

***IMPLEMENTATION OF HYBRID PLTS AND ELECTRIC BIKES AS AN
EFFORT TOWARD GO GREEN TOURISM ON NGIROBOYO BEACH PACITAN***

**IMPLEMENTASI PLTS *HYBRID* DAN SEPEDA LISTRIK SEBAGAI UPAYA
MENUJU *GO GREEN TOURISM* DI PANTAI NGIROBOYO PACITAN**

**Retna Apsari^{*1,2,3} , Yoga Uta Nugraha³ , Prisma Megantoro³ ,
Sri Endah Nurhidayati⁴ , Pujiyanto^{1,2} , Samian^{1,2} , Supadi^{1,2},
Grace Constella Anastasya Firdauz¹ , Syahidatun Na'imah¹ **

^{*1} Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

² Center for Advanced Photonics, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

³ Departemen Teknik, Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin, Universitas
Airlangga

⁴ Departemen Bisnis, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga

*e-mail: retna-a@fst.unair.ac.id

Abstract

Ngiroboyo Beach in Pacitan Regency has great potential as a tourist destination because of its natural beauty. In addition to having a distinctive sea panorama and black sand, this beach also has interesting geothermal potential to be developed. The potential of Ngiroboyo Beach, which has not been widely explored, has led to this community service program being carried out to develop geothermal tourism destinations based on renewable energy, with a focus on increasing access to environmentally friendly electricity and improving tourism facilities. The stages of the activity include socialization, training, and mentoring for tourism awareness groups (Pokdarwis) regarding the use of renewable energy through the installation of hybrid PLTS and electric bicycles. The installed hybrid PLTS can produce an electricity capacity of around 400 Watts at peak lighting, as a concrete result of the implementation of this program. The electricity generated through the hybrid PLTS can be used for electricity loads for lights and sound systems to support tourism activities. The training was conducted to strengthen the capacity of the community in managing tourism facilities based on renewable energy. The evaluation results showed a positive response from the participants, who expressed high satisfaction with the implementation of the program. This program is expected to be the first step in promoting the concept of sustainable tourism in Pacitan Regency and supporting sustainable development goals (SDGs), especially in the fields of clean energy and sustainable infrastructure.

Keywords: *Ngiroboyo Beach; Geothermal; Renewable Energy.*

Abstrak

Pantai Ngiroboyo di Kabupaten Pacitan memiliki potensi besar sebagai destinasi wisata karena keindahan alamnya. Selain memiliki panorama laut dan pasir berwarna hitam yang khas, pantai ini juga menyimpan potensi geotermal yang menarik untuk dikembangkan. Potensi dari pantai Ngiroboyo yang masih belum banyak dieksplorasi, membuat program pengabdian masyarakat ini dilakukan untuk mengembangkan destinasi wisata geothermal berbasis renewable energy, dengan fokus pada peningkatan akses listrik ramah lingkungan dan peningkatan fasilitas wisata. Tahapan kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan, dan

Received 20 December 2024; Received in revised form 6 May 2025; Accepted 29 May 2025;
Available online 10 September 2025.

 [10.20473/jlm.v9i3.2025.329-340](https://doi.org/10.20473/jlm.v9i3.2025.329-340)



Copyright: © by the author(s) Open acces under CC BY-SA license
[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

pendampingan kepada kelompok sadar wisata (Pokdarwis) terkait pemanfaatan renewable energy melalui pemasangan PLTS hybrid dan sepeda listrik. PLTS hybrid yang dipasang mampu menghasilkan kapasitas listrik sekitar 400 Watt pada penyinaran puncak, sebagai hasil konkret dari implementasi program ini. Daya listrik yang dihasilkan melalui PLTS hybrid mampu digunakan untuk beban listrik lampu dan sound system dalam rangka mendukung kegiatan pariwisata. Pelatihan tersebut dilakukan untuk memperkuat kapasitas masyarakat dalam pengelolaan fasilitas wisata berbasis renewable energy. Hasil evaluasi menunjukkan respon positif dari para peserta, yang menyatakan kepuasan tinggi terhadap pelaksanaan program. Program ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam mempromosikan konsep pariwisata berkelanjutan di Kabupaten Pacitan dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), terutama dalam bidang energi bersih dan infrastruktur berkelanjutan. Kata kunci: Pantai Ngibroboyo; Geothermal; Energi Terbarukan.

