

PENERAPAN TEKNOLOGI PLTS UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KOLAM IKAN DI DESA SAMPALI

Baharuddin¹, Muhammad Isnaini^{2*}, Muhammad Dani Solihin³

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

* Penulis Korespondensi : misnaini@unimed.ac.id

Abstrak

Program pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas kolam ikan di Desa Sampali melalui penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi tingginya biaya operasional, keterbatasan pengetahuan teknologi, akses finansial yang terbatas, kualitas air yang kurang optimal, dan minimnya infrastruktur energi yang andal. Solusi yang ditawarkan mencakup instalasi sistem PLTS, pelatihan teknologi, akses pembiayaan mikro, serta pendampingan teknis untuk pengelolaan kolam berbasis energi terbarukan. Hasil program menunjukkan bahwa penggunaan PLTS berhasil menurunkan biaya operasional hingga 50%, meningkatkan kualitas air dengan kadar oksigen terlarut stabil pada 6-8 mg/L, serta meningkatkan hasil panen ikan hingga 30%. Pelatihan dan pendampingan teknis juga berhasil meningkatkan pemahaman mitra terhadap teknologi PLTS, menciptakan kemandirian dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem. Selain itu, akses pembiayaan mikro memberikan solusi bagi keterbatasan finansial mitra, memungkinkan pengembangan kapasitas usaha dan optimalisasi infrastruktur. Program ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi PLTS yang terintegrasi dengan edukasi, pendampingan, dan akses finansial dapat menjadi solusi strategis untuk mendukung keberlanjutan usaha perikanan masyarakat. Hasil ini membuka peluang untuk replikasi program di wilayah lain dengan kondisi serupa, guna mendorong efisiensi energi, produktivitas ekonomi, dan keberlanjutan lingkungan.

Kata kunci: *PLTS, Produktivitas Kolam Ikan, Energi Terbarukan, Pemberdayaan Masyarakat, Desa Sampali*

Abstract

This community service program aims to enhance the productivity of fish ponds in Sampali Village through the application of Solar Power Plant (PLTS) technology. The main issues faced by the partners include high operational costs, limited technological knowledge, restricted financial access, suboptimal water quality, and inadequate energy infrastructure. The proposed solutions include the installation of PLTS systems, technology training, microfinance access, and technical assistance for the management of fish ponds based on renewable energy. The program results demonstrate that the utilization of PLTS successfully reduced operational costs by up to 50%, improved water quality with stable dissolved oxygen levels at 6-8 mg/L, and increased fish harvest yields by up to 30%. Training and technical assistance effectively enhanced the partners' understanding of PLTS technology, fostering independence in system management and maintenance. Additionally, access to microfinance addressed the financial constraints faced by the partners, enabling the expansion of business capacity and infrastructure optimization. This program highlights that the integration of PLTS technology with education, mentoring, and financial inclusion can serve as a strategic solution to support the sustainability of community-based aquaculture enterprises. The positive outcomes of this initiative present opportunities for replicating the program in other regions with similar conditions, promoting energy efficiency, economic productivity, and environmental sustainability.

Keywords: *PLTS, Fish Pond Productivity, Renewable Energy, Community Empowerment, Sampali Village*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi energi terbarukan telah menjadi salah satu fokus utama dalam menghadapi tantangan global terhadap perubahan iklim dan krisis energi. Salah satu teknologi yang semakin banyak digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Teknologi ini menawarkan solusi energi yang ramah lingkungan dan dapat diakses oleh komunitas di berbagai wilayah, termasuk daerah pedesaan. Menurut International Renewable Energy Agency (IRENA), energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan dengan pertumbuhan tercepat di dunia, dengan potensi besar untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui penyediaan energi yang bersih dan berkelanjutan (IRENA, 2020).

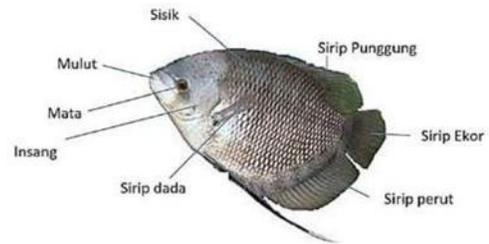
Desa Sampali, yang terletak di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, merupakan daerah yang strategis untuk kegiatan perikanan. Desa ini memiliki akses terhadap sumber daya air yang melimpah, menjadikannya lokasi yang ideal untuk budidaya ikan air tawar. Topografi Desa Sampali didominasi oleh lahan pertanian dan perikanan, yang mendukung kehidupan masyarakat setempat. Namun, keterbatasan infrastruktur energi sering menjadi penghambat dalam memaksimalkan potensi ekonomi wilayah ini. Menurut data, sektor perikanan menyumbang lebih dari 20% terhadap pendapatan masyarakat Desa Sampali, menunjukkan peranan pentingnya dalam perekonomian lokal (Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang, 2023).



