

OPTIMALISASI ENERGI SURYA PHOTOVOLTAIC POLYCRYSTALLINE UNTUK PENGHEMATAN DAYA DAN KEBERLANJUTAN BUDIDAYA IKAN LELE DI WONOASIH, PROBOLINGGO

OPTIMIZING POLYCRYSTALLINE PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY FOR POWER SAVINGS AND SUSTAINABLE CATFISH FARMING IN WONOASIH, PROBOLINGGO

Dyah Lestari^a

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

dyah.lestari.ft@um.ac.id

Hakkun Elmunsyah^b

Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

hakkun@um.ac.id

Sujito^c

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

sujito.ft@um.ac.id

Moh Zainul Falah^d

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

mzainulfalah@gmail.com

Tito Al Afrin Uwais^e

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

tito.uwais911@gmail.com

Abstrak

Wonoasih adalah sebuah desa yang terletak di Kecamatan Wonoasih, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Desa ini terletak di sebelah selatan Kota Probolinggo. Selain itu, desa ini juga terkenal dengan industri perikanan dan pertaniannya seperti pengolahan hasil laut ikan dan udang, serta budidaya pisang dan kelapa. Mata pencaharian masyarakat Wonoasih terdiri dari beberapa sektor, salah satunya adalah bergerak di bidang budidaya ikan. Budidaya ikan merupakan usaha yang sangat menguntungkan, karena selain hasilnya bisa dijual, sisanya bisa dimakan sendiri. Dalam budidaya ikan, ada dua kegiatan utama yang harus ditingkatkan secara bersamaan, yaitu usaha pembenihan dan pemeliharaan. Dalam budidaya ikan, sistem sirkulasi air menjadi faktor penting untuk dapat memproduksi ikan secara optimal. Ikan membutuhkan sirkulasi air hampir setiap hari, terutama pada siang hari, agar suhu kolam ikan tetap stabil. Bagi pembudidaya ikan air tawar khususnya ikan lele, energi listrik menjadi salah satu faktor terpenting dalam proses pemijahan atau pembenihan hingga panen ikan lele. Selain itu, kebutuhan akan listrik menjadi penting karena sudah menjadi kebutuhan primer. Listrik juga menjadi tulang punggung dalam menggerakkan roda perekonomian baik dalam skala mikro maupun makro. Permasalahan tersebut disampaikan oleh mitra Bapak Abdul Haris selaku pemilik usaha budidaya ikan lele di daerah Wonoasih Probolinggo karena

belum adanya peralatan yang memadai terkait sirkulasi air dan penggunaan energi secara mandiri. Dimana mitra menjaga sirkulasi air dengan cara mengurasnya secara berkala, dan dalam kelistrikan menggunakan sumber utama dari PLN. Polycrystalline photovoltaic (PV polikristalin) adalah jenis sel surya yang digunakan untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari. PV polikristalin terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon, yang dibentuk menjadi wafer kecil dengan kristal-kristal dengan arah yang berbeda yang digunakan dalam pembangkitan PLTS energi terbarukan. Pompa air berbasis PLTS polikristalin dapat meningkatkan kualitas dan sirkulasi air kolam lele serta mengurangi biaya produksi bulanan. Biaya listrik untuk lele pun bisa lebih murah.

Kata kunci: *PLTS Fotovoltaik Polikristalin, Pompa Air, Sirkulasi Air*

Abstract

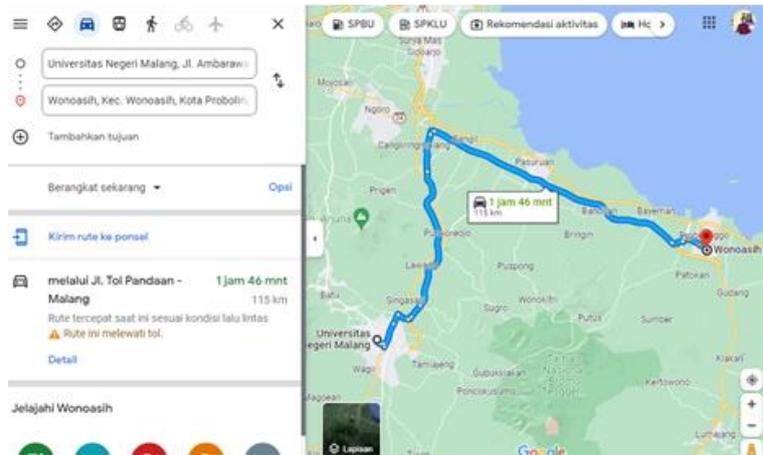
Wonoasih is a village located in Wonoasih sub-district, Probolinggo Regency, East Java. This village is located in the south of Probolinggo City. In addition, this village is also famous for its fisheries and agricultural industries such as processing seafood such as fish and shrimp, as well as cultivating bananas and coconuts. The livelihoods of the Wonoasih community consist of several sectors, one of which is engaged in fish farming. Fish farming is a very profitable business, because in addition to the results can be sold, the rest can be eaten by yourself. In fish farming, there are two major activities that must be increased simultaneously, namely seeding and rearing efforts. In fish farming, the water circulation system is an important factor in being able to produce fish optimally. Fish need water circulation almost every day, especially during the day, so that the temperature of the fish pond remains stable. For freshwater fish farmers, especially catfish, electrical energy is one of the most important factors in the spawning or seeding process until the harvest of catfish. In addition, the need for electricity is important because it has become a primary thing. Electricity is also the backbone in driving the wheels of the economy both on a micro and macro scale. That problem was conveyed by Mr. Abdul Haris partner as the owner of a catfish farming business in the Wonoasih Probolinggo area because there was no adequate equipment related to water circulation and independent energy use. Where partners maintain water circulation by draining it periodically, and in electricity using the main source from PLN. Polycrystalline photovoltaic (PV polycrystalline) is a type of solar cell used to generate electricity from sunlight. Polycrystalline PV is made of semiconductor materials such as silicon, which are formed into small wafers with crystals in different directions that are used in the generation of renewable energy PLTS. Polycrystalline PLTS-based water pumps can improve the quality and circulation of catfish pond water and reduce monthly production costs. Electricity for catfish can be cheaper.

