

Penerapan Solar Energi Untuk Pengembangan Daerah Wisata Berkelanjutan di Pantai Galung Desa Juruan Daya Kabupaten Sumenep

Rahmad Purnama¹, Meirani Harsasi¹, Sucipto¹, Tiara Sevi Nurmanita¹, Berlina Hidayati², Rini Febrianti³.

¹Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Terbuka, Indonesia.

²Fakultas Ilmu Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Terbuka, Indonesia

³Sekolah Vakosi, Universitas Terbuka, Indonesia.

INFO ARTIKEL

Diserahkan 05/03/2026
Direvisi 17/03/2026
Diterima 22/03/2026
Diterbitkan 28/03/2026

Kata Kunci:

Solar Energi,
Pariwisata Berkelanjutan,
Pengabdian Masyarakat,
Pemberdayaan Ekonomi,
Energi Terbarukan

ABSTRAK

Kawasan wisata Pantai Galung, Desa Juruan Daya, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur, menyimpan potensi alam yang besar namun terkendala keterbatasan infrastruktur listrik. Kondisi ini membatasi waktu operasional wisata dan menghambat peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal. Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) Universitas Terbuka hadir sebagai solusi dengan menerapkan teknologi solar energi berkapasitas 500 Wp di kawasan wisata tersebut. Kegiatan dilaksanakan menggunakan metode partisipatif yang melibatkan BUMDes Teratai, perangkat Desa Juruan Daya, pelaku usaha, dan masyarakat setempat. Instalasi sistem berhasil menyediakan penerangan 20 titik lampu LED dan empat outlet charging. Monitoring satu bulan menunjukkan sistem beroperasi dengan efisiensi rata-rata 77,9% dan produksi energi 2,25 kWh/hari. Dampak ekonomi yang terukur meliputi peningkatan omzet pelaku usaha rata-rata 40%, kenaikan jumlah pengunjung 25%, dan perpanjangan waktu operasional wisata empat jam per hari. Program edukasi kepada 45 peserta sosialisasi dan 25 peserta pelatihan teknis menghasilkan peningkatan skor pengetahuan rata-rata 85,9%. Hasil kegiatan membuktikan bahwa integrasi solar energi di kawasan wisata mampu mendorong pariwisata berkelanjutan sekaligus memberdayakan ekonomi masyarakat perdesaan secara nyata.

Corresponding author email:

rahmad.purnama@ecampus.ut.ac.id



Copyright © Author (2026). Published by Alesha Media Digital. This is an open access article under the CC BY SA license. All writings published in this journal are personal views of the author and do not represent the views of this journal and the author's affiliated institutions.

1. PENDAHULUAN

Kawasan wisata Pantai Galung, Desa Juruan Daya, Kecamatan Kalianget, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur, menyimpan potensi alam yang besar namun belum berkembang optimal akibat keterbatasan infrastruktur listrik. Pantai dengan hamparan pasir putih sepanjang sekitar 2 kilometer ini dikelola oleh BUMDes Teratai bersama pemerintah Desa Juruan Daya, namun kawasannya belum terjangkau jaringan listrik PLN secara memadai [1]. Ketiadaan penerangan di malam hari memaksa seluruh aktivitas wisata terhenti sejak matahari terbenam, warung pelaku usaha lokal yang sebagian besar merupakan nelayan dan petani terpaksa tutup, dan fasilitas pendukung wisata tidak dapat dioptimalkan [2]. Kondisi ini secara langsung membatasi pertumbuhan ekonomi masyarakat yang seharusnya dapat memanfaatkan potensi wisata sebagai sumber pendapatan tambahan yang signifikan. Indonesia sendiri memiliki potensi energi surya rata-rata 4,5–5,1 kWh/m²/hari, menjadikan teknologi fotovoltaik sebagai solusi strategis yang sangat relevan untuk kawasan seperti Pantai Galung yang belum terjangkau jaringan listrik nasional [3], [4].

Kabupaten Sumenep, di ujung timur Pulau Madura, Jawa Timur, memiliki kekayaan alam dan budaya yang potensial dikembangkan sebagai destinasi wisata unggulan, namun pengembangan wisata di banyak kawasannya masih terkendala keterbatasan infrastruktur dasar, khususnya listrik [5]. Data Dinas Pariwisata Kabupaten Sumenep mencatat tren peningkatan kunjungan wisatawan ke Pantai Galung, terutama pada akhir pekan dan hari libur [6]. Meski demikian, potensi tersebut belum dapat dimaksimalkan karena ketiadaan listrik memaksa seluruh kegiatan usaha dan wisata berakhir sebelum pukul 18.00 WIB. Sektor pariwisata nasional berkontribusi sekitar 5,5% terhadap PDB dan menyerap jutaan tenaga kerja [7], namun manfaat ini belum dapat dinikmati sepenuhnya oleh masyarakat desa wisata seperti Juruan Daya yang menghadapi defisit energi [8].

