

# PkM Penerapan Panel Surya Untuk Penghematan Daya Operasional Agar Masyarakat Mendapatkan Harga Lebih Terjangkau Di Bandarjo, Ungaran Barat

<sup>1)</sup>Safira Fegi Nisrina\*, <sup>2)</sup>Cempaka Kumala Sari, <sup>3)</sup>Lawrence Adi Supriyono, <sup>4)</sup>Prasetyo Hartanto

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknologi Elektro Medis, Universitas Widya Husada Semarang, Semarang, Indonesia

<sup>3)</sup>Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Universitas Jakarta Internasional, Jakarta, Indonesia

<sup>4)</sup>Program Studi Manajemen, Universitas Jakarta Internasional, Jakarta, Indonesia

Email: [safira@uwhs.ac.id](mailto:safira@uwhs.ac.id)

## INFORMASI ARTIKEL

## ABSTRAK

### Kata Kunci:

Panel Surya  
Peternakan ikan  
Energi listrik  
Sirkulasi air  
Arduino Uno

Kelompok Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Widya Husada mengembangkan pemanfaatan panel surya untuk penghematan daya operasional terhadap peternakan ikan di Bandarjo, Ungaran Barat, di Bandarjo, Ungaran Barat masih mengandalkan suplai energi listrik dari PLN untuk pengairan di kolam. Oleh itu, karena kelompok Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Widya Husada telah membuat dan memasang sistem panel surya untuk menggerakkan pompa sirkulasi air, yang mana panel surya ini sebagai energi alternatif pengganti listrik dari PLN. Pada kegiatan pengabdian ini menggunakan Panel surya berkapasitas 200WP dengan baterai kapasitas 12,6Volt, 24000maH yang digunakan untuk mensuplai pompa air 12 Volt 22 Watt. Selain itu produk yang dihasilkan juga dilengkapi dengan sistem pengatur penyalan relay berbasis Arduino Uno. Sistem Arduino Uno ini digunakan untuk menangkap sensor suhu. Hasil rata-rata dari pengukuran daya panel surya setiap 30 menit sekali yaitu 24,48Watt per hari, kondisi tersebut saat dilakukan pengujian saat cuaca tidak cerah. Namun dalam hal tersebut masih dapat berubah-ubah untuk mendapatkan daya yang maksimal bergantung pada kondisi cuacanya terutama saat matahari terik. Pada kegiatan pengabdian ini telah menghasilkan kesimpulan menghemat biaya listrik jika dibandingkan dengan penggunaan energi listrik yang berasal dari PLN, hal ini sangat menguntungkan untuk petani ikan diantara keuntungannya adalah mengurangi tagihan listrik secara signifikan, sehingga harga jual ikan dapat lebih terjangkau, meningkatkan produksi ikan, dapat meningkatkan taraf hidup kesejahteraan para petani ikan dan memberikan inspirasi, ilmu dan contoh nyata bagi wilayah-wilayah disekitarnya dalam memanfaatkan teknologi energi terbarukan untuk mendukung kegiatan perekonomian.

## ABSTRACT

### Keywords:

Solar Panels  
Fish farming  
Electrical energy  
Water circulation  
Arduino Uno

The Community Service Implementation Group at Widya Husada University is developing the use of solar panels to save operational power for fish farms in Bandarjo, West Ungaran. In Bandarjo, West Ungaran, they are still supplying electrical energy from PLN for irrigation in ponds. Therefore, because the Widya Husada University Community Service group has created and installed a solar panel system to drive the air circulation pump, this solar panel is an alternative energy replacement for electricity from PLN. In this service activity, a 200WP capacity solar panel is used with a 12.6Volt, 24000maH battery which is used to supply a 12 Volt 22 Watt water pump. Apart from that, the resulting product is also equipped with an Arduino Uno-based relay ignition control system. This Arduino Uno system is used to capture temperature sensors. The average result of measuring solar panel power every 30 minutes is 24.48Watts per day, this condition was carried out when the weather was not sunny. However, this can still change to get maximum power depending on the weather conditions, especially when the sun is hot. This service activity has resulted in the conclusion of saving electricity costs when compared to the use of electrical energy originating from PLN, this is very profitable for fish farmers, among the advantages are reducing electricity bills significantly, so that the selling price of fish can be more affordable, increasing fish production, can improve the living standards of fish farmers and provide inspiration, knowledge and concrete examples for surrounding areas in utilizing renewable energy technology to support economic activities.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## I. PENDAHULUAN