Gambar 1. Peta Desa Sampali, Kec. Percut Sei Tuan (Gmaps: 2025)

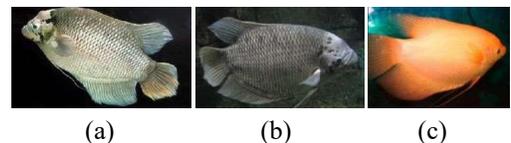
Ikan gurami (*Osphronemus Gouramy*) memiliki bentuk badan yang khas dengan bentuk tubuhnya relatif panjang, pipih, serta lebar (Sitanggang, 2005). Badannya ditutupi oleh sisik yang kuat dengan tepi yang kasar. Ikan ini memiliki ukuran mulut yang kecil yang letaknya agak miring dan tidak tepat di bawah ujung moncongnya. Bibir bawah terlihat sedikit lebih maju dibandingkan dengan bibir atas dan dapat disembulkan. Warna badan umumnya biru kehitaman, bagian perut berwarna putih, bagian punggung berwarna kecoklatan (Respati et al., 1993). Warna tersebut akan berubah menjelang dewasa, yakni pada bagian punggung berwarna kecoklatan dan pada bagian perut berwarna keperakan atau kekuningan.

Pada ikan gurame muda terdapat garis tegak berwarna hitam berjumlah $\pm 7-8$ buah dan akan tidak terlihat bila sudah menjadi ikan dewasa.



Gambar 2. Morfologi Ikan Gurame (Sitanggang, 2005)

Terdapat beberapa jenis ikan gurami yang umum dipelihara di Indonesia. Jenis-jenis tersebut dibedakan berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki masing-masing jenis ikan, baik dari warna, ukuran tubuh, tingkat pertumbuhan, maupun jumlah telur yang dihasilkan. Adapun jenis-jenis ikan gurami yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah gurami soang, gurami bastar, dan gurami padang (Sitanggang, 2005).



Gambar 3. Jenis-jenis Ikan Gurame (a) soang, (b) bastar, (c) padang (Agri, 2013)

Habitat asli ikan gurame adalah di perairan tawar yang tenang dan tergenang seperti pada perairan rawa dan sungai dengan mutu air yang baik dan jumlah kadar oksigen cukup. Apabila dibudidayakan di daerah dataran rendah dengan ketinggian 50–600 m dari permukaan laut ikan gurami akan berkembang dengan baik. Ikan gurame juga akan menunjukkan pertumbuhan optimal apabila dikembangkan di dataran dengan ketinggian 50-400 m dari permukaan laut dengan suhu 24-28°C (Agri, 2013).

Di Indonesia ikan gurame dijuluki sebagai Giant Gouramy karena ukurannya yang besar. Mulanya ikan gurame banyak ditemukan di pulau Sumatera, Jawa, dan Kalimantan. Namun karena banyak digemari oleh masyarakat karena rasanya yang enak dan gurih, ikan ini menjadi tersebar merata di seluruh Indonesia. Ikan gurame sudah banyak diperkenalkan ke negara lain sejak abad 18, seperti Madagaskar, Sychales, Australia, Srilanka, Mauritius, Suriname, Haiti, Martinique, dan Guyane (Robert, 1992).

Dalam budidaya ikan gurame, sistem sirkulasi air menjadi sebuah faktor yang penting untuk dapat menghasilkan ikan dengan maksimal. Ikan membutuhkan sirkulasi air hampir setiap hari tepatnya di waktu siang hari, agar kondisi temperatur kolam ikan tetap stabil (Kusumah et al., 2021). Oleh karena itu selalu dibutuhkan pompa air dan jadwal yang tepat serta terkontrol untuk

waktu pengairannya. Selain itu, penurunan temperatur yang drastis atau sebaliknya dan perubahan warna air yang terlalu pekat atau keruh. Kekeruhan air menyebabkan kondisi pH kolam ikan menjadi asam (Bahtiar et al., 2023). Ikan gurame memerlukan kondisi lingkungan yang stabil, dengan suhu air optimal antara 25-30°C, pH 6,5-7,5, dan kadar oksigen terlarut yang memadai (Sari, D., et al, 2021). Untuk mendukung pertumbuhan yang optimal, kualitas air di kolam harus dijaga melalui sistem aerasi dan sirkulasi yang baik.

Pompa air menjadi salah satu alat penting dalam budidaya ikan gurame. Pompa ini digunakan untuk menjaga sirkulasi air, mengurangi konsentrasi limbah, dan memastikan distribusi oksigen yang merata di dalam kolam. Namun, penggunaan pompa air konvensional sering kali menghadapi kendala biaya operasional yang tinggi, terutama jika menggunakan listrik PLN atau bahan bakar fosil. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang efisien dan ekonomis untuk mendukung keberlanjutan budidaya ikan gurame di Desa Sampali.

PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama. Komponen utama PLTS meliputi panel surya (fotovoltaik), inverter, baterai penyimpanan energi, dan sistem kontrol. Panel surya berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik, sedangkan inverter mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh perangkat elektronik (Kalogirou, 2023).

Keunggulan utama PLTS adalah sifatnya yang ramah lingkungan, hemat biaya jangka panjang, dan tidak memerlukan bahan bakar. Dalam konteks pedesaan, PLTS sangat cocok digunakan karena dapat diinstalasi di lokasi terpencil tanpa perlu jaringan listrik PLN. Selain itu, teknologi ini memiliki umur pakai yang panjang, dengan panel surya yang dapat beroperasi hingga 25 tahun dengan perawatan minimal (IRENA, 2020).

