

Application of Solar Energy–Based Lighting Integrated with Waste Bins to Improve Safety and Comfort in the Parking Area of Kembangbelor Tourism Village

Muhammad Rizani Rusli^{1,*}, Akmal Fikri¹, Rachma Prilian Eviningsih¹, Risyda Zakiyah Hanim², Mochamad Ari Bagus Nugroho¹, Naufal Fadhlirahman Dheningrat³, Achmat Ridwan Nudin¹, Sulthon Umami¹, Endro Wahjono¹

¹ Department of Electrical Engineering, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

² Medical Faculty, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

³ Department of Mechanical and Energy Engineering, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: rizani@pens.ac.id

Article Info

Received: 9/2/2026

Revised: 6/3/2026

Accepted: 21/5/2026

Published: 20/7/2026

Keywords: solar energy; tourism village; waste management; parking lighting; community empowerment



Copyrights © Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0). 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.

Abstract

Kembangbelor Tourism Village in Pacet District, Mojokerto Regency, is a developing tourist destination with high visitor traffic. The village parking area operates daily until evening, and even 24 hours, due to the camping ground at Wana Wisata Bernah De Valley and night visits from Pondok Pesantren Amanatul Ummah. However, the parking area lacks adequate lighting and integrated waste management facilities, which reduces visitor safety and comfort. This community service activity aims to improve the environmental quality of the parking area through the implementation of a solar-powered lighting system integrated with sorted waste bins and cleanliness education media. The lighting system uses four units of 100-watt LED lamps powered by 70 Wp solar panels and 180 Wh lithium-ion batteries, while the integrated waste bins have a capacity of 100 liters with organic and inorganic sorting. The partner of this activity is BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor, which plays a key role in implementation and management. Laboratory-scale testing showed a measured battery capacity of 180.68 Wh and LED power consumption of 28.56–33.69 W, while field implementation increased light intensity from 0.4 lux to 13.4–15.2 lux. The impact evaluation, conducted on 30 respondents using a one-group pre-test post-test (paired-sample) design with paired-sample t-test, showed a significant increase in the partner's capacity in social (13.60 ± 1.221 to 18.80 ± 1.562), production (13.70 ± 1.512 to 17.40 ± 2.191), and managerial aspects (10.00 ± 1.203 to 14.20 ± 1.186), with $p < 0.001$ for all aspects. This program is recommended for replication in other areas with similar characteristics to support sustainable and independent village development.

Penerapan Penerangan Berbasis Energi Surya yang Terintegrasi dengan Tempat Sampah untuk Meningkatkan Keamanan dan Kenyamanan di Area Parkir Desa Wisata Kembangbelor

Kata Kunci: energi surya; desa wisata; pengelolaan sampah; penerangan parkir; pemberdayaan masyarakat

Abstrak

Desa Wisata Kembangbelor di Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, merupakan destinasi wisata yang terus berkembang dengan tingkat kunjungan tinggi. Lahan parkir desa beroperasi setiap hari hingga malam, bahkan 24 jam, karena adanya camping ground di Wana Wisata Bernah

De Valley dan kunjungan malam dari Pondok Pesantren Amanatul Ummah. Namun, area parkir tersebut belum dilengkapi sistem penerangan yang memadai dan fasilitas pengelolaan sampah yang terintegrasi, sehingga menurunkan keamanan dan kenyamanan pengunjung. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kualitas lingkungan area parkir melalui penerapan sistem penerangan berbasis energi surya yang terintegrasi dengan tempat sampah terpilah dan media edukasi kebersihan. Sistem penerangan menggunakan empat unit lampu LED 100 watt dengan panel surya 70 Wp dan baterai lithium-ion 180 Wh, sedangkan tempat sampah terintegrasi berkapasitas 100 liter dengan dua jenis pemilahan organik dan anorganik. Mitra kegiatan adalah BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor yang berperan dalam implementasi dan pengelolaan fasilitas. Hasil pengujian skala laboratorium menunjukkan kapasitas baterai terukur 180,68 Wh dan konsumsi daya lampu LED 28,56–33,69 W, sedangkan implementasi di lapangan meningkatkan intensitas cahaya dari 0,4 lux menjadi 13,4–15,2 lux. Evaluasi dampak terhadap 30 responden menggunakan desain one-group pre-test post-test (paired-sample) dengan uji paired-sample t-test menunjukkan peningkatan signifikan kapasitas mitra pada aspek sosial ($13,60 \pm 1,221$ menjadi $18,80 \pm 1,562$), aspek produksi ($13,70 \pm 1,512$ menjadi $17,40 \pm 2,191$), dan aspek manajerial ($10,00 \pm 1,203$ menjadi $14,20 \pm 1,186$) dengan $p < 0,001$ untuk seluruh aspek. Program ini direkomendasikan untuk direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik serupa guna mendukung pembangunan desa yang mandiri dan berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Desa Wisata Kembangbelor, yang terletak di Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, merupakan salah satu kawasan dengan potensi pariwisata yang terus berkembang. Letaknya yang strategis di sekitar Wana Wisata Bernah De Valley, Klurak Eco Park, serta Pondok Pesantren Amanatul Ummah menjadikan desa ini memiliki tingkat mobilitas pengunjung yang relatif tinggi. Wana Wisata Bernah De Valley tercatat menerima sekitar 46.917 pengunjung per tahun, sementara Pondok Pesantren Amanatul Ummah menaungi lebih dari 8.000 santri. Berdasarkan data ini, Desa Wisata Kembangbelor memiliki peluang besar untuk mengoptimalkan sektor pariwisata sebagai penggerak perekonomian lokal dan sumber pendapatan desa (Permadani et al., 2024; Wulandari et al., 2024).



Gambar 1. Lapangan parkir Desa Wisata Kembangbelor

Salah satu fasilitas pendukung utama aktivitas wisata di kawasan ini adalah lahan parkir yang berada di atas tanah kas desa seluas kurang lebih 1 hektar. Lahan parkir tersebut dikelola oleh BUMDes (Badan Usaha Milik Desa) Rukun Sejahtera Kembangbelor dan melayani kebutuhan parkir pengunjung dari tiga objek utama di sekitarnya. Lahan parkir ini buka setiap hari dan beroperasi hingga malam hari, bahkan 24 jam, mengingat adanya fasilitas *camping ground* di Wana Wisata Bernah De Valley dan Klurak Eco Park yang mendukung aktivitas pengunjung sepanjang waktu. Selain itu, terdapat juga kunjungan dari santri Pondok Pesantren Amanatul Ummah yang sering datang pada malam hari, sehingga memerlukan penerangan yang memadai. Namun, pengelolaan area parkir ini masih menghadapi berbagai permasalahan terkait infrastruktur. Permasalahan utama yang ditemukan adalah keterbatasan penerangan di area parkir, khususnya pada malam hari, yang berdampak pada rendahnya tingkat keamanan dan kenyamanan pengunjung. Minimnya penerangan ini menyebabkan pengunjung merasa tidak aman dan sebagian dari mereka memilih untuk memarkir kendaraan di bahu jalan, yang tidak hanya menurunkan potensi pendapatan parkir desa, tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan serta gangguan lalu lintas.

Selain itu, pengelolaan sampah di area parkir belum dilakukan secara optimal. Masih ditemukan sampah berserakan di beberapa titik area parkir, sehingga menurunkan kualitas lingkungan dan menambah beban kerja petugas kebersihan. Gambar 1 menunjukkan kondisi lapangan parkir Desa Wisata Kembangbelor, sedangkan Gambar 2 menunjukkan sampah yang berserakan di area parkir.



Gambar 2. Sampah yang berserakan di lapangan parkir

Permasalahan yang dihadapi mitra tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mencakup aspek ekonomi, manajerial, sosial, dan lingkungan. Dari sisi ekonomi, pengelolaan parkir yang belum optimal berdampak langsung pada rendahnya pendapatan desa. Dari sisi manajerial, keterbatasan fasilitas dasar menghambat upaya BUMDes dalam meningkatkan kualitas layanan dan pengelolaan aset desa. Sementara itu, dari sisi sosial dan lingkungan, minimnya penerangan serta buruknya pengelolaan sampah berpotensi menurunkan kenyamanan dan rasa aman pengunjung, serta berdampak negatif terhadap kebersihan dan kesehatan lingkungan sekitar.

BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor, sebagai mitra kegiatan pengabdian masyarakat, memiliki peran penting dalam pengelolaan fasilitas desa, termasuk lahan parkir. Meskipun Desa Wisata Kembangbelor telah ditetapkan secara resmi sebagai desa wisata oleh Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif pada tahun 2024, keterbatasan infrastruktur dasar dan pengelolaan kebersihan masih menjadi permasalahan utama, khususnya di area parkir (Kemenparekraf, 2025). Seiring dengan meningkatnya aktivitas wisata dan mobilitas pengunjung, kebutuhan akan fasilitas parkir yang aman, nyaman, dan ramah lingkungan menjadi semakin mendesak guna mendukung keberlanjutan pengembangan desa wisata.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan solusi yang tidak hanya mampu meningkatkan kualitas infrastruktur parkir, tetapi juga selaras dengan prinsip keberlanjutan dan efisiensi. Penerapan penerangan berbasis energi terbarukan, khususnya energi surya, menjadi alternatif solusi yang relevan. Berbagai hasil penelitian dan penerapan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) menunjukkan bahwa pemanfaatan panel surya sebagai sumber penerangan dapat mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional, menekan biaya operasional jangka panjang, serta memberikan dampak positif terhadap lingkungan melalui pengurangan emisi karbon (Arisman & Iwan, 2023; David et al., 2025; Tharo et al., 2024). Pemanfaatan energi surya juga sejalan dengan kebijakan nasional melalui Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang percepatan pengembangan energi terbarukan, serta mendukung visi Peraturan Desa Kembangbelor Nomor 5 Tahun 2020 mengenai kemandirian dan

pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan (PERATURAN DESA KEMBANGBELOR NOMOR 05 TAHUN 2020 TENTANG PERUBAHAN RENCANA PEMBANGUNAN JANGKA MENENGAH DESA KEMBANGBELOR TAHUN 2020-2025, 2020; Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 Tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik, 2022).

Berbagai kegiatan pengabdian masyarakat sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan pemanfaatan energi surya untuk mendukung kebutuhan listrik di berbagai sektor, seperti penyediaan listrik untuk *water purifier* (Abdulghani et al., 2024), listrik rumah petani melalui sistem *hybrid* surya dan turbin angin (Yunus & Hasnawati, 2025), penerangan akses sekolah (Ali et al., 2022), panti asuhan (Santoso et al., 2023), jalan taman (Listyalina et al., 2024), jalan desa di daerah dataran tinggi (Sari et al., 2023), pondok pesantren (Barri et al., 2021), sekolah dasar (Kusmantoro & Farikhah, 2022), serta kapal nelayan (Rismi et al., 2022). Selain itu, aspek peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan pemanfaatan energi surya juga menjadi bagian penting dalam mendukung keberlanjutan program energi terbarukan (Aprillia et al., 2023).

Di sisi lain, permasalahan kebersihan lingkungan, khususnya pengelolaan sampah, juga telah menjadi fokus berbagai kegiatan pengabdian masyarakat. Beberapa pendekatan yang dilakukan antara lain melalui penyuluhan dan pendampingan pengolahan sampah berbasis masyarakat (Prihtanti et al., 2024), evaluasi sistem pengolahan sampah terpadu berbasis *Waste to Energy* (Rose et al., 2025), serta penerapan teknologi *incinerator* untuk mengurangi dampak negatif pembakaran sampah terbuka (Gucella et al., 2025). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pendekatan terintegrasi antara teknologi dan edukasi lingkungan mampu memberikan dampak positif terhadap kualitas lingkungan dan perilaku masyarakat.

Berdasarkan uraian tersebut, integrasi penerangan berbasis energi surya dengan fasilitas tempat sampah dan media edukasi kebersihan di area parkir Desa Wisata Kembangbelor merupakan solusi teknologi yang aplikatif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, tujuan kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan fungsionalitas area parkir Desa Wisata Kembangbelor melalui penerapan penerangan berbasis energi surya yang terintegrasi dengan pengelolaan sampah yang lebih efektif. Manfaat yang diharapkan dari kegiatan ini meliputi peningkatan rasa aman dan kenyamanan pengunjung, peningkatan pendapatan parkir desa, perbaikan kualitas lingkungan, serta penguatan kapasitas BUMDes dalam pengelolaan fasilitas desa secara berkelanjutan.

2. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang untuk menjawab permasalahan mitra melalui penerapan teknologi penerangan berbasis energi surya yang terintegrasi dengan tempat sampah dan media edukasi kebersihan. Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap dan sistematis agar solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan lapangan serta dapat dioperasikan dan dipelihara secara mandiri oleh mitra. Kegiatan ini merupakan hasil kolaborasi antara Teknik Elektro - Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dan Fakultas Kedokteran - Universitas Negeri Surabaya (UNESA). PENS berperan dalam aspek perancangan dan implementasi teknologi, sedangkan UNESA berperan dalam edukasi kesehatan lingkungan dan perubahan perilaku masyarakat. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang untuk menjawab permasalahan mitra melalui penerapan teknologi penerangan berbasis energi surya yang terintegrasi dengan tempat sampah dan media edukasi kebersihan. Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap dan sistematis agar solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan lapangan

2.1 TAHAPAN KEGIATAN

Program ini dimulai dengan penandatanganan kontrak pada 28 Mei 2025, dan kegiatan ini dilaksanakan melalui enam tahapan utama yang direncanakan sesuai dengan linimasa yang telah disusun. Tahapan kegiatan ini dilakukan secara bertahap dan sistematis agar solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan lapangan serta dapat dioperasikan dan dipelihara secara mandiri oleh mitra. Kegiatan pertama dimulai dengan koordinasi awal dan survei lapangan yang dilaksanakan pada awal Juni 2025, diikuti dengan perancangan sistem pada Juni 2025. Dalam tahap perancangan ini juga dilakukan pengadaan dan pembelian komponen yang dilaksanakan pada Juli 2025. Tahap berikutnya adalah perakitan pada Agustus 2025, yang dilanjutkan dengan pengujian skala laboratorium pada awal September 2025. Setelah itu, dilakukan pemasangan sistem di lapangan pada akhir September 2025, yang diakhiri dengan *focus group discussion* (FGD), survei kepuasan, dan serah terima sistem pada Oktober 2025.

Secara umum, tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini ditunjukkan pada diagram alir tahapan kegiatan yang disajikan pada Gambar 3. Diagram alir tersebut menggambarkan alur kegiatan mulai dari tahap koordinasi awal hingga evaluasi dan keberlanjutan program.



Gambar 3. Diagram alir pelaksanaan pengabdian masyarakat

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui enam tahapan utama yang diuraikan sebagai berikut.

1) Koordinasi Awal dan Survei Lapangan

Tahap awal kegiatan diawali dengan koordinasi antara tim pengabdian dan mitra, yaitu BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor. Kegiatan ini bertujuan untuk menyamakan persepsi terkait kebutuhan mitra, ruang lingkup kegiatan, serta menyusun jadwal pelaksanaan secara tentatif. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi awal permasalahan yang dihadapi mitra, khususnya terkait kondisi area parkir.

Selanjutnya dilakukan survei lapangan di lokasi parkir yang akan menjadi sasaran program. Survei ini meliputi pengamatan kondisi fisik area parkir, titik-titik potensial pemasangan penerangan, serta kondisi pengelolaan sampah. Selain itu, dilakukan pengukuran intensitas radiasi matahari (*irradiance*) sebagai dasar pertimbangan kelayakan penerapan panel surya sebagai sumber energi utama sistem penerangan

2) Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil koordinasi dan survei lapangan, dilakukan tahap perancangan sistem. Pada tahap ini disusun desain tiang multifungsi yang mengintegrasikan komponen penerangan berbasis energi surya, tempat sampah, dan media edukasi kebersihan. Kapasitas penerangan yang diterapkan menggunakan lampu LED berdaya 100 watt per unit, sementara tempat sampah tepilah bekapasitas 100 liter dengan total 4 titik yang dipasang di area parkir Desa Wisata Kembangbelor. Selain itu, dirancang pula materi visual berupa poster edukasi yang berisi pesan-pesan kebersihan dan kesehatan lingkungan yang akan dipasang pada tiang penerangan. Tahap perancangan ini bertujuan memastikan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kondisi lapangan, kebutuhan mitra, serta aspek fungsional dan estetika lingkungan wisata.

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan pengadaan dan pembelian komponen yang diperlukan untuk membangun sistem yang telah dirancang. Proses pengadaan ini mencakup pembelian panel surya, baterai penyimpanan energi, kontroler, lampu penerangan LED, serta tempat sampah terpilah. Pengadaan komponen ini dilakukan dengan cermat untuk memastikan kualitas dan keandalan setiap komponen agar sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditentukan.

3) Perakitan dan Pengujian Skala Laboratorium

Setelah desain sistem ditetapkan, dilakukan perakitan komponen penerangan berbasis energi surya pada skala laboratorium. Perakitan meliputi panel surya, sistem penyimpanan energi pada baterai, kontroler, dan lampu penerangan. Tahap ini disertai dengan pengujian fungsional sistem untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan sebelum dipasang di lapangan.

4) Pemasangan Sistem di Lapangan

Tahap selanjutnya adalah pemasangan sistem di area parkir Desa Wisata Kembangbelor. Kegiatan ini diawali dengan pembuatan pondasi sebagaiudukan tiang penerangan, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan tiang multifungsi beserta seluruh komponen sistem penerangan, tempat sampah, dan media edukasi. Proses pemasangan melibatkan tim pengabdian dan mitra guna memastikan transfer pengetahuan sejak tahap instalasi.