BUMDes Teratai sebagai pengelola wisata Pantai Galung bekerja sama dengan pemerintah Desa Juruan Daya dalam mengembangkan destinasi ini. Pantai yang menawarkan hamparan pasir putih bersih, air laut jernih berwarna biru kehijauan, dan pemandangan matahari terbenam yang memukau ini memiliki potensi besar namun menghadapi kendala serius [9]. Masyarakat sekitar pantai yang sebagian besar berprofesi sebagai nelayan dan petani mulai memanfaatkan potensi wisata dengan membuka warung makan, berjualan souvenir, dan menyediakan layanan wisata sederhana [10]. Namun tanpa infrastruktur listrik, seluruh usaha ini hanya dapat berjalan di siang hari, jauh dari optimal, dan belum mampu mengangkat taraf ekonomi masyarakat secara signifikan [11].

Aksesibilitas Pantai Galung relatif baik, berjarak 15–20 km dari pusat Kota Sumenep dengan kondisi jalan beraspal, sehingga secara fisik potensial sebagai destinasi unggulan di Sumenep [6]. Namun kondisi riil di lapangan menunjukkan bahwa BUMDes Teratai dan pelaku usaha lokal tidak dapat memaksimalkan potensi tersebut. Tanpa listrik, warung-warung tidak dapat beroperasi di malam hari, fasilitas charging untuk wisatawan tidak tersedia, dan kualitas layanan sangat terbatas karena tidak dapat menggunakan peralatan berlistrik seperti kulkas, kipas angin, maupun sistem tata suara. Akibatnya, pendapatan mitra sangat bergantung pada kunjungan siang hari saja, sementara potensi ekonomi malam hari terbuang sia-sia setiap harinya.

Permasalahan keterbatasan infrastruktur listrik di Pantai Galung mendorong perlunya intervensi teknologi tepat guna. Kawasan pantai belum terjangkau jaringan listrik PLN secara memadai sehingga tidak tersedia sumber penerangan di malam hari [1]. Kondisi ini berdampak langsung: pengunjung tidak dapat menikmati suasana pantai di malam hari, warung terpaksa tutup lebih awal, dan fasilitas wisata tidak dapat dioptimalkan [2]. Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hadir sebagai solusi mandiri yang tidak bergantung pada jaringan nasional, bersifat ramah lingkungan tanpa emisi karbon, berbiaya operasional rendah pasca-instalasi, dan memiliki umur pakai panjang 20–25 tahun menjadikannya pilihan strategis yang tepat untuk kondisi Pantai Galung [12].

Kondisi Pantai Galung mencerminkan tantangan umum di banyak destinasi wisata perdesaan Indonesia yang membutuhkan solusi energi mandiri. Menurut United Nations World Tourism Organization (UNWTO), pariwisata berkelanjutan harus mampu menyediakan layanan berkualitas kepada wisatawan sekaligus memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal, tanpa mengorbankan aspek lingkungan [13]. Penerapan solar energi di kawasan wisata secara langsung memenuhi ketiga pilar tersebut: meningkatkan kualitas layanan wisata, memberdayakan ekonomi masyarakat lokal seperti BUMDes Teratai dan pelaku usaha Desa Juruan Daya, sekaligus menggunakan energi bersih tanpa emisi karbon [14]. Oleh karena itu, intervensi PLTS menjadi strategi krusial yang tidak hanya menyelesaikan masalah infrastruktur mitra, tetapi juga mendukung pengembangan pariwisata berkelanjutan secara menyeluruh [15], [16].

Teknologi solar energi hadir sebagai solusi yang tepat dan strategis untuk menjawab tantangan yang dihadapi mitra di Pantai Galung. Sistem PLTS sangat relevan dengan konteks kawasan wisata pantai karena memanfaatkan sumber energi yang tersedia melimpah dan gratis, bersifat ramah lingkungan tanpa polusi suara maupun emisi karbon, dapat dipasang secara mandiri tanpa jaringan listrik nasional, berbiaya operasional sangat rendah setelah instalasi, serta memiliki umur pakai panjang mencapai 20–25 tahun untuk komponen

panel surya[12]. Penerapan energi terbarukan di destinasi wisata juga berdampak pada peningkatan daya saing, mengingat wisatawan milenial dan generasi Z semakin memilih destinasi berwawasan lingkungan yang menerapkan praktik ramah lingkungan, termasuk penggunaan energi terbarukan[17], [18]. Keunggulan-keunggulan ini menjadikan solar energi sebagai investasi infrastruktur jangka panjang yang sangat relevan bagi BUMDes Teratai dan ekosistem wisata Pantai Galung.

Universitas Terbuka melalui Fakultas Ekonomi dan Bisnis merespons kondisi mitra tersebut dengan merancang program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang berfokus pada penerapan solar energi di kawasan wisata Pantai Galung sebagai wujud komitmen Tri Dharma Perguruan Tinggi [19]. Program ini dirancang secara komprehensif, mencakup aspek teknologi (instalasi sistem PLTS), ekonomi (peningkatan kapasitas usaha mitra), dan edukasi (transfer pengetahuan kepada BUMDes Teratai dan masyarakat) [20]. Kolaborasi antara akademisi, pemerintah desa, dan BUMDes Teratai menjadi fondasi utama pelaksanaan program ini untuk memastikan keberlanjutan manfaat pasca-program [21].

