

NASKAH ORISINAL

Pemberdayaan Masyarakat Melalui Inovasi Teknologi Penghasil Es Berbasis Energi Terbarukan sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Desa Bringsang, Madura

Ardyono Priyadi* | Margo Pujiantara | Sjamsjul Anam

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

Korespondensi

*Ardyono Priyadi, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: priyadi@ee.its.ac.id

Alamat

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

Abstrak

Pulau Madura, pulau yang memiliki jumlah desa lebih dari 900 desa yang secara administratif merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur. Desa-desanya memiliki daya tarik tersendiri dengan aneka sumber daya yang dimilikinya. Salah satu desa yang perlu disoroti merupakan Desa Bringsang, desa yang terletak di Kecamatan Giligenting, Kabupaten Sumenep. Penduduk Desa Bringsang memiliki mata pencaharian sehari-hari yang menggantungkan pada sumber daya dan hasil laut. Profesi utama warga desa tersebut berada pada sektor perikanan yaitu nelayan. Dalam sektor sarana dan prasarana masih kurang memadai dalam produksi, penangkapan, serta distribusi hasil laut, menyebabkan ikan yang didapatkan nelayan hanya bisa diperjualbelikan di daerah terdekat dari desa tersebut. Penjualan yang tidak maksimal ini dikarenakan kurangnya persediaan es batu yang digunakan sebagai sarana pengawetan ikan. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan adalah dengan pembuatan sistem alat berupa *freezer* yang dihubungkan dengan *solar photovoltaic* sebagai sumber energi. Sistem alat ini dilengkapi dengan baterai sebagai komponen penyimpan energi, *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), *inverter*, MCB, dan beberapa komponen listrik lainnya. Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat ini bukan hanya untuk meningkatkan penjualan dan keuntungan nelayan, tetapi juga diharapkan memberikan dampak sosial dan edukasi dalam pemahaman masyarakat setempat mengenai transformasi energi.

Kata Kunci:

Energi Terbarukan, *Maximum Power Point Tracking*, Sektor Perikanan, *Solar Photovoltaic*

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Pulau Madura, pulau yang memiliki jumlah desa lebih dari 900 desa ini secara administratif merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur. Desa–desa tersebut memiliki daya tarik tersendiri dengan aneka sumber daya yang dimilikinya. Salah satu desa yang perlu disoroti merupakan Desa Bringsang, desa yang terletak di Kecamatan Giligenting, Kabupaten Sumenep. Kelestarian alam dan lingkungan di daerah Giligenting begitu terjaga. Data menunjukkan bahwa wilayah Giligenting menempati posisi kedua di dunia sebagai wilayah yang memiliki kadar oksigen tertinggi merujuk pada Data Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Indonesia (LAPAN)^[1]. Sebagai desa yang terletak di wilayah pesisir, penduduk Desa Bringsang memiliki mata pencaharian sehari-hari yang menggantungkan pada sumber daya dan hasil laut. Profesi utama warga desa tersebut berada pada sektor perikanan yaitu nelayan. Nelayan di Desa Bringsang diberdayakan melalui Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) atau paguyuban. Paguyuban Nelayan yang diberi nama Karya Bahari tersebut memiliki anggota 30 orang nelayan. Melalui paguyuban tersebut, nelayan memiliki fasilitas untuk berhimpun antara satu nelayan dengan nelayan lain dan saling bekerja sama dalam hal sarana, prasarana, maupun dalam perwujudan realisasi rencana perdagangan. Apabila dilihat dari sudut pandang ekonomi, warga Desa Bringsang dapat dikatakan belum memenuhi pemerataan standar kesejahteraan yang ada. Minimnya fasilitas yang ada serta mata pencaharian yang digantungkan pada kondisi alam, menyebabkan tidak pastinya hasil yang didapatkan oleh warga setempat.