5) Pengujian Lapangan dan Sosialisasi

Setelah sistem terpasang, dilakukan pengujian langsung di lapangan untuk memastikan sistem penerangan dapat beroperasi dengan baik sesuai kondisi lingkungan sebenarnya. Selanjutnya dilaksanakan kegiatan sosialisasi dan pelatihan kepada anggota BUMDes dan masyarakat sekitar. Materi pelatihan mencakup pengoperasian sistem penerangan berbasis energi surya, perawatan dan pemeliharaan sederhana, serta edukasi pengelolaan sampah dan kesehatan lingkungan. Tahap ini bertujuan meningkatkan kapasitas mitra agar mampu mengelola dan merawat sistem secara mandiri.

6) Serah Terima, Evaluasi, dan Keberlanjutan Program

Tahap akhir kegiatan meliputi serah terima sistem yang telah dipasang kepada mitra, yaitu BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor, yang akan bertanggung jawab sebagai pengelola fasilitas parkir ke depannya. Proses serah terima ini menandakan bahwa mitra telah memperoleh pengetahuan dan keterampilan untuk mengelola dan merawat sistem secara mandiri, dengan dukungan penuh dari tim pengabdian. Setelah serah terima, dilakukan evaluasi awal melalui penyebaran kuesioner kepada mitra dan pengguna area parkir untuk memperoleh umpan balik terkait persepsi keamanan, kenyamanan, dan kebersihan lingkungan pasca-implementasi sistem. Kuesioner ini akan digunakan untuk mengukur efektivitas penerapan sistem penerangan berbasis energi surya dan pengelolaan sampah, serta dampaknya terhadap kualitas lingkungan dan kenyamanan pengunjung. Hasil dari evaluasi ini akan digunakan sebagai dasar untuk perbaikan dan pengembangan program di masa mendatang.

Rencana tindak lanjut setelah serah terima sistem mencakup langkah yang lebih spesifik untuk memastikan keberlanjutan program seperti tim pengabdian akan melakukan pemantauan berkala setiap 3 bulan untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik, terutama pada aspek penerangan dan pengelolaan sampah. Pemantauan ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memberikan bantuan teknis kepada mitra bila diperlukan. Selain itu, mitra, dalam hal ini BUMDes, diharapkan untuk menyusun laporan berkala (setiap 6 bulan) mengenai status operasional sistem penerangan, pengelolaan sampah, dan dampaknya terhadap pengunjung. Laporan ini akan dikaji bersama tim pengabdian untuk merumuskan strategi pengembangan lebih lanjut. Terakhir, akan ada diskusi lebih lanjut dengan mitra untuk mengeksplorasi pemanfaatan dan pengembangan teknologi serupa di area lain, di kawasan publik lainnya. Rencana ini berfokus pada replikasi model teknologi penerangan berbasis energi surya yang sudah terbukti efektif, guna mendukung kemandirian energi dan perekonomian desa.

2.2 EVALUASI DAMPAK PROGRAM

Dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini, evaluasi dampak dilakukan melalui analisis statistik deskriptif dan inferensial. Metode statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan perubahan intensitas pencahayaan sebelum dan sesudah pemasangan lampu tenaga surya, serta perubahan skor kapasitas mitra pada aspek sosial, produksi, dan manajerial. Penggunaan analisis deskriptif ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang kondisi awal dan setelah intervensi, dengan menghitung rerata, simpangan baku, nilai minimum-maksimum dari data yang ada.

Sementara itu, perbedaan kondisi sebelum dan sesudah intervensi dianalisis menggunakan desain *one-group pre-test post-test* dengan pendekatan *paired-sample*. Pada desain ini, data *pre-test* dan *post-test* dikumpulkan dari kelompok responden yang sama, yaitu sebanyak 30 orang yang terdiri atas warga desa, pengelola/BUMDes, pengunjung wisata, serta pihak terkait lainnya. *Pre-test* diberikan sebelum pelaksanaan FGD, sedangkan *post-test* diberikan setelah seluruh rangkaian implementasi sistem, pelatihan, dan serah terima selesai dilaksanakan. Karena setiap responden memberikan dua data yang saling berpasangan, yaitu data sebelum dan sesudah intervensi, maka jumlah sampel pada *pre-test* dan *post-test* bersifat identik, yaitu $n = 30$ pasangan data. Pemilihan metode ini didasarkan pada karakteristik pengukuran berulang terhadap subjek yang sama, sehingga sesuai dengan tujuan penelitian untuk menilai efektivitas intervensi pemasangan sistem penerangan berbasis energi surya. Uji *paired-sample t-test* digunakan karena mampu membandingkan dua kondisi yang diukur pada waktu berbeda pada subjek yang sama, sehingga hasil analisis menjadi lebih valid dan relevan dalam menggambarkan perubahan yang terjadi setelah intervensi diberikan (Berka & Creamer, 2018; Giannuzzo et al., 2025).

Penilaian aspek sosial, yang meliputi indikator-indikator seperti peningkatan rasa aman, kenyamanan pengguna area parkir, partisipasi masyarakat, dan kesadaran terhadap energi terbarukan, merujuk pada konsep *social impact indicators* dalam komunitas energi. Konsep ini menekankan pentingnya partisipasi, keterlibatan sosial, dan peningkatan kualitas hidup masyarakat sebagai parameter utama keberhasilan program energi berbasis komunitas (Berka & Creamer, 2018; Giannuzzo et al., 2025).

Selain itu, penilaian aspek produksi/operasional dan manajerial juga dilakukan dengan mengacu pada pendekatan-pendekatan yang telah banyak diterapkan dalam evaluasi energi terbarukan berbasis komunitas. Penilaian produksi/operasional mengukur kemampuan pengoperasian sistem lampu tenaga surya, pemeliharaan, dan pemanfaatan fasilitas, yang sejalan dengan pendekatan *technical capacity building* (Bianco et al., 2021; McMaster et al., 2024). Sedangkan penilaian manajerial menilai kemampuan mitra dalam hal perencanaan, pengelolaan fasilitas, serta pengambilan keputusan yang mandiri, sesuai dengan kerangka evaluasi kapasitas kelembagaan (Gjorgievski et al., 2021).

Dengan menggunakan instrumen kuesioner skala *Likert* 1–5, pendekatan *pre-test* dan *post-test* diterapkan untuk mengukur perubahan pada dimensi sosial, produksi/operasional, dan manajerial, yang sesuai dengan studi mengenai evaluasi dampak energi terbarukan dalam komunitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Wisata Kembangbelor, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, yang merupakan kawasan wisata dengan tingkat kunjungan yang terus meningkat seiring berkembangnya objek wisata alam dan edukasi di sekitarnya. Salah satu fasilitas pendukung utama aktivitas wisata di desa ini adalah lahan parkir yang berada di atas tanah kas desa seluas kurang lebih 1 hektar dan dikelola oleh BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor sebagai sumber pendapatan desa. Namun, berdasarkan kondisi awal di lapangan, pengelolaan fasilitas parkir masih menghadapi permasalahan terkait keterbatasan penerangan dan pengelolaan kebersihan lingkungan.

1) Hasil Survei Awal dan Identifikasi Permasalahan

Tahap awal kegiatan diawali dengan survei lokasi dan diskusi bersama Perangkat Desa serta pengelola BUMDes Rukun Sejahtera Kembangbelor. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran kondisi eksisting pengelolaan area parkir dan mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi mitra. Dokumentasi kegiatan survei dan diskusi ditunjukkan pada Gambar 4.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Hasil dokumentasi survei awal dan identifikasi permasalahan (a) koordinasi dengan perangkat Desa Wisata Kembangbelor dan anggota BUMDes Rukun Sejahtera (b) survei lapangan di area parkir (c) hasil pengukuran iradiasi (d) kondisi lapangan parkir saat malam hari

Gambar 4(a) memperlihatkan proses diskusi antara tim pengabdian dengan Perangkat Desa Wisata Kembangbelor dan pengelola BUMDes yang membahas peran lahan parkir sebagai aset strategis desa serta kendala yang dihadapi dalam pengelolaannya. Diskusi ini menjadi dasar penentuan kebutuhan teknologi dan pendekatan yang akan diterapkan. Selanjutnya, Gambar 4(b) menunjukkan kegiatan survei lapangan di area parkir Desa Wisata Kembangbelor. Melalui survei ini, tim pengabdian memperoleh gambaran langsung mengenai kondisi infrastruktur parkir, tata letak area, serta permasalahan penerangan dan kebersihan yang terjadi di lapangan. Berdasarkan hasil survei iradiasi yang ditunjukkan pada Gambar 4(c), diperoleh nilai intensitas radiasi matahari sebesar $\pm 949,6 \text{ W/m}^2$, yang menunjukkan bahwa lokasi area parkir Desa Wisata Kembangbelor memiliki potensi energi surya

yang sangat baik dan layak untuk penerapan sistem penerangan berbasis panel surya. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Suwadana et al., 2025) yang menyatakan bahwa estimasi iradiasi matahari di wilayah tropis, khususnya di Pulau Jawa, dapat mencapai hingga 1200 W/m^2 pada kondisi langit cerah dengan tutupan awan minimal. Lebih lanjut, (Tanoto et al., 2024) melaporkan bahwa wilayah bagian selatan Pulau Jawa dan Bali memiliki potensi yang lebih baik untuk pembangkit listrik tenaga surya dibandingkan wilayah utara Jawa. Hasil clustering tiga atribut yang dilakukan dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa lokasi paling sesuai untuk pengembangan listrik bertenaga surya berada di wilayah timur dan selatan Jawa Timur, selatan Jawa Barat, serta Bali.

