

**NASKAH ORISINAL**

# Implementasi *Fish Freezer* Terintegrasi *Battery Storage* Berbasis *Photovoltaic* Untuk Menunjang Kebutuhan dan Kesejahteraan Nelayan di Pulau Bawean

Dimas Fajar Uman Putra\* | Prasetyono Hari Mukti | Ontoseno Penangsang | Ni Ketut Aryani

Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Korespondensi**

\*Dimas Fajar Uman Putra, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: [dimasfup@its.ac.id](mailto:dimasfup@its.ac.id)

**Alamat**

Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Listrik, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

**Abstrak**

Pulau Bawean merupakan pulau yang terletak di Laut Jawa yang berjarak sekitar 80 mil atau 120 kilometer sebelah utara Gresik. Pulau Bawean memiliki jumlah penduduk sebanyak 80.289 jiwa pada tahun 2020. Apabila ditinjau dari segi kemaritiman, Pulau Bawean ini dikelilingi oleh *fishing ground* seluas 27.000 km<sup>2</sup>. Pulau Bawean di Kabupaten Gresik, Jawa Timur ini memiliki potensi kelautan dan energi surya yang besar. Masyarakat Bawean, yang mayoritas bekerja di sektor pertanian, peternakan, dan perikanan, mengalami kendala pasokan listrik untuk penyimpanan hasil tangkapan ikan, terutama saat terjadi pemadaman listrik. Sebagai solusi, diusulkan integrasi *cooling box* dan *freezer* dengan sistem *photovoltaic* di Desa Daun, Kecamatan Sangkapura. Sistem ini bertujuan memenuhi kebutuhan listrik pengepul ikan agar meningkatkan produktivitas dan menjaga kualitas hasil tangkapan. Potensi energi surya di Pulau Bawean mencapai rata-rata intensitas radiasi 5,5 kWh/m<sup>2</sup> per hari, menjadikannya sumber energi alternatif yang tepat. Rangkaian kegiatan meliputi survei lokasi, pengadaan dan pemasangan sistem *photovoltaic*, serta edukasi masyarakat mengenai manfaat energi terbarukan. Saat terjadinya pemadaman, penyediaan suplai listrik tetap terjaga dimana ada dukungan dari baterai juga untuk cadangan malam hari. Di samping itu, kegiatan ini juga diharapkan mengurangi emisi melalui pemanfaatan energi terbarukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap energi ramah lingkungan dan keberlanjutan.

**Kata Kunci:**

Bawean, Freezer, Listrik, Nelayan, Photovoltaic.

## 1 | PENDAHULUAN

### 1.1 | Latar Belakang

Secara geografis, Kabupaten Gresik terbagi menjadi dua wilayah, yaitu daratan Gresik dan Pulau Bawean. Pulau Bawean terletak di Laut Jawa yang berjarak sekitar 80 mil atau 120 kilometer sebelah utara Gresik<sup>[1]</sup>. Pulau Bawean memiliki luas wilayah 196,97 km<sup>2</sup> yang terdiri dari dua kecamatan, yaitu Kecamatan Sangkapura dan Kecamatan Tambak. Pulau Bawean memiliki jumlah penduduk sebanyak 80.289 jiwa pada tahun 2020<sup>[2]</sup>. Sepanjang 40 km garis pantai Bawean dikelilingi oleh 19 gugusan karang-karang, menyebabkan perairannya mempunyai potensi strategis antara lain untuk tempat tinggal, berlindung, mencari makan, migrasi, dan bertelur untuk beberapa jenis ikan. Untuk mencukupi kebutuhan hidup, penduduk Pulau Bawean mencari nafkah melalui pertanian, peternakan, nelayan, perdagangan, dan pendapatan yang masuk dari usaha merantau. Secara karakteristik ekonomi, masyarakat Pulau Bawean yang bekerja sebagai nelayan diperkirakan sebanyak 249 orang per-2014<sup>[3]</sup>. Salah satu permasalahan adalah bagaimana menjaga ikan tetap segar dari penangkapan, penyimpanan dan pengiriman hingga sampai kepada pelanggan. Kurangnya suplai listrik menjadi permasalahan yang mengakibatkan ikan kadang tidak mendapatkan pendinginan yang cukup sehingga kualitasnya menurun.

