

Penerangan Tambak Ikan dengan Panel Surya untuk Kemandirian Energi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

Azwar Hayat*, Nasaruddin Salam, Rustan Tarakka, Ahmad Yusran Aminy, Andi Erwin Eka Putra, Luther Sule, Hairul Arsyad, Novriany Amaliyah, Rudi
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
azwar.hayat@unhas.ac.id*

Abstrak

Kampung Turungan Bontojai merupakan salah satu daerah di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) yang sebagian besar masyarakatnya berprofesi sebagai petambak ikan atau petambak udang. Secara administratif daerah ini merupakan Kelurahan Sibatua Kecamatan Pangkajene. Kampung ini merupakan daerah dekat dengan laut yang infrastrukturnya kurang mendapat perhatian terutama jaringan listrik. Krisis energi listrik yang dialami masyarakat daerah kampung ini perlu mendapat solusi. Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, telah direncanakan dan diaplikasikan energi baru terbarukan sel surya untuk penerangan tambak warga di Kampung Turungan Bontojai. Aplikasi penerangan dengan panel surya yang akan ditempatkan di tambak salah satu warga sebagai proyek percontohan penerapan energi baru terbarukan. Masyarakat juga memperoleh pelatihan tentang cara perawatan alat tersebut sehingga masyarakat dengan mandiri akan menjaga keberlangsungan program kedepannya. Sel Surya 100 wp dengan baterai 432 Wh dipasang untuk menghidupkan 4 buah lampu 7 Watt dengan tambahan inverter DC ke AC yang mampu digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik lainnya. Lampu dioperasikan di malam hari selama 12 jam dengan total konsumsi daya 336 Watt per hari. Alat elektronik dioperasikan sewaktu siang hari dengan memanfaatkan energi matahari langsung yang dikonversi dari arus DC sel surya ke arus AC menggunakan inverter 300 Watt. Secara harian diperoleh manfaat berupa listrik gratis sebesar 400 Watt per hari untuk memenuhi kebutuhan tambak warga kampung Turungan Bontojai. Kegiatan ini telah berhasil meningkatkan pemahaman warga yang terlihat dari hasil pengolahan data dengan SPSS pada *Pre-test* dan *Post-test* yang menunjukkan peningkatan pemahaman dengan nilai Mean 5,35 (*pre-test*) menjadi 14,55 (*post-test*). Keberhasilan kegiatan diukur dengan kuesioner kepuasan peserta terhadap kegiatan pengabdian yang dilakukan dan menunjukkan hasil 90% puas terhadap pelaksanaan kegiatan.

Kata Kunci: Energi Terbarukan; Listrik; Sel Surya; Tambak; Turungan Bontojai.

Abstract

Turungan Bontojai Village is one of the areas in Pangkajene and Kepulauan Regency (Pangkep) where the majority of the people work as fish farmers or shrimp farmers. Administratively, this area is Sibatua Village, Pangkajene District. This village is an area close to the sea where infrastructure does not receive much attention, especially the electricity network. The electrical energy crisis experienced by the people of this village area needs a solution. In this community service activity, renewable energy from solar cells have been planned and applied to light the residents' ponds in Turungan Bontojaidengan Village. Lighting application with solar panels that will be placed in one of the residents' ponds as a pilot project for the application of renewable energy. The community also received training on how to care for the equipment so that the community could independently maintain the sustainability of the program in the future. A 100 wp solar cell with a 432 Wh battery is installed to power 4 unit 7 Watts light bulbs with an additional DC to AC inverter which can be used to power other electronic equipment. The lights are operated at night for 12 hours with a total power consumption of 336 Watts per day. Electronic devices are operated during the day by utilizing direct solar energy which is converted from DC current from solar cells to AC current using a 300 Watts inverter. On a daily basis, benefits are obtained in the form of free electricity of 400 Watts per day to meet the pond needs of the residents of Turungan Bontojai village. This activity has succeeded in increasing citizens' understanding as seen from the results of data processing with SPSS in the Pre-test and Post-test which shows an increase in understanding with a Mean value of 5.35 (pre-test) to 14.55 (post-test). The success of the activity was measured by a questionnaire on participant satisfaction with the community service activities carried out and the results showed that 90% were satisfied with the implementation of the activity.