Kondisi eksisting area parkir saat beroperasi dapat dilihat lagi pada Gambar 1, area parkir masih dapat berfungsi dengan baik. Namun, pada malam hari kondisi area parkir menjadi gelap akibat minimnya penerangan, sehingga menurunkan rasa aman dan kenyamanan pengunjung seperti yang tampak pada Gambar 4(d). Hasil pengukuran cahaya pada area parkir saat malam hari menunjukkan bahwa intensitas cahaya hanya sebesar $0,4 \text{ lux}$, yang sangat rendah dan tidak cukup untuk memberikan penerangan yang aman dan nyaman bagi pengunjung. Selain itu, masih ditemukan sampah berserakan di beberapa titik area parkir karena keterbatasan fasilitas tempat sampah, seperti yang telah dibahas pada Gambar 2. Permasalahan tersebut berdampak pada menurunnya kenyamanan pengunjung, meningkatnya beban kerja petugas kebersihan, serta berkurangnya optimalisasi fungsi lahan parkir sebagai sumber pendapatan desa.

2) Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil koordinasi dengan mitra serta temuan pada survei lapangan, dilakukan tahap perancangan sistem sebagai solusi terhadap permasalahan keterbatasan penerangan dan pengelolaan kebersihan di area parkir Desa Wisata Kembangbelor. Perancangan ini difokuskan pada pengembangan sistem penerangan berbasis energi surya yang terintegrasi dengan fasilitas pendukung, sehingga mampu meningkatkan kenyamanan, keamanan, serta kualitas lingkungan area parkir secara berkelanjutan.

Sebagai solusi yang diusulkan, kegiatan pengabdian ini menghasilkan luaran berupa tiang multifungsi penerangan berbasis energi surya yang mengintegrasikan sistem penerangan, fasilitas tempat sampah, dan media edukasi kebersihan. Sistem penerangan dirancang menggunakan lampu jalan tenaga surya tipe integrated, yang dipilih karena memiliki desain yang sederhana, mudah dipasang, dan efisien dalam pemanfaatan ruang. Seluruh komponen utama, yaitu panel surya, baterai, dan lampu, telah terintegrasi dalam satu unit, sehingga tidak memerlukan instalasi kabel yang kompleks dan lebih sesuai untuk diterapkan di lingkungan desa wisata. Desain dari tiang multifungsi ini dapat dilihat pada Gambar 5(a) dan telah terdaftar di pangkalan data kekayaan intelektual (PDKI) sebagai desain industri dengan nomor permohonan A00202505820.



Gambar 5. Desain perancangan sistem (a) tiang multifungsi penerangan berbasis energi solar terintegrasi dengan tempat sampah dan poster edukasi kebersihan (b) desain poster edukasi

Lampu penerangan yang digunakan memiliki daya sebesar 100 W dengan efikasi cahaya 100 lumen/W , sehingga mampu memberikan tingkat pencahayaan yang memadai untuk area parkir. Lampu menggunakan LED tipe 3030 SMD yang dikenal memiliki efisiensi tinggi dan umur pakai yang panjang, dengan sudut pancaran cahaya sebesar 120° untuk menghasilkan distribusi cahaya yang merata. Sumber energi listrik diperoleh dari panel surya berkapasitas 70 Wp dengan tegangan 6 V , yang berfungsi mengonversi energi matahari menjadi energi listrik. Energi tersebut disimpan pada baterai lithium-ion berkapasitas 180 Wh dengan tegangan $3,2 \text{ V}$, yang memiliki densitas energi tinggi dan efisiensi penyimpanan yang baik. Pada kondisi penyinaran optimal, waktu pengisian baterai rata-rata mencapai sekitar 5 jam, dengan kemampuan waktu operasi lebih dari 12 jam, sehingga dapat

memenuhi kebutuhan penerangan sepanjang malam.

Lampu dirancang untuk dipasang pada ketinggian 4–8 meter, dengan tinggi tiang penerangan yang direncanakan setinggi 7 meter guna memperoleh sebaran cahaya yang optimal dan menghindari silau langsung ke pengguna area parkir. Tiang penerangan menggunakan material baja hot deep galvanis berbentuk oktagon yang memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi dan kondisi cuaca luar ruang, serta telah disesuaikan dengan standar Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan. Selain itu, sistem lampu memiliki tingkat proteksi IP65, sehingga tahan terhadap debu dan percikan air hujan (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan, 2018).

Sebagai bagian dari konsep integrasi fungsi, setiap tiang multifungsi dilengkapi dengan fasilitas tempat sampah dan media edukasi kebersihan. Tempat sampah yang dirancang memiliki kapasitas 100 liter dan terdiri dari dua unit dengan warna yang berbeda, yaitu hijau dan kuning. Tempat sampah berwarna hijau diperuntukkan bagi sampah organik, seperti sisa makanan dan daun, sedangkan tempat sampah berwarna kuning digunakan untuk sampah anorganik, seperti plastik dan kemasan. Perbedaan warna ini bertujuan untuk mendorong kebiasaan pemilahan sampah sejak dari sumbernya serta memudahkan proses pengelolaan sampah oleh petugas kebersihan.

Sebagai pelengkap, pada setiap tiang multifungsi dipasang poster edukasi kebersihan yang berisi pesan singkat dan visual informatif mengenai pentingnya menjaga kebersihan lingkungan seperti pada Gambar 5(b) yang telah terdaftar juga pada PDKI sebagai Hak Cipta dengan nomor permohonan EC002025131479. Media edukasi ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pengunjung terhadap perilaku ramah lingkungan serta mendukung optimalisasi fungsi area parkir sebagai fasilitas publik yang aman, nyaman, dan berkelanjutan.

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan pengadaan dan pembelian komponen yang diperlukan untuk membangun sistem yang telah dirancang. Proses pengadaan ini mencakup pembelian panel surya, baterai penyimpanan energi, kontroler, lampu penerangan LED, serta tempat sampah terpilah. Pengadaan komponen ini dilakukan dengan cermat untuk memastikan kualitas dan keandalan setiap komponen agar sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditentukan.

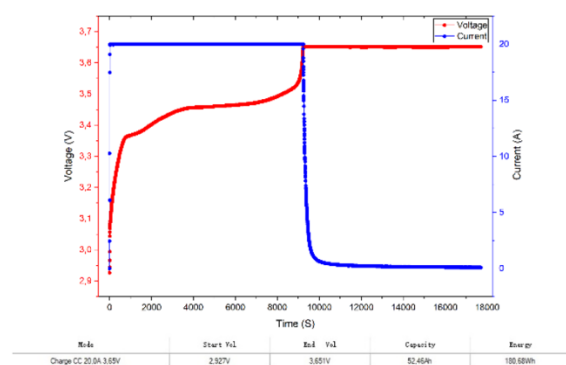
3) Hasil Pengujian Sistem Skala Laboratorium

Sebelum sistem diterapkan dan dipasang di lokasi kegiatan, dilakukan tahapan pengujian dan validasi pada skala laboratorium. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem, khususnya sistem penyimpanan energi dan sistem kontrol otomatis, dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Selain itu, pengujian skala laboratorium dilakukan untuk meminimalkan potensi permasalahan teknis yang mungkin muncul pada saat instalasi dan pengoperasian sistem di lapangan. Seluruh pengujian dilaksanakan dalam lingkungan yang terkendali dengan konfigurasi sistem yang menyerupai kondisi operasional sebenarnya.

Pengujian difokuskan pada evaluasi kinerja sistem penyimpanan energi, terutama kemampuan baterai dalam menyimpan dan menyalurkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya ke beban penerangan. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian kapasitas baterai menggunakan *battery charge-discharge tester* seperti yang tampak pada Gambar 6(a). Hasil pengujian pada Gambar 6(b) menunjukkan bahwa kapasitas energi baterai yang terukur sebesar 180,68 Wh. Nilai ini menunjukkan bahwa baterai mampu menyimpan energi listrik dengan kapasitas yang mendekati spesifikasi nominalnya dan cukup untuk mendukung kebutuhan operasi sistem penerangan sesuai dengan waktu nyala yang direncanakan.