### 1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Berdasarkan latar belakang tersebut, solusi yang diusulkan adalah pengintegrasian *freezer* dan kulkas dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Desa Daun, Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan pembebanan pengepul ikan di daerah tersebut agar meningkatkan produktivitas mereka. Berdasarkan data dari Global Solar Atlas, Pulau Bawean memiliki potensi energi surya yang tinggi dengan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 5,5 kWh/m<sup>2</sup> per hari. Oleh karena itu, penggunaan sistem *photovoltaic* sebagai sumber energi alternatif di Pulau Bawean dinilai sebagai solusi yang tepat. Langkah-langkah kegiatan meliputi survei dan peninjauan langsung lokasi untuk mengevaluasi kembali masalah dan solusinya, pengadaan alat dan bahan pendukung, instalasi sistem *photovoltaic* dan peralatan terkait, serta sosialisasi kepada warga Desa Daun mengenai latar belakang permasalahan hingga solusi yang telah diterapkan.

### 1.3 | Target Luaran

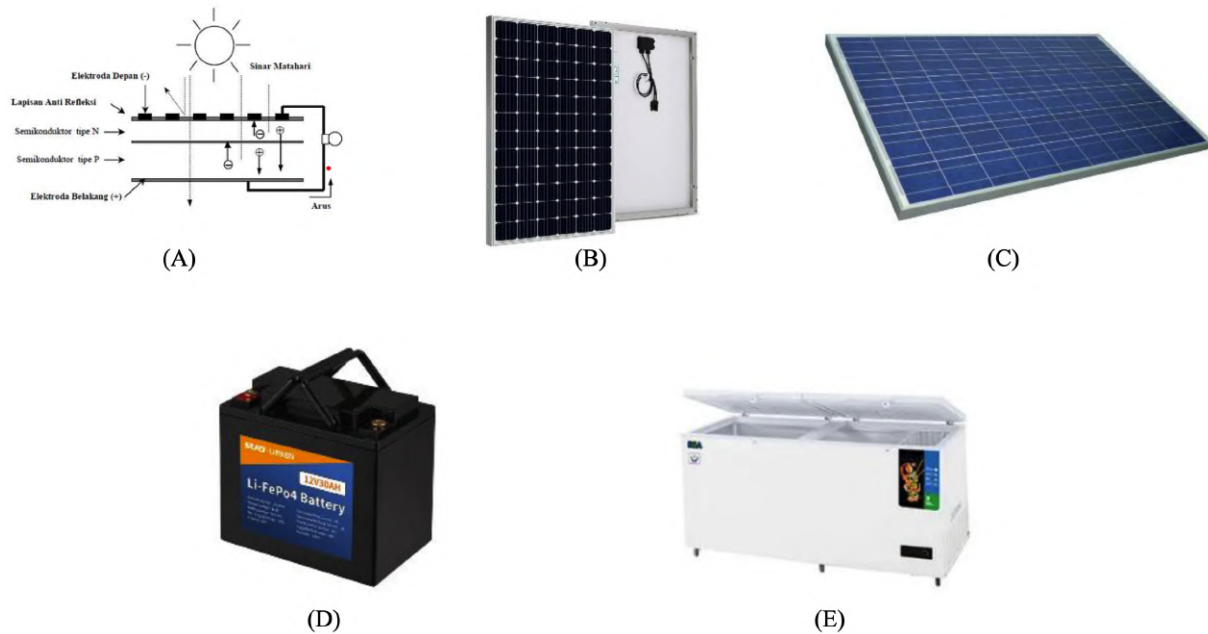
Target luaran dari kegiatan Pengabdian Masyarakat di Desa Daun mencakup beberapa hal penting. Target pertama adalah tersedianya suplai listrik dari sistem *photovoltaic* yang mendukung kelancaran pengepulan ikan, terutama saat terjadi pemadaman bergilir. Dengan adanya suplai energi dari sistem *photovoltaic*, pasokan listrik pada siang hari dapat dijamin selama cuaca cerah. Selain itu, dengan tambahan sistem penyimpanan energi berupa baterai, suplai listrik cadangan masih tersedia pada malam hari jika terjadi pemadaman. Dengan demikian, tercapai juga target lainnya, yaitu pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan dari tenaga surya secara maksimal oleh masyarakat Desa Daun, sebagai upaya mengurangi emisi yang dihasilkan oleh penggunaan energi konvensional. Target tambahan dari sisi tim pengabdian masyarakat adalah menghasilkan publikasi laporan kemajuan dan laporan akhir, publikasi jurnal nasional, publikasi *book chapter*, publikasi berita di media massa, dan publikasi video kegiatan. Publikasi-publikasi ini bertujuan untuk memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat luas, serta mendorong pemanfaatan energi ramah lingkungan seperti yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Daun ini.