Dari sektor energi primer yaitu listrik, wilayah Desa Bringsang menggantungkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang memiliki kapasitas 900kW. PLTD tersebut disalurkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang mengirimkan bahan bakar setiap dua pekan sekali. Listrik tersebut dimanfaatkan untuk operasional aktifitas sehari-hari masyarakat. Warga setempat sering merasakan pemadaman listrik tiba–tiba, hal tersebut disebabkan bahan bakar PLTD yang habis serta beban penggunaan yang melebihi kemampuan kapasitas pembangkitan. Masyarakat harus mengatur, memprioritaskan, serta menghemat penggunaan listrik untuk menghindari terjadinya *black out*. Sarana dan prasarana yang kurang memadai dalam produksi, penangkapan, serta distribusi hasil laut, menyebabkan ikan yang didapatkan nelayan hanya bisa diperjualbelikan di daerah terdekat dari desa tersebut. Penjualan yang tidak maksimal ini dikarenakan kurangnya persediaan es batu yang digunakan sebagai sarana pengawetan ikan. Es batu tidak dapat diproduksi secara massal mempertimbangkan persediaan listrik yang tersedia, mengingat alat pendingin seperti kulkas atau *freezer* merupakan alat yang membutuhkan daya listrik yang besar.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Dari permasalahan yang dipaparkan, kami Laboratorium Instrumentasi Pengukuran, dan Instrumentasi Sistem Tenaga Departemen Teknik Elektro ITS menawarkan solusi. Solusi yang diusulkan adalah pembuatan sistem alat penghasil es batu dengan sumber daya energi baru terbarukan. Sumber energi ini penting untuk mengurangi ketergantungan sumber listrik diesel yang tidak ramah lingkungan. Sumber energi yang dipilih adalah energi matahari atau energi surya. Dari sudut pandang geografis, Desa Bringsang memiliki potensi intensitas pencahayaan dan penyinaran matahari yang dapat dikatakan tinggi di angka 4.516 kWh/kWp/hari^[2]. Sistem alat yang kemudian dipilih adalah *freezer* yang dihubungkan dengan *solar photovoltaic* sebagai sumber energi.

Solusi yang kami tawarkan akan memaksimalkan potensi sumber daya matahari yang diterima oleh wilayah Desa Bringsang serta turut menjaga kualitas oksigen tinggi di daerah tersebut dengan pemanfaatan energi baru terbarukan. Selain itu, es akan dihasilkan dengan alat yang ramah lingkungan sehingga hasil laut dapat didistribusikan hingga wilayah yang jauh dari desa tersebut. Pembinaan mengenai teknologi serta pendampingan mengenai pemasaran, bukan hanya akan meningkatkan penjualan dan keuntungan dari nelayan, tetapi juga memberikan dampak sosial dan edukasi dalam pemahaman masyarakat setempat mengenai transformasi energi.

Alat yang kami buat meliputi panel surya 600 WP yang kemudian akan menyalurkan energi listrik ke *freezer* atau alat pendingin. Perhitungan yang kami lakukan, alat ini akan menghasilkan es hingga 450 liter per hari. Ketersediaan dan penyerapan optimal energi surya yang dapat dilakukan adalah kurang lebih selama 6 jam. Sistem alat ini akan dilengkapi dengan baterai sebagai komponen penyimpan energi, sehingga alat tetap dapat digunakan meskipun malam hari atau tidak ada sumber cahaya matahari. Kesatuan sistem alat ini akan dilengkapi dengan MPPT sebagai perangkat yang mengatur panel surya dapat mentransfer energi ke baterai secara maksimal, *inverter* sebagai alat yang mengubah arus DC dari panel surya ke arus AC, MCB sebagai alat proteksi atau keamanan pemutus arus listrik ketika terjadi gangguan, dan beberapa komponen kelistrikan lainnya.

Strategi kegiatan yang kami laksanakan adalah dimulai dengan perencanaan teknis, dilanjutkan dengan pencarian mitra, lalu persiapan alat dan bahan dari sistem yang kami buat, penyusunan buku panduan penggunaan alat, implementasi serta pemasangan alat di Desa Bringsang, sosialisasi mengenai penggunaan alat, energi baru terbarukan dan pemasaran, serta kami akan selalu mengadakan monitoring dan evaluasi mengenai program dan sistem yang telah kami realisasikan.

1.3 | Target Luaran

Target utama dari kami Laboratorium Instrumentasi Pengukuran dan Identifikasi Sistem Tenaga berdasarkan permasalahan dan beberapa hal yang masih menjadi keluhan para nelayan di Desa Bringsang yaitu dengan mengimplementasikan inovasi berupa alat penghasil es berbasis energi terbarukan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat setempat. Tujuan utama dari program ini adalah untuk memberdayakan masyarakat nelayan di Desa Bringsang dengan solusi yang ditawarkan berupa pengembangan dan penerapan sistem produksi es menggunakan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, untuk memenuhi kebutuhan es dalam proses pengawetan ikan. Teknologi ini kami rancang agar sesuai dengan kondisi lokal lingkungan setempat, agar mudah dioperasikan oleh nelayan dan tidak perlu mengeluarkan biaya lebih apabila membutuhkan es sebagai bahan pengawetan ikan dalam jangka panjang.