Dalam implementasi untuk sistem pompa air, PLTS dapat menyediakan energi yang stabil untuk mendukung operasional pompa, baik untuk kebutuhan sirkulasi air maupun aerasi di kolam ikan. Teknologi ini juga dapat dilengkapi dengan baterai penyimpanan untuk memastikan ketersediaan energi selama 24 jam, termasuk di malam hari atau saat cuaca mendung.

Penggunaan PLTS dalam sektor perikanan memiliki berbagai manfaat yang signifikan, baik dari segi ekonomi, lingkungan, maupun sosial. Secara ekonomi, PLTS dapat mengurangi biaya operasional yang selama ini menjadi beban bagi para peternak ikan. Menurut penelitian (Zhao et al, 2021), sistem PLTS mampu menghemat hingga 50% biaya energi dibandingkan dengan penggunaan listrik konvensional atau bahan bakar diesel.

Dari sisi lingkungan, PLTS berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan polusi udara. Sektor

perikanan, meskipun tidak termasuk dalam kategori industri besar, tetap memberikan dampak lingkungan jika menggunakan bahan bakar fosil secara intensif. Dengan beralih ke energi surya, para peternak ikan dapat berpartisipasi dalam mitigasi perubahan iklim.

Manfaat sosial dari PLTS juga tidak kalah penting. Dengan menyediakan akses energi yang mandiri, PLTS dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Adopsi teknologi energi terbarukan sering kali membuka peluang kerja baru, meningkatkan keterampilan masyarakat, dan memperkuat ekonomi lokal (Singh et al, 2020).

Di Desa Sampali, penerapan PLTS untuk pompa kolam ikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan gurame. Dengan memanfaatkan energi matahari yang melimpah, sistem ini dapat memastikan sirkulasi air yang optimal di kolam, sehingga mendukung pertumbuhan ikan yang lebih sehat dan cepat. Selain itu, keberlanjutan sistem ini sejalan dengan visi pemerintah untuk mendorong penggunaan energi terbarukan di sektor pertanian dan perikanan.

Mitra dalam program ini, yaitu kelompok peternak ikan di Desa Sampali, menghadapi sejumlah permasalahan yang signifikan. Beberapa di antaranya adalah:

1. Tingginya Biaya Operasional

Biaya listrik untuk menjalankan pompa air dan sistem aerasi menjadi beban utama bagi para peternak. Penggunaan bahan bakar fosil sebagai alternatif juga tidak ekonomis, terutama dengan fluktuasi harga bahan bakar yang sering kali tidak terprediksi.

2. Keterbatasan Pengetahuan Teknologi

Sebagian besar peternak belum familiar dengan teknologi PLTS, baik dari segi instalasi, pengoperasian, maupun perawatan. Hal ini membuat mereka ragu untuk mengadopsi teknologi baru tanpa adanya pendampingan teknis.

3. Keterbatasan Akses Finansial

Investasi awal untuk pemasangan sistem PLTS masih dianggap mahal oleh sebagian besar peternak. Meskipun teknologi ini ekonomis dalam jangka panjang, keterbatasan modal menjadi hambatan utama dalam implementasi.

4. Kualitas Air yang Tidak Optimal

Dalam beberapa kasus, kualitas air di kolam ikan kurang terjaga akibat kurangnya sirkulasi yang efisien. Hal ini berdampak pada pertumbuhan ikan gurame, yang membutuhkan kondisi lingkungan tertentu untuk berkembang dengan baik.

5. Minimnya Infrastruktur Energi yang Andal

Ketergantungan pada jaringan listrik PLN sering kali tidak dapat diandalkan, terutama saat terjadi pemadaman. Kondisi ini mengganggu operasional kolam

ikan, yang memerlukan pasokan energi yang stabil untuk menjaga kualitas air.

Dengan mengidentifikasi permasalahan ini, program pemanfaatan PLTS di Desa Sampali bertujuan untuk memberikan solusi yang tepat dan berkelanjutan. Teknologi PLTS dapat membantu mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi sistem sirkulasi air, dan memberikan edukasi kepada peternak untuk mendukung adopsi teknologi energi terbarukan.

Namun, untuk memastikan keberhasilan implementasi PLTS di Desa Sampali, diperlukan langkah-langkah strategis, termasuk edukasi dan pelatihan kepada masyarakat tentang pengoperasian dan perawatan sistem. Selain itu, dukungan finansial dari pemerintah atau lembaga swasta juga penting untuk membantu masyarakat mengatasi investasi awal yang cukup besar. Dengan pendekatan yang komprehensif, Desa Sampali dapat menjadi contoh sukses penerapan teknologi energi terbarukan dalam sektor perikanan.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan

Untuk menunjang keberhasilan kegiatan pengabdian ini, diperlukan berbagai alat dan bahan yang mendukung instalasi sistem PLTS. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini dijelaskan sebagai berikut.

