PLTS sistem komunal Desa Muara Enggelam (a) foto bersama dengan operator PLTS; (b) baterai penyimpanan PLTS; (c) inverter PLTS; (d) jaringan penyalur listrik PLTS.

D. Simpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh Jurusan Fisika FMIPA Universitas Mulawarman berlangsung di Desa Muara Enggelam Kabupaten Kutai Kartanegara. Kegiatan telah terlaksana dengan respon dan antusiasme masyarakat yang sangat baik. Hasil dari kegiatan menunjukkan adanya keberhasilan dengan meningkatnya pemahaman masyarakat mengenai sel surya sistem *off-grid* dari semula 35% menjadi 81%. Oleh karena itu, diharapkan kegiatan ini dapat memberikan solusi alternatif akan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, khususnya di Desa Muara Enggelam. Selain itu tetap diperlukan adanya kerjasama dan peran pemerintah dalam membantu menyediakan penambahan baterai pada PLTS agar pasokan energi lebih maksimal dan penambahan daya listrik pada rumah-rumah warga.

Daftar Rujukan

- Angraini, I.N., Herawati, A., Rinaldi, R.S. (2022). Sosialisasi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan di SMA Negeri 8 Kota Bengkulu. *Jurnal Abdi Reksa*, 3 (2), 18-22.
- Barsei, A.N., & Sabtohadji, J. (2023). Analisis Pemangku Kepentingan dalam Pengembangan Energi Terbarukan: Studi Kasus Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Desa Muara Enggelam. *INOVASI: Jurnal Politik dan Kebijakan*, 20(1), 41-54.
- Hamdani, D., Intifadhah, S.H., Munir, R., Natalisanto, A.I., Mulyono, S. (2023). Pelatihan dan Pendampingan Penerapan Teknologi Sel Surya untuk Pengentasan Masalah Elektrifikasi. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(4), 2770-2775.
- Kinasti, R.M.A., Puti, D., Lestari, E., Sofyan, M., Wirantika K, I., Hidayawanti, R., Sangadji, I.BM. (2019). Sosialisasi dan Instalasi Panel Surya Sebagai Energi Terbarukan Menuju Kesadaran Lingkungan Indonesia Bebas Emisi. *TERANG: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 2(1), 16-24.
- Muhtadin., Faisal, M., Erdiwansyah., Rahmawati, C., Isa, M., Aulia, R., A Harits, A. (2023). Sosialisasi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi

Terbarukan di Kolam Ikan Gampong Ajuen. *BAKTIMAS: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(3), 300-307.

Puranen, P., Kosonen, A., Ahola, J. (2021). Technical Feasibility Evaluation of A Solar PV Based Off-Grid Domestic Energy Sistem With Battery And Hydrogen Energy Storage In Northern Climates. *ELSEVIER: Solar Energy*, 213, 246-259.

Ranjit, S.S.S., Tan, C.F., Subramaniam, S.K. (2011). Implementation Off-Grid Solar Powered Technology to Electrify Existing Bus Stop. *Research Gate: Second International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulaton, IEEE Computer Society*, 231-234.

Zondra, E., Situmeang, U., Yuvensius, H. (2022). Sosialisasi Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di SMA Budhi Luhur Pekanbaru. *FLEKSIBEL: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3((1), 33-39.