Dengan teknologi ini, diharapkan para nelayan bisa menghasilkan es secara mandiri tanpa ketergantungan pada pasokan es dari luar daerah yang seringkali tidak stabil dan mahal. Dengan adanya ketersediaan es yang cukup dan berkualitas akan memungkinkan para nelayan untuk menyimpan ikan hasil tangkapan dengan lebih baik, sehingga kualitas ikan tetap terjaga dari waktu penangkapan hingga sampai ke konsumen, yang pada gilirannya akan meningkatkan pendapatan dan perekonomian nelayan setempat. Selain peningkatan kualitas dan kuantitas hasil tangkapan, program yang kami rancang ini juga memiliki target untuk menciptakan perubahan positif dalam aspek sosial-ekonomi masyarakat. Dengan penghasilan yang lebih stabil dan meningkat, diharapkan kesejahteraan nelayan dan masyarakat setempat akan turut terangkat. Di sisi lain, penggunaan energi terbarukan dalam inovasi ini diharapkan dapat menjadi contoh bagi penerapan teknologi ramah lingkungan di sektor perikanan, yang berkontribusi pada keberlanjutan sumber daya alam dan pengurangan dampak lingkungan.

Secara keseluruhan, target luaran dari program pengabdian masyarakat dari Laboratorium Instrumentasi Pengukuran dan Identifikasi Sistem Tenaga ini mencakup peningkatan produktivitas dan kualitas hasil tangkapan, pengurangan biaya operasional nelayan, peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, serta pengenalan dan penerapan teknologi berbasis energi terbarukan yang dapat diadopsi oleh komunitas nelayan lainnya di Indonesia.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

Adapun hasil studi literatur yang dilakukan sebelum dilakukan pengimplementasian alat, antara lain:

2.1 | Pendinginan Hasil Perikanan

Pembekuan adalah metode nelayan untuk mengawetkan ikan segar dan makanan laut lainnya produk. Ketika ikan segar dibekukan, beberapa proses yang menyebabkan pembusukan terhenti untuk sementara. Pembekuan suhu dapat menghambat pertumbuhan bakteri, yaitu penyebab utama pembusukan pada ikan segar. Dengan menghentikan metabolisme aktivitas mikroorganisme, pembekuan menghentikan pembusukan ikan tersebut. Suhu dingin mengurangi aktivitas dan laju reaksi enzim yang biasanya ada di usus dan jaringan ikan. Ini termasuk enzim yang terlibat dalam pencernaan dan penyerapan makanan di saluran pencernaan ikan dan pemeliharaan jaringan dan pertumbuhan sel. Banyak dari enzim ini terus berfungsi setelah ikan mati, yang dapat mengurangnya kualitasnya dengan menyebabkan kerusakan jaringan dan perubahan rasanya dan aroma. Mengeringkan atau membekukan makanan laut segar dengan cepat akan membantu mencegah tindakan^[3].

2.2 | Photovoltaic (PV)

Photovoltaic (PV) merupakan peralatan yang terdiri dari kumpulan sel surya yang bahan dasarnya adalah semikonduktor. Alat ini digunakan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik. *Photovoltaic* bekerja dengan mempertemukan semikonduktor jenis P dan semikonduktor jenis N. Susunan modul surya yang ada pada photovoltaic dapat dirangkai secara seri maupun paralel.

Pemilihan jenis rangkaian disesuaikan dengan kebutuhan daya listrik yang akan digunakan. Panel surya hanya menghasilkan arus listrik berjenis arus searah, sehingga pencatu daya bagi pemakai energi listrik harus diubah terlebih dahulu menjadi arus bolak-balik dengan menggunakan konverter. Kebijakan mengenai standar teknis dari pemanfaatan energi surya menjadi penentu bagi pemasangan panel surya pada suatu bangunan komersial atau pada bangunan perusahaan. Optimalisasi sistem tenaga listrik dengan energi dasar berupa energi surya selalu mengutamakan penyediaan ruang bagi panel surya sebagai salah satu pertimbangan yang penting. Penerapan langsung dari kegiatan transformasi energi surya yang dilakukan oleh panel surya adalah pada pembangkit listrik tenaga surya. Usia pakai rata-rata dari sebuah panel surya rata-rata adalah 30 tahun. Setelah jangka waktu tersebut, panel surya rentan mengalami kerusakan. Terdapat 2 jenis *photovoltaic*, yaitu *monocrystalline* dan *polycrystalline*. *Photovoltaic monocrystalline* dibuat dengan cara memotong silikon tunggal, sedangkan *photovoltaic polycrystalline* dibuat dengan cara mencetak silikon dari beberapa kristal silikon yang dipotong menjadi ukuran kecil. Oleh karena itu, panel surya *monocrystalline* cenderung lebih efisien dalam mengubah energi matahari menjadi listrik, sedangkan panel surya *polycrystalline* cenderung lebih murah dalam produksinya^[4].