Keywords: Renewable Energy; Electricity; Solar Cell; Pond; Turungan Bontojai.

1. Pendahuluan

Kampung Turungan Bontojai merupakan satu dari daerah yang berada di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan. Kampung ini masuk dalam kelurahan Sibatua yang dekat dengan laut dengan sebagian besar masyarakatnya berprofesi sebagai petambak ikan atau udang. Secara administratif kampung ini merupakan Kelurahan Sibatua, Kecamatan Pangkajene, Kabupaten Pangkep dengan luas wilayah 10,42 km² (BPS, 2022).



Gambar 1. Kondisi Rumah Tambak yang Tidak Memiliki Penerangan di Kampung Turungan

Kondisi rumah tambak sebelum pemasangan panel surya yang menjadi percontohan penerapan teknologi energi baru terbarukan terlihat pada Gambar 1. Seperti daerah tambak pada umumnya, tambak di kampung turungan memiliki letak yang jauh dari pemukiman sehingga sulit untuk dijangkau dengan infrastruktur listrik dari PT. PLN. Penghasilan mayoritas warga sebagai petambak tentunya tidaklah memadai untuk menanggung biaya penerangan genset solar/bensin yang digunakan selama ini. Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan ini bekerja sama dengan masyarakat petambak di Kampung Turungan Bontojai di Kabupaten Pangkep.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan di atas bahwa permasalahan yang dihadapi adalah mahalnya biaya operasional penerangan yang harus ditanggung oleh masyarakat. Berkaitan dengan hal tersebut, permasalahan yang dihadapi adalah sebagai berikut:

- 1) Dibutuhkan bantuan alat penerangan berbasis panel surya di daerah tambak ikan di Kampung Turungan Bontojai, Kabupaten Pangkep
- 2) Dibutuhkan edukasi kepada masyarakat tentang perawatan dasar alat sel surya tersebut untuk menjaga keberlanjutan alat tersebut.
- 3) Berdasarkan permasalahan tersebut di atas maka dilakukan kerjasama dengan masyarakat Kampung Turungan Bontojai di Kabupaten Pangkep dalam bentuk:
- 4) Memberikan bantuan alat penerangan berbasis Sel Surya kepada warga Kampung Turungan Bontojai Kabupaten Pangkep.
- 5) Memberikan edukasi berupa pelatihan perawatan dasar alat sel surya kepada masyarakat Kampung Turungan Bontojai Kabupaten Pangkep.

2. Latar Belakang

Fotovoltaik adalah alat yang mampu mengkonversi langsung cahaya menjadi listrik pada tingkat atom. Beberapa material memiliki sifat yang disebut efek fotolistrik yang menyebabkan material tersebut mampu menyerap cahaya foton dan melepaskan elektron (Rahayu, 2021). Ketika elektron bebas ini ditangkap, arus listrik terbentuk yang dapat digunakan sebagai listrik. Efek fotolistrik pertama kali dicatat oleh fisikawan Prancis, Edmund Becquerel, pada tahun 1839, yang menemukan bahwa beberapa material akan menghasilkan arus listrik kecil ketika terkena cahaya. Pada tahun 1905, Albert Einstein menjelaskan sifat cahaya dan efek fotolistrik yang menjadi dasar teknologi fotovoltaik, yang kemudian membuatnya memenangkan hadiah Nobel di bidang fisika (Fitrianto, 2019). Sel fotovoltaik terbuat dari material semikonduktor, seperti silikon, yang digunakan dalam industri mikroelektronika. Untuk sel fotovoltaik, wafer semikonduktor tipis diberi perlakuan khusus untuk membentuk medan listrik, positif di satu sisi dan negatif di sisi lain. Ketika energi cahaya mengenai sel fotovoltaik, elektron terlepas dari atom-atom dalam material semikonduktor. Jika konduktor listrik dilekatkan pada sisi positif dan negatif, membentuk rangkaian listrik, elektron dapat ditangkap dalam bentuk arus listrik (Tarigan, 2020).