## 2 | TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 | Photovoltaic

Teknologi *photovoltaic* (PV) saat ini menjadi salah satu solusi yang paling banyak digunakan dalam menghasilkan listrik dari energi matahari. Kata *photovoltaic* merupakan gabungan dari dua kata, yakni *photo* dan *volta*. *Photo* berarti cahaya (dari bahasa Yunani, yaitu *phos*, *photos*: cahaya) dan *volta* sendiri berarti unit tegangan listrik (berasal dari nama Alessandro Volta seorang ilmuwan fisika). *Photovoltaic* merupakan teknologi yang memanfaatkan sel surya atau foton yang terbuat dari bahan semikonduktor, khususnya silikon, untuk bisa menangkap dan mengonversi sinar matahari menjadi tenaga listrik DC (*Direct Current*) yang dapat digunakan<sup>[4]</sup>. Selama cahaya menyinari *solar cell* (nama untuk individual elemen *photovoltaic*), maka akan menghasilkan tenaga listrik. Ketika tidak ada cahaya atau sinar matahari, energi listrik juga berhenti dihasilkan. *Photovoltaic* atau

Panel Surya terdiri dua jenis utama yang memang banyak digunakan, yaitu *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*, dimana masing-masing memiliki karakteristik unik yang memengaruhi kinerja dan biaya. Struktur dari lapisan-lapisan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** (A) Struktur lapisan *solar cell*<sup>[5]</sup>, (B) *Photovoltaic monocrystalline*, (C) *Photovoltaic polycrystalline*, (D) Baterai *Lithium-ion*, dan (E) *Freezer box* untuk menyimpan dan mengawetkan ikan hasil tangkapan.

## 2.2 | *Monocrystalline*

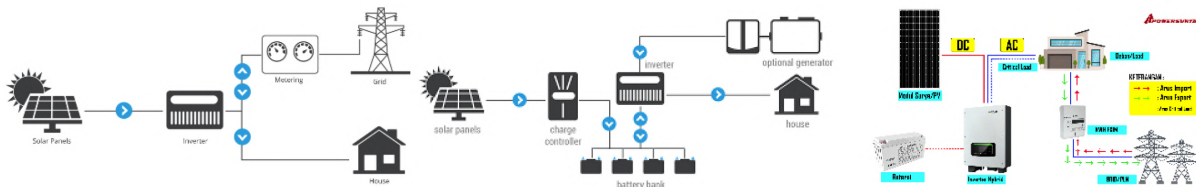
*Photovoltaic Monocrystalline* merupakan panel surya atau PV yang diproduksi dari satu kristal silikon yang utuh dan memiliki struktur atom yang sangat rapi atau teratur sehingga memungkinkan aliran elektron yang lebih efisien. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi konversi energi matahari menjadi energi listrik yang lebih tinggi dibandingkan tipe lainnya, berkisar antara 15% hingga 20%. Salah satu keunggulan panel surya *Monocrystalline* ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan listrik secara lebih maksimal atau optimal dalam berbagai kondisi, termasuk pada kondisi cahaya rendah atau suhu yang ekstrem. Panel ini dikenal dengan karakteristik tampilannya yang seragam, berwarna gelap, dan tepiannya yang membulat. Meskipun terbilang cukup mahal untuk panel ini, *Monocrystalline* sering menjadi opsi atau pilihan dalam proyek energi surya di daerah dengan keterbatasan ruang, dikarenakan lebih efisien dalam menghasilkan energi listrik pada permukaan yang lebih kecil<sup>[6]</sup>.