2.3 | Maximum Power Solar Tracking

Maximum Power Solar Tracking (MPPT) adalah algoritma yang disertakan dalam pengontrol muatan yang digunakan untuk mengekstraksi daya maksimum yang tersedia dari modul PV dalam kondisi tertentu. Tegangan di mana modul PV dapat menghasilkan daya maksimum disebut "*titik daya maksimum*". Daya maksimum bervariasi tergantung pada radiasi matahari, suhu sekitar, dan suhu sel surya. Prinsip utama MPPT adalah mengekstrak daya maksimum yang tersedia dari modul PV dengan membuatnya beroperasi pada tegangan paling efisien (*titik daya maksimum*). MPPT memeriksa *output* modul PV, membandingkannya dengan tegangan baterai, lalu menentukan daya terbaik yang dapat dihasilkan modul PV untuk mengisi daya baterai dan mengubahnya menjadi tegangan terbaik untuk mendapatkan arus maksimum ke dalam baterai. MPPT juga dapat memasok daya ke beban DC, yang terhubung langsung ke baterai^[5].

2.4 | Solar Inverter

Solar inverter saat ini umumnya menggunakan teknologi elektronika daya yang tidak menggunakan transformator (*transformerless*) dalam merubah listrik AC menjadi DC dengan gelombang sinus murni seperti gelombang listrik yang ditransmisikan dan didistribusikan oleh PLN. *Solar inverter* memanfaatkan tegangan tinggi DC yang diperoleh dari rangkaian panel surya sampai pada tegangan dan arus maksimum yang mampu diterima oleh *solar inverter*. Saat ini umumnya dibatasi pada tegangan 600V, 1000V dan 1500V. Besar tegangan ini berhubungan dengan daya *inverter*. Makin tinggi daya *inverter*, maka arus yang dapat diterima *inverter* akan semakin besar. Hal yang harus menjadi perhatian dan tidak boleh salah adalah nilai *Max. Input Power / P_{dc}* (daya maksimum), *Max. Input Voltage* (tegangan maksimum) / *V_{dc}* dan *Max. Input Current / I_{dc}* (arus maksimum) dari *inverter* dibandingkan dengan daya, tegangan dan arus maksimum dari rangkaian panel surya (baik *string* maupun *array*)^[6].

2.5 | Miniature Circuit Breaker (MCB) DC

MCB merupakan komponen kunci untuk keselamatan dan efisiensi fungsi mesin listrik. MCB merupakan sakelar otomatis yang terbuka ketika arus berlebih mengalir melalui rangkaian. Sakelar ini dapat ditutup kembali tanpa perlu penggantian manual. MCB bekerja berdasarkan prinsip bimetal yang melindungi terhadap arus lebih dan arus hubung singkat *solenoid*. Bimetal yang terdapat dalam rangkaian MCB melindungi dari arus lebih, dan elektromagnet dalam rangkaian melindungi dari arus hubung singkat. Kurva *trip* MCB menentukan jenis MCB yang harus digunakan untuk berbagai peralatan atau perangkat. MCB tipe A akan memutuskan rangkaian saat arus melebihi 2-3 kali arus terukur yang sebenarnya. MCB Tipe B akan memutuskan rangkaian ketika arus melebihi 3-5 kali arus yang mengalir dan dapat diaplikasikan pada proteksi kabel. MCB Tipe C akan keluar dari sirkuit saat arus melebihi 5-10 kali aliran arus aktual dan dapat diaplikasikan pada peralatan rumah tangga maupun komersial. MCB tipe D akan terputus dari sirkuit saat arus melebihi 10-20 kali arus yang mengalir dan memberikan resistansi tinggi. MCB ini dapat diaplikasikan pada motor. MCB tipe K mampu menahan arus yang mengalir hingga 8-12 kali lipat dan banyak diaplikasikan pada alat-alat beban berat seperti kompresor, motor lilitan, dan mesin sinar-X^[7].