Sejumlah sel fotovoltaik yang dihubungkan satu sama lain dan dipasang dalam struktur atau rangkaian pendukung disebut modul fotovoltaik (Musyafiq dkk, 2023). Modul dirancang untuk menghasilkan listrik pada tegangan tertentu, seperti sistem 12 volt yang umum digunakan. Arus yang dihasilkan secara langsung bergantung pada berapa banyak cahaya yang mengenai modul. Beberapa modul dapat dihubungkan bersama untuk membentuk *array*. Secara umum, semakin besar luas modul atau *array*, semakin banyak listrik yang akan dihasilkan. Modul dan *array* fotovoltaik menghasilkan listrik searah (DC). Mereka dapat dihubungkan dalam susunan listrik seri dan paralel untuk menghasilkan kombinasi tegangan dan arus yang dibutuhkan (Cahyono dkk, 2018).

Secara sederhana aliran arus listrik pada sel surya adalah aliran elektron yang terjadi saat bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) terkena sinar matahari. Saat sambungan p-n terkena sinar matahari maka elektron-elektron akan tereksitasi melalui celah foton menuju ke pita konduksi dan meninggalkan proton di dalamnya. Karena dipengaruhi oleh potensial intrinsik dan sambungan, sehingga elektron dan proton bergerak berlawanan dan membangkitkan tegangan dan menghasilkan energi listrik (Harahap, 2020). Absorber (penyerap) adalah bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik. Tetapi setiap lapisan dari sel surya juga berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya tersebut. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik, oleh karena itu penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin radiasi sinar yang berasal dari cahaya matahari. Lebih detail lagi bisa

dijelaskan bahwa semikonduktor adalah bahan yang memiliki struktur seperti isolator akan tetapi memiliki celah energi kecil sehingga memungkinkan elektron bisa melompat dari pita valensi ke pita konduksi. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya (Kaban dkk, 2020).

Rangkaian panel surya adalah sistem yang mengubah energi matahari menjadi listrik yang dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga atau industri. Rangkaian panel surya terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- Sel surya: Sel surya adalah perangkat semikonduktor yang menyerap cahaya matahari dan menghasilkan arus listrik searah (DC). Sel surya biasanya disusun dalam modul atau panel yang dipasang di atap atau tempat terbuka yang mendapat sinar matahari cukup.
- *Solar Charge Controller (SCC)*: SCC adalah perangkat yang mengatur arus dan tegangan listrik dari panel surya ke baterai. SCC berfungsi untuk mencegah baterai kelebihan muatan atau kekurangan muatan, serta meningkatkan efisiensi pengisian baterai.
- Baterai: Baterai adalah perangkat penyimpanan energi yang dapat menyimpan listrik DC dari panel surya dan mengeluarkannya sesuai kebutuhan. Baterai berguna untuk menyediakan listrik saat tidak ada sinar matahari atau saat permintaan listrik melebihi kapasitas panel surya.
- *Inverter*: *Inverter* adalah perangkat yang mengubah listrik DC dari baterai menjadi listrik bolak-balik (AC) yang sesuai dengan standar jaringan listrik. *Inverter* memungkinkan peralatan rumah tangga atau industri yang menggunakan listrik AC dapat beroperasi dengan listrik dari panel surya.

Rangkaian panel surya dapat beroperasi secara mandiri (*off-grid*) atau terhubung dengan jaringan listrik (*on-grid*). Rangkaian panel surya *off-grid* biasanya digunakan di daerah terpencil yang tidak memiliki akses jaringan listrik, sedangkan rangkaian panel surya *on-grid* biasanya digunakan di daerah perkotaan yang ingin menghemat biaya listrik atau menjual kelebihan listrik ke jaringan (Sihotang, 2019).

3. Metode

3.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan terdiri atas kegiatan sebagai berikut:

- a) Koordinasi dan sosialisasi awal dengan mitra kegiatan yaitu Kampung Turungan Bontojai di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
- b) Perakitan sistem sel surya untuk penerangan yang akan disumbangkan kepada mitra sebagai sarana pendukung dalam mencapai tujuan pengabdian kepada masyarakat ini.
- c) Pembuatan bahan pelatihan untuk penjelasan cara perawatan dan perbaikan jika ada permasalahan pada alat yang diterima