## 2.3 | *Polycrystalline*

Selanjutnya, jenis *photovoltaic polycrystalline* merupakan panel surya yang diproduksi dari silikon yang mencair dan mengeras kembali menjadi kristal-kristal kecil. Proses produksi panel surya *polycrystalline* ini lebih sederhana dan lebih terjangkau, sehingga memungkinkan membuat panel *polycrystalline* menjadi pilihan yang cocok karena lebih terjangkau secara finansial. Namun, panel surya ini memiliki efisiensi konversi yang lebih rendah dibandingkan *monocrystalline*, kisaran 13% hingga 16%. Hal tersebut dikarenakan adanya gangguan pada aliran elektron di antara kristal-kristal yang berbeda. Panel surya *polycrystalline* ini memiliki karakteristik tampilan yang berbeda, dengan warna kebiruan dan tekstur yang lebih kasar. Meskipun kurang efisien, panel surya *polycrystalline* ini sering dipilih untuk proyek yang memiliki skala besar dimana luas lahan tidak menjadi kendala dan biaya menjadi pertimbangan utama<sup>[7]</sup>.

## 2.4 | Skema On-Grid, Off-Grid, dan Hybrid

Dalam penerapan sistem *photovoltaic*, terdapat tiga jenis konfigurasi utama, yaitu *on-grid*, *off-grid*, dan *hybrid*. Sistem *on-grid* merupakan sistem yang terhubung langsung dengan jaringan listrik umum dimana memungkinkan pengguna menggunakan listrik dari jaringan saat produksi energi sinar atau cahaya matahari tidak mencukupi, seperti di saat malam hari atau saat cuaca mendung. Selain itu, kelebihan energi listrik yang dihasilkan pada siang hari yang terik dapat disalurkan kembali ke jaringan listrik dan dijual kepada penyedia listrik. Sistem operasi *on-grid* ini sangat cocok untuk wilayah perkotaan yang memiliki akses stabil ke jaringan listrik, dan memungkinkan pengguna untuk mengurangi tagihan listrik mereka secara signifikan. Sebaliknya, sistem *off-grid* beroperasi secara mandiri tanpa koneksi ke jaringan listrik. Sistem ini menggunakan baterai sebagai tempat/wadah penyimpanan kelebihan energi yang dihasilkan pada siang hari, yang kemudian dapat digunakan pada malam hari atau cuaca mendung atau saat sinar matahari tidak tersedia. Sistem *off-grid* ini umumnya diterapkan di daerah terpencil atau kawasan yang susah dijangkau dimana tidak memiliki akses ke jaringan listrik umum. Namun, pengguna sistem ini memerlukan investasi yang lebih besar dalam penyimpanan energi, dikarenakan baterai harus memiliki kapasitas yang cukup untuk menyediakan listrik secara berkelanjutan<sup>[8]</sup>. Selanjutnya, sistem operasi/konfigurasi yang terakhir adalah Sistem *hybrid*. Sistem *hybrid* merupakan kombinasi dari kedua sistem sebelumnya, menggabungkan antara keunggulan *on-grid* dan *off-grid*. Sistem ini terhubung ke jaringan listrik umum sekaligus memiliki penyimpanan baterai untuk cadangan energi listrik. Hal tersebut memberikan fleksibilitas yang lebih besar bagi pengguna, karena mereka para pengguna dapat mengandalkan baterai untuk listrik saat jaringan listrik terganggu atau biaya energi listrik dari jaringan meningkat. Sistem *hybrid* ini ideal untuk kawasan atau daerah dengan akses jaringan yang tidak stabil, atau bagi mereka yang ingin memastikan pasokan listrik tetap ada bahkan saat terjadi pemadaman<sup>[9]</sup>.