Alat dan Bahan	Jumlah
Panel Surya 100WP	2 unit
Solar Charger Control 30 A-12/24 Volt	1 unit
Inverter 12V 600 Watt-12V	1 unit
Pompa Air Sirkulasi	2 unit
Charge Controller	1 unit
Aerator	5 unit
Peralatan Instalasi	1 paket
Rangka Besi / Penyangga Panel Surya	2 unit
Kabel Listrik (DC dan AC)	Secukupnya
Pipa PVC dan Fitting.	Secukupnya
Sekrup, Baut, dan Mur	Secukupnya
Isolasi Listrik dan Selongsong Kabel	Secukupnya

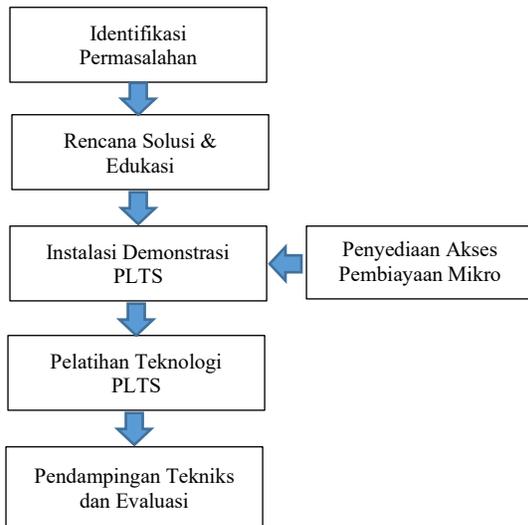
Metode

Pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk membantu peternak ikan di Desa Sampali dalam mengatasi tantangan operasional dan meningkatkan produktivitas melalui penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Kegiatan ini berfokus pada pemberdayaan peternak dengan memberikan edukasi, solusi teknologi, dan pendampingan teknis yang berkelanjutan. Kami percaya bahwa kolaborasi aktif antara tim pengabdian dan mitra peternak akan menjadi kunci keberhasilan dalam menciptakan lingkungan budidaya ikan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan ekonomis. Berikut adalah tabel solusi untuk setiap permasalahan yang telah diidentifikasi:

Tabel 1. Alat dan bahan

Tabel 2. Metode pelaksanaan kegiatan program kemitraan masyarakat

Permasalahan	Solusi	Partisipasi Mitra
Tingginya Biaya Operasional	<ul style="list-style-type: none"> Penerapan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) untuk mengurangi biaya listrik konvensional. 	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan lahan untuk pemasangan PLTS. Memberikan data kebutuhan energi untuk operasional kolam ikan.
Keterbatasan Pengetahuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> Pelatihan tentang teknologi PLTS dan cara penggunaannya. Penyuluhan pengelolaan kolam ikan berbasis energi terbarukan. 	<ul style="list-style-type: none"> Menghadiri pelatihan dan penyuluhan. Mengimplementasikan pengetahuan baru dalam operasional sehari-hari.
Keterbatasan Akses Finansial	<ul style="list-style-type: none"> Membantu mengakses program hibah/dana CSR dari pemerintah atau perusahaan. Skema pembiayaan mikro berbasis komunitas. 	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun proposal bersama tim pengabdian. Berkoordinasi dengan lembaga keuangan lokal.
Kualitas Air yang Tidak Optimal	<ul style="list-style-type: none"> Instalasi sistem aerasi berbasis PLTS untuk meningkatkan oksigen dalam air. Monitoring kualitas air dengan sensor otomatis. 	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan laporan kondisi air sebelum dan sesudah intervensi. Menjaga kebersihan kolam secara rutin.
Minimnya Infrastruktur Energi yang Andal	<ul style="list-style-type: none"> Membangun sistem PLTS yang terintegrasi dengan kebutuhan operasional kolam. Pemeliharaan PLTS secara berkala. 	<ul style="list-style-type: none"> Mendukung proses pembangunan infrastruktur PLTS. Membantu dalam pemeliharaan dan pengoperasian PLTS.



Gambar 4. Flowchart kegiatan pengabdian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Di rumah Bapak Syahrani di Jalan Meranti Desa Sampali Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang program kemitraan kepada masyarakat berjalan dengan baik. Sebanyak 10 orang warga sekitar menghadiri acara tersebut, yang juga ingin melihat dan belajar tentang proses pembuatan pelet/pakam ayam. Adapun hasil kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1) Identifikasi Masalah

Kegiatan diawali dengan identifikasi permasalahan yang dihadapi petani ikan gurame di Desa Sampali. Tim melakukan survei langsung ke lokasi budidaya untuk memahami tantangan utama yang dihadapi oleh petani dalam mengelola sistem sirkulasi air pada kolam budidaya. Beberapa aspek yang dianalisis meliputi ketersediaan listrik, biaya operasional, dan efisiensi sistem sirkulasi yang digunakan. Dalam proses identifikasi ini, tim melakukan wawancara dengan beberapa petani ikan guna mendapatkan data primer terkait konsumsi listrik harian, pola penggunaan pompa air, serta kendala teknis yang sering muncul. Selain itu, tim juga mengumpulkan data sekunder dari sumber terkait untuk memahami bagaimana implementasi energi terbarukan dapat menjadi solusi yang tepat bagi mereka.