2.6 | Lightning Arrester

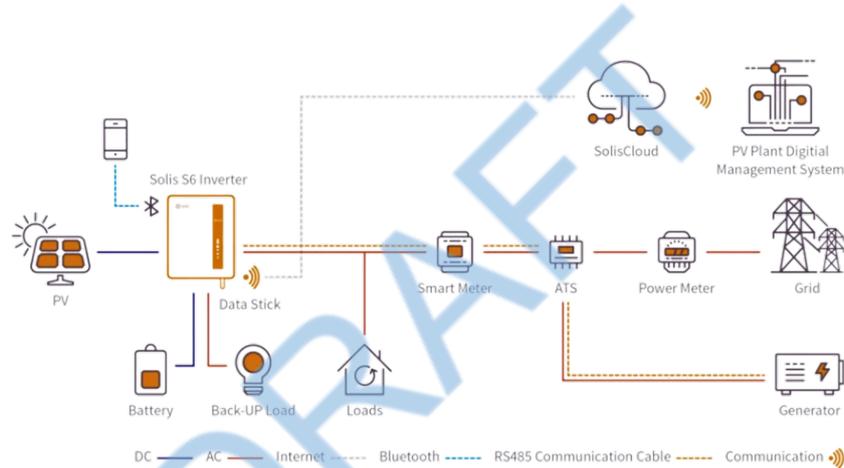
Lightning Arrester merupakan peralatan yang didesain untuk melindungi peralatan instalasi tenaga listrik atau gardu induk dari gangguan tegangan lebih akibat surja hubung maupun surja petir. Fungsi utamanya yaitu membatasi nilai tegangan yang

mengenai peralatan gardu induk yang dilindunginya. *Lightning Arrester* biasanya dipasang pada setiap ujung saluran yang akan memasuki gardu induk.

Lightning Arrester bekerja dengan cara membatasi *switching* atau membuang sisa tegangan lebih akibat dari lonjakan petir yang kemudian lonjakan petir tersebut dialirkan ke tanah. Pada kondisi normal, *arrester* bertindak sebagai isolator, namun ketika timbul surja tegangan, *arrester* akan bertindak sebagai konduktor yang memiliki tahanan relatif rendah, sehingga dapat mengalirkan arus ke tanah^[8].

2.7 | Sistem Solar Hybrid

Sistem tenaga surya hibrida ini bekerja dengan mengonversi energi matahari menjadi listrik DC melalui panel surya (PV), yang kemudian diubah menjadi listrik AC oleh *inverter* untuk digunakan oleh beban rumah tangga. Energi yang tidak digunakan langsung disimpan dalam baterai untuk digunakan nanti, seperti saat malam hari atau ketika sinar matahari tidak tersedia. *Smart Meter* dan *Power Meter* mengukur serta memantau konsumsi dan produksi energi, sementara ATS secara otomatis mengalihkan sumber daya ke *generator* atau baterai ketika diperlukan. Jika ada energi berlebih, sistem dapat menjualnya kembali ke jaringan listrik publik (*Grid*). Sistem ini juga terhubung dengan platform *SolisCloud* dan *PV Plant Digital Management System* untuk memungkinkan manajemen dan monitoring jarak jauh^[9].



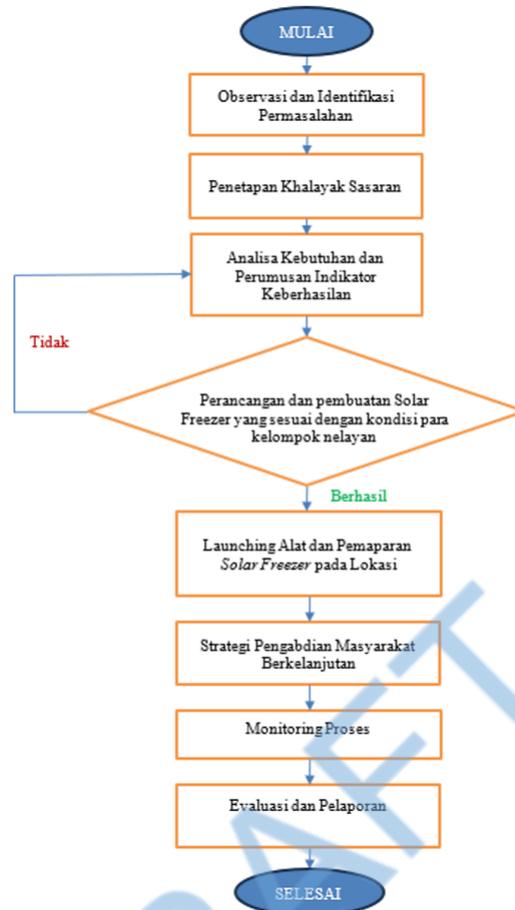
Gambar 1 Skema Sistem Solar Hybrid.