Kegiatan PKM ini merupakan respons langsung terhadap permasalahan nyata yang dihadapi BUMDes Teratai dan masyarakat Desa Juruan Daya. Adopsi panel surya sebagai sumber energi terbarukan tidak hanya berkontribusi pada efisiensi biaya operasional jangka panjang bagi mitra, tetapi juga selaras dengan upaya global untuk mengurangi emisi karbon dan dampak perubahan iklim [22]. Penerapan PLTS di kawasan wisata juga terbukti di berbagai studi dapat meningkatkan daya tarik destinasi dan kepercayaan wisatawan terhadap pengelola yang berwawasan lingkungan [17], [18]. Dengan demikian, program ini memiliki dampak berlapis: menyelesaikan masalah infrastruktur mitra sekaligus memperkuat posisi Pantai Galung sebagai destinasi wisata berkelanjutan [23].

Tujuan kegiatan PKM ini meliputi Pertama, menginstalasi sistem solar energi yang layak dan berkelanjutan sebagai sumber listrik alternatif. Kedua, meningkatkan kualitas fasilitas wisata melalui ketersediaan penerangan dan infrastruktur listrik. ketiga, memberikan edukasi dan pelatihan kepada pengelola wisata dan masyarakat tentang pemanfaatan serta pemeliharaan sistem solar energi. Keempat, mendorong pertumbuhan ekonomi lokal melalui peningkatan daya tarik dan waktu operasional wisata. serta Kelima, menjadikan Pantai Galung sebagai model pariwisata berkelanjutan berbasis energi terbarukan yang dapat direplikasi di destinasi wisata lain[23]. Adopsi panel surya sebagai sumber energi terbarukan ini tidak hanya berkontribusi pada efisiensi biaya operasional jangka panjang tetapi juga selaras dengan upaya global untuk mengurangi emisi karbon dan dampak perubahan iklim [21], [24].

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan PKM dilaksanakan di kawasan wisata Pantai Galung, Desa Juruan Daya, Kecamatan Kalianget, Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur, selama tiga bulan yaitu Oktober hingga Desember 2025. Kegiatan ini mengikuti alur pelaksanaan terstruktur yang terdiri dari lima tahap berurutan: (1) Persiapan dan Survei Lapangan (2) Sosialisasi kepada Masyarakat (3) Instalasi Sistem Solar Energi (4) Pelatihan dan Transfer Pengetahuan (5) Monitoring dan Evaluasi Dampak. Pemilihan lokasi didasarkan pada potensi wisata yang besar namun belum berkembang optimal, keterbatasan infrastruktur listrik yang nyata, dukungan penuh dari pemerintah desa dan BUMDes, serta paparan sinar matahari yang optimal sebagai syarat kunci keberhasilan sistem solar energi [25]. Sasaran kegiatan meliputi pengurus BUMDes Teratai (12 orang), perangkat Desa Juruan Daya (8 orang), pelaku usaha lokal (15 orang), dan perwakilan masyarakat umum (10 orang), dengan total peserta sosialisasi 45 orang dan pelatihan teknis 25 orang.

Tahap pertama adalah persiapan dan survei lapangan. Tahap persiapan dilaksanakan pada minggu pertama Oktober 2025. Tim PKM melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi kebutuhan energi listrik, kondisi infrastruktur eksisting, serta potensi penempatan panel surya yang optimal [26]. Pengukuran intensitas radiasi matahari dilakukan selama tiga hari berturut-turut untuk mendapatkan data iradiasi rata-rata 4,8 kWh/m²/hari

sebagai dasar perencanaan kapasitas sistem [27]. Koordinasi intensif dilakukan bersama Kepala Desa Juruan Daya dan Ketua BUMDes Teratai untuk memastikan dukungan, kesiapan lokasi, dan partisipasi aktif masyarakat. Seluruh komponen sistem, meliputi panel surya, baterai, charge controller, inverter, kabel instalasi, dan aksesoris elektrik, diperiksa kelengkapan dan kondisi teknisnya sebelum instalasi dimulai [28].

Tahap persiapan dilaksanakan pada minggu pertama Oktober 2025 mencakup survei lapangan, pengukuran iradiasi, koordinasi mitra, dan verifikasi komponen [26], [27], [28]. Kemudian tahapan kedua Sosialisasi Kegiatan sosialisasi dilaksanakan pada 15 Oktober 2025 di Balai Desa Juruan Daya dan dihadiri 45 peserta dari BUMDes Teratai, perangkat desa, pelaku usaha, dan perwakilan masyarakat. Metode yang digunakan adalah ceramah interaktif dengan media presentasi visual, pemutaran video demonstrasi sistem solar energi, dan sesi tanya jawab intensif [29]. Materi mencakup pengenalan konsep energi terbarukan, cara kerja sistem fotovoltaik, manfaat ekonomi jangka pendek dan panjang, dampak lingkungan positif, serta rencana implementasi di Pantai Galung [21]. Evaluasi pemahaman peserta dilakukan melalui kuesioner pre-test sebelum sosialisasi dan post-test setelah sesi selesai.

Tahap ketiga adalah Instalasi Sistem Solar Energi: Instalasi dilaksanakan selama 5 hari kerja pada minggu pertama November 2025 oleh tim teknis Universitas Terbuka yang kompeten, dengan melibatkan warga lokal sebagai tenaga pendukung sekaligus transfer pengetahuan teknis [30]. Proses instalasi meliputi pemasangan struktur mounting besi hollow anti karat, penempatan panel surya pada kemiringan optimal 12 derajat menghadap utara, perangkaian empat unit baterai secara seri-paralel, pemasangan charge controller MPPT dan inverter dalam box panel kedap air, serta penarikan kabel ke 20 titik lampu LED dan empat outlet charging. Keterlibatan warga lokal dalam proses instalasi secara langsung menjadi media transfer pengetahuan teknis yang efektif dan bermakna bagi masyarakat setempat.