Latar belakang dari kegiatan pengabdian ini didorong oleh semakin meningkatnya kebutuhan akan efisiensi penggunaan sumber daya energi dan air dalam perikanan. Namun, meskipun konsep penerapan panel surya dalam pengairan untuk sirkulasi ikan sudah diperkenalkan, namun implementasi yang komprehensif dan terintegrasi masih terbatas terutama untuk di daerah Kota Ungaran, Kecamatan Ungaran Barat

Dalam budidaya ikan, sirkulasi air menjadi hal yang sangat penting untuk keberlangsungan hidup dan kesehatan ikan, sehingga. Dalam budidaya ikan membutuhkan sirkulasi air setiap hari sekitar 8 jam per hari tepatnya pada siang hari. Oleh karena itu dibutuhkan pompa air untuk pengairan kolam ikan. Beberapa faktor dalam budidaya ikan yang menyebabkan ikan tidak sehat, yaitu karena penurunan temperatur yang drastis atau sebaliknya dan perubahan warna air yang terlalu pekat atau keruh. Kekeruhan air menyebabkan kondisi pH kolam ikan menjadi asam. Temperatur air yang optimal bagi ikan adalah antara 27°C - 32°C, sedangkan pH yang optimal adalah antara 6,5 – 7 Hal ini disampaikan pada kegiatan pengabdian terdahulu oleh (Bahtiar, 2023).

Peternakan ikan Bandarjo bertempat di Kota Ungaran, Kabupaten Semarang merupakan peternakan ikan yang memiliki warna air yang terlalu pekat atau keruh dikarenakan temperatur suhu yang menurun karena kurangnya pengairan, dalam kondisi ini sangat dibutuhkan pengairan menggunakan pompa untuk mengaliri air di kolam. Oleh karena itu dibutuhkan panel surya untuk untuk menggerakkan pompa sirkulasi air, yang mana panel surya ini sebagai energi alternatif pengganti listrik dari PLN (Wasono et al., 2024) .Manfaat yang didapat dari energi surya yaitu dapat menghemat biaya listrik jika dibandingkan dengan penggunaan energi listrik yang berasal dari PLN, hal ini sangat menguntungkan untuk petani ikan diantara keuntungannya adalah mengurangi tagihan listrik secara signifikan, sehingga harga jual ikan dapat lebih terjangkau, meningkatkan produksi ikan, dapat meningkatkan taraf hidup kesejahteraan para petani ikan dan memberikan inspirasi, ilmu dan contoh nyata bagi wilayah-wilayah disekitarnya dalam memanfaatkan teknologi energi terbarukan untuk mendukung kegiatan perekonomian mereka.

## II. MASALAH

Kelompok pengabdian masyarakat mengembangkan manfaat energi tenaga surya untuk peternakan ikan di Bandarjo, Ungaran Barat, Kab. Semarang. Desiminasi tepat guna ini memasang 2 buah panel surya 100WP. Permasalahan yang terjadi adalah para peternak ikan sebelumnya menggunakan listrik dari PLN untuk kebutuhan sistem pompa sirkulasinya, sehingga membutuhkan biaya yang cukup besar, Maka untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan memanfaatkan panel surya untuk mengurangi beban penggunaan listrik dari PLN. Oleh karena itu berlokasi di Kota Ungaran dengan keadaan peternakan ikan yang membutuhkan suplai air dari mata air , serta tempat yang memadai, maka panel surya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan pompa sirkulasi air

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang dilakukan meliputi perancangan, pemasangan panel surya sebagai sumber listrik untuk sistem pompa sirkulasi air.