Keywords: *Polycrystalline Photovoltaic PLTS, Water Pump, Water Circulation*

A. PENDAHULUAN

Kecamatan Wonoasih merupakan salah satu dari lima kecamatan yang ada di Kota Probolinggo. Kecamatan Wonoasih terletak pada 7° 48' Lintang Utara dan 113° 12' Bujur Timur, dengan ketinggian + 4 M di atas permukaan laut. Wonoasih adalah sebuah desa yang terletak di Kecamatan Wonoasih, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Desa ini terletak di sebelah selatan Kota Probolinggo dan berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah selatan. Desa Wonoasih memiliki banyak potensi wisata alam seperti Pantai Pasir Putih, Teluk Sepanjang, dan Goa China. Selain

itu, desa ini juga terkenal dengan industri perikanan dan pertaniannya seperti pengolahan hasil laut seperti ikan dan udang, serta budidaya pisang dan kelapa.



Gambar 1. Lokasi Mitra

Masyarakat Wonoasih memiliki mata pencaharian yang beragam, salah satunya adalah budidaya ikan (Triandi, 2018). Budidaya ikan merupakan usaha yang menguntungkan karena hasilnya dapat dijual dan dimakan sendiri (Oktrialdi, Harahap, Dewi, & Frapanti, 2022). Ada dua kegiatan utama dalam budidaya ikan, yaitu pembenihan dan pemeliharaan (Falah, Handoko, Syah, et al., 2023; Setyawan, Nakhoda, Widodo, & Soleh, 2019).

Sistem sirkulasi air dalam budidaya ikan merupakan hal yang penting, karena ikan membutuhkan sirkulasi air setiap hari untuk menjaga kestabilan suhu kolam (Aich, Nama, Biswal, & Paul, 2020; Bregnballe, 2022). Oleh karena itu, diperlukan pompa air dan jadwal yang terkontrol untuk waktu pengairan (Jamroen, Komkum, Fongkerd, & Krongpha, 2020; Roy, Misra, Raghuwanshi, & Das, 2020; Sharma & Kumar, 2021). Kebutuhan listrik juga sangat penting dalam budidaya ikan karena listrik merupakan tulang punggung penggerak perekonomian, baik dalam skala mikro maupun makro (Araujo, Silva, Cotas, & Pereira, 2022; Choudhary et al., 2021; Kafumukachemilu, 2021). Namun, ketergantungan terhadap sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti minyak bumi dan batu bara, menyebabkan biaya produksi listrik terus meningkat, sehingga berdampak pada masyarakat dan industri kecil dan menengah yang menggunakannya sebagai elemen utama dalam usahanya (Sudirman, Asyik, & Sayid, 2020). Sumber energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) fotovoltaik mengubah sinar matahari yang berlimpah menjadi listrik dengan biaya bahan bakar nol dan emisi yang hampir nol. Di lingkungan akuakultur pedesaan, PLTS menawarkan alternatif yang berkelanjutan untuk listrik jaringan, mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan.

Dalam budidaya ikan air tawar, khususnya ikan lele, energi listrik merupakan faktor terpenting dalam pembibitan, pembenihan, dan pemanenan ikan lele. Listrik digunakan untuk penerangan dan penyaringan air kolam ikan lele (Falah, Syah, Handoko, et al., 2023; Pratama, Kurnianto, & Faisal, 2022). Ketergantungan yang tinggi terhadap listrik membuat para pembudidaya lele hanya mengandalkan ketersediaan listrik dari PLN, sehingga sering terjadi pemadaman listrik, sirkulasi air yang tidak stabil, dan biaya produksi yang membengkak. Pengabdian kepada masyarakat ini mengatasi masalah tersebut dengan mengintegrasikan sistem PLTS ke dalam budidaya lele skala kecil, yang sangat sensitif terhadap gangguan listrik yang mempengaruhi sirkulasi air dan aerasi.