**Gambar 2** Terdapat 3 gambar; (a) skema *on-grid*; (b) skema *off-grid*; (c) skema *hybrid*.

## 2.5 | Battery Energy Storage

*Battery Energy Storage* (BES) merupakan teknologi yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang kemudian dapat dikonversi kembali menjadi listrik ketika diperlukan. BES ini membantu sistem energi terbarukan, terutama dalam mengatasi ketidakonsistenan pasokan energi dari sumber energi seperti angin atau surya (sinar matahari)<sup>[10]</sup>. Baterai *Lithium-ion* merupakan salah satu jenis teknologi penyimpanan energi yang paling banyak digunakan karena memiliki densitas energi yang tinggi, efisiensi siklus yang baik, dan ketahanan yang lebih awet<sup>[11]</sup>. Namun, masalah seperti biaya yang tinggi dan masalah keamanan seperti bahaya kebakaran dan ledakan masih menghalanginya untuk digunakan secara luas<sup>[12]</sup>. Selain itu, *Flow Batteries*, yang menggunakan dua cairan elektrolit untuk menyimpan energi, telah muncul sebagai alternatif yang menarik karena memiliki kapasitas penyimpanan yang besar dan mampu bertahan dalam siklus pengisian dan pengosongan yang berulang<sup>[13]</sup>. Sistem penyimpanan energi terbarukan ke dalam jaringan listrik melalui sistem *on-grid* dan *off-grid*. Dalam sistem *on-grid*, BES memungkinkan pengguna untuk menyimpan kelebihan energi yang dihasilkan dan menjualnya kembali ke jaringan listrik. Sementara dalam sistem *off-grid*, baterai menyediakan sumber daya listrik cadangan di daerah yang tidak terhubung dengan jaringan<sup>[14]</sup>.

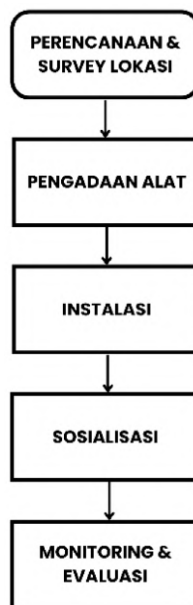
## 2.6 | Freezer untuk Menyimpan dan Mengawetkan Ikan Hasil Tangkapan

Salah satu teknologi yang paling umum digunakan untuk menyimpan dan mengawetkan ikan hasil tangkapan, terutama di sektor perikanan, adalah *freezer*. Penyimpanan ikan di suhu beku yang rendah, biasanya di bawah  $-18^{\circ}\text{C}$ , dapat membantu memperpanjang masa penyimpanan ikan dengan menghentikan perkembangan mikroorganisme dan memperlambat proses dekomposisi.

Ketika ikan dibekukan dengan benar, mereka dapat mempertahankan tekstur, warna, dan rasa ikan selama beberapa bulan<sup>[15]</sup>. Ketika ikan dibekukan dengan cepat pada suhu sangat rendah, pembekuan cepat, juga dikenal sebagai pembekuan cepat, telah terbukti lebih baik untuk mempertahankan struktur jaringan ikan daripada pembekuan lambat. Teknik ini tidak menghasilkan kristal es dengan ukuran besar, yang berpotensi merusak sel dan jaringan ikan<sup>[16]</sup>.

### 3 | METODE

Program pengabdian masyarakat yang memiliki tujuan utama pengadaan *Fish Freezer* yang terintegrasi dengan panel surya ini dilaksanakan di Desa Daun, Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Program ini tentunya melewati beberapa tahapan, yaitu mulai dari perencanaan dan *survey* lokasi, kemudian pengadaan alat, selanjutnya instalasi, sosialisasi, serta monitoring dan evaluasi.



**Gambar 3** Diagram Alur Tahapan Kegiatan.

Tahap awal dari program ini adalah perencanaan dan survei lokasi. Dimana perencanaan melibatkan pemilihan waktu, tempat, dan metode sosialisasi yang tepat, serta pengaturan anggaran yang diperlukan. Kemudian, kegiatan dilanjutkan dengan meninjau lokasi secara langsung sehingga dapat ditentukan tempat yang sesuai untuk mengimplementasikan alat. Kemudian pada tahap pengadaan alat ini meliputi Longi Solar Panel 555Wp total 2200Wp, *Inverter Hybrid Off-grid* 1 fasa 2000W, Baterai LiFePO4 48V 100Ah, Box Baterai 50x70x30cm, *Panel box inverter* dan proteksi, *Solar PV aluminium mounting* + struktur, Kabel PV 1-F, Kabel PV *grounding*, Kabel AC, Kabel baterai, Aksesoris instalasi (pipa, *flexible*, *ducting*, *clamp*, *ties*, dll). Setelah seluruh alat dan bahan diadakan, dilakukan tahap instalasi berupa perakitan alat pada lokasi yang telah ditentukan, pemasangan *wiring* yang menghubungkan setiap komponen sistem, hingga pengujian alat untuk siap dioperasikan. Tahap selanjutnya yaitu sosialisasi yang dimana memberitahu kepada kelompok nelayan masyarakat di Desa Daun tersebut terkait cara penggunaan dan perawatan sistem panel surya sehingga dapat bekerja dengan baik dan sesuai standar panduan penggunaan. Dan tahap terakhir yaitu monitoring dan evaluasi dimana setelah alat sudah terpasang dan dapat dioperasikan, kami memantau kinerja dan kendala pada alat tersebut serta dampaknya bagi kelompok nelayan dan tentunya masyarakat Desa Daun.