3 | METODE KEGIATAN

Kegiatan Pengabdian kepada masyarakat di Desa Bringsang, Madura dilakukan dengan sistematika pelaksanaan kegiatan pengabdian sebagai berikut:

3.1 | Observasi

Observasi pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis permasalahan yang ada di Desa Bringsang, agar bisa memastikan ketepatan solusi yang akan menjadi tujuan pengabdian. Adapun narasumber yang kami temui pada 12 Desember 2023 yakni Kepala Desa Bringsang, Bapak Ahmad Muzaki. Dalam wawancara tersebut, dinyatakan bahwa permasalahan yang sedang dihadapi oleh masyarakat desa adalah terhambatnya industri perikanan Desa Bringsang. Adanya area pesisir pada wilayah Desa Bringsang mengindikasikan adanya potensi untuk membangun industri perikanan yang unggul di desa tersebut. Namun, persentase nelayan di Desa Bringsang, yakni 2,72% (35 orang) dari total penduduk, serta persentase masyarakat yang tidak bekerja adalah 29,88% (384 orang)^[3]. Hal ini menunjukkan bahwa potensi tersebut belum direalisasikan.



Gambar 2 Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (Sumber: Tim Abdimas).

Penghambat utama dari potensi industri perikanan Desa Bringsang adalah kurangnya suplai bahan pengawet ikan berupa es. Dengan minimnya suplai es di Desa Bringsang, kapasitas pengawetan ikannya menjadi kecil. Akibatnya, nelayan tidak bisa meningkatkan hasil tangkapan ikannya. Peningkatan produksi ikan tanpa pengawetan yang cukup akan menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi para nelayan. Hal ini karena tanpa pengawetan, ikan mengalami penurunan mutu yang lebih cepat sehingga nilai jualnya pun turun dengan cepat. Mengetahui hal ini, adapun beberapa opsi yang dipikirkan oleh masyarakat dan desa setempat untuk meningkatkan suplai es. Salah satunya adalah rencana untuk membeli es dari luar Desa Bringsang. Namun, biaya transportasi es ke Desa Bringsang yang mahal menyebabkan peningkatan biaya dalam membeli es dari luar desa. Peningkatan biaya pengiriman tersebut sangat mengurangi keefektifan dari opsi pembelian es dari luar. Dengan demikian satu-satunya opsi alternatifnya adalah memproduksi es secara lokal. Namun, opsi tersebut juga memiliki penghambat yakni kurangnya ketersediaan listrik Desa Bringsang.

3.2 | Perancangan Sistem *Solar Freezer*

Perancangan alat didasari oleh analisis kebutuhan dan identifikasi masalah menurut observasi yang dilakukan. Data tersebut akan digunakan untuk menghitung kebutuhan seluruh perangkat atau alat utama maupun pendukung dalam merealisasikan sistem *Solar freezer* ini. Adapun seluruh proses perancangan dilakukan dengan menggunakan perhitungan secara matematis berdasarkan formula atau teori yang sesuai dengan apa yang telah dipelajari oleh tim di bidang pengetahuan energi baru dan terbarukan (EBT) Teknik Elektro ITS. Seluruh formula tersebut telah dimasukkan dalam *software* Microsoft Excel sebagai *tools* pendukung dalam membantu perancangan sistem *Solar freezer* ini.

Pada Tabel 1, dijelaskan penggunaan *Solar freezer* menggunakan *Compressor* berdaya 375 Watt, 0,8 PF dengan asumsi penggunaan selama 20 jam per hari maka mesin ini dapat membutuhkan daya sebesar 7500 Wh atau 468.750 VA (AC).