Gambar 2. Kolam budidaya ikan lele

Permasalahan tersebut disampaikan oleh mitra selaku pemilik usaha budidaya ikan lele di daerah Wonoasih Probolinggo karena belum adanya peralatan yang memadai terkait sirkulasi air dan penggunaan energi secara mandiri. Dimana mitra menjaga sirkulasi air dengan cara menguras secara berkala, dan dalam kelistrikan menggunakan sumber utama dari PLN. Oleh karena itu, mengintegrasikan PLTS dengan sistem pompa air kolam secara langsung berdampak pada efisiensi budidaya dengan menstabilkan jadwal aerasi, menjaga suhu kolam yang optimal, dan mengurangi waktu henti - yang pada akhirnya meningkatkan tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

Setelah melihat dan mempertimbangkan permasalahan yang dihadapi oleh mitra, yaitu sebuah teknologi atau sistem pompa air yang mampu mengatur sirkulasi air kolam lele untuk meningkatkan kualitas air. Penggunaan tenaga surya juga membantu menghemat biaya tagihan listrik dan lebih ramah lingkungan. Prinsip kerja PLTS dengan photovoltaic memanfaatkan energi surya. PLTS ini menggunakan *polycrystalline photovoltaic* untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung.

Photovoltaic polycrystalline (PV polycrystalline) adalah salah satu jenis sel surya yang digunakan untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari. *PV polycrystalline* terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon, yang dibentuk menjadi wafer-wafer kecil dengan kristal-kristal yang berbeda arah.

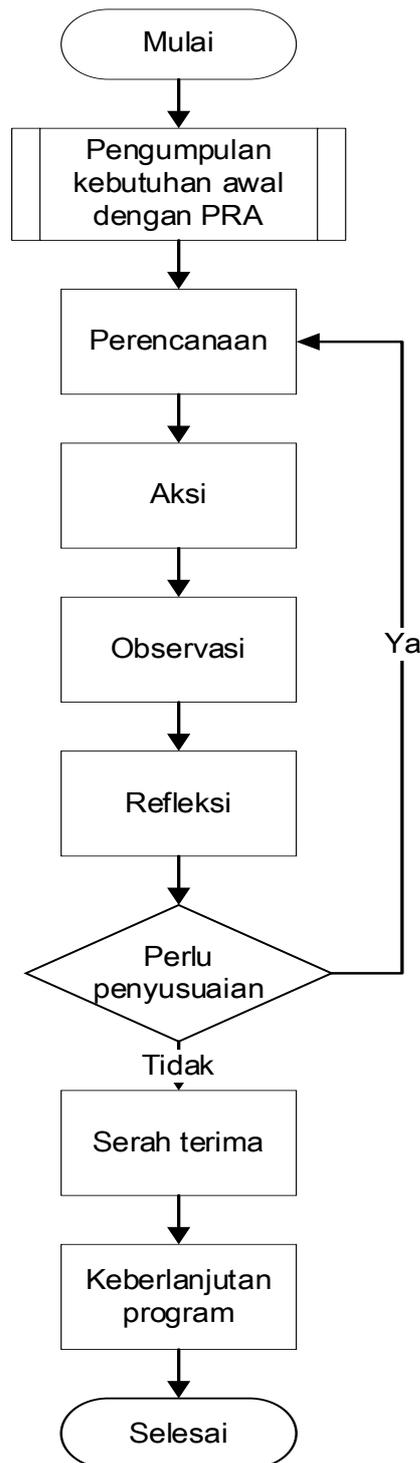


Gambar 3. *Photovoltaic Polycrystalline*

PV polycrystalline memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan jenis sel surya lainnya. Pertama, biaya produksi *PV polycrystalline* relatif lebih rendah dibandingkan dengan sel surya kristal tunggal (*monocrystalline*) karena proses pembuatannya lebih sederhana. Selain itu, *PV polycrystalline* juga lebih tahan terhadap kerusakan karena tidak memiliki satu kristal besar yang rentan terhadap retak atau patah. *Photovoltaic polycrystalline (PV polycrystalline)* digunakan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

B. METODE

Dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini, kami mengadopsi Metode pendekatan *hybrid* yang menggabungkan *Participatory Rural Appraisal (PRA)* untuk penilaian serta pengumpulan kebutuhan awal, dan *Participatory Action Research (PAR)* untuk siklus tahap perencanaan, aksi, observasi, dan refleksi. Metode pendekatan ini dipilih agar mitra peternak lele di Wonoasih, Probolinggo berpartisipasi aktif dan tercipta kolaborasi erat, sehingga solusi yang dihasilkan relevan dengan permasalahan, diterima masyarakat, dan berkelanjutan.