## 4 | HASIL DAN DISKUSI

Penerapan sistem *photovoltaic on-grid* bertujuan untuk mengurangi frekuensi pemadaman listrik bergilir yang sering terjadi pada pengepul ikan di Dusun Daun Laut, Desa Daun. Sistem ini dirancang secara sistematis dan menggunakan teknologi modern dengan memanfaatkan energi terbarukan. *Photovoltaic on-grid* tersebut terdiri dari beberapa komponen utama yang mendukung optimalisasi penyimpanan dan distribusi energi listrik untuk kebutuhan operasional pengepul ikan. Untuk meningkatkan keandalan sistem dan meminimalkan risiko pemadaman, sistem *Photovoltaic* dirancang untuk bekerja secara terpadu dengan jaringan listrik PLN. Pada siang hari, *Photovoltaic* akan mengisi daya ke baterai sambil memasok listrik langsung untuk mengoperasikan *freezer* ikan. Pada malam hari, seluruh kebutuhan listrik dipenuhi oleh energi yang tersimpan dalam baterai, memastikan operasi *freezer* tetap berjalan tanpa gangguan. *Photovoltaic hybrid off-grid* ini terdiri dari beberapa komponen, diantaranya :

1. *Monocrystalline* Longi solar panel 555 Wp total 2200 Wp  
*Monocrystalline* berfungsi sebagai komponen yang mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik
2. *Inverter Hybrid Off-grid* 1 fasa 2.000 W  
*Inverter* ini berfungsi untuk mengubah bentuk gelombang tegangan DC yang keluar dari PV menjadi AC agar dapat digunakan untuk menyuplai beban.
3. Baterai LiFePO4 48V 100Ah  
Baterai ini berfungsi untuk menampung energi listrik dari PV pada siang hari agar tetap bisa menyuplai beban di malam hari saat sudah tidak cahaya matahari.
4. *Panel box inverter* dan proteksi  
*Panel Box* ini berfungsi untuk menyimpan peralatan proteksi listrik seperti *Circuit Breaker*, *Fuse* dan *Relay*
5. *Solar PV aluminium mounting & struktur*  
*Mounting* dan struktur ini berfungsi sebagai struktur penopang panel surya, yang dirancang untuk memastikan panel terpasang dengan aman dan stabil di atap atau permukaan lainnya.

### 4.1 | Cara Kerja Alat

Prinsip kerja panel surya didasarkan pada konversi energi matahari menjadi energi listrik ketika cahaya matahari mengenai permukaan panel. Cahaya tersebut diubah menjadi listrik arus searah (DC), di mana besarnya tegangan yang dihasilkan bergantung pada jumlah sel surya dalam panel dan intensitas cahaya matahari yang diterima. Karena sebagian besar perangkat listrik, seperti *freezer* pada pengepul ikan di Desa Daun, membutuhkan listrik arus bolak-balik (AC), maka diperlukan *inverter*. *Inverter* ini berfungsi untuk mengubah listrik arus searah dari panel surya menjadi arus bolak-balik, sehingga listrik dapat digunakan secara efektif untuk kebutuhan operasional pengepul ikan, membantu mengatasi pemadaman bergilir dan menjaga suhu *freezer* tetap stabil.