Tabel 1 Analisis Kebutuhan Daya (*Load Analysis*)

No	Load	Power (W)	PF	Qty	Total Power (W)	Hr/day	Wh/day	VA
1.	Freezer Gea GF 24 DC	250	0,8	1	250	20	5000	312.500
2.	Freezer GEAAB 208R	125	0,8	1	125	20	2500	156.250
Total					375		7500	468.750

(Sumber: Perhitungan dengan Ms. Excel oleh Tim Abdimas ITS)

Tabel 2 Analisis Kebutuhan Kapasitas Baterai (Sumber: Perhitungan dengan Ms. Excel oleh Tim Abdimas ITS)

Parameter	Value	Unit
<i>Coulumb Efficiency</i>	0,774	N/A
<i>Discharge Energy</i>	144	Watt Hour
<i>DOD</i>	0,8	Watt Hour
<i>Minimum Battery Capacity</i>	10.800	Watt Hour
<i>Installed Capacity</i>	10.800	Watt Hour
<i>Battery Ampere</i>	450	Ampere Hour
<i>Battery Voltage</i>	24	Volt

Tabel 3 Spesifikasi *Photovoltaic* yang Digunakan (Sumber: Perhitungan dengan Ms. Excel oleh Tim Abdimas ITS)

Parameter	Value	Unit
<i>Peak Power</i>	550	Wp
<i>G</i>	0,005	/°C
<i>Tcell</i>	-40 to 85	°C
<i>Actual Power</i>	533,5	Watt

Tabel 4 Analisis Kebutuhan *Solar photovoltaic* (Sumber: Perhitungan dengan Ms. Excel oleh Tim Abdimas ITS)

Parameter	Value	Unit
<i>Required Energy form PV</i>	7500	Wh/day
<i>Number of PV Module @NOCT</i>	3,00	Pcs
<i>Installed PV Module</i>	3,00	Pcs
<i>Daily Generate Energy</i>	7500	Wh/day
<i>Excess Energy</i>	0	Wh/day
<i>Power of Installed Modul</i>	1650	Wp

Adapun desain spesifikasi peralatan yang didapatkan yakni, Solar Panel 550 WP berjumlah 3 buah, MPPT *Solar Charge Controller* 60 A, *Battery* masing-masing 12 volt 150 Ah dengan jumlah 6 unit dirangkai seri-pararel, didapat 24V 450Ah, *Inverter* 3KVA, *Freezer* dengan total 375 Watt dengan jumlah 2 buah, BMS Taico sebagai penstabil *output* baterai, ATS (*Automatic Transfer Switch*) 63A, dan pengamanan seperti MCB dan *Arrester*.

4 | HASIL DAN DISKUSI

Dengan adanya kegiatan pengabdian masyarakat dari ITS ini, mitra dapat merealisasikan potensi industri perikanan lokal secara berkelanjutan, dapat meningkatkan produksi perikanan nasional, dapat meningkatkan kesejahteraan nelayan khususnya para nelayan yang ada di Desa Bringsang, Kecamatan Giligenting, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur. Selain itu, masyarakat yang ada di Desa Bringsang ini dapat memperoleh pengetahuan mengenai pengawetan ikan dan pembangkitan listrik menggunakan *solar photovoltaic*. Adapun hasil kegiatan abmas yang telah kami lakukan sebagai berikut.

4.1 | Perancangan dan pembuatan *solar freezer*

Pembuatan sistem *solar freezer* dilakukan setelah desain mekanik dan spesifikasi elektris selesai. Pembuatan alat ini memakan waktu kurang lebih satu bulan dengan rincian 2 minggu awal digunakan untuk pembelian alat dan barang yang akan digunakan, dilanjutkan dengan proses *wiring* komponen elektrikal pada 2 minggu berikutnya.



Gambar 3 Perancangan dan pembuatan *Solar Freezer*.

4.2 | Pengujian Fungsional Sistem *Solar Freezer*

Setelah proses perancangan dan pembuatan/ *wiring* alat selesai maka dilakukan pengujian sistem *Solar Freezer*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau masih terdapat beberapa faktor *error* pada sistem. Pengujian fungsional ini memperoleh keberhasilan setelah dilakukan beberapa percobaan dan hasil yang didapatkan adalah sistem dapat berhasil bekerja dengan normal.



Gambar 4 Pengujian Fungsional terhadap Sistem.

4.3 | Instalasi *Solar Freezer* di Lokasi Abdimas

Setelah Pengujian fungsional sistem dapat bekerja dengan normal dan baik maka selanjutnya sistem dapat di installasi langsung dilokasi abdimas. Proses installasi *Solar Freezer system* ini berlangsung selama satu hari yaitu pada tanggal 3 Agustus 2024. Dengan fokus kegiatan pada instalasi mulai dari pemasangan rangka panel surya dan *wiring Solar Freezer system*. Setelah semua proses installasi selesai dilakukan maka dilakukan pengecekan terhadap *wiring system* agar tidak terjadi *error* atau hal yang tidak diinginkan pada sistem nantinya ketika dihidupkan.