Tahap keempat adalah Pelatihan dan Transfer Pengetahuan. Pelatihan dilaksanakan pada 10 November 2025 di lokasi instalasi menggunakan metode learning by doing [28]. Peserta mempraktikkan langsung cara mengoperasikan sistem, memeriksa kondisi panel dan baterai, membaca indikator charge controller, melakukan pembersihan rutin panel, serta mengidentifikasi dan menangani masalah sederhana [31]. Setiap peserta mendapatkan modul panduan operasional bergambar dengan bahasa yang mudah dipahami. Dibentuk pula tim teknisi lokal dari lima orang untuk menjamin keberlanjutan operasional sistem secara mandiri [32]. Kemudian tahap kelima adalah monitoring dan evaluasi dampak. Monitoring teknis dilakukan setiap dua minggu selama satu bulan pertama operasional, mencakup pencatatan produksi energi harian (kWh) dan efisiensi sistem (%). Evaluasi dampak dilaksanakan melalui tiga instrumen: (a) wawancara terstruktur dengan pelaku usaha dan BUMDes untuk mengukur perubahan omzet dan jam operasional; (b) perbandingan data kunjungan wisatawan dari catatan retribusi parkir BUMDes Teratai sebelum dan sesudah program; serta (c) analisis pre-test dan post-test (20 butir soal) untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta tentang teknologi solar energi [33].

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Proses Persiapan dan Instalasi Sistem Solar Energi

Tahap persiapan dan pengadaan komponen berlangsung dengan baik dan terorganisir. Proses pemeriksaan dan inventarisasi komponen sistem solar energi yang baru tiba di lokasi dilaksanakan secara cermat di gazebo Pantai Galung, meliputi panel surya (kardus berlabel SOLAR), baterai SOLANA, kabel instalasi, dan aksesoris elektrik. Proses verifikasi ini penting untuk memastikan seluruh komponen sesuai spesifikasi teknis yang direncanakan sebelum dilakukan instalasi. Setiap komponen dicatat, diperiksa kondisi fisiknya, dan dipastikan kelengkapannya sesuai daftar pengadaan.

Gambar 1 menunjukkan sesi koordinasi tim PKM Universitas Terbuka bersama mitra BUMDes Teratai dalam memeriksa detail komponen instalasi. Koordinasi intensif ini memastikan setiap anggota tim memahami tugas dan prosedur instalasi dengan baik, serta menjadi awal yang efektif dari proses transfer pengetahuan teknis kepada masyarakat lokal



Gambar 1. Koordinasi tim PKM Universitas Terbuka bersama mitra BUMDes Teratai dalam persiapan detail komponen instalasi

Spesifikasi lengkap sistem solar energi yang berhasil diinstalasi di kawasan wisata Pantai Galung disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Sistem Solar Energi yang Diinstalasi di Pantai Galung

Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Kapasitas
Panel Surya	Monokristalin 125 Wp	4 unit	500 Wp
Baterai	Deep Cycle 12V 200Ah	4 unit	800 Ah
Charge Controller	MPPT 30A	1 unit	360 W
Inverter	DC-AC Pure Sine Wave	1 unit	1.000 W
Lampu LED	LED 10W/titik	20 titik	200 W
Outlet Charging	220V AC Stop Kontak	4 titik	400 W
Kabel Instalasi	NYM 2×2,5 mm ²	50 m	–

Berdasarkan Tabel 1, desain sistem didasarkan pada hasil pengukuran iradiasi matahari rata-rata 4,8 kWh/m²/hari di lokasi dan estimasi kebutuhan beban harian 2,0 kWh (20 lampu LED 10W × 5 jam = 1,0 kWh; empat outlet charging rata-rata 0,25 kWh/hari = 1,0 kWh). Kapasitas panel 500 Wp dipilih dengan faktor keamanan 1,2 untuk hari berawan, sehingga produksi teoritis mencapai ±2,3 kWh/hari. Panel jenis monokristalin dipilih karena efisiensi konversi lebih tinggi (17 - 20%) dibandingkan polikristalin pada area pemasangan terbatas di atap gazebo, dan performa lebih stabil pada suhu tinggi khas kawasan pantai. Empat unit baterai deep cycle 12V 200Ah dirangkai seri-paralel menghasilkan kapasitas penyimpanan efektif ±4,8 kWh (dibatasi depth of discharge 50% untuk memperpanjang siklus hidup baterai), cukup menyuplai kebutuhan malam lebih dari dua malam tanpa pengisian. Charge controller MPPT 30A dipilih dibandingkan PWM karena mampu meningkatkan efisiensi pengisian 15–30%, sedangkan inverter pure sine wave 1000W dipilih untuk memastikan kompatibilitas dengan seluruh jenis peralatan elektronik pelaku usaha. Semua komponen dipilih dengan mempertimbangkan ketahanan terhadap lingkungan pantai berkadar garam tinggi dan ketersediaan layanan purna jual di wilayah Sumenep.