*Inverter* dilengkapi dengan teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yang berfungsi sebagai regulator untuk mengatur tegangan keluaran dari panel surya serta mengelola arus yang masuk ke baterai secara otomatis. MPPT ini juga berperan dalam menghubungkan dan memutus aliran arus dari panel surya ke baterai secara otomatis, serta memutuskan aliran arus dari baterai ke beban jika terjadi hubung singkat atau kelebihan beban. Baterai digunakan sebagai cadangan energi yang dapat dimanfaatkan ketika panel surya tidak menerima sinar matahari, seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Baterai ini menunjukkan bahwa sistem yang digunakan adalah konfigurasi *hybrid*, di mana panel surya, baterai, dan sumber listrik dari PLN bekerja secara bersamaan dalam operasinya.

### 4.2 | Penempatan dan Sosialisasi Alat

Lokasi pemasangan panel surya dipilih di Desa Daun, Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik, tepatnya di salah satu rumah warga yang berfungsi sebagai tempat pengepulan ikan. Proses instalasi berlangsung selama satu minggu, dari tanggal 7 hingga 12 Mei 2024. Selama proses tersebut, berbagai kegiatan dilakukan, termasuk penentuan lokasi ideal untuk pemasangan panel surya dan pengukuran tingkat iradiasi sinar matahari. Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan efisiensi maksimal dalam konversi energi matahari menjadi energi listrik.



Pada hari ketiga, tepatnya pada tanggal 10 Mei 2024, dilakukan instalasi *wiring*, pemasangan *panel box*, serta pengujian sistem. Sistem panel surya yang diterapkan menggunakan konfigurasi *hybrid off-grid*, yang terhubung dengan sumber listrik dari baterai dan jaringan listrik AC PLN. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara paralel, di mana panel surya, baterai, dan PLN saling berkontribusi sesuai kebutuhan. Semua sumber kelistrikan dikendalikan oleh MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dan dilengkapi dengan panel proteksi untuk memastikan keamanan sistem. Sistem ini mampu menanggung beban maksimal hingga 2 kW, yang dalam penerapannya digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik *freezer* dan kulkas di tempat penampungan ikan. Tujuan utama dari instalasi ini adalah untuk memastikan bahwa masyarakat Desa Daun tetap memiliki akses listrik yang stabil, terutama saat terjadi pemadaman, sehingga aktivitas pengepulan ikan dapat berjalan tanpa gangguan dan kualitas ikan tetap terjaga meskipun ada pemadaman listrik.

Pada hari keempat, dilakukan proses *commissioning* dan fiksasi sistem. Proses *commissioning* ini melibatkan pengujian menyeluruh untuk memastikan bahwa semua komponen sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Fiksasi sistem juga dilakukan untuk memastikan bahwa semua perangkat terpasang dengan aman dan stabil, sehingga dapat memberikan kinerja optimal dalam operasional sehari-hari.

Pada gambar 8, A dan B menunjukkan proses pemasangan serta *wiring* panel surya yang digunakan untuk menyuplai tempat pengepulan ikan.



(A)



(B)



(C)

**Gambar 4** Proses Pemasangan Alat: (A) Instalasi *Wiring*; (B) Instalasi *Wiring*; (C) *Panel Surya*.

Selanjutnya, pada Gambar 9, A dan B ditampilkan kegiatan sosialisasi dan demonstrasi alat kepada masyarakat Desa Daun, Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik. Setelah sosialisasi berlangsung di Masjid Baitul Mukminin Daun Laut, kegiatan dilanjutkan dengan mengunjungi ruang tempat pemasangan alat. Di sana, dilakukan demonstrasi penggunaan alat di hadapan masyarakat Desa Daun untuk memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai fungsionalitas dan manfaat sistem yang telah diinstalasi.



**Gambar 5** Tahap Sosialisasi(A) Sosialisasi melalui Penjelasan Materi; (B) Demonstrasi Alat secara Langsung.

Respon masyarakat terhadap demonstrasi alat menunjukkan tingkat antusiasme yang tinggi. Banyak warga yang menunjukkan ketertarikan dan mengajukan pertanyaan lebih mendalam mengenai sistem panel surya yang diterapkan. Kinerja dan hasil demonstrasi alat juga sangat memuaskan, berfungsi dengan baik dalam menyuplai beban dari *freezer* tempat pengepulan ikan, sehingga kegiatan di balai pengepulan ikan dapat berjalan lancar meskipun terjadi pemadaman listrik. Kepala Desa Daun, yang juga menjabat sebagai ketua dewan pembina di lokasi pemasangan alat, menyatakan kepuasannya terhadap kinerja sistem panel surya ini dan manfaatnya bagi komunitas pengepul ikan.