Gambar 1. Lokasi dan Kondisi Peternakan Ikan Bandarjo

### III. METODE PENGABDIAN

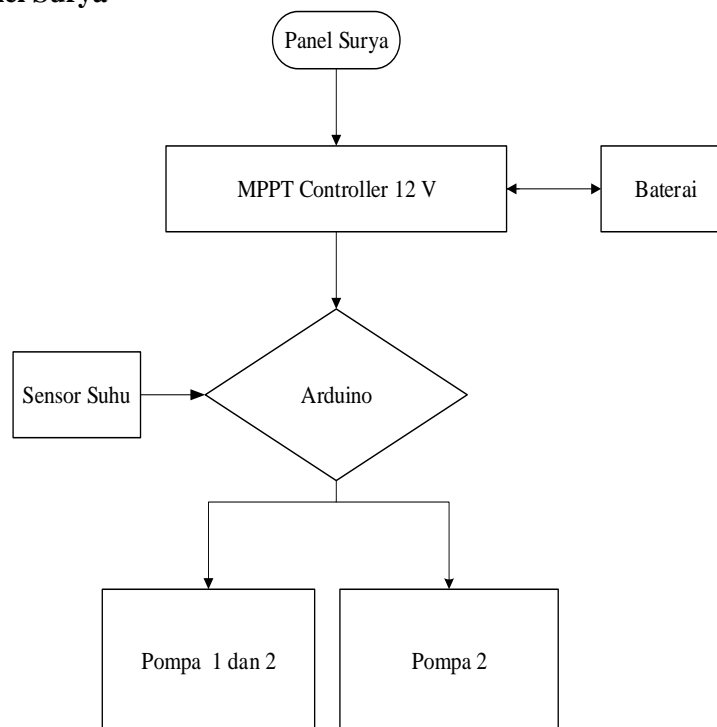
Metode yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian Dosen Teknik Listrik Polines ini antara lain:

1. Observasi  
Mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan yang ada di Bandarjo, Ungaran Barat terkait bidang energi dan teknologi dalam pengolahan peternakan ikan. Data yang didapatkan setelah observasi adalah dibutuhkan air, pompa, energi listrik, luas lahan, operasional kegiatan dalam beternak ikan.
2. Perancangan  
Perancangan dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat diantaranya adalah pembuatan sistem panel surya.
3. Pemasangan  
Melakukan pemasangan dan instalasi kelistrikan pada panel surya untuk suster pengairan kolam ikan.
4. Edukasi  
Memberikann edukasi, pemahaman teori, pemeliharaan panel surya kepada pengelola peternak ikan agar terciptanya keberlanjutan lebih baik.
5. Evaluasi  
Kegiatan PkM ini telah dievaluasi secara bertahap guna mengetahui ketercapaian indikator keberhasilan dengan cara melakukan pengecekan kesesuaian pekerjaan yang telah disesuaikan berdasarkan jadwal yang dibuat. Jadwal pekerjaan dibuat secara terperinci sehingga setiap kegiatan diharapkan dapat terpantau dan terselesaikan tepat waktu (Dwiyanti & Supriyono, 2020).

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan dalam perancangan pemasangan panel surya sebagai sumber listrik untuk sistem pompa air guna sirkulasi air pada peternakan ikan serta memberikan edukasi terhadap pengelola tentang penggunaan dan perawatan panel surya tersebut. Rancangan sistem panel surya dibuat untuk menyesuaikan kebutuhan diperlukan dalam sistem pengairan atau sirkulasi air untuk ikan. Diagram blok dapat dilihat pada Gambar 2.

#### A. Perencanaan Panel Surya



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Panel Surya

Panel surya bekerja berdasarkan besar kecilnya intensitas cahaya matahari yang mengenai panel surya, sehingga pada terminal panel surya menangkap elektron diubah menjadi energi potensial listrik Pada keluaran panel surya berpa sebuah arus searah (DC) yang besar tegangan keluaran panel tergantung dari jumlah sel

surya yang terpasang dan seberapa besarnya intensitas cahaya matahari yang dapat terserap panel surya tersebut (Fajaryanto and Prayitno 2017).