Gambar 2. Konfigurasi Sistem Sel Surya untuk Penerangan

Perakitan sistem sel surya dilakukan di Laboratorium yang berada di Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Pada kegiatan pengabdian ini dipersiapkan bahan-bahan yang akan dibuat menjadi Alat Penerangan berbasis Sel Surya terdiri dari; Solar Panel, *Solar Charge Controller (SSC)*, Baterai, Kabel listrik, Lampu DC, Besi Hollow untuk rangka. Selain itu juga persiapan peralatan perakitan mesin las, mesin tekuk dan *toolset* lainnya. Adapun bentuk rangkaian alat yang dibuat seperti pada Gambar 2. Sel surya yang digunakan, dipasang pada sebuah tiang besi setinggi 2,5 meter. Posisi sel surya dipasang dengan kemiringan 15 derajat. Pada bagian bawah sel surya dibuat sebuah boks yang berguna untuk menyimpan baterai, SSC dan *Inverter*. Bentuk akhir perakitan alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk Akhir Alat saat Pemasangan di Tambak Warga

3.2 Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan memberikan alat penerangan berbasis sel surya yang dipasang pada rumah salah satu tambak warga di Kampung Turungan Bontojai Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Selama ini kondisi tambak gelap gulita di malam hari sehingga tidak ada aktifitas yang bisa dilakukan termasuk menjaga tambak dari pencurian ikan. Dilakukan pula Penyuluhan dan Pelatihan mengenai sel surya, cara pemasangan sel surya dan perawatan sel surya. Untuk mengukur dampak dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat maka diberikan kuesioner sebelum dan setelah dilaksanakannya kegiatan ini (Pramita dkk, 2022).

4. Hasil dan Diskusi

Tahap pelaksanaan kegiatan dilakukan pada tanggal 27 Agustus 2023 bertempat di Kampung Turungan Bontojai Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Pada pengabdian ini dibuat sistem pembangkit daya untuk penerangan tambak warga sebesar 400 Watt dengan memakai Sel surya. Digunakan 1 buah Sel surya 100 WP (Watt peak) dengan perolehan daya sebesar 400 Watt / hari. *Solar Charge Controller (SSC)* 10A dengan tegangan operasi 12/24V. Baterai 12V 18 ah sebanyak 2 buah yang memiliki daya total 432 Wh. *Inverter DC → AC* sebesar 300 Watt. Bohlam lampu DC 7 Watt sebanyak 4 buah. Hasil pemasangan di lapangan terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemasangan Sel Surya untuk Penerangan Tambak Warga di Kampung Turungan Bontojai

Sel Surya 100 wp dengan baterai 432 Wh dipasang untuk menghidupkan 4 buah lampu 7 Watt. Lampu dioperasikan di malam hari selama 12 jam dengan total konsumsi daya 336 Watt. Kipas angin dan TV dioperasikan sewaktu siang hari dengan memanfaatkan energi matahari langsung yang dikonversi dari arus DC sel surya ke arus AC menggunakan inverter 300 Watt. Secara harian diperoleh manfaat berupa listrik gratis sebesar 400 Watt per hari untuk memenuhi kebutuhan warga.

Warga juga dilatih untuk merangkai, mengoperasikan alat dan melakukan perawatan pada alat yang disumbangkan. Karena sistem ini memanfaatkan sinar matahari yang gratis maka biaya

operasional yang gunakan juga tidak ada. Perawatan rutin dilakukan dengan membersihkan bagian permukaan panel sel surya dengan melakukan pencucian dengan air.

Untuk mengetahui perubahan yang dialami oleh mitra dengan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat maka dilakukan evaluasi dalam bentuk penyebaran kuesioner kepada mitra, baik sebelum penerapan teknologi maupun sesudah penerapan teknologi (Hayat, 2022). Dilakukan pengukuran terhadap 20 orang mitra seperti pada Tabel 1 Evaluasi dilakukan dengan memberikan kuesioner dengan *pre-test* (sebelum kegiatan) dan kuesioner *post-test* (setelah kegiatan) dengan pengolahan data akhir menggunakan perangkat lunak SPSS.