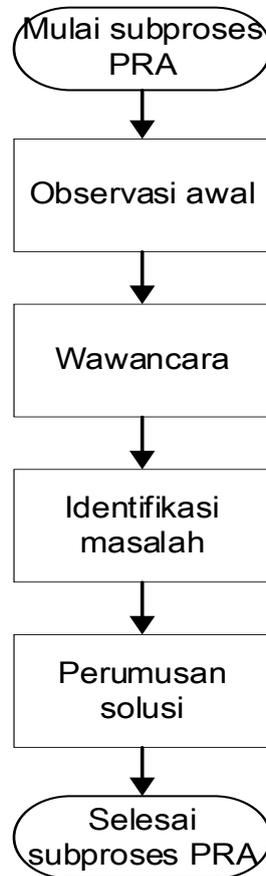
Gambar 4. Diagram alir Metode yang digunakan

1. Pengumpulan kebutuhan awal dengan PRA

Awal kegiatan dimulai dengan observasi kondisi awal pada mitra yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan mitra dan kendala yang sedang dihadapi oleh mitra. Untuk mendapatkan informasi lebih mendalam, wawancara dengan mitra langsung perlu dilakukan.

Dengan menggunakan pendekatan PRA di awal kegiatan, kami secara partisipatif

mengidentifikasi permasalahan utama terkait sirkulasi air dan ketergantungan pada listrik PLN, serta mendiskusikan solusi yang tepat berdasarkan kondisi mitra. Partisipasi mitra pada tahap ini penting untuk memastikan bahwa kebutuhan dan prioritas mereka menjadi dasar perencanaan proyek ke depannya.

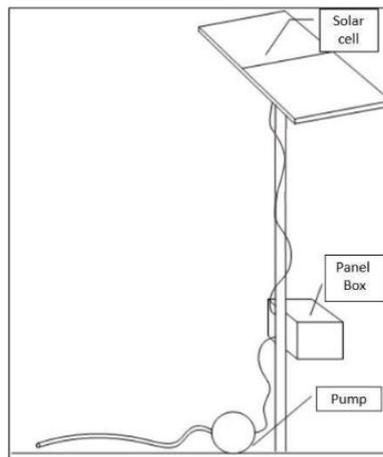


Gambar 5. Diagram alir pengumpulan kebutuhan awal dengan PRA

2. Siklus *Participatory Action Research* (PAR)

Setelah pengumpulan kebutuhan, dilanjutkan dengan tahap siklus PAR yang terdiri dari empat tahap utama yang meliputi:

- a. Perencanaan (*Planning*): Berdasarkan hasil PRA, kami berkolaborasi dengan mitra untuk merancang sistem pompa air bertenaga surya yang sesuai dengan kebutuhan. Proses perencanaan berlangsung dalam dua minggu, di mana mitra dilibatkan dalam menentukan spesifikasi teknis, lokasi pemasangan, dan jadwal pelaksanaan yang meliputi pelatihan perawatan pompa air kolam lele tenaga surya. Desain sistem dan perhitungan rancangan dilakukan dengan mempertimbangkan hasil observasi dan kondisi lokasi (Falah, Handoko, & Kurniawan, 2023).



Gambar 6. Desain Rancangan Pompa Air berbasis PLTS *Polycrystalline*

Desain teknis dan perhitungan sistem PLTS dihasilkan dari beberapa pertimbangan. Seperti pada gambar 6, pompa air memiliki sumber energi dari panel surya yang dilengkapi dengan inverter sehingga lebih efektif dan lebih ramah lingkungan. Inverter digunakan untuk mengubah arus DC menjadi arus AC karena pompa air menggunakan sistem AC. Baterai yang akan digunakan memiliki kapasitas 12v 100Ah. Menentukan jumlah baterai, yaitu dengan:

Jumlah Baterai = daya total : kapasitas baterai

Jumlah Baterai = 750 watt : (12v x 100Ah) = 0.6 pcs (dibulatkan menjadi 1 pcs)

Pada pengabdian masyarakat ini, kami menawarkan instalasi sistem pompa air tenaga surya dengan suplai 100Wp, dengan pompa berkapasitas 750 watt dengan kapasitas 250 ltr/min. Efektivitas rata-rata waktu sinar matahari bersinar di Indonesia yaitu 5 jam, dan 5 jam ini sudah menjadi ketetapan rumus efektivitas sinar matahari yang diserap oleh panel surya. Jika menggunakan panel surya berkapasitas 100 wp (*watt peak*), maka dalam sehari panel ini kurang lebih menghasilkan suplai sebesar 100 wp x 5 (jam) = 500 watt.