(a)

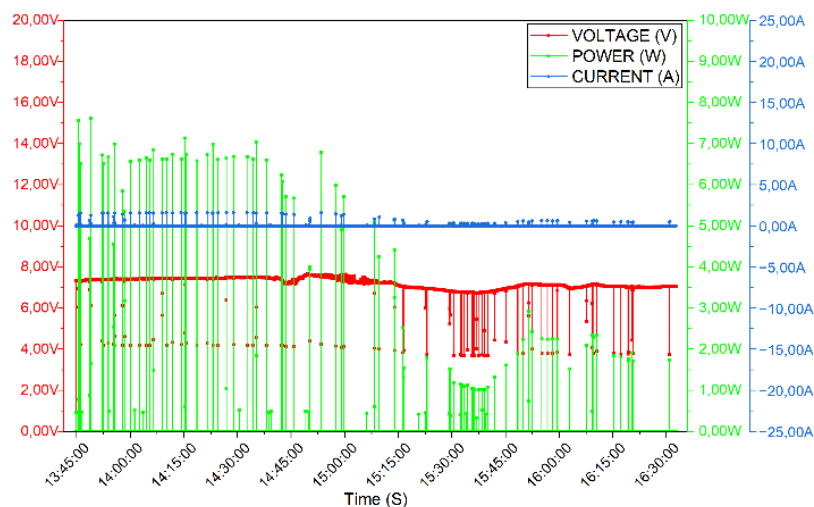


(b)

Gambar 6. Pengujian kapasitas baterai (a) *setup* pengujian (b) hasil pengujian

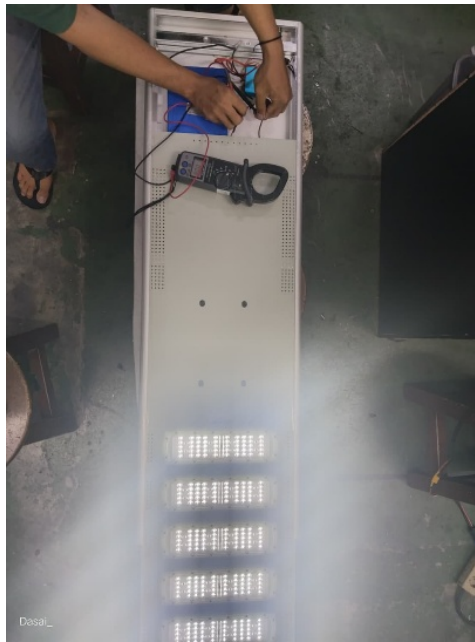
Pengujian proses pengisian baterai menggunakan panel surya dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem *charging* pada kondisi siang hari serta memastikan bahwa energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mengisi baterai sebagai sistem penyimpanan energi. Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 7 melalui pengukuran parameter tegangan, arus, dan daya terhadap waktu

memperlihatkan bahwa tegangan baterai relatif stabil selama periode pengujian, berada pada tegangan 7–7,5 V dengan fluktuasi kecil yang dipengaruhi oleh perubahan kondisi iradiasi matahari. Kestabilan tegangan ini menunjukkan bahwa sistem pengisian mampu menjaga tegangan baterai dalam batas operasional yang aman selama proses *charging* berlangsung. Sementara itu, parameter arus dan daya menunjukkan fluktuasi yang lebih signifikan, yang disebabkan oleh intensitas radiasi matahari yang tidak konstan akibat pergerakan awan dan perubahan sudut penyiaran. Fluktuasi arus tersebut berdampak langsung pada daya pengisian yang juga bersifat fluktuatif dan mengikuti pola perubahan arus. Meskipun demikian, secara umum proses pengisian baterai tetap berlangsung dengan baik, yang ditunjukkan oleh tidak adanya penurunan tegangan baterai secara signifikan selama pengujian. Fluktuasi arus dan daya ini merupakan karakteristik umum pada sistem pengisian berbasis energi surya, khususnya pada pengujian skala laboratorium dengan sumber cahaya matahari alami. Hasil pengujian ini menegaskan bahwa sistem *charging* baterai menggunakan panel surya telah berfungsi sesuai dengan rancangan dan siap mendukung operasional lampu penerangan berbasis energi surya pada tahap instalasi dan pengujian di lapangan.



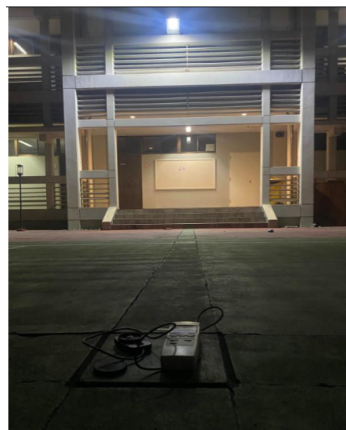
Gambar 7. Hasil pengujian *charging* baterai dengan solar panel

Pengujian selanjutnya dilakukan pada sistem kontrol otomatis penyalan dan pemadaman lampu LED yang bekerja berdasarkan kombinasi sensor cahaya LDR dan sensor tegangan panel surya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara otomatis, di mana lampu LED menyala ketika intensitas cahaya lingkungan menurun atau saat matahari terbenam, serta akan mati secara otomatis ketika intensitas cahaya meningkat atau matahari terbit, sehingga sistem tidak memerlukan pengoperasian manual dan telah berfungsi sesuai dengan prinsip kerja yang dirancang. Selain itu, pengujian konsumsi daya lampu LED selama kondisi operasi menunjukkan bahwa daya listrik yang dikonsumsi berada pada kisaran 28,56 W hingga 33,69 W saat lampu menyala. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan daya nominal lampu, yang menunjukkan tingkat efisiensi energi yang baik dan memberikan keuntungan berupa perpanjangan waktu operasi sistem berbasis baterai. Setup pengujian pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian daya dan sistem control otomatis penyalaaan dan pemadaman

Untuk mengetahui kualitas pencahayaan yang dihasilkan, dilakukan pengujian tingkat pencahayaan (*lux*) lampu LED pada jarak pengukuran antara 6 hingga 9 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan berada pada kisaran 2,43 *lux* hingga maksimum 49,2 *lux*, bergantung pada jarak pengukuran dan posisi titik ukur terhadap sumber cahaya. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lampu mampu memberikan penerangan yang bervariasi dan cukup untuk kebutuhan penerangan area parkir pada malam hari.



Gambar 9. Pengujian Tingkat pencahayaan

Secara keseluruhan, hasil pengujian skala laboratorium menunjukkan bahwa sistem penerangan berbasis energi surya yang dirancang memiliki kinerja yang baik dan stabil. Tegangan baterai terjaga relatif stabil selama pengujian, sementara arus dan daya keluaran menyesuaikan dengan kondisi beban sistem, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil ini menegaskan bahwa sistem telah memenuhi kriteria fungsional dan layak untuk dilanjutkan ke tahap instalasi dan pengujian di lapangan.

4) Hasil Implementasi Sistem di Lapangan

Setelah sistem penerangan berbasis energi surya dinyatakan berfungsi dengan baik pada tahap pengujian skala laboratorium, selanjutnya dilakukan implementasi sistem di lapangan, tepatnya di area parkir Desa Wisata Kembangbelor. Implementasi dilakukan pada empat titik pemasangan tiang yang telah ditentukan berdasarkan hasil survei awal, dengan mempertimbangkan kebutuhan pencahayaan, sebaran area parkir, serta aspek keselamatan dan kenyamanan pengunjung.

Tahap awal implementasi diawali dengan pekerjaan pembuatan pondasi *anchor bolt* pada masing-masing titik pemasangan tiang. Proses ini dilakukan oleh mitra kegiatan lima hari sebelum pendirian tiang, mengingat kebutuhan waktu untuk proses pengecoran dan pengerasan beton agar mencapai kekuatan yang memadai. Pekerjaan pondasi meliputi pengeboran tanah, pemasangan tulangan baja cakar ayam beserta *anchor bolt* sebagai pengikat tiang, serta pengecoran beton hingga lubang pondasi terisi penuh. Penggunaan pondasi *anchor bolt*

dikombinasikan dengan cakar ayam dipilih karena memiliki daya dukung yang baik, stabil terhadap beban angin, serta sesuai untuk struktur tiang penerangan dengan ketinggian menengah (Zhang et al., 2023).