Tabel 1. Rekap data *Pre-test* dan *Post-test*

NO	RESPONDEN	PRE-TEST	POST-TEST
1	A	4	13
2	B	4	14
3	C	9	16
4	D	6	15
5	E	6	15
6	F	6	14
7	G	5	14
8	H	5	14
9	I	5	13
10	J	5	13
11	K	9	15
12	L	4	16
13	M	5	15
14	N	4	15
15	O	5	14
16	P	4	15
17	Q	4	15
18	R	5	14
19	S	6	15
20	T	6	16

Tabel 2. Hasil Pengolahan Data Mean dengan SPSS

<i>Paired Samples Statistics</i>					
		<i>Mean</i>	<i>N</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error Mean</i>
<i>Pair 1</i>	<i>Pretest</i>	5,3500	20	1,46089	0,32667
	<i>Post_Test</i>	14,5500	20	0,94451	0,21120

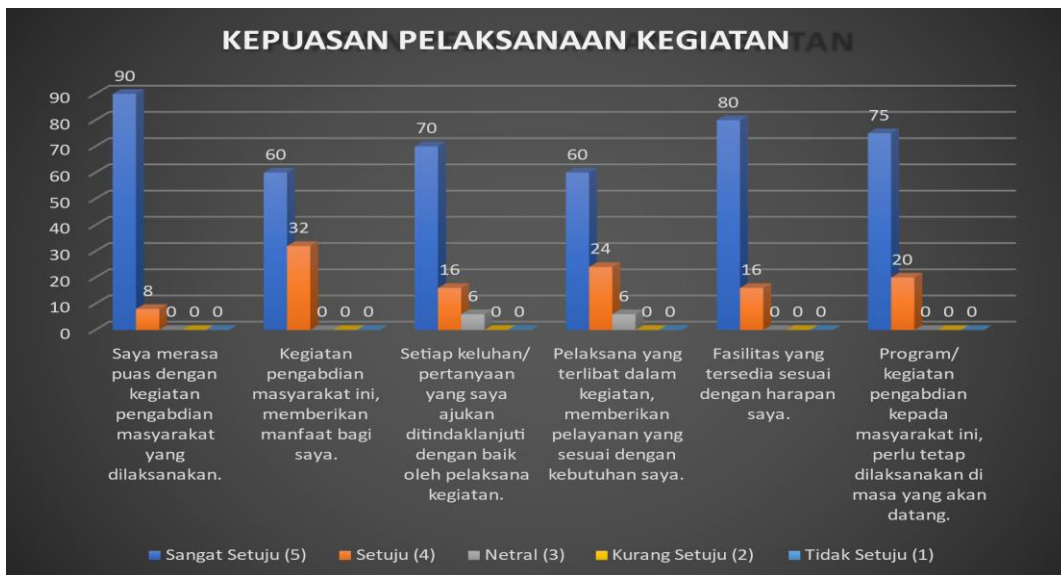
Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata atau mean untuk pretest lebih rendah yaitu sebesar 5,35. Sedangkan untuk nilai rata-rata post test sebesar 14,55. Hal ini memberi gambaran rata-rata total skor responden dari hasil jawaban yang mereka berikan pada pengisian kuesioner. Semakin tinggi skor yang mereka peroleh maka semakin tinggi tingkat pemahaman yang responden miliki. Nilai rata-rata skor yang dimiliki oleh responden lebih tinggi pada *post test* dibandingkan pada *pretest*. Sehingga dapat diduga bahwa terdapat peningkatan pemahaman responden/ peserta PkM setelah dilakukan kegiatan PkM. Jumlah sampel/responden (N) untuk kedua kelompok (*pre-test*

dan *post-test*) masing-masing 20 responden yang menunjukkan bahwa tidak ada data yang hilang pada poses ini. Pada kolom standar deviasi, *pre-test* memiliki nilai sebesar 1,461 dan *post-test* sebesar 0,945. Nilai standar deviasi ini menunjukkan lebar rentang variasi pilihan jawaban responden. Pada nilai *Standart Error Mean*, nilai *pre-test* dan *post-test* yaitu 0,327 dan 0,211. nilai ini menunjukkan deviasi standar dari distribusi mean sampel yang diambil dari suatu populasi. Semakin kecil kesalahan standar, semakin mewakili sampel dari keseluruhan populasi.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data uji-t dengan SPSS