Selain faktor teknis, tim juga mengkaji dampak sosial dan ekonomi dari ketergantungan petani terhadap listrik konvensional. Beberapa petani mengeluhkan biaya listrik yang tinggi serta keterbatasan akses listrik yang sering mengalami gangguan, terutama pada musim kemarau ketika debit air menurun dan kebutuhan pompa air meningkat. Situasi ini menjadi dasar pertimbangan utama dalam merancang solusi berbasis PLTS sebagai sumber energi alternatif yang lebih stabil dan berkelanjutan.

Selanjutnya, tim melakukan pengukuran potensi energi matahari di lokasi budidaya untuk memastikan kelayakan penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pengukuran ini mencakup pencatatan intensitas cahaya matahari, durasi penyinaran optimal per hari, serta potensi daya yang dapat dihasilkan dari sistem panel surya. Dengan data ini, tim dapat memperkirakan kapasitas sistem PLTS yang dibutuhkan untuk mendukung operasional pompa sirkulasi air secara optimal.

Hasil identifikasi permasalahan ini menjadi dasar dalam perancangan solusi dan implementasi teknologi PLTS yang sesuai dengan kebutuhan petani ikan gurame di Desa Sampali. Data yang dikumpulkan juga digunakan untuk menyusun strategi edukasi dan pelatihan guna memastikan keberlanjutan penggunaan teknologi ini di masa mendatang.



Gambar 5. Keadaan kolam mitra

2) Rencana Solusi dan Edukasi

Setelah mengidentifikasi permasalahan, tim merancang solusi yang berfokus pada pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi listrik alternatif untuk pompa sirkulasi air. Solusi ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan petani pada listrik konvensional yang biaya operasionalnya cukup tinggi serta meningkatkan efisiensi budidaya ikan.

Sebagai bagian dari implementasi solusi, dilakukan edukasi kepada petani ikan melalui serangkaian penyuluhan dan pelatihan mengenai konsep energi terbarukan, manfaat PLTS, dan cara penerapannya dalam usaha perikanan. Materi penyuluhan mencakup:

- a) Pengenalan Teknologi PLTS: Penjelasan dasar mengenai cara kerja panel surya, komponen utama sistem PLTS, dan keunggulan penggunaannya dalam sektor perikanan.
- b) Keuntungan Penggunaan PLTS: Analisis manfaat seperti pengurangan biaya listrik, keberlanjutan lingkungan, serta ketahanan energi bagi petani ikan.
- c) Studi Kasus dan *Best Practices*: Penyampaian contoh keberhasilan penerapan PLTS di bidang perikanan dan sektor lain yang relevan.
- d) Simulasi Perhitungan Efisiensi Energi: Pelatihan mengenai cara menghitung kebutuhan energi pompa

sirkulasi air, kapasitas panel surya yang dibutuhkan, serta perhitungan penghematan biaya operasional.

Selain penyuluhan, diadakan workshop interaktif yang melibatkan petani ikan dalam memahami langsung aspek teknis pemasangan dan pemeliharaan PLTS. Workshop ini bertujuan untuk meningkatkan kesiapan dan keterampilan petani dalam mengelola sistem energi terbarukan secara mandiri. Dengan adanya edukasi ini, diharapkan para petani ikan dapat lebih siap dan percaya diri dalam mengadopsi teknologi PLTS sebagai solusi berkelanjutan untuk usaha budidaya mereka.



Gambar 6. Proses pembuatan kolam ikan

3) Instalasi Demonstrasi PLTS

Pada tahap ini, tim melakukan pemasangan sistem PLTS secara bertahap untuk memastikan fungsionalitas yang optimal. Proses instalasi dimulai dengan survei lokasi untuk menentukan titik pemasangan panel surya yang mendapatkan paparan sinar matahari maksimal. Panel surya kemudian dipasang pada struktur penyangga yang kuat dan diarahkan sesuai dengan sudut optimal untuk menangkap sinar matahari sepanjang hari.



Gambar 7. Instalasi panel surya

Setelah pemasangan panel, dilakukan instalasi inverter yang berfungsi mengubah energi listrik dari panel surya menjadi daya yang sesuai untuk mengoperasikan pompa sirkulasi air. Selain itu, sistem penyimpanan energi seperti baterai dipasang untuk memastikan pasokan listrik tetap tersedia saat sinar matahari tidak cukup, misalnya pada malam hari atau saat cuaca mendung.

Selanjutnya, dilakukan koneksi antara sistem PLTS dengan pompa sirkulasi air. Uji coba sistem dilakukan dengan menghidupkan pompa menggunakan energi dari PLTS untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik. Pengukuran dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi konversi energi serta daya yang dihasilkan dari panel surya.

Selain pemasangan teknis, tim juga memberikan pelatihan singkat kepada petani ikan mengenai cara mengoperasikan dan merawat sistem PLTS. Materi pelatihan meliputi:

- a) Cara membersihkan panel surya untuk menjaga efisiensi penyerapan energi.
- b) Pemeriksaan rutin inverter dan koneksi listrik untuk menghindari gangguan sistem.
- c) Pengelolaan dan pemeliharaan baterai agar daya tahan penyimpanan energi tetap optimal.