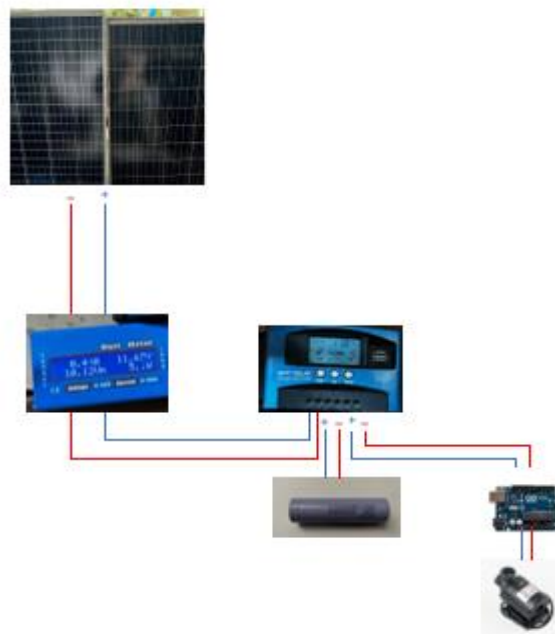
Panel surya ini menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan langsung ke sumber tegangan DC dengan arus dan tegangan yang lebih kecil, agar energi yang diperoleh bisa digunakan seperti saat berada konsisi malam hari saat panel surya tidak mendapatkan suplai sinat matahari (Adi et al., 2019). Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan menghasilkan daya maksimum yang ditangkap dan terukur pada MPPT atau biasa disebutdengan *solar charger controller* (Erik Susanto, 2022) , berfungsi untuk mengatur tegangan output panel surya dan arus yang masuk ke baterai secara otomatis, kemudian berfungsi juga sebagai pemutus tegangan dan arus dari panel surtya ke baterai (Adi et al., 2019)

Selanjutnya energi listrik yang dihasilkan dari panel surya terhubung dengan sebuah alat yaitu sebagai media penyimpanan, dalam hal ini menggunakan sebuah baterai, baterai pada sistem surya baterai digunakan sebagai komponen yang menyimpan energi arus searah (DC) saat siang hari, kemudian akan memasok ke beban listrik pada malam hari atau saat cuaca mendung (tidak cerah) (Gunoto & Sofyan, n.d.).

Panel surya yang bekerja menangkap panas dari sinar matahari sebagai input sensor suhu karena pada siang terik matahari, maka elektron puncak terpapar (Alim & Abd Halik Lateko, n.d.), pada hal ini aka nada dua keadaan, Keadaan pertama yaitu Ketika suhu dibawah batas, maka arduino akan mengatur penyalaan relay 1 sehingga beban pada pompa 1 dan 2 yang terhubung parallel akan menyala. Keadaan kedua yaitu pada saat sensor suhu memberikan input ke Arduino uno berlogika *High*, sehingga arduino uno mengatur penyalaan relay 2 untuk menyalakan pompa 3

## B. Pemasangan Panel Surya

Upaya penghematan listrik yang semula menggunakan energi listrik PLN digantikan dengan menggunakan panel surya 200 WP dengan tujuan utama membantu peternak ikan untuk menghemat dan menekan biaya listrik PLN, serta dapat menekan harga ikan supaya biaya operasional peternakan tidak tinggi. Rancangan sistem panel surya sebagai sumber listrik untuk sistem sirkulasi air kolam ikan ditunjukkan pada Gambar 3.