<i>Paired Samples Test</i>									
		<i>Paired Differences</i>					<i>T</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
		<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error Mean</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>				
					<i>Lower</i>	<i>Upper</i>			
<i>Pair 1</i>	<i>Pretest - Post_Tes t</i>	-9,20000	1,43637	0,32118	-9,87224	-8,52776	28,644	19	0,000

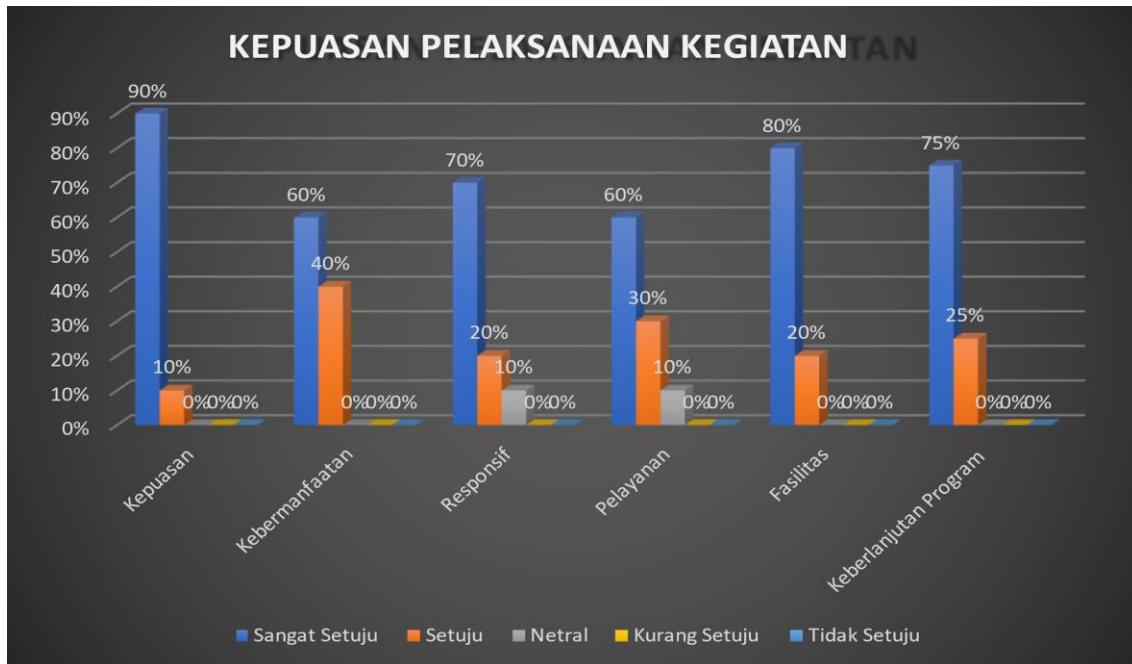
Pada Tabel 3 hasil uji-t berpasangan (*Paired Samples t-Test*) dengan tingkat keyakinan 95% didapatkan nilai *sig. 2 tailed* untuk kedua kelompok (*pre-test* dan *post-test*) adalah kurang dari 0,05 yaitu sebesar 0,00. Hasil ini menjelaskan bahwa terdapat perbedaan pemahaman antara kelompok *pretest* dengan kelompok *post test*. Perbedaan pemahaman yang dimiliki oleh peserta ini, membuktikan bahwa terdapat pengaruh pemberian pelatihan dan materi pada kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat. Tingkat pemahaman/ pengetahuan peserta sebelum dilaksanakan PkM dan setelah dilaksanakan PkM menjadi meningkat (Montolalu dan Langi, 2018).



Gambar 5. Hasil Pengukuran Kepuasan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Untuk mengukur kepuasan mitra terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat maka dilakukan pengukuran kepuasan mitra dengan mengajukan pertanyaan terkait pelaksanaan kegiatan dan berdasarkan variabel: Kepuasan, Kebermanfaatan, Responsif, Pelayanan, Fasilitas

dan Keberlanjutan Program (Tamsuri, 2022). Hasil pengukuran terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Kepuasan berdasarkan Variabel Pelayanan yang Diberikan.