Dengan adanya demonstrasi dan uji coba ini, petani ikan dapat langsung melihat bagaimana sistem PLTS bekerja dalam mendukung operasi pompa sirkulasi air, sekaligus memahami langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga keberlanjutan sistem ini.

4) Pelatihan Teknologi PLTS

Pelatihan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan komponen krusial dalam program ini, bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani ikan dalam mengoperasikan sistem PLTS. Berikut adalah beberapa aspek penting dari pelatihan ini:

- a) Materi Pelatihan:
 - Pengoperasian Sistem: Peserta dilatih untuk memahami cara kerja sistem PLTS, termasuk cara menghidupkan dan mematikan sistem, serta cara memantau kinerja panel surya.
 - Perawatan Rutin: Pelatihan mencakup teknik perawatan yang diperlukan untuk menjaga sistem PLTS agar tetap berfungsi dengan baik, seperti pembersihan panel surya dan pemeriksaan komponen listrik.
 - Troubleshooting: Peserta diajarkan cara mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mungkin muncul, seperti penurunan efisiensi panel atau gangguan pada inverter.



Gambar 8. Modul pelatihan

- b) Simulasi Praktis:

Simulasi dilakukan untuk memberikan pengalaman langsung kepada petani ikan dalam menghadapi situasi nyata. Ini membantu mereka memahami langkah-langkah yang harus diambil ketika menghadapi kendala teknis.

c) Modul Pelatihan:

Setiap peserta diberikan modul pelatihan yang berisi informasi penting dan panduan langkah demi langkah. Modul ini berfungsi sebagai referensi yang dapat digunakan oleh petani ikan dalam pengelolaan sistem PLTS secara mandiri dan efektif.

5) Pendampingan Teknis dan Evaluasi

Setelah pelatihan, tahap berikutnya adalah pendampingan teknis dan evaluasi sistem PLTS yang telah dipasang. Proses ini meliputi beberapa langkah penting:

a) Pendampingan Teknis:

Tim ahli memberikan dukungan langsung kepada petani ikan dalam mengoperasikan dan merawat sistem PLTS. Ini termasuk kunjungan lapangan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan memberikan solusi jika ada masalah.

b) Pengumpulan Data Operasional:

Data terkait penggunaan energi, biaya listrik, dan hasil produksi ikan dikumpulkan secara sistematis. Data ini penting untuk menganalisis dampak dari penggunaan PLTS terhadap efisiensi dan penghematan biaya.

c) Analisis Dampak:

Tim melakukan analisis untuk menilai seberapa besar pengurangan biaya listrik yang diperoleh dan bagaimana efisiensi produksi ikan meningkat setelah penerapan sistem PLTS. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk pengambilan keputusan lebih lanjut.

d) Rekomendasi untuk Pengembangan:

Berdasarkan hasil evaluasi, tim menyusun rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem PLTS. Rekomendasi ini bertujuan agar implementasi PLTS dapat berkelanjutan dan memberikan manfaat jangka panjang bagi petani ikan di Desa Sampali.

e) Saran Perbaikan dan Strategi Pengelolaan:

Tim juga memberikan saran perbaikan untuk meningkatkan kinerja sistem dan strategi pengelolaan yang dapat diterapkan oleh petani ikan agar sistem tetap optimal di masa depan. Ini termasuk pelatihan lanjutan dan pengembangan kapasitas untuk menghadapi tantangan yang mungkin muncul.



Gambar 9. Hasil panen ikan

Pembahasan

1) Penurunan Biaya Operasional

Salah satu permasalahan utama mitra adalah tingginya biaya operasional akibat ketergantungan pada sumber energi listrik konvensional. Dengan instalasi PLTS, mitra berhasil mengurangi biaya energi hingga 40%-50%. Sistem PLTS yang dirancang untuk kebutuhan aerator dan pompa air kolam ikan terbukti mampu menghasilkan energi listrik yang cukup untuk mendukung aktivitas sehari-hari. Sebagai contoh, sebelum program ini dijalankan, rata-rata biaya listrik mitra berkisar antara Rp 1 juta hingga Rp 1,5 juta per bulan. Setelah menggunakan PLTS, biaya tersebut turun menjadi sekitar Rp 500 ribu hingga Rp 700 ribu per bulan, tergantung intensitas penggunaan.

Penurunan ini sejalan dengan teori Cost Efficiency through Renewable Energy Systems (Smith, R. et al, 2017), yang menyatakan bahwa teknologi energi terbarukan dapat mengurangi biaya operasional pada sektor ekonomi kecil hingga menengah. Dalam konteks Desa Sampali, pengurangan biaya operasional ini membuka peluang bagi mitra untuk mengalokasikan anggaran ke kebutuhan lain, seperti penambahan jumlah kolam ikan atau pembelian benih ikan berkualitas.

2) Peningkatan Pemahaman Teknologi

Sebelum intervensi program, keterbatasan pengetahuan mitra terhadap teknologi PLTS menjadi salah satu hambatan utama. Mayoritas mitra belum memahami prinsip dasar kerja PLTS, seperti mekanisme konversi energi matahari menjadi listrik dan cara merawat komponen seperti panel surya, baterai, dan inverter.