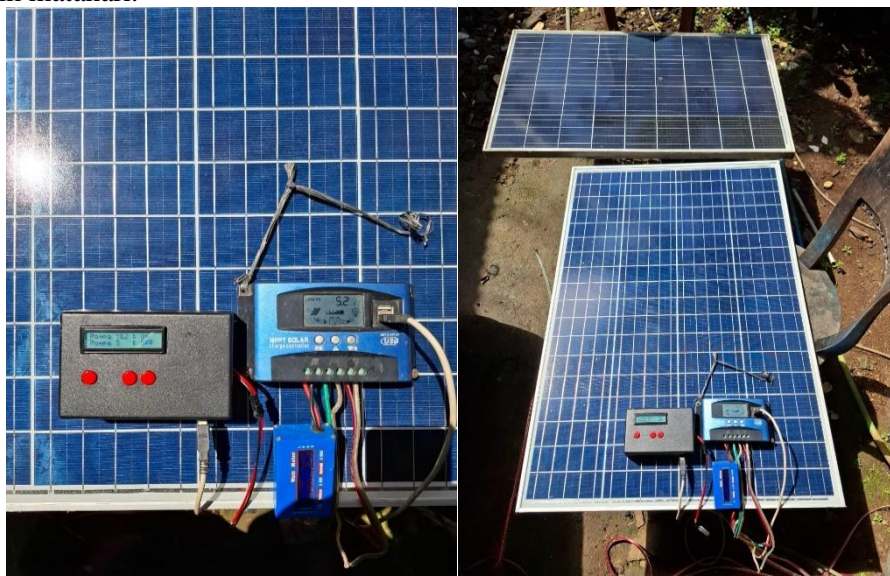
Gambar 3. Rancangan Panel Surya 200WP

Pemasangan panel surya 200 Wp dilaksanakan pada tanggal 27 April 2024 di Peternakan Ikan Bandarjo, Ungaran Barat. Pemasangan sistem panel surya 200 Wp telah terpasang diatap, dan sistem kontrol panel surya di rangan. Berikut Tabel 1 yang menunjukkan hasil pengukuran daya setiap 30 menit sekali dari jam 06.00 hingga 17.00 WIB.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Daya

No	Waktu	Arus	Tegangan	Daya
		A	V	Watt
1	06.00	0	11,55	0
2	06.30	0,1	11,58	1,15
3	07.00	0,31	11,7	3,62
4	07.30	0,67	11,9	7,97
5	08.00	0,66	11,45	7,55
6	08.30	1,18	11,6	13,68
7	09.00	2,17	12,07	26,19
8	09.30	3,14	12,59	39,53
9	10.00	2,61	12,56	32,78
10	10.30	3,19	12,82	40,89
11	11.00	5,23	12,25	64
12	11.30	5,3	12,3	65,19
13	12.00	5,26	12,15	63,91
14	12.30	5,23	12,35	64,59
15	13.00	3,35	11,74	39,33
16	13.30	3,27	11,67	38,16
17	14.00	3,5	11,63	40,71
18	14.30	0,42	12	5,04
19	15.00	0	10,35	0,00
20	15.30	0	11,62	0,00
21	16.00	0,44	11,67	5,13
22	16.30	0,32	11,52	3,69
23	17.00	0	10,94	0,00

Berdasarkan percobaan yang sudah dilakukan tim PkM melaksanakan pengujian dengan mengukur daya maksimal yaitu mulai pukul 06.00 sampai 17.00 WIB, pengukuran daya dilakukan setiap 30 menit sekali, sehingga menghasilkan daya rata-rata yaitu 24,48 Watt dengan intensitas cahaya rata-rata mendung atau tidak terlalu panas terik matahari.



Gambar 4. Foto Desain Panel Surya pada Peternakan



Gambar 5. Foto Kegiatan Penerapan Panel Surya pada Peternakan

Kemudian hasil daya maksimal yang bisa dihasilkan berdasarkan hasil pengujian yang sudah tercatat yaitu 65,19 Watt pada saat jam 10.30 WIB. Besaran energi listrik dari Panel Surya dipengaruhi oleh radiasi matahari yang diterima permukaan fotovoltaik. Cuaca juga mempengaruhi besarnya radiasi matahari yang sampai pada fotovoltaik (Wasono et al., 2024), Hal ini sejalan dengan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat milik (Bahtiar, 2023), pemasangan sistem panel surya 200 Wp, yang meliputi panel surya yang dipasang di atapgedung, sistem kontrol panel di ruangan. Daya yang dihasilkan pada saat pemasangan masih kecil yaitu 17,3 W.