5. Kesimpulan

Pemanfaatan Sel Surya sebagai penerangan pada tambak warga telah sukses dilaksanakan. Alat ditempatkan di satu tambak warga sebagai proyek percontohan penerapan energi baru terbarukan. Mitra warga Kampung Turungan Bontojai juga akan memperoleh pelatihan tentang cara perawatan alat tersebut sehingga masyarakat dengan mandiri akan menjaga keberlangsungan program kedepannya. Secara harian diperoleh manfaat berupa listrik gratis sebesar 400 Watt per hari untuk memenuhi kebutuhan penerangan tambak warga dan Alat elektronik dioperasikan sewaktu siang hari dengan memanfaatkan energi matahari langsung yang dikonversi dari arus DC sel surya ke arus AC menggunakan *inverter* 300 Watt. Kegiatan ini telah berhasil meningkatkan pemahaman warga yang terlihat dari hasil pengolahan data dengan SPSS pada *pre-test* dan *post-test* yang menunjukkan peningkatan pemahaman dengan nilai Mean 5,35 (*pre-test*) menjadi 14,55 (*post-test*). Keberhasilan kegiatan diukur dengan kuesioner kepuasan peserta terhadap kegiatan pengabdian yang dilakukan dan menunjukkan hasil 90% puas terhadap pelaksanaan kegiatan

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknik UNHAS yang telah menyediakan bantuan Skema Pengabdian LBE Inovasi Fakultas Teknik UNHAS Tahun 2023, Mitra warga Turungan Bontojai Kab. Pangkajene dan Kepulauan, Departemen Teknik Mesin dan kepada seluruh tim yang tergabung dalam tim pengabdian Kampung Turungan Bontojai.

Daftar Pustaka

BPS, (2022), Kelurahan Pangkajene dalam Angka 2022.

- Cahyono, Y., Puspitasari, S., Badri, G. S., Sukamto, H., Baqiya, M. A., Zainuri, M., Agus, P., & Pratapa, S., (2018). *Pilot Project Pemanfaatan Sel Surya sebagai Pembangkit Listrik Alternatif untuk Rumah Tangga Di Pulau Gili Iyang Sumenep*. Sewagati, 2(1), 30-35.
- Fitrianto, A., (2019). *Rancang Bangun Solar Cell Menggunakan Modul Surya 50 Wp Berbasis Arduino* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Harahap, P., (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya yang Dihasilkan dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), pp.73-80.
- Hayat, A., Sutreasman, O., Aminy, A. Y., Putra, A. E. E., Arma, L. H., Arsyad, H., ... & Rudi, R., (2022). Aplikasi Sel Surya untuk Penerangan Warga di Pulau Balang Caddi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. *Jurnal TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 224-235.
- Kaban, S.A., Jafri, M. and Gusnawati, G., (2020). Optimalisasi Penerimaan Intensitas Cahaya Matahari pada Permukaan Panel Surya (*Solar Cell*) Menggunakan Cermin. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 5(2), pp.108-117.
- Montolalu, C., & Langi, Y., (2018). Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (*Paired Sample T-Test*). *d'CARTESIAN: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, 7(1), 44-46.
- Musyafiq, A.A., Ilahi, N.A., Nugroho, A.A.D., Rahmawati, P., Rizqy, F.M., Shodikin, K.A.H.A.H. and Fitriati, R., (2023). *Teknologi Energi Baru Terbarukan: Sistem PLTS dan Penerapannya untuk Kesejahteraan Masyarakat*. RUBEQ ID.
- Pramita, G., Saniati, S., Assuja, M.A., Kharisma, M.P., Hasbi, F.A., Daiyah, C.F. and Tambunan, S.P., (2022). Pelatihan Sekolah Tangguh Bencana Di SMK Negeri 1 Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 3(2), pp.264-271.
- Rahayu, S.U., (2021). *Semikonduktor Natrium Antimon Sulfat (NaSbS₂) sebagai Material Penyerap Cahaya pada Quantum Dot-Sensitized Solar Cells (QDSSCs)*. Penerbit NEM.
- Sihotang, M. P., (2019). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Off-Grid System*.
- Tamsuri, A., (2022). Literatur Review Penggunaan Metode Kirkpatrick untuk Evaluasi Pelatihan di Indonesia. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(8), 2723-2734.
- Tarigan, E., (2020). *Diktat Energi Terbarukan*. Universitas Surabaya.