(a)



(b)

Gambar 10. Proses implementasi sistem di lapangan (a) pemasangan lampu penerangan (b) pemasangan tempat sampah 100 liter



(a)



(b)

Gambar 11. Penempatan tempat sampah 100 liter dan poster edukasi (a) tempat sampah organik (b) tempat sampah anorganik

Setelah beton pondasi dinyatakan cukup kuat, tahap berikutnya adalah pemasangan tiang penerangan. Proses ini melibatkan tim pengabdian, dosen, mahasiswa, serta mitra dari BUMDes Desa Wisata Kembangbelor sebagai bentuk kolaborasi dan partisipasi aktif masyarakat. Lampu penerangan berbasis panel surya terlebih dahulu dipasang pada tiang oktagonal setinggi 7 meter dalam posisi horizontal seperti yang tampak pada Gambar 10(a), kemudian tiang didirikan secara bersama-sama dan dikunci pada *anchor bolt* yang telah terpasang pada pondasi. Selanjutnya, dilakukan pemasangan komponen pendukung lainnya yang terintegrasi pada setiap tiang seperti pada Gambar 10(b). Pada masing-masing dari empat titik tiang dipasang satu unit tempat sampah dengan kapasitas 100 liter. Tempat sampah yang digunakan terdiri atas dua warna, yaitu hijau dan kuning, yang berfungsi sebagai sarana pemilahan sampah organik dan anorganik seperti yang tampak pada Gambar 11(a) dan (b). Penggunaan kode warna ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran pengunjung serta masyarakat sekitar dalam melakukan pemilahan sampah sejak dari sumbernya. Sampah organik yang terkumpul pada tempat sampah berwarna hijau dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan kompos atau diolah sesuai dengan mekanisme pengelolaan sampah organik pada umumnya, sementara sampah anorganik pada tempat sampah berwarna kuning

dapat dipisahkan untuk proses daur ulang. Selain itu, pemasangan tempat sampah terintegrasi pada tiang penerangan juga memudahkan petugas kebersihan dalam proses pengangkutan dan pengelolaan sampah, sehingga beban kerja dapat lebih efisien.



(a)



(b)

Gambar 12. Dokumentasi pengujian (a) tim pengabdian dengan pihak BUMDes (b) kondisi lapangan parkir saat malam hari

Selain tempat sampah, setiap tiang juga dilengkapi dengan media edukasi berupa poster kebersihan yang dipasang pada posisi strategis dan mudah terlihat oleh pengunjung seperti pada Gambar 11. Seluruh komponen pendukung tersebut dirancang menempel pada badan tiang oktagonol sehingga tidak memerlukan ruang tambahan, tetap menjaga kerapian area parkir, serta memperkuat fungsi tiang sebagai elemen multifungsi.

Setelah pemasangan tiang dan komponen pendukung lainnya, dilakukan pengujian sistem penerangan di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu LED menyala secara otomatis saat kondisi lingkungan gelap dan mati kembali saat pagi hari. Dokumentasi pengujian dengan mitra ini dapat dilihat pada Gambar 12(a). Sebagai tambahan, hasil pengukuran cahaya di area parkir setelah pemasangan sistem penerangan menunjukkan peningkatan signifikan pada intensitas cahaya. Pada pengukuran pasca-pemasangan, intensitas cahaya di titik 1 (tiang paling selatan) meningkat menjadi 15,2 lux, dan di titik pinggir parkir (tiang paling utara) menjadi 13,4 lux. Peningkatan ini menunjukkan bahwa sistem penerangan berbasis energi surya berhasil meningkatkan visibilitas dan kenyamanan pengunjung pada malam hari. Sebagai perbandingan, sebelum pemasangan, intensitas cahaya hanya sekitar 0,4 lux di area parkir, yang sangat rendah untuk memberikan pencahayaan yang memadai. Lampu mampu memberikan pencahayaan yang lebih merata di area parkir, sehingga meningkatkan visibilitas, rasa aman, dan kenyamanan pengunjung, seperti yang tampak pada Gambar 12(b). Dengan demikian, sistem yang diimplementasikan tidak hanya berfungsi sebagai sarana penerangan, tetapi juga berperan dalam peningkatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sampah serta optimalisasi fungsi area parkir sebagai aset desa.

5) Hasil Pelatihan dan Pendampingan Mitra

Setelah sistem penerangan berbasis energi terbarukan berhasil diimplementasikan di lapangan dan dinyatakan beroperasi dengan baik, kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilanjutkan dengan pelatihan dan pendampingan kepada mitra. Tahapan ini merupakan bagian penting dari strategi pemberdayaan masyarakat untuk memastikan keberlanjutan pemanfaatan teknologi yang telah diterapkan. Integrasi antara penerapan teknologi dengan kegiatan pelatihan dan pendampingan mitra menjadi faktor kunci dalam menjaga keberlangsungan sistem serta meningkatkan kapasitas sumber daya manusia lokal. Pembelajaran dan pelatihan berperan sebagai media untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai potensi, manfaat, serta pengembangan dan pemanfaatan teknologi yang diterapkan secara berkelanjutan (Wahyuddin et al., 2023).

Pelaksanaan pelatihan dilakukan dalam bentuk *Focus Group Discussion* (FGD) dengan tujuan menciptakan komunikasi dua arah dan diskusi yang interaktif antara tim pengabdian dan mitra. Kegiatan FGD dilaksanakan sebanyak dua kali dengan tema yang saling melengkapi. FGD pertama mengangkat judul "*Pelatihan Pengoperasian dan Maintenance Peralatan Sistem Penerangan dengan Sumber Energi Terbarukan Panel Surya*". Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman mitra terkait prinsip kerja sistem penerangan berbasis panel surya, prosedur pengoperasian, serta langkah-langkah perawatan rutin guna menjaga kinerja dan memperpanjang umur pakai peralatan. Kegiatan ini disampaikan oleh Bapak Ir. Muhammad Rizani Rusli, S.ST., M.Tr.T., IPM., ASEAN Eng. dari PENS dan dilaksanakan pada Kamis, 2 Oktober 2025, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 13(a).



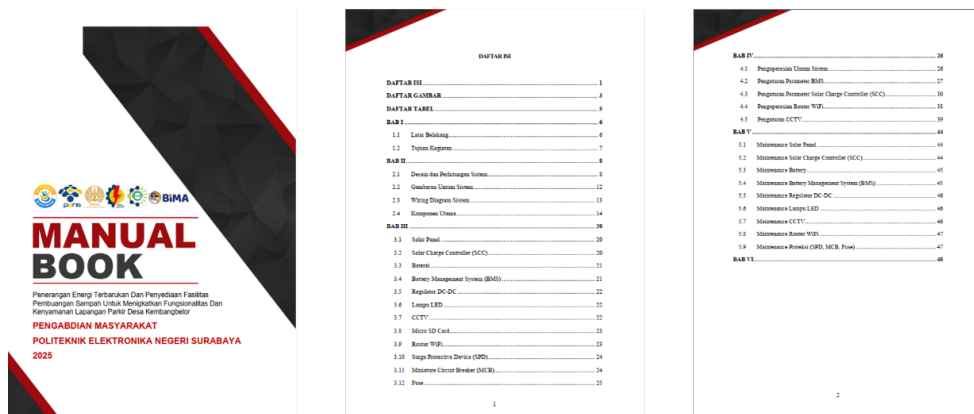
(a)



(b)

Gambar 13. Kegiatan Forum Group Discussion (a) pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan sistem penerangan solar panel (b) pelatihan pengelolaan sampah yang berhubungan dengan Kesehatan masyarakat

FGD kedua dilaksanakan pada Jumat, 3 Oktober 2025 dengan tema “Pelatihan Pengelolaan Sampah yang Baik Berhubungan Langsung dengan Kesehatan Masyarakat”, yang disampaikan oleh Ns. Risyda Zakiyah Hanim., M.Kep., Sp.Kep., M.B. dari UNESA. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan mitra mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang baik, khususnya pemilahan sampah organik dan anorganik di area parkir, serta keterkaitannya dengan kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar. Kegiatan pelatihan ini ditunjukkan pada Gambar 13(b). **Gambar 14.** Buku manu/petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan



Gambar 14. Buku manual/petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan

Sebagai bentuk dukungan terhadap keberlanjutan sistem yang telah diimplementasikan, tim pengabdian juga menyusun buku manual Standar Operasional Prosedur (SOP) pengoperasian dan pemeliharaan sistem penerangan berbasis energi surya, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 14. Buku manual ini berfungsi sebagai panduan teknis bagi mitra dalam melakukan pengoperasian harian, pemeliharaan berkala, serta penanganan awal apabila terjadi gangguan pada sistem. Buku manual tersebut telah memiliki hak cipta dan terdaftar pada PDKI dengan nomor permohonan EC002025198424.

Sebagai tahap akhir dari rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dilakukan serah terima sistem penerangan berbasis energi terbarukan beserta buku manual SOP kepada pihak BUMDes dan perangkat Desa Wisata Kembangbelor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. Proses serah terima ini menandai peralihan tanggung jawab pengelolaan dan pemeliharaan sistem kepada mitra, serta menjadi indikator bahwa mitra telah dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk mengelola sistem secara mandiri. Dengan adanya kegiatan pelatihan dan pendampingan ini, diharapkan sistem penerangan dan pengelolaan lingkungan yang telah diterapkan dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan dalam mendukung pengelolaan kawasan parkir Desa Wisata Kembangbelor.

6) Dampak Kegiatan terhadap Mitra

Untuk mengevaluasi dampak kegiatan pengabdian terhadap mitra, telah dilakukan survei pada saat pelaksanaan kegiatan FGD dan serah terima sistem. Survei ini bertujuan untuk mengukur perubahan pengetahuan, sikap, dan kapasitas mitra sebelum dan sesudah pelaksanaan program. *pre-test post-test (paired-sample design)* dilakukan pada kelompok responden yang sama, yang terdiri atas berbagai latar belakang dan karakteristik, sehingga ukuran sampel *pre-test* dan *post-test* identik.