Melalui serangkaian pelatihan yang diselenggarakan oleh tim pengabdian, 85% mitra menunjukkan peningkatan pemahaman teknologi. Indikator ini terlihat dari kemampuan mitra untuk melakukan perawatan sederhana, seperti membersihkan panel surya dan memantau kondisi baterai. Salah satu peserta pelatihan, Pak Roni, yang sebelumnya merasa kesulitan memahami cara kerja PLTS, kini mampu memastikan panel surya berfungsi optimal tanpa bantuan teknisi.

Pengetahuan teknologi yang ditransfer kepada mitra sesuai dengan teori Technological Empowerment in

Rural Communities (Kumar, 2016), yang menekankan pentingnya pelatihan sebagai sarana pemberdayaan masyarakat dalam mengadopsi teknologi baru. Peningkatan pemahaman ini diharapkan menciptakan keberlanjutan program tanpa ketergantungan yang tinggi pada pihak eksternal.

3) Kualitas Air yang Lebih Optimal

Kualitas air merupakan salah satu faktor kritis dalam budidaya ikan. Sebelum intervensi program, tingkat oksigen terlarut (DO) di kolam mitra rata-rata berada di kisaran 3-4 mg/L, yang termasuk rendah untuk mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Rendahnya kadar oksigen ini disebabkan oleh kurangnya sistem aerasi yang memadai, yang sebelumnya bergantung pada pasokan listrik tidak stabil.

Dengan instalasi aerator berbasis PLTS, kadar oksigen meningkat signifikan menjadi 6-8 mg/L. Hasil ini dicapai melalui pengoperasian aerator selama 10-12 jam sehari dengan energi yang sepenuhnya disuplai oleh PLTS. Tingkat oksigen yang optimal ini memungkinkan ikan tumbuh lebih sehat dan mengurangi risiko kematian akibat stres oksigen.

Hasil ini relevan dengan teori Aquaculture Sustainability through Water Quality Management (Lee, J. et al, 2015), yang menyatakan bahwa aerasi yang efisien merupakan komponen penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem kolam dan meningkatkan hasil panen ikan.

4) Peningkatan Hasil Produksi

Dampak dari kualitas air yang lebih baik dan operasional kolam yang stabil tercermin pada hasil produksi yang meningkat. Mitra melaporkan kenaikan hasil panen hingga 30% dalam siklus budidaya setelah penerapan teknologi PLTS. Sebelumnya, tingkat mortalitas ikan sering kali mencapai 20%-30%, terutama saat musim kemarau ketika suhu air meningkat dan kadar oksigen menurun. Setelah program ini berjalan, tingkat mortalitas turun menjadi sekitar 10%.

Sebagai ilustrasi, salah satu mitra yang sebelumnya memanen sekitar 500 kg ikan per siklus kini berhasil meningkatkan hasil panennya menjadi sekitar 650 kg per siklus. Selain itu, ikan yang dihasilkan juga memiliki ukuran lebih seragam, yang meningkatkan nilai jual di pasar lokal.

Peningkatan hasil ini mendukung teori Energy Optimization in Small-Scale Aquaculture (Garcia, L. et al, 2018), yang menunjukkan bahwa stabilitas energi memengaruhi performa produksi dalam sistem perikanan.

5) Akses Pembiayaan Mikro

Keterbatasan finansial sering kali menjadi kendala utama bagi mitra dalam mengadopsi teknologi baru. Dalam program ini, tim pengabdian memfasilitasi mitra untuk mendapatkan akses pembiayaan mikro melalui kerja sama dengan lembaga keuangan lokal. Sebanyak 40% mitra berhasil mengakses pinjaman dengan bunga

rendah untuk mendanai pengadaan peralatan tambahan, seperti pompa air berbasis PLTS atau sensor kualitas air.

Keberhasilan ini menunjukkan pentingnya pendekatan integratif yang menggabungkan inovasi teknologi dengan dukungan finansial. Teori Inclusive Financing for Technological Adoption (Petersen, 2019) menekankan bahwa inklusi finansial memainkan peran penting dalam memastikan teknologi dapat diakses oleh kelompok masyarakat yang sebelumnya termarjinalkan.

4. KESIMPULAN

Program penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Sampali berhasil memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas kolam ikan, dan pemberdayaan masyarakat lokal. Salah satu hasil utama dari program ini adalah pengurangan biaya operasional hingga 50% melalui penggunaan sistem PLTS yang menggantikan kebutuhan energi listrik konvensional. Solusi ini tidak hanya menciptakan efisiensi ekonomi bagi mitra, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi emisi karbon.

Selain itu, pelatihan yang diberikan dalam program ini berhasil meningkatkan pemahaman mitra terhadap teknologi PLTS. Mitra tidak hanya mampu mengoperasikan sistem ini, tetapi juga melakukan perawatan dasar seperti membersihkan panel surya dan memantau baterai. Hal ini menunjukkan bahwa transfer pengetahuan yang dilakukan melalui pendekatan edukatif berhasil menciptakan kemandirian masyarakat dalam mengelola teknologi energi terbarukan.