## 5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengabdian masyarakat ini adalah terciptanya *photovoltaic on-grid* bertujuan untuk mengurangi frekuensi pemadaman listrik bergilir yang sering terjadi pada pengepul ikan di Dusun Daun Laut, Desa Daun. Manfaat dari kegiatan ini adalah dengan adanya suplai energi dari sistem *photovoltaic*, pasokan listrik pada siang hari dapat dijamin selama cuaca cerah. Selain itu, dengan tambahan sistem penyimpanan energi berupa baterai, suplai listrik cadangan masih tersedia pada malam hari jika terjadi pemadaman. Maka dari itu, aktivitas masyarakat Desa Daun terutama para pengepul ikan akan sangat terbantu dengan adanya sistem ini. Selain itu, juga penting untuk memberikan pelatihan yang cukup kepada mitra tentang cara penggunaan dan juga perawatan secara berkala agar alat dapat beroperasi dengan maksimal.

## 6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Kami dari Departemen Teknik Elektro ITS, menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat ITS atas dukungannya dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada masyarakat Desa Daun, Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, yang telah berkenan menjadi mitra kami dalam pelaksanaan kegiatan ini.

## Referensi

1. Maghrobby MZ, Karakteristik Wilayah Pesisir Pulau Bawean. Surabaya; 2020.



2. BPS Kabupaten Gresik. Kabupaten Gresik dalam Angka 2021. Gresik: Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik; 2021.
3. Rijal S, Pemetaan Pencarian Masyarakat Pulau Bawean; 2014.
4. Chen J, Dowman I, Li S, Li Z, Madden M, Mills J, et al. Information from imagery: ISPRS scientific vision and research agenda. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 2016;115:3–21.
5. Schmalstieg D. The Remote Rendering Pipeline. PhD thesis, Vienna University of Technology; 1997.
6. BPOM. Peraturan BPOM No HK.03.1.23.04.12.2205 tahun 2012 tentang Pedoman Pemberian Sertifikat Produksi Pangan Industri Rumah Tangga. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan; 2012.
7. Box GEP, Hunter WG, Hunter JS. *Statistics for Experimenters: An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building*. New York: John Wiley & Sons; 1978.
8. Purwanto I. *Solar Cell (Photovoltaic/PV) Solusi Menuju Pulau Mandiri Listrik*. Jakarta: Universitas Trisakti; 2020.
9. Yuwono B, *Optimalisasi Panel Sel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Surakarta; 2005.
10. Ibrahim M, et al. Analisis kinerja modul photovoltaic monokristalin di bawah berbagai kondisi lingkungan. *Jurnal Energi Terbarukan* 2020;135:102–115.
11. Reddy S, et al. Studi komparatif antara sistem photovoltaic monokristalin dan polikristalin. *Jurnal Energi Surya Internasional* 2021;148:23–30.
12. Chen H, et al. Manajemen energi untuk sistem photovoltaic on-grid dan off-grid: Tinjauan. *Jurnal Penyimpanan Energi* 2019;25:100–110.
13. Sharma P, et al. Sistem photovoltaic hybrid untuk elektrifikasi pedesaan: Studi kasus. *Kebijakan Energi* 2022;164:112–120.
14. Luo X, Wang J, Dooner M, Clarke J. Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. *Applied Energy* 2015;137:511–536.
15. Aneke M, Wang M. Energy storage technologies and real life applications – A state of the art review. *Applied Energy* 2016;179:350–377.
16. Zakeri B, Syri S. Electrical energy storage systems: A comparative life cycle cost analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015;42:569–596.

**Cara mengutip artikel ini:** Putra, D. F. U., Mukti, P. H., Penangsang, O., Aryani, N. K., (2025), Implementasi *Fish Freezer* Terintegrasi *Battery Storage* Berbasis *Photovoltaic* Untuk Menunjang Kebutuhan dan Kesejahteraan Nelayan di Pulau Bawean, *Sewagati*, 9(5):1101–1109, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i5.2395>.