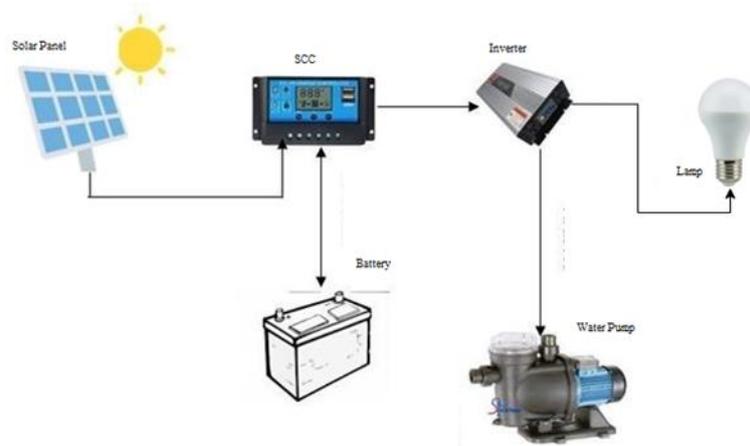
Untuk menentukan jumlah panel surya agar memenuhi daya yang dikeluarkan oleh pompa air dengan cara:

Jumlah panel surya = kapasitas pompa : *charging effective*

Jumlah panel surya = 750 watt : 5 jam = 150Wp

Jika panel surya yang digunakan memiliki kapasitas 100Wp, maka jumlah panel surya yang dibutuhkan, 150Wp : 100Wp = 1,5 pcs panel surya (dibulatkan menjadi 2 pcs panel surya berkapasitas 100Wp).

- b. Aksi (Action): Tahap ini mencakup instalasi sistem PLTS dan pelatihan penggunaan serta pemeliharaan pompa air bertenaga surya.
- i. Pelatihan pemasangan panel surya dan pemasangan pompa air tenaga surya. Mitra akan dibimbing untuk dapat menggunakan dan merawat pompa air tenaga surya. Mekanisme ini akan dilakukan langsung di lapangan. Pelatihan dilakukan dengan pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman, di mana mitra tidak hanya menerima informasi tetapi juga mempraktikkan keterampilan secara langsung.
 - ii. Penyesuaian lokasi pemasangan panel surya (Falah, Handoko, Sujito, dkk., 2023).
 - iii. Pemasangan Panel Surya: Dalam tahap ini, panel surya dipasang menggunakan rangka penyangga besi. Sebelum pembuatan rangka, tim bersama mitra menentukan sudut matahari yang optimal untuk memastikan panel surya menerima sinar matahari secara maksimal.
 - iv. Pemasangan modul pengisi daya dengan inverter dan baterai untuk penyimpanan daya dari panel surya
 - v. Pemasangan Pompa dan Filter Air: Pompa dan filter air dipasang untuk sirkulasi air kolam lele, dilengkapi dengan pemasangan pipa dari pompa ke fasilitas mitra.
 - vi. Pemeriksaan akhir, termasuk instalasi listrik dan kebocoran pipa.



Gambar 7. Instalasi Pompa Air dan Penerangan Berbasis PLTS *Polycrystalline*

- c. Observasi (*Observation*): Kami melakukan pengujian kinerja pompa air bertenaga surya bersama mitra, termasuk pengukuran efisiensi dan dokumentasi hasil. Mitra turut memantau kinerja sistem dan memberikan masukan langsung berdasarkan pengalaman mereka. Indikator kinerja utama meliputi:
- i. Stabilitas output listrik: varians tegangan/ arus panel surya harian $\leq 10\%$.

- ii. Metrik budidaya: $\geq 10\%$ peningkatan kadar oksigen terlarut harian dan $\geq 10\%$ peningkatan tingkat kelangsungan hidup
 - iii. Metrik ekonomi: Analisis biaya-manfaat sederhana membandingkan total biaya PLTS yang terpasang dengan penghematan PLN secara kumulatif selama tiga tahun, dengan menghitung nilai bersih sekarang (NPV) pada tingkat diskonto 5%.
- d. Refleksi (*Reflection*): Evaluasi bertahap dilakukan untuk menilai dampak proyek, diikuti dengan sesi mentoring untuk memastikan keberlanjutan. Mitra terlibat dalam mengevaluasi penghematan biaya operasional dan peningkatan produktivitas budidaya ikan lele. Data dari monitoring bulanan selama enam bulan menunjukkan pengurangan konsumsi listrik PLN sebesar 30-40%, penghematan biaya Rp 150.000-200.000 per bulan, dan peningkatan tingkat kelangsungan hidup ikan dari 70-75% menjadi 85%.
3. Serah terima dan pompa air tenaga surya dilakukan oleh perwakilan tim dengan para mitra.
 4. Keberlanjutan program. Proyek pengabdian masyarakat tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah jangka pendek, tetapi juga membutuhkan keberlanjutan jangka panjang. Pemantauan dan evaluasi rutin dilakukan pada tahap ini. Salah satu strategi keberlanjutan adalah dengan melakukan kunjungan pemantauan bulanan selama enam bulan dan monitoring pendampingan jarak jauh untuk memecahkan masalah pada sistem.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi efisiensi energi bagi UMKM ikan lele dengan memanfaatkan energi terbarukan dari panel surya. Kegiatan ini dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari pemasangan alat hingga penyerahan kepada mitra. Berikut ini adalah detail tahapan kegiatan ini:

Tahap Instalasi Peralatan di Mitra

Pada tahap ini, tim pengabdian masyarakat melakukan instalasi sistem panel surya fotovoltaik di lokasi budidaya ikan lele milik mitra di Wonoasih, Probolinggo. Proses instalasi meliputi pemasangan panel surya di lokasi yang strategis dengan paparan sinar matahari yang maksimal, serta pemasangan inverter dan sistem distribusi listrik yang terhubung dengan pompa air, aerator, dan peralatan lain yang dibutuhkan dalam budidaya lele. Instalasi ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi listrik PLN dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik utama. Instalasi ini memakan waktu 1 hari.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. (a) (b) (c) Instalasi PLTS

Sosialisasi Penggunaan Alat

Sosialisasi dilakukan pada saat instalasi selesai dilakukan, tim pengabdian masyarakat melakukan kegiatan sosialisasi kepada mitra mengenai cara penggunaan, perawatan, dan

pengelolaan sistem fotovoltaik. Sosialisasi ini meliputi penjelasan mengenai cara kerja panel surya, cara memonitoring output listrik yang dihasilkan, dan langkah-langkah perawatan dasar untuk menjaga keefektifan sistem dalam jangka panjang.



Gambar 9. Sosialisasi Penggunaan Alat

Penyerahan Peralatan

Penyerahan peralatan secara simbolis dilakukan sebagai tanda resmi bahwa para mitra kini telah memiliki sistem panel surya yang telah terpasang. Peralatan yang diserahkan meliputi panel surya, inverter, baterai, dan perangkat pendukung lainnya. Serah terima ini dilakukan dalam sebuah acara yang dihadiri oleh tim pengabdian, mitra, dan perwakilan dari masyarakat setempat.



Gambar 10. Serah Terima Peralatan

Tabel 1

Dampak atau manfaat sebelum dan sesudah menggunakan PLTS

Aspek	Sebelum Kegiatan	Setelah Kegiatan
Konsumsi Energi	Mengandalkan listrik dari PLN dengan biaya tinggi.	Menggunakan energi surya, mengurangi konsumsi listrik PLN sebesar 30-40%.
Biaya Operasional Listrik	Rata-rata Rp. 350.000 per bulan untuk listrik.	Penghematan sekitar Rp. 200.000 per bulan, menurunkan biaya listrik.
Ketersediaan Energi	Terbatas oleh jaringan listrik PLN dan rentan terhadap pemadaman listrik.	Aerasi yang lebih stabil, menjaga kualitas air yang optimal untuk pertumbuhan ikan.
Kualitas Air Kolam	Aerasi kolam tidak optimal karena keterbatasan energi.	Aerasi yang lebih stabil, menjaga kualitas air yang optimal untuk pertumbuhan ikan.
Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan	Tingkat kelangsungan hidup rata-rata adalah 70-75%.	Meningkat menjadi 85% karena kualitas lingkungan budidaya yang lebih baik.
Dampak Lingkungan	Emisi karbon yang tinggi dari penggunaan listrik berbasis fosil.	Mengurangi emisi karbon, mendukung lingkungan yang lebih berkelanjutan.
Penerimaan Teknologi di Masyarakat	Pemahaman dan penerapan energi terbarukan masih rendah.	Sambutan positif, peningkatan minat terhadap teknologi energi surya di masyarakat.

Sebelum kegiatan, budidaya ikan lele di Wonoasih, Probolinggo, sepenuhnya bergantung pada listrik PLN, yang tidak hanya mahal tetapi juga tidak stabil karena sering terganggu oleh pemadaman listrik. Ketergantungan ini membatasi sirkulasi air kolam, yang penting untuk kualitas air dan kesehatan ikan. Setelah implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis fotovoltaik polikristalin, konsumsi listrik PLN berkurang sebesar 30-40%, dengan energi surya menjadi sumber utama untuk pompa air. Ketersediaan energi juga menjadi lebih stabil, memungkinkan kualitas aerasi kolam yang konsisten dan optimal. Perubahan ini mengurangi risiko gangguan operasional, meningkatkan efisiensi energi, dan mendukung kemandirian energi petani lele.

Sebelum kegiatan, petani lele menghadapi biaya operasional listrik yang tinggi, rata-rata Rp 350.000 per bulan, yang menjadi beban signifikan bagi UMKM dengan margin keuntungan yang terbatas. Tingkat kelangsungan hidup ikan juga relatif rendah, hanya 70-75%, akibat aerasi yang tidak memadai dan kualitas air yang buruk. Setelah penerapan PLTS, biaya listrik berkurang

sekitar Rp 200.000 per bulan yang meningkatkan efisiensi ekonomi usaha. Secara bersamaan, tingkat kelangsungan hidup ikan meningkat menjadi 85% dikarenakan sirkulasi air yang lebih stabil. Penghematan biaya ini memungkinkan petani mengalokasikan dana untuk kebutuhan lain, seperti pakan atau perawatan kolam, sementara peningkatan kelangsungan hidup ikan langsung berkontribusi pada hasil panen yang lebih tinggi.