Dampak positif lainnya terlihat pada kualitas air kolam yang lebih optimal, berkat instalasi aerator berbasis PLTS yang mampu menjaga kadar oksigen terlarut pada tingkat ideal. Peningkatan kualitas air ini mendukung pertumbuhan ikan yang lebih sehat dan menurunkan tingkat kematian ikan secara signifikan. Sebagai hasilnya, produktivitas kolam meningkat dengan kenaikan hasil panen hingga 30%, memberikan manfaat ekonomi langsung bagi mitra dan komunitas lokal.

Program ini juga berhasil mengatasi keterbatasan finansial mitra melalui fasilitasi akses pembiayaan mikro. Skema pembiayaan ini memungkinkan mitra untuk mengadopsi teknologi lebih lanjut dan memperluas kapasitas budidaya ikan mereka. Dukungan finansial ini menunjukkan pentingnya kolaborasi dengan lembaga keuangan lokal dalam memastikan keberlanjutan dan replikasi program.

Secara keseluruhan, program ini membuktikan bahwa penerapan teknologi PLTS yang terintegrasi dengan edukasi, pendampingan teknis, dan pemberdayaan finansial dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi berbagai tantangan di sektor perikanan. Keberhasilan program ini membuka peluang untuk

diterapkan di desa-desa lain yang menghadapi kondisi serupa. Untuk keberlanjutan, diperlukan dukungan berkelanjutan dari akademisi, pemerintah, dan lembaga keuangan untuk menciptakan dampak yang lebih luas dan memastikan bahwa masyarakat dapat terus memanfaatkan teknologi ini secara mandiri dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang mendalam kepada Pimpinan Universitas Negeri Medan dan LPPM Unimed atas dukungan dana yang telah memungkinkan terlaksananya program kemitraan masyarakat ini. Penghargaan juga kami sampaikan kepada masyarakat Desa Sampali, Dusun XIX, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, khususnya kepada mitra, yang telah dengan penuh semangat bersedia menjadi mitra dan memberikan kontribusi penting dalam mendukung kelancaran dan kesuksesan pelaksanaan kegiatan PKM ini. Tanpa kolaborasi dan keterlibatan semua pihak, keberhasilan program ini tidak akan tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agri. (2013). Identifikasi dan Prevalensi Jamur Pada Ikan Gurami. Perpustakaan Universitas Airlangga.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang. (2023). Statistik Kecamatan Percut Sei Tuan.
- Bahtiar, A., Bagaskara, A., & Angleina, M. (2023). Pemasangan Panel Surya sebagai Sumber Energi Listrik Pompa Sirkulasi Air untuk Budidaya Ikan Mas. *Dharma Saintika: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–5.
- Chambers, R. (1994). *Community-based development: A participatory approach to sustainable change*. Earthscan Publications.
- Garcia, L., & Ramirez, P. (2018). Energy optimization in small-scale aquaculture: Sustainable practices for rural communities. *Journal of Aquaculture Research*, 25(4), 105–120.
- IRENA, R. E. S. (2020). *International renewable energy agency*. Abu Dhabi, 2020.
- Kalogirou, S. A. (2023). *Solar energy engineering: processes and systems*. Elsevier.
- Kumar, A. (2016). Technological empowerment in rural communities: Bridging the knowledge gap. *Journal of Development Studies*, 52(7), 945–960.
- Kusumah, B. R., Jaya, A. K., Iftitah, D., Siskandar, R., Lestari, H., Umam, K., & Supriadi, D. (2021). Penerapan teknologi tepat guna (e-ox level) kepada kelompok pembudidaya ikan lele di desa kepongongan kabupaten cirebon. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 3, 40–46.
- Lee, J., Park, H., & Kim, S. (2015). Aquaculture sustainability through water quality management: A case study in tropical climates. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(10), 7458–7465.
- Petersen, J. (2019). Inclusive financing for technological adoption in marginalized communities. *Development Economics Journal*, 36(2), 157–172.
- Respati, Heri, Santoso, & Budi. (1993). *Petunjuk Praktis Budidaya Ikan Gurami*. Kanisius.
- Robert. (1992). Systematic revision of the Southeast Asian anabantoid fish genus *Osphronemus*, with descriptions of two new species. *Ichthyol Explor, Freshwater*, 2(4), 351–360.
- Sari, D., Hidayat, T., & Putra, A. (2021). Budidaya Ikan Gurame: Tantangan dan Peluang. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 17(2), 150–165.
- Singh, R., Mishra, S., & Sharma, P. (2020). Renewable energy adoption in rural areas: Challenges and opportunities. *Renewable Energy*, 150, 784–795.
- Sitanggang, M. (2005). *Budidaya Gurami*. Swadaya.
- Smith, R., Thompson, L., & Jones, M. (2017). Cost efficiency through renewable energy systems in small-scale enterprises. *Renewable Energy Journal*, 45(3), 112–127.
- Zhao, L., Zhang, W., & Chen, Y. (2021). Solar-powered aquaculture systems: A sustainable approach to fish farming. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124–135.