Berdasarkan karakteristik responden, sebagian besar responden berjenis kelamin laki-laki sebanyak 22 orang (73,3%), sedangkan responden perempuan berjumlah 8 orang (26,7%). Dari sisi usia, responden didominasi oleh kelompok usia produktif, yaitu usia 31–40 tahun sebanyak 10 orang dan usia 41–50 tahun sebanyak 11 orang.

Kelompok usia di bawah 20 tahun berjumlah 4 orang, usia 20–30 tahun sebanyak 3 orang, dan usia di atas 50 tahun sebanyak 2 orang. Komposisi ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian menjangkau kelompok masyarakat yang aktif dan berperan langsung dalam pengelolaan kawasan wisata dan lingkungan sekitarnya.



Gambar 15. Kegiatan serah terima dari tim pengabdikan kepada BUMDes dan perwakilan perangkat desa.

Ditinjau dari latar belakang responden, mayoritas merupakan warga desa sebanyak 17 orang, diikuti oleh pengelola/BUMDes sebanyak 6 orang, pengunjung wisata sebanyak 3 orang, dan responden dengan kategori lain-lain sebanyak 4 orang. Keberagaman latar belakang responden ini mencerminkan bahwa dampak kegiatan tidak hanya dirasakan oleh pengelola, tetapi juga oleh masyarakat dan pengguna langsung fasilitas area parkir Desa Wisata Kembangbelor.

Hasil analisis uji dampak menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada aspek sosial, produksi, dan manajerial setelah pelaksanaan program. Pada aspek sosial, nilai rata-rata *pre-test* responden sebesar $13,60 \pm 1,221$ dengan rentang nilai 12–16, sedangkan pada *post-test* terjadi peningkatan nilai rata-rata menjadi $18,80 \pm 1,562$ dengan rentang nilai 16–22. Nilai *P value* sebesar $P < 0,001$ menunjukkan bahwa program yang dilaksanakan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan aspek sosial, khususnya dalam hal kesadaran, kenyamanan, dan rasa aman masyarakat terhadap fasilitas parkir dan lingkungan sekitarnya.

Pada aspek produksi, nilai rata-rata *pre-test* responden sebesar $13,70 \pm 1,512$ dengan nilai minimum 12 dan maksimum 16. Setelah program dilaksanakan, nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi $17,40 \pm 2,191$ dengan rentang nilai 15–21. Nilai *P value* sebesar $P < 0,001$ menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari program terhadap aspek produksi. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa penerapan sistem penerangan dan pengelolaan lingkungan yang lebih baik berkontribusi pada peningkatan optimalisasi fungsi area parkir sebagai penunjang aktivitas wisata dan potensi pendapatan desa.

Sementara itu, pada aspek manajerial, nilai rata-rata *pre-test* responden tercatat sebesar $10,00 \pm 1,203$ dengan rentang nilai 8–12. Pada *post-test*, nilai rata-rata meningkat menjadi $14,20 \pm 1,186$ dengan nilai minimum 12 dan maksimum 16. Nilai *P value* sebesar $P < 0,001$ menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari program pengabdian terhadap peningkatan kapasitas manajerial mitra. Hal ini mencerminkan meningkatnya pemahaman dan kemampuan mitra dalam mengelola sistem penerangan berbasis energi terbarukan, pengelolaan sampah, serta tata kelola fasilitas parkir secara lebih terstruktur dan berkelanjutan.

Tabel 1. Hasil uji dampak penerapan tiang multifungsi dengan penerangan berbasis solar panel terintegrasi dengan tempat sampah dan media edukasi terhadap beberapa aspek

Uji Dampak terhadap Aspek	Variable	n	Mean $\pm$ SD	Min-Max	*P value
2=Sosial	Pre test	30	13.6 ± 1.221	12 - 16	$2=< 0.001$
	Post test	30	18.80 ± 1.562	16 - 22	
2=Produksi	Pre test	30	13.7 ± 1.512	12 - 16	$2=< 0.001$
	Post test	30	17.4 ± 2.191	15 - 21	
2=Manajerial	Pre test	30	10.00 ± 1.203	8 - 12	$2=< 0.001$
	Post test	30	14.2 ± 1.186	12 - 16	

Secara keseluruhan, hasil survei seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian memberikan dampak positif dan signifikan terhadap mitra, baik dari aspek sosial, produksi, maupun manajerial. Peningkatan pada ketiga aspek tersebut menegaskan bahwa integrasi antara penerapan teknologi,

pelatihan, dan pendampingan mampu meningkatkan kapasitas masyarakat dan pengelola desa dalam mengelola fasilitas publik secara mandiri dan berkelanjutan.

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Wisata Kembangbelor berhasil menerapkan sistem penerangan berbasis energi surya yang terintegrasi dengan tempat sampah terpilah dan media edukasi kebersihan di area parkir desa. Sistem terdiri atas empat unit lampu LED 100 W pada tiang oktagonal setinggi 7 meter; panel surya 70 Wp, baterai lithium-ion 180 Wh, serta tempat sampah 100 liter dengan pemilahan organik dan anorganik. Hasil implementasi menunjukkan sistem beroperasi secara stabil dan efisien, dengan peningkatan intensitas cahaya area parkir dari 0,4 lux menjadi 13,4–15,2 lux setelah pemasangan, sehingga meningkatkan visibilitas, rasa aman, dan kenyamanan pengunjung pada malam hari.

Evaluasi dampak terhadap 30 responden menggunakan desain *one-group pre-test post-test (paired-sample)* menunjukkan peningkatan kapasitas mitra yang signifikan secara statistik ($p < 0,001$) pada aspek sosial (+5,2 poin), produksi (+3,7 poin), dan manajerial (+4,2 poin). Hasil ini menegaskan bahwa integrasi antara penerapan teknologi, pelatihan, dan pendampingan mampu meningkatkan kapasitas BUMDes dalam mengelola fasilitas publik secara mandiri dan berkelanjutan. Sebagai saran, pemantauan berkala perlu dilakukan untuk menjaga keberlanjutan sistem, dan model integrasi ini direkomendasikan untuk direplikasi pada fasilitas publik lain dengan karakteristik serupa.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan yang diberikan. Apresiasi juga disampaikan kepada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dan Universitas Negeri Surabaya atas dukungan kelembagaan serta kontribusi materi dan keilmuan yang sangat mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Pemerintah Desa Kembangbelor, BUMDes Rukun Sejahtera, pengelola Wisata Bernah De Valley dan Klurak Eco Park, Pondok Pesantren Amanatul Ummah, serta seluruh warga masyarakat Desa Kembangbelor yang telah berpartisipasi secara aktif dan kooperatif dalam setiap tahapan kegiatan, sehingga program pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat yang berkelanjutan.

KONTRIBUSI PENULIS

Muhammad Rizani Rusli (MRR), Akmal Fikri (AF), Achmat Ridwan Nudin (ARN), Sulthon Umami (SU), Endro Wahjono (EW); Survei lapangan dan identifikasi permasalahan mitra: MRR, AF, Mochamad Ari Bagus Nugroho (MABN), Naufal Fadhlirahman Dheningrat (NFD), ARN; Perancangan sistem penerangan berbasis energi surya dan integrasi tempat sampah: MRR, AF, Rachma Prilian Eviningsih (RPE), MABN, NFD; Perakitan, pengujian skala laboratorium, dan implementasi sistem di lapangan: MRR, AF, RPE, MABN, ARN, SU; Pelaksanaan pelatihan teknis pengoperasian dan pemeliharaan sistem: MRR, AF, ARN, EW; Pelaksanaan pelatihan dan edukasi pengelolaan sampah serta kesehatan lingkungan: Risyda Zakiyah Hanim (RZH); Pengumpulan dan analisis data dampak kegiatan (aspek sosial, produksi, dan manajerial): RZH, RPE, SU; Penyusunan draf awal artikel: MRR, AF, RPE; Penyajian dan visualisasi hasil kegiatan serta dokumentasi: MABN, NFD; Revisi, penyuntingan akhir, dan penyempurnaan artikel: MRR, EW, SU. Seluruh penulis telah berkontribusi secara signifikan sesuai dengan peran masing-masing dan menyetujui versi akhir artikel untuk dipublikasikan.

Conflict of Interest

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini.

PENDANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan publikasi artikel ini didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia melalui skema pendanaan pengabdian kepada masyarakat dengan Nomor Kontrak Induk 016/C3/DT.05.00/PM/2025 tertanggal 28 Mei 2025 dan Nomor Kontrak Turunan 284/PL14/PM.02.00/VI/2025 tertanggal 5 Juni 2025. Dukungan tambahan dalam bentuk fasilitasi kelembagaan dan sumber daya juga diberikan oleh Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dan Universitas Negeri Surabaya untuk menunjang kelancaran pelaksanaan program dan proses publikasi.