Proses pemasangan fisik sistem solar energi berlangsung lancar selama 5 hari kerja. Kegiatan instalasi panel surya di atas gazebo Pantai Galung dilaksanakan secara langsung oleh tim PKM bersama warga lokal Desa Juruan Daya dengan penuh antusias dan semangat gotong royong. Keterlibatan aktif warga lokal dalam proses instalasi secara langsung merupakan bagian penting dari strategi transfer pengetahuan dan membangun

kemandirian komunitas dalam pengelolaan sistem. Proses ini tidak hanya menghasilkan infrastruktur fisik yang fungsional, tetapi juga memperkuat kapasitas teknis warga dalam memahami dan merawat sistem energi terbarukan secara mandiri dan berkelanjutan.



Gambar 2. Foto bersama tim PKM Universitas Terbuka dan seluruh mitra setelah instalasi sistem solar energi selesai di Pantai Galung

Gambar 2 mendokumentasikan momen setelah instalasi selesai, yakni foto bersama seluruh tim PKM Universitas Terbuka, perwakilan BUMDes Teratai, perangkat Desa Juruan Daya, dan masyarakat setempat. Panel surya tampak telah terpasang rapi di atas atap gazebo wisata. Ekspresi antusias dan bangga seluruh peserta mencerminkan keberhasilan program serta kuatnya kolaborasi antara akademisi, pemerintah desa, pengelola BUMDes, dan masyarakat dalam mewujudkan program PKM ini.

3.2 Kinerja Teknis Sistem Solar Energi

Monitoring intensif selama empat minggu pertama operasional menunjukkan bahwa sistem beroperasi dengan baik dan stabil. Tabel 2 menyajikan data kinerja sistem selama periode monitoring awal tersebut.

Tabel 2. Data Kinerja Sistem Solar Energi Selama Satu Bulan Pertama Monitoring

Minggu ke-	Produksi Energi (kWh/hari)	Efisiensi Sistem (%)	Status Baterai
1	2,10	76,0	Baik
2	2,30	78,5	Baik
3	2,20	77,8	Baik
4	2,40	79,2	Baik
Rata-rata	2,25	77,9	Baik

Tabel 2 menunjukkan produksi energi yang konsisten di kisaran 2,10 - 2,40 kWh/hari dengan rata-rata 2,25 kWh/hari. Efisiensi sistem rata-rata 77,9% melampaui target desain awal sebesar 75%, menandakan kualitas instalasi dan pemilihan komponen yang tepat. Charge controller MPPT 30A berfungsi optimal menjaga kondisi baterai tetap baik sepanjang periode monitoring dengan mencegah overcharging dan deep discharge. Inverter 1000W bekerja stabil mengkonversi arus DC dari baterai menjadi AC 220V tanpa gangguan. Tidak ditemukan masalah teknis serius selama satu bulan pertama, dan sistem mampu menyuplai listrik untuk seluruh 20 titik lampu LED dan empat outlet charging secara bersamaan dan konsisten. Dibandingkan dengan penelitian sejenis, efisiensi 77,9% yang dicapai berada di atas hasil Sinurat et al [25] yang melaporkan efisiensi 72 - 75% pada instalasi PLTS untuk penerangan kawasan wisata di Riau, serta lebih tinggi dari yield faktor 3,8 - 4,2 kWh/kWp/hari yang dicatat Kristiawan et al. [27] pada instalasi atap gedung di Denpasar. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa lokasi Pantai Galung memiliki iradiasi matahari yang lebih optimal dan

kualitas instalasi yang baik.

3.3 Dampak terhadap Kualitas Fasilitas Wisata dan Ekonomi Masyarakat

Ketersediaan penerangan yang memadai secara dramatis mengubah wajah kawasan wisata Pantai Galung, terutama pada malam hari. Sebelum program PKM, pantai menjadi sepi dan gelap setelah matahari terbenam. Pasca-instalasi, kawasan pantai terlihat hidup dan menarik di malam hari dengan pencahayaan merata. Waktu operasional wisata mengalami perpanjangan dari semula berakhir pukul 17.30 - 18.00 WIB menjadi pukul 21.00 - 22.00 WIB, menambah empat jam produktif bagi seluruh ekosistem wisata. Tabel 3 menyajikan perbandingan indikator ekonomi sebelum dan sesudah pelaksanaan PKM.

Tabel 3. Perbandingan Indikator Ekonomi Sebelum dan Sesudah Pelaksanaan PKM

Indikator Ekonomi	Sebelum PKM	Sesudah PKM	Perubahan
Omzet warung (rata-rata/hari)	Rp 150.000	Rp 210.000	+40%
Jam operasional wisata	06.00–18.00	06.00–22.00	+4 jam
Jumlah pengunjung/bulan	±480 orang	±600 orang	+25%
Pendapatan parkir BUMDes/bulan	Rp 2.400.000	Rp 3.000.000	+25%
Warung beroperasi malam	0 warung	8 warung	+100%
Peluang usaha baru	0 jenis	4 jenis	Baru