Sebelum kegiatan, kualitas air kolam lele tidak optimal karena aerasi yang terbatas, yang disebabkan oleh ketergantungan pada listrik PLN yang tidak stabil. Kadar oksigen yang rendah dan potensi kontaminasi air dapat menghambat pertumbuhan dan kesehatan ikan. Setelah implementasi PLTS, sistem pompa air bertenaga surya memungkinkan aerasi yang lebih teratur dan stabil, sehingga menjaga kualitas air pada tingkat optimal. Tabung filter yang terintegrasi dengan pompa juga memastikan air yang dialirkan ke kolam bersih dan bebas dari kontaminan kotoran. Perbaikan kualitas air ini menjadi penting karena sekaligus meningkatkan lingkungan kolam budidaya, yang pada akhirnya mendukung peningkatan tingkat kelangsungan hidup ikan dan produktivitas secara keseluruhan.

Sebelum kegiatan, penggunaan listrik PLN berbasis bahan bakar fosil menghasilkan emisi karbon yang tinggi, berkontribusi pada dampak lingkungan yang negatif, sementara pemahaman masyarakat tentang energi terbarukan masih rendah. Setelah proyek, penggunaan energi surya melalui PLTS secara signifikan mengurangi emisi karbon, mendukung lingkungan yang lebih berkelanjutan dan selaras dengan tujuan pembangunan hijau. Secara paralel, masyarakat menunjukkan sambutan positif terhadap teknologi ini, dengan peningkatan minat dan pemahaman tentang energi surya, didorong oleh pelatihan dan keterlibatan langsung dalam pemasangan serta pemeliharaan sistem.

Selama masa uji coba, masalah teknis seperti tegangan berlebih pada inverter dan panel yang kotor selama musim hujan ditemui. Masalah-masalah ini diatasi dengan meningkatkan spesifikasi kabel dari 4 mm² menjadi 6 mm² dan memperkenalkan jadwal pembersihan dua mingguan.

D. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berjalan dengan baik melalui tahapan-tahapan yang terstruktur dan berhasil mengintegrasikan teknologi energi terbarukan ke dalam UMKM budidaya ikan lele. Dengan demikian, kami mencapai pengurangan ketergantungan pada PLN sebesar 30-40% dan aerasi kolam yang lebih andal, memenuhi tujuan awal kami, sehingga terjadi penghematan biaya listrik sekitar Rp 150.000 per bulan. Panel surya ini memasok listrik untuk aerator dan pompa air, yang penting dalam menjaga kualitas air kolam, sehingga tingkat

kelangsungan hidup ikan lele meningkat dari 70-75% menjadi 85%. Penggunaan energi surya juga mendukung pengurangan emisi karbon, membantu menciptakan budidaya yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Program ini diterima dengan baik oleh masyarakat, terutama setelah adanya sosialisasi yang memberikan pemahaman mengenai manfaat jangka panjang dari teknologi ini, meskipun pada awalnya terdapat kekhawatiran mengenai biaya instalasi. Dampak positif ini menunjukkan bahwa energi terbarukan, khususnya *Photovoltaic polycrystalline*, merupakan solusi yang efektif dalam penghematan energi dan peningkatan produktivitas budidaya ikan lele. Keterbatasan termasuk variabilitas output musiman dari pengotoran panel dan kesalahan ukuran kabel awal, menyoroti perlunya pemeriksaan desain yang ketat. Tantangan dalam pemeliharaan sistem dapat diatasi dengan pelatihan yang tepat, teknologi ini menjanjikan keberlanjutan jangka panjang. Program ini memberikan contoh konkret bagaimana teknologi energi terbarukan dapat diterapkan di sektor perikanan untuk efisiensi dan lingkungan. Kami merekomendasikan untuk membentuk pemeliharaan lokal untuk pembersihan rutin, mengeksplorasi kapasitas baterai untuk aerasi malam, dan melakukan studi jangka panjang tentang pengurangan jejak karbon dan adopsi oleh masyarakat.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Negeri Malang atas dukungannya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada UMKM budidaya ikan lele di Probolinggo, atas ijin yang diberikan kepada tim pengabdian kepada masyarakat untuk melaksanakan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam pengabdian masyarakat ini, yang telah berperan dalam kelancaran dan kesuksesan kegiatan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aich, N., Nama, S., Biswal, A., & Paul, T. (2020). A review on recirculating aquaculture systems: Challenges and opportunities for sustainable aquaculture. *Innovative Farming*, 5(1), 17–24. Retrieved from <https://bioticpublications.com/journal-backend/articlePdf/273efa7b82.pdf>
- Araujo, G. S., Silva, J. W. A. da, Cotas, J., & Pereira, L. (2022). Fish farming techniques: Current situation and trends. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1598. doi: 10.3390/jmse10111598
- Bregnballe, J. (2022). *A guide to recirculation aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems*. Food & Agriculture Org. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=ienEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=The+importance+of+water+circulation+systems+in+fish+farming,+because+fish+need+water+circulation+every+day+to+maintain+a+stable+pond+temperature&ots=F0e3K4B0OA&sig=Kg83AI5dW7PPoBdNfAIYqMvbCIE>
- Choudhary, P., Khade, M., Savant, S., Musale, A., Chelliah, M. S., & Dasgupta, S. (2021). Empowering blue economy: From underrated ecosystem to sustainable industry. *Journal of Environmental Management*, 291, 112697. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112697