REFERENSI

- Abdulghani, T., Handayani, T., Nazilah, S., Sulaeman, F. S., Notosudjono, D., Rahayu, Y. S., Wahyuni, Y., & Martha, L. P. (2024). Pengembangan Sistem Pengolahan Air Siap Minum di Daerah Bencana dengan Water Purifier, Solar Cell, dan IoT. *Warta LPM*, 27(2), 215–225. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/warta.v27i2.4036>
- Ali, M., Arif, Z., Dewi, I., Nasution, E. S., Ibrahim, M., Ali, N., Machmud, M. N., & Husni. (2022). Penerapan Teknologi Tepat Guna / Sasaran Berbasis Energi Terbaru di Desa Alue Naga Kota Banda Aceh. *Kawanad: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 10–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.56347/kjpkkm.v1i1.7>
- Aprillia, B. S., Ramdhani, M., & Purnama, I. (2023). Desiminasi Sistem Pembangkit Tenaga Surya untuk Guru dan Siswa di Kabupaten Bandung. *Warta LPM*, 26(2), 166–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/warta.v26i2.1016>
- Arisman, A., & Iwan, I. (2023). Effectiveness of Solar Panel-Based Street Lights and Their Impact on Environmental Sustainability. *Research Horizon*, 3(6), 646–654. <https://doi.org/https://doi.org/10.54518/rh.3.6.2023.189>
- Barri, M. H., Aprillia, B. S., Sugiana, A., & Adam, K. B. (2021). Integrasi Modul Energi Surya untuk Membantu Sistem Kelistrikan di Pondok Pesantren Darul Bayan Kecamatan Jatiningor Kabupaten Bandung. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 117–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v6i1.2368>
- Berka, A. L., & Creamer, E. (2018). Taking stock of the local impacts of community owned renewable energy: A review and research agenda. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(July 2017), 3400–3419. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.050>
- Bianco, G., Bonvini, B., Bracco, S., Delfino, F., Laiolo, P., & Piazza, G. (2021). Key Performance Indicators for an Energy Community Based on Sustainable Technologies. *Sustainability*, 13(16), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13168789>
- David, R. P., Faisal, I., Alamsyah, V. B., & Narputro, P. (2025). Utilization of Solar Panels in Various Applications: A Systematic Literature Review †. *Engineering Proceeding*, 107(1), 33. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/engproc2025107033>
- Giannuzzo, L., Demetrio, F., Salvatore, D., Branchetti, S., Petrovich, C., Gessa, N., Frascella, A., & Lanzini, A. (2025). Assessment of renewable energy communities: A comprehensive review of key performance indicators. *Energy Reports*, 13(May), 6609–6630. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2025.05.082>
- Gjorgievski, V. Z., Cundeva, S., & Georghiou, G. E. (2021). Social arrangements, technical designs and impacts of energy communities: A review. *Renewable Energy*, 169, 1138–1156. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.078>
- Gucella, A. Q., Nurrahmat, H., Marhaeni, A., Tussyurur, W., Aliya, S. R., Prayogi, I., Jidan, M., Fadillah, N. N., & Najma, N. (2025). Inovasi Pengelolaan Sampah Ramah Lingkungan Melalui Teknologi Incinerator di Desa Kedokan Bunder: Program Pengabdian Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(1), 727–733. <https://doi.org/https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i1.513>
- Kememparekraf. (2025). *Desa Wisata Kembangbelor 300 Besar ADWI 2024*. <https://jadesta.kememparekraf.go.id/desa/kembangbelor>
- Kusmantoro, A., & Farikhah, I. (2022). Penyuluhan Identifikasi Potensi Energi Matahari Sebagai Sumber Listrik di SD Negeri Tambakharjo Semarang. *J-ADIMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 10(1), 52–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.29100/j-adimas.v10i1.3009>
- Listyalina, L., Buyung, I., Munir, A. Q., & Sabdullah, M. (2024). Penerapan Alat Penerangan Dengan Memanfaatkan Teknologi Solar Cell Di Taman Giwangan, Yogyakarta. *ETAM: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.46964/etam.v4i1.613>

- McMaster, R., Noble, B., & Poelzer, G. (2024). Assessing local capacity for community appropriate sustainable energy transitions in northern and remote Indigenous communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 191(October 2023), 114232. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114232>
- PERATURAN DESA KEMBANGBELOR NOMOR 05 TAHUN 2020 TENTANG PERUBAHAN RENCANA PEMBANGUNAN JANGKA MENENGAH DESA KEMBANGBELOR TAHUN 2020-2025, 1 (2020).
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan (2018).
- Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 Tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik, Peraturan Presiden 1 (2022). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/225308/perpres-no-112-tahun-2022>
- Permadani, N., Salsabila, S., Thohir, A., Aswito, D., & Aswito, D. (2024). Optimalisasi Potensi Desa Wisata Kembangbelor Mojokerto : Pemberdayaan Masyarakat Lokal melalui Mobile App. *Jurnal Sistem Informasi, Manajemen Dan Teknologi Informasi*, 2(2), 9–20.
- Prihtanti, T. M., Widayawati, N., & Pudjihartati, E. (2024). Peningkatan Kepedulian Lingkungan melalui Kegiatan Pilah dan Olah Sampah pada Kelompok PKK di Kota Salatiga Abstrak. *Warta LPM*, 27(1), 41–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/warta.v27i1.3037>
- Rismi, F. N., Pulungan, A. B., & Hamdani, H. (2022). Energi Terbarukan untuk Penerangan Kapal Nelayan Korong Tiram Kabupaten Padang Pariaman. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 13(3), 584–589. <https://doi.org/https://doi.org/10.26877/e-dimas.v13i3.12940>
- Rose, U., Kusumawati, L., Kurniyaningrum, E., Pontan, D., & Widiarso, T. (2025). Pengolahan Sampah Terpadu Dengan Konsep Waste To Energy Di Smart City IKN. *JURNAL LOCUS: Penelitian & Pengabdian*, 4(6), 2918–2928. <https://doi.org/https://doi.org/10.58344/locus.v4i6.4269>
- Santoso, A., Pasisarha, D. S., Firdaus, A. J., Hardito, A., Khambali, M., & Badruzzaman, Y. (2023). Pemakaian PLTS Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Penerangan Lingkungan Panti Asuhan Semarang. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 4116–4120. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cdj.v4i2.14735>
- Sari, S., Waluyo, M. R., Anggraeni, S., Haqiqi, A. Z., Kusuma, A., Nuralma, A., & Wirasaputri, R. (2023). Energi Bersih Terbarukan Berbasis Solar Panel untuk Penerangan Jalan di Desa Rabak. *International Journal of Community Service Learning*, 7(4), 470–476. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/ijcsl.v7i4.68481>
- Suwadana, F. A., Garniwa, P. M. P., Putera, D. A., Puspita, D., Gufron, A., Aditya, I. A., Lee, H., & Garniwa, I. (2025). Solar Irradiance Estimation in Tropical Regions Using Recurrent Neural Networks and WRF Models. *Energies*, 18(4), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en18040925>
- Tanoto, Y., Satia, G., & Frederick, S. (2024). Clustering-based assessment of solar irradiation and temperature attributes for PV power generation site selection: A case of Indonesia's Java -Bali region. *International Journal of Renewable Energy Development*, 13(2), 351–361. <https://doi.org/https://doi.org/10.61435/ijred.2024.59998>
- Tharo, Z., Sutejo, E., & Sk, G. M. (2024). Harnessing Solar Energy for Sustainable Urban Street Lighting. *Asian Journal of Environmental Research*, 1(2), 107–115. <https://doi.org/https://doi.org/10.69930/ajer.v1i2.149>
- Wahyuddin, Kartika, Rohana, Roid, F., & Farizi, R. Al. (2023). Edukasi Pemanfaatan Sumber Daya Listrik Energi Terbarukan pada Masyarakat Desa. *Mejuajua: Jurnal Pengabdian Masyarakat Abdimas*, 3(1), 19–23. <https://doi.org/10.52622/mejuajuaabdimas.v1i3.87>
- Wulandari, S. A., Sucipto, A., Albab, M. R. U., Rosyady, A. F., Thohir, A. S. S., & Rizky, M. L. C. (2024). Strategi Pengembangan Wisata Berkelanjutan Di Desa Wisata Kembangbelor Pacet Dengan Menggunakan Aplikasi Mobile. *Communnity Development Journal*, 5(4), 6838–6845.
- Yunus, A., & Hasnawati, H. (2025). Hybrid Energi : Sinergi Sumber Daya Untuk Energi Listrik Rumah Petani Modern Desa Bunga Kabupaten Pinrang. *Abdimas Toddopuli: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(1), 35–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.30605/atjpm.v7i1.6633>
- Zhang, Z., Liu, Q., Chu, H., Lacidogna, G., Xu, J., & Cheng, H. (2023). Performance Analysis of an Improved Gravity Anchor Bolt Expanded Foundation. *Applied Sciences*, 13(20), 11181. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app132011181>