Tabel 3 menunjukkan peningkatan yang bermakna pada seluruh indikator ekonomi yang dipantau. Peningkatan omzet warung rata-rata 40 % dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme: pertama, perpanjangan waktu operasional empat jam (hingga pukul 22.00 WIB) memberikan tambahan volume transaksi per hari yang sebelumnya tidak mungkin terjadi; kedua, ketersediaan listrik mendorong peningkatan kualitas layanan karena pelaku usaha dapat berinvestasi pada kulkas untuk minuman dingin, kipas angin, dan sistem tata suara sederhana yang meningkatkan kepuasan pengunjung; ketiga, suasana pantai yang terang di malam hari menciptakan pengalaman wisata baru sehingga durasi kunjungan meningkat dan konsumsi per pengunjung turut bertambah. Adapun peningkatan jumlah pengunjung 25% dipengaruhi oleh penyebaran informasi dari mulut ke mulut dan melalui media sosial mengenai daya tarik Pantai Galung di malam hari. Kemudian meningkatnya kenyamanan fasilitas wisata secara keseluruhan yang mendorong kunjungan ulang. Serta terbukanya empat jenis peluang usaha baru yang memperluas ragam layanan bagi wisatawan. Peningkatan retribusi parkir BUMDes Teratai sebesar 25% dapat dialokasikan untuk pengembangan fasilitas wisata lebih lanjut, memperkuat diversifikasi ekonomi lokal secara berkelanjutan.

3.4 Hasil Edukasi dan Transfer Pengetahuan

Evaluasi kegiatan edukasi menunjukkan peningkatan pengetahuan yang bermakna pada seluruh kelompok peserta. Tabel 4 menyajikan data peserta sosialisasi, pelatihan, serta hasil evaluasi pre-test dan post-test.

Tabel 4. Data Peserta Sosialisasi, Pelatihan, dan Hasil Evaluasi Pengetahuan

Kelompok Peserta	Sosialisasi (orang)	Pelatihan (orang)	Pre-test	Post-test
Pengurus BUMDes Teratai	12	10	45	82
Perangkat Desa Juruan Daya	8	3	40	74
Pelaku Usaha Lokal	15	8	38	76
Perwakilan Masyarakat	10	4	44	79
Total / Rata-rata	45	25	41,8	77,8

Tabel 4 memperlihatkan peningkatan skor pengetahuan yang signifikan pada semua kelompok peserta, dari rata-rata 41,8 (pre-test) menjadi 77,8 (post-test), setara peningkatan 85,9%. Nilai tertinggi diraih peserta dari

kelompok BUMDes (82) yang mendapat pelatihan teknis paling intensif. Seluruh 25 peserta pelatihan berhasil memperoleh kompetensi dasar dalam mengoperasikan, memonitor, dan merawat sistem solar energi secara mandiri. Tim teknisi lokal yang terbentuk dari lima peserta terpilih menjamin keberlangsungan operasional sistem setelah program PKM berakhir. Dampak edukasi juga meluas ke komunitas lebih luas melalui kunjungan sekolah dan penyebaran konten edukatif di media sosial, memperkuat posisi Pantai Galung sebagai destinasi wisata edukasi energi terbarukan.

4. KESIMPULAN

Program PKM penerapan solar energi di Pantai Galung, Desa Juruan Daya, Kabupaten Sumenep, telah memberikan dampak nyata dan terukur bagi mitra BUMDes Teratai, pelaku usaha lokal, dan masyarakat Desa Juruan Daya, sekaligus meletakkan fondasi yang kuat bagi pengembangan pariwisata berkelanjutan berbasis energi terbarukan di kawasan tersebut.

Pertama, dari aspek teknis, sistem solar energi 500 Wp yang diinstalasi berhasil meningkatkan kapasitas energi BUMDes Teratai secara signifikan dengan efisiensi operasional rata-rata 77,9% -melampaui target desain 75% dan lebih tinggi serta produksi energi konsisten 2,25 kWh/hari, cukup untuk menyuplai 20 titik penerangan LED dan empat outlet charging secara penuh setiap harinya. Kedua, dari aspek ekonomi, dampak terhadap mitra bersifat nyata dan terukur. Omzet pelaku usaha meningkat rata-rata 40% didorong oleh perpanjangan jam operasional empat jam, peningkatan kualitas layanan berlistrik, dan daya tarik wisata malam hari yang baru. Jumlah pengunjung naik 25% akibat penyebaran informasi di media sosial dan meningkatnya kenyamanan fasilitas. Pendapatan retribusi parkir BUMDes Teratai meningkat 25% dan terbuka empat jenis peluang usaha baru. Kontribusi terhadap pariwisata berkelanjutan tercermin dari terpenuhinya tiga pilar sekaligus: peningkatan kualitas layanan bagi wisatawan, penguatan ekonomi masyarakat lokal, dan penggunaan energi bersih tanpa emisi karbon.

Ketiga, dari aspek edukasi dan pengembangan kapasitas, transfer pengetahuan kepada 45 peserta sosialisasi dan 25 peserta pelatihan menghasilkan peningkatan literasi energi terbarukan sebesar 85,9% pada mitra BUMDes Teratai, perangkat desa, dan pelaku usaha. Terbentuknya tim teknisi lokal mandiri dari lima orang menjamin keberlanjutan operasional sistem tanpa ketergantungan pada pihak eksternal. Pantai Galung kini berkontribusi pada pengembangan wisata berkelanjutan di Sumenep sebagai model destinasi berbasis energi terbarukan yang menarik kunjungan edukasi dan mendapat perhatian positif dari pemerintah daerah. Keempat, model kolaborasi pentahelix antara Universitas Terbuka, pemerintah desa, BUMDes Teratai, masyarakat, dan media sosial terbukti efektif sebagai kerangka PKM berbasis komunitas. Model ini berpotensi direplikasi di destinasi wisata perdesaan lain di Kabupaten Sumenep maupun kawasan kepulauan Indonesia yang menghadapi keterbatasan infrastruktur energi serupa, dengan penyesuaian kapasitas sistem sesuai potensi iradiasi dan kebutuhan beban lokal masing-masing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Terbuka atas dukungan pendanaan dan administratif, Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Terbuka, Kepala Desa Juruan Daya beserta seluruh perangkat desa, BUMDes Teratai, dan seluruh masyarakat Desa Juruan Daya yang telah berpartisipasi penuh dalam seluruh tahapan program PKM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. A. Hakim, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan," *ANDASIH Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, Apr. 2020, doi:

- 10.57084/andasih.v1i1.374.
- [2] E. Wahyuni and H. Ardiansyah, "Indonesia's National Strategy and Commitment towards Transition to Renewable Energy," in *Penerbit BRIN eBooks*, 2022. doi: 10.55981/brin.562.c2.
 - [3] A. P. Yakup and T. Haryanto, "Pengaruh Pariwisata terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia," *Bina Ekonomi*, vol. 23, no. 2, p. 39, May 2021, doi: 10.26593/be.v23i2.3266.39-47.
 - [4] Y. D. Rosa, "Pariwisata Sebagai Sektor Unggulan Provinsi Sumatera Barat (Pendekatan Analisis Location Quotient)," *EKONOMIS Journal of Economics and Business*, vol. 3, no. 2, p. 208, Sep. 2019, doi: 10.33087/ekonomis.v3i2.83.
 - [5] F. Kurniawan, A. Soeprijanto, H. L. Guntur, M. Wardhana, I. Abadi, and S. Sayyida, "Pemetaan Potensi Wisata Halal Di Kabupaten Sumenep, Jawa Timur, Indonesia," *Dinar Jurnal Ekonomi dan Keuangan Islam*, vol. 5, no. 2, Apr. 2019, doi: 10.21107/dinar.v5i2.5002.
 - [6] J. Sadik and A. Wijanarko, "Pengembangan Pantai Sembilan Sumenep Berbasis Partisipasi Masyarakat," *Buletin Ekonomika Pembangunan*, vol. 3, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.21107/bep.v3i1.18498.
 - [7] N. H. H, M. R. L. E, and V. D. Prasita, "Optimization Of The Role Of The Department Of Youth Culture And Sports Tourism Of Sumenep Regency In The Development Of Integrated And Sustainable Gili Labak Marine Tourism Area," *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, vol. 3, no. 4, p. 44, Dec. 2021, doi: 10.51594/ijarss.v3i4.277.
 - [8] K. Ismanto, "Pengelolaan Pariwisata Halal Pekalongan Studi Peran Pedagang Kuliner dan Kesejahteraan Masyarakat," *IQTISHADIA Jurnal Ekonomi & Perbankan Syariah*, vol. 7, no. 2, p. 138, Nov. 2020, doi: 10.19105/iqtishadia.v7i2.3522.
 - [9] P. I. Ciptayani and I. A. P. S. Widnyani, "Pengabdian Masyarakat di Desa Kebonpadangan melalui Pengembangan Website dan Pemasangan Lampu Penerangan Jalan Tenaga Surya," *Bhakti Persada*, vol. 6, no. 1, p. 56, May 2020, doi: 10.31940/bp.v6i1.1560.
 - [10] S. Sumadi, S. R. Sulistiyanti, and F. A. Setyawan, "Pemanfaatan Lampu Tenaga Surya Sebagai Lampu Penerangan Jalan Di Pekon Kiluan Negeri Kabupaten Tanggamus," *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 3, p. 98, Oct. 2019, doi: 10.23960/jss.v3i3.160.
 - [11] R. H. Demolinggo, D. Damanik, K. Wiweka, and P. P. Adnyana, "Sustainable Tourist Villages Management Based On Javanese Local Wisdom 'Memayu Hayuning Bawono' Best Practice Of Desa Wisata Pentingsari, Yogyakarta," *International Journal of Tourism & Hospitality Reviews*, vol. 7, no. 2, p. 41, Nov. 2020, doi: 10.18510/ijthr.2020.725.
 - [12] S. S. Rahman and P. R. Baddam, "Community Engagement in Southeast Asia's Tourism Industry: Empowering Local Economies," *Global Disclosure of Economics and Business*, vol. 10, no. 2, p. 75, Jul. 2021, doi: 10.18034/gdeb.v10i2.715.
 - [13] W. Khairani and H. Yulistiyono, "Peran BUMDes Terhadap Pengelolaan Wisata Mangrove Kedatim Kabupaten Sumenep Dalam Upaya Meningkatkan Perekonomian Lokal," *Buletin Ekonomika Pembangunan*, vol. 4, no. 1, May 2023, doi: 10.21107/bep.v4i1.20036.
 - [14] E. Haryanto et al., "Optimizing tourism potential and community empowerment in Krambilsawit Village, Gunung Kidul," *Community Empowerment*, vol. 9, no. 3, p. 470, Mar. 2024, doi: 10.31603/ce.10612.
 - [15] A. A. Solikah and B. Bramastia, "Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 1, p. 27, Feb. 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21742.
 - [16] S. Schönherr and B. Pikkemaat, "Young peoples' environmentally sustainable tourism attitude and responsible behavioral intention," *Tourism Review*, vol. 79, no. 4, p. 939, Jul. 2023, doi: 10.1108/tr-01-2023-0022.
 - [17] H. Hermawan, "Pengaruh Daya Tarik Wisata, Keselamatan, dan Sarana Wisata terhadap Kepuasan Serta Dampaknya Terhadap Loyalitas Wisatawan," *Media Wisata*, vol. 15, no. 1, Jun. 2021, doi:

- 10.36276/mws.v15i1.57.
- [18] M. E. Apriyanti, Sumaryoto, and Meirinaldi, "The Importance of Tourism Infrastructure in Increasing Domestic and International Tourism," *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)* , vol. 3, no. 4, p. 113, Jan. 2024, doi: 10.53893/ijrvocas.v3i4.46.
- [19] A. B. Pulungan, J. Sardi, H. Hastuti, S. Islami, and H. Hamdani, "Pemasangan Solar Cell Untuk Kapal Nelayan," *INTECOMS Journal of Information Technology and Computer Science* , vol. 2, no. 2, p. 53, Sep. 2019, doi: 10.31539/intecom.v2i2.811.
- [20] I. F. Yusuf, "Peran Pemuda Dalam Pengembangan Eduwisata Energi Terbarukan Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Ekonomi Wilayah (Studi di Desa Poncosari Kecamatan Srandakan Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta)," *Jurnal Ketahanan Nasional* , vol. 22, no. 3, p. 285, Nov. 2016, doi: 10.22146/jkn.16010.
- [21] Y. Cahyono et al. , "Empowering Gili Ketapang Island: Dissemination of Environmentally Friendly Photovoltaic Technology to the Young Generation," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* , vol. 7, no. 2, p. 78, Jun. 2021, doi: 10.22146/jpkm.38330.
- [22] S. Yuwono, D. Diharto, and N. W. Pratama, "Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode On Grid," *Energi & Kelistrikan* , vol. 13, no. 2, p. 161, Dec. 2021, doi: 10.33322/energi.v13i2.1537.
- [23] R. Sinurat, N. S. Junaidi, A. Fathoni, S. Suyitno, J. M. W. Wibawanti, and M. H. Saputra, "Utilization of solar panels as lighting in Puncak Anabawa, Rokan Hulu, Riau," *Community Empowerment* , vol. 8, no. 11, p. 1691, Nov. 2023, doi: 10.31603/ce.10466.
- [24] E. S. Wahyuni, H. Mubarak, F. N. Budiman, and S. W. Pratomo, "Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Komunitas: Menuju Desa Mandiri Energi," *Engagement Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* , vol. 4, no. 2, Nov. 2020, doi: 10.29062/engagement.v4i2.181.
- [25] H. Kristiawan, I. N. S. Kumara, and I. A. D. Giriantari, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar," *Jurnal SPEKTRUM* , vol. 6, no. 4, p. 66, Dec. 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i04.p10.
- [26] B. Demeianto, R. I. Yaqin, M. N. Arkham, B. Imawan, K. Bastian, and I. Mulyani, "Edukasi Teknologi Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Aquaponik Di Kelurahan Tanjung Palas Kota Dumai," *Al-Khidmat* , vol. 4, no. 2, p. 86, Dec. 2021, doi: 10.15575/jak.v4i2.12287.
- [27] M. Rusdi, H. Hariyanto, and C. Cipto, "Sosialisasi Pemanfaatan Energi Terbarukan Dan Pelatihan Teknologi Tepat Guna Berbasis Solarcell Untuk Pelajar SMPIT Ibnu Sina Merauke," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia* , vol. 1, no. 3, p. 79, May 2021, doi: 10.52436/1.jpmi.20.
- [28] R. Novianti, F. Febrialismanto, E. Puspitasari, and H. Hukmi, "Meningkatkan pengetahuan orang tua dalam mendidik anak di era digital di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Provinsi Riau," *Riau Journal of Empowerment* , vol. 3, no. 3, p. 183, Dec. 2020, doi: 10.31258/raje.3.3.183-190.
- [29] H. Maghfiroh, F. Adriyanto, J. S. Saputro, A. Sujono, and R. L. L. GH, "Pengenalan Teknologi Energi Terbarukan Panel Surya Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (Smp)," *Integritas Jurnal Pengabdian* , vol. 6, no. 2, p. 406, Dec. 2022, doi: 10.36841/integritas.v6i2.1527.
- [30] A. H. Subarjo, B. Mardwianta, and T. Wibowo, "Peningkatan Pengetahuan Pemanfaatan Energi Matahari Untuk Mendukung Ketahanan Energi Pada Kelompok Pemuda Di Sendangtirto Berbah Sleman," *Kacanegara Jurnal Pengabdian pada Masyarakat* , vol. 3, no. 2, Jul. 2020, doi: 10.28989/kacanegara.v3i2.548.
- [31] T. Widiastuti, G. M. Widayat, D. Kharisma, E. T. Prasetyani, and D. F. I. Fatkhur, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pemasaran Online Bagi Umkm Di Kelurahan Mlatibaru Semarang," *BUDIMAS JURNAL PENGABDIAN Masyarakat* , vol. 4, no. 1, Mar. 2022, doi: 10.29040/budimas.v4i1.3261.