Gambar 5 Pemasangan Alat di Lokasi Abmas.

4.4 | Penyuluhan dan Penyerahan Sistem *Solar freezer* kepada mitra dan masyarakat

Setelah pengecekan *wiring* selesai maka keesokan harinya pada tanggal 4 Agustus 2024 dilakukan penyuluhan sekaligus penyerahan sistem *Solar Freezer* kepada mitra. Sebelum penyuluhan, dilakukan percobaan *power on system* dan diperoleh hasil bahwa sistem dapat beroperasi secara normal dan baik. Penyuluhan kepada mitra dilakukan dengan menjelaskan fungsi dari setiap peralatan dan cara mengoperasikan sistem. Setelah penyuluhan selesai dan mitra sudah memahami tahapan pengoperasian sistem maka dilakukan penyerahan sistem *Solar Freezer* kepada mitra.



Gambar 6 Penyerahan Sistem *Solar Freezer* kepada Mitra.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil kegiatan yang telah dilakukan, tim kami telah berhasil mengimplementasikan alat yang berfungsi untuk membantu dalam mengoptimalkan produksi ikan dengan mengatasi kebutuhan penyimpanan es untuk nelayan, membentuk pemahaman dan pola pikir pada bidang kelistrikan khususnya energi terbarukan bagi para nelayan di Desa Bringsang, Madura. Harapannya, para nelayan dapat memanfaatkan skema alat ini dengan baik untuk proses produksi perikanan dan dapat melakukan pemeliharaan secara rutin terhadap alat dan panel surya supaya dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Saran dan rekomendasi yang dapat diberikan sebagai upaya perbaikan alat diantaranya melakukan pengecekan inverter dan baterai setiap kali dalam seminggu, memberikan kunci pada pintu masuk ruangan agar alat-alat yang ada tetap aman dan terjaga, melakukan pengecekan pada atap agar tidak ada air yang masuk dan bocor yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Pusat Kajian *Sustainable Development Goals* (SDGs) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat ITS yang telah mendukung dan memberikan pendanaan untuk kegiatan ini.

Referensi

1. Sumaryati. KAJIAN POTENSI WISATA KESEHATAN OKSIGEN DI GILI IYANG. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional 2016;.
2. Global Solar Atlas, Bringsang-Sumenep;. <https://globalsolaratlas.info/map?c=-7.1862,113.921,11&s=7.1862,113.921&m=site>, diakses pada 10 Januari 2024.
3. Stuiber DA. Home Freezing of Fish. University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service; 2017.
4. Tiger, Perbandingan Panel Tenaga Surya: Mono Vs Poli;. <https://atonergi.com/perbandingan-panel-tenaga-surya-mono-vs-poli/>, diakses pada 10 Januari 2024.
5. LEONICS, Basics of MPPT Solar Charge Controller;. https://www.leonics.com/support/article2_14j/articles2_14j_en.php, diakses pada 10 Januari 2024.
6. Simanjourang R, Mengenal Solar Inverter (PV Inverter); 2022. <https://www.hexamitra.co.id/blog/solar-pv-on-grid-string-inverter>, diakses pada 10 Januari 2024.
7. BYJU'S, Miniature Circuit Breaker (MCB);. <https://byjus.com/physics/miniature-circuit-breaker/>, diakses pada 10 Januari 2024.
8. Anak Teknik Indonesia, Mengenal 'Lightning Arrester' Alat Proteksi Sistem Tenaga Listrik;. https://www.anakteknik.co.id/imam_assidqi/articles/mengenal-lightning-arrester-alat-proteksi-sistem-tenaga-listrik, diakses pada 10 Januari 2024.
9. Sunergi, Apakah Sistem PLTS Hybrid itu?;. <https://www.sunergi.co.id/id/sistem-hybrid/>, diakses pada 10 Januari 2024.

Cara mengutip artikel ini: Priyadi, A., Pujiantara, M., Anam, S., (2024), Pemberdayaan Masyarakat Melalui Inovasi Teknologi Penghasil Es Berbasis Energi Terbarukan sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Desa Bringsang, Madura, *Sewagati*, 8(6):1–10, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i6.2151>.