Setelah pemasangan panel surya, selanjutnya dilakukan kegiatan kepada peternak ikan berupa penerapan panel surya sebagai sumber listrik untuk pompa air sirkulasi air pada kolam ikan, selain itu memberikan pemahaman bagaimana pemeliharaan sirkulasi air berbasis panel surya, serta memberikan pengetahuan berupa perhitungan. Berikut perhitungan asumsi yang sudah dilakukan uji coba pengukuran daya dalam waktu 1 hari (11 jam) dan perhitungan penghematannya.

**a. Perhitungan Watt Peak (WP) Dari Pengukuran Matahari dalam per Hari**

Perhitungan Watt Peak diambil dari sebanyak 23 data per 30 menit sekaligus dari jam 06.00 sampai 17.00 WIB. Kemudian nilai hasil pengukuran daya dirata-rata sehingga mendapatkan nilai daya 24,48 Watt.

$$\begin{aligned} & 0 + 1,15 + 3,62 + 7,97 + 7,55 + 13,68 + 26,19 + 39,53 \\ & \quad + 32,78 + 40,89 + 64 + 65,19 + 63,91 + 64,59 \\ t \text{ rata - rata} &= \frac{+39,33 + 38,16 + 40,71 + 5,04 + 0 + 0 + 5,13 + 3,69 + 0}{23} \\ &= \frac{563,11}{23} = 24,48 \text{ Watt} \end{aligned}$$

**b. Perhitungan Watt Peak (WP) Dari Pengukuran Matahari per Bulan**

$$\begin{aligned} P \text{ out total per bulan} &= 24,48 \text{ watt} \times 11 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 2 \text{ panel} \\ &= 16.156,8 \text{ Watt hour} \\ &= 16,1568 \text{ Kilo Watt hour (kWh)} \end{aligned}$$

**c. Perhitungan Biaya Ekonomis yang Dihasilkan Dari Pengukuran Matahari dalam per Bulan**

$$\begin{aligned} \text{Saving} &= 16,1568 \text{ kWh} \times 1.444,7 \text{ per kWh} \\ \text{Saving} &= \text{Rp. } 23.341,72 \end{aligned}$$

**d. Data Perhitungan Analisa Ekonomi Menggunakan Biaya Listrik per Kwh dari PLN dalam Hitungan per Bulan**

Analisa perhitungan secara ekonomi dari pembelian energi listrik PLN sebelum menggunakan sistem panel surya. Apabila dikonversikan ke nilai uang dengan asumsi per kWh sebesar Rp.1.444,7 (Nisrina, 2023). Dan menggunakan Daya Input 290 Watt diambil sesuai spesifikasi panel surya.

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= 290 \text{ watt} \times 11 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ &= 95.700 \text{ watt hour} \\ &= 95,7 \text{ kilo watt hour} \end{aligned}$$

**e. Perhitungan Biaya Ekonomis Menggunakan Biaya Listrik per Kwh dari PLN dalam Hitungan per Bulan**

$$\begin{aligned} \text{Saving} &= 95,7 \text{ kWh} \times 1.444,7 \text{ per kWh} \\ \text{Saving} &= \text{Rp. } 138.257,7 \end{aligned}$$

**f. Keuntungan Setelah Memakai Panel Surya**

Perhitungan ini diperoleh dari jumlah pemakaian listrik Ketika sebelum menggunakan panel surya diambil dari data tarif listrik PLN untuk per kWh nya dan dijumlahkan dengan hasil biaya sistem panel surya dengan yang sudah dilakukan pengujian selama kurang lebih 11 jam (06.00 sampai 17.00 WIB)

**$Biaya\ Total = Biaya\ listrik\ sebelumnya\ (PLN) + Biaya\ Sistem\ Panel$**

$$\begin{aligned}Biaya\ Total &= Rp. 138.257,7 + Rp. 23.341,72 \\ &= Rp. 161.599,4\end{aligned}$$

Dengan memakai besar penghematan sebelumnya, maka asumsi panel surya akan memproduksi energi listrik sejumlah 16,15 kWh, dengan daya tersebut, menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan sepenuhnya untuk perairan peternakan ikan, dengan harga listrik per kWh PLN sebesar Rp1.444,7/kWh, maka uang yang untuk membuat 2 unit panel surya 100WP tersebut sangat menguntungkan dan bisa balik modal, sehingga dapat menekan biaya produksi peternakan ikan.