- Falah, M. Z., Handoko, W. T., & Kurniawan, R. (2023). Design and Construction of a Solar Power Plant (PLTS) in the 3T rea Tourist Houses of Gangga Murmas Trees Lombok Utara. *Journal Electrical and Computer Experiences*, 1(2), 53–60. doi: 10.59535/jece.v1i2.182
- Falah, M. Z., Handoko, W. T., Sujito, Syah, A. I., Muladi, & Afandi, A. N. (2023). Solar Panel Analysis for Forecasting Solar Irradiation Using Fuzzy Time Series and ANN Methods. *Journal Electrical and Computer Experiences*, 1(2), 61–68. doi: 10.59535/jece.v1i2.183
- Falah, M. Z., Handoko, W. T., Syah, A. I., Azizah, F. Z., Sujito, & Gumilar, L. (2023). Implementation Of Smart Farming Based Solar Cell System In Hydroponic In The Agricultural Area Of Blitar Village. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), 7015–7020. doi: 10.31004/cdj.v4i4.18161
- Falah, M. Z., Syah, A. I., Handoko, W. T., Laila, N. N., Faridah, F. N., & Muladi, M. (2023). Implementation of an IoT-Based Smart Water System as a Means in Monitoring the Use of Consumer Water Debit Using Photovoltaic in Seboro Village Probolinggo. *Bulletin of Community Engagement*, 3(2), 88. doi: 10.51278/bce.v3i2.864
- Jamroen, C., Komkum, P., Fongkerd, C., & Krongpha, W. (2020). An intelligent irrigation scheduling system using low-cost wireless sensor network toward sustainable and precision agriculture. *Ieee Access*, 8, 172756–172769. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3025590
- Kafumukachemilu, E. (2021). *Fish value chain dynamics: Livelihood opportunities and challenges for small-scale farmers in Lusaka district*. Retrieved from <https://dspace.unza.zm/server/api/core/bitstreams/7488db8a-908f-42eb-96a5-b69f8e876535/content>
- Oktrialdi, B., Harahap, P., Dewi, I., & Frapanti, S. (2022). Penerapan Solar Cell Pada Bkm Muhammadiyah Di Kota Medan Untuk Penunjang Program Budikdamber (Budidaya Ikan Dalam Ember). *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3(2), 309–320. doi: 10.53695/jas.v3i2.721
- Pratama, Y., Kurnianto, B. T., & Faisal, H. N. (2022). Analisis Usaha Benih Lele Sangkuriang (Clarias Garipinus) Pada Unit Pengembangan Budidaya Air Tawar Dinas Perikanan Kabupaten Tulungagung. *Jurnal AGRIBIS*, 8(2), 11–19. doi: 10.36563/agribis.v8i2.640
- Roy, S. K., Misra, S., Raghuwanshi, N. S., & Das, S. K. (2020). AgriSens: IoT-based dynamic irrigation scheduling system for water management of irrigated crops. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(6), 5023–5030. doi: 10.1109/JIOT.2020.3036126
- Setyawan, E. Y., Nakhoda, Y. I., Widodo, B., & Soleh, C. (2019). Alat Kontrol Temperatur Menggunakan Panel Surya untuk Mengurangi Tingkat Kematian pada Pembenihan Ikan Lele di Kabupaten Kediri. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(3), 313–320. doi: 10.30653/002.201943.159
- Sharma, B. B., & Kumar, N. (2021). IoT-based intelligent irrigation system for paddy crop using an internet-controlled water pump. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems (IJAEIS)*, 12(1), 21–36. doi: 10.4018/IJAEIS.20210101.0a2
- Sudirman, D. J., Asyik, N., & Sayid, A. (2020). Peningkatan Kapasitas Masyarakat Dalam Berternak Lele Melalui Pelatihan Pembuatan Pompa Sirkulasi Air Kolam Lele Berbasis Solar Sel Di Desa Mabung Kecamatan Baron Kabupaten Nganjuk. *Civitas Ministerium*, 2(01). Retrieved from <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/civitasministerium/article/view/3467>
- Triandi, R. J. (2018). *Kajian Pemasaran Ikan Untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Nelayan Dan Pengembangan Wilayah Di Kota Probolinggo* (PhD Thesis). Universitas Brawijaya. Retrieved from <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/13816>