**V. KESIMPULAN**

Kegiatan PkM yang sudah dilakukan yaitu merancang dan menerapkan panel surya 200WP pada budidaya ikan sebagai kebutuhan suplai energi listrik untuk sistem tersebut. Sebagai dasar bahwa besar kecilnya intensitas cahaya yang dihasilkan dari panel surya berpengaruh terhadap besar kecilnya daya maksimal atau daya puncak panel surya (Situngkir et al., 2018). Dari Hasil pengujian pengukuran telah tercatat bahwa daya listrik rata-rata yang dihasilkan 2 unit panel surya 100 Wp yaitu 24,48 Watt dalam keadaan mendung dan setelah diperhitungkan menghasilkan penghematan sebesar Rp. 161.599,4.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adi, B., Sundaru, S., Pambudi, P. E., & Mujiman, D. (2019). ANALISIS DAYA LISTRIK SOLAR CELL 100 WATT SEBAGAI BACKUP DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA DILENGKAPI DENGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS). In *Jurnal Elektrikal* (Vol. 6, Issue 1).
- Alim, N., & Abd Halik Lateko, A. (n.d.). ANALISIS PENGARUH SUHU KERJA PADA PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN DARI PANEL. *15*(1), 2023.
- Bahtiar, A. (2023). Pemasangan Panel Surya sebagai Sumber Energi Listrik Pompa Sirkulasi Air untuk Budidaya Ikan Mas. *Dharma Sainika: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *1*(1), 1–5. <https://doi.org/10.24198/sainika.v1i1.44663>
- Dwiyanti, M., & Supriyono, E. (2020). Pemanfaatan Solar Sel dan Budidaya Perikanan Sebagai Upaya Menuju Kemandirian Finansial di Sekolah KAMI Utilization of Solar Cells and Fisheries Culture as Efforts Towards Financial Independence in Sekolah KAMI. In *Jurnal Panrita Abdi* (Vol. 4, Issue 2). <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- Erik Susanto. (2022). LAPORAN TUGAS AKHIR ANALISA PENGARUH SISTEM PENDINGINAN RADIATOR TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA 100WP.
- Fajaryanto, W., & Prayitno, A. (2017). PENGUJIAN PANEL SURYA DINAMIK DAN STATIK DENGAN MELAKUKAN PERBANDINGAN DAYA OUTPUT. In *JOM FTEKNIK* (Vol. 4, Issue 2).
- Gunoto, P., & Sofyan, S. (n.d.). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100 Wp UNTUK PENERANGAN LAMPU DI RUANG SELASAR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN. *Sigma Teknika*, *3*(2), 96–106.
- Nisrina, S. F. (2023). Upaya Hemat Energi Listrik Rumah Tangga Di Rudenim. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, *4*(2), 1420–1426. <https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/1088/803>
- Situngkir, H., Fadlan Siregar, M., & Fadlan Siregar, M. (2018). Panel Surya Berjalan dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 3, Issue 3).
- Wasono, A., al Penerapan Rancang Bangun Plts Sistem Off-Grid Sebagai Kendali Penyiraman Otomatis Berbasis PLC Pada, et, Rancang Bangun PLTS Sistem Off-Grid Sebagai Kendali Penyiraman Otomatis Berbasis PLC Pada Perkebunan Widuri di Desa Wonokerto, P., Bancak, K., Semarang, K., Arvin Karuniawan, E., Hardito, A., Ridlo Pramurti, A., Jamaah, A., Adiwismono, A., Triyani, E., Chambali, M., Setijasa, H., Badruzzaman, Y., Studi ST Teknologi, P., & Kunci, K. (2024). Penerapan Rancang Bangun PLTS Sistem Off-Grid Sebagai Kendali Penyiraman Otomatis Berbasis PLC Pada Perkebunan Widuri di Desa Wonokerto, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang. *5*(2), 1985–1989. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v5i2.3145>