PENDAHULUAN

Pantai Ngibroboyo merupakan salah satu tujuan destinasi wisata alam yang terkenal akan keindahannya. Pantai ini terletak di Dusun Sambi, Desa Sendang, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Pacitan (Febiyanto, Suastika, and Pramesti 2021). Untuk mencapai tempat ini, setidaknya dibutuhkan waktu sekitar 1 jam dari pusat kota. Meskipun tidak setenar pantai lainnya seperti Klayar, pantai ini memiliki keunikan tersendiri karena pasirnya yang berwarna hitam (Mularsari, Arifah, and Karamy 2024). Selain itu, pertemuan Sungai Maron yang mengalir langsung menuju laut di pantai ini juga memberikan pengalaman dan panorama yang tidak kalah eksotis, dimana pengunjung dapat melakukan kegiatan seperti mendayung perahu sepanjang sungai. Keindahan alam tersebut berhasil menarik para wisatawan dari lokal maupun mancanegara untuk datang. Data pada tahun 2022 menunjukkan jumlah pengunjung pantai ini mencapai 24.826 orang, angka ini terbilang menurun jika dibandingkan dengan tahun sebelum pandemi Covid-19 (Mizan Ahsani 2024). Dengan potensi yang besar ini, Pantai Ngibroboyo perlu dikembangkan lebih lanjut dengan meningkatkan prasarana yang dimiliki untuk tujuan meningkatkan daya tarik wisatawan serta mendukung kesejahteraan masyarakat lokal yang bergantung pada sektor pariwisata (Wiyana 2018)(Rokhayah and Andriana 2021).

Salah satu prasarana dalam menunjang industri pariwisata adalah terkait ketersediaan listrik yang mencukupi (Rochim and Dewi 2020). Listrik berperan penting dalam berbagai aspek, mulai dari penerangan, pengoperasian fasilitas, hingga pendukung teknologi informasi. Seiring dengan perkembangan zaman, terutama dengan adanya peningkatan aktivitas ekonomi, permintaan listrik terus meningkat. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan listrik tidak bisa lepas dari kegiatan sehari-hari. Sayangnya, di Indonesia sendiri akses listrik belum tersebar merata, beberapa daerah wisata seperti Pantai Ngibroboyo seringkali mengalami keterbatasan akses listrik (Andianti 2022). Pasokan listrik yang sering terganggu tentunya menghambat berbagai aktivitas pelayanan bagi pengunjung. Pemadaman yang kerap terjadi tidak hanya mengganggu kenyamanan pengunjung, akan tetapi juga berpotensi mengurangi daya tarik wisata dari Pantai Ngibroboyo. Sehingga, dikhawatirkan dapat berdampak negatif pada masyarakat lokal yang bermata pencaharian di sektor tersebut. Solusi alternatif untuk mendukung aktivitas pariwisata di Pantai Ngibroboyo jelas diperlukan untuk kondisi yang sangat mendesak ini.

Kabupaten Pacitan sebenarnya memiliki potensi *geothermal*, diantaranya seperti potensi angin, *solar*, dan panas bumi (Hemu and Gorontalo 2021). Energi *geothermal* sendiri termasuk energi yang ramah lingkungan karena memiliki emisi yang sangat rendah serta

efisien untuk diaplikasikan karena tidak memerlukan lahan yang besar (Sari 2018)(Nur 2024). Optimalisasi potensi ini menjadi langkah yang penting untuk mengatasi kendala pasokan listrik yang sering padam, sehingga pelayanan kepada wisatawan dapat dimaksimalkan (Hemu and Gorontalo 2021; Hakim et al. 2023). Solusi yang ditawarkan adalah dengan pemasangan PLTS *hybrid* sebagai sumber energi alternatif. Perangkat ini dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik (Rudiyanto, Rachmanita, and Budiprasojo 2023). Dimana nantinya perangkat ini akan menyediakan daya bagi wisatawan untuk mengisi ulang perangkat elektronik serta mendukung pencahayaan area tanpa ketergantungan pada jaringan listrik utama. Selain itu, pemberian sepeda listrik akan menambah fasilitas wisata yang ramah lingkungan, sehingga memudahkan wisatawan menjelajahi kawasan pantai sembari menjaga kelestarian lingkungan (Nugraha, Pujiraharjo, and Adiluhung 2023).

Menurut Syarifuddin (2018) diperlukan dukungan serta peran aktif masyarakat mengingat luasnya kegiatan yang harus dilakukan. Berbagai faktor yang berpengaruh juga diperlukan untuk mengembangkan beberapa hal tersebut, termasuk pemberian informasi ke masyarakat luas mengenai bagaimana mengaplikasikan *renewable energy technology* (Gielen, Saygin, and Rigter; Al-saadi 2015; Rossa 2021). Oleh karena itu, pengabdian masyarakat perlu dikombinasikan dengan kegiatan sosialisasi dan pelatihan kepada masyarakat lokal. Kegiatan ini dimaksudkan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam pemanfaatan energi terbarukan serta pengelolaan fasilitas wisata yang ramah lingkungan. Diharapkan bahwa kegiatan ini dapat membantu masyarakat setempat mengoptimalkan penggunaan infrastruktur yang ada serta meningkatkan kualitas layanan kepada wisatawan. Selain memberikan solusi atas permasalahan listrik, program ini juga mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) poin 7 dan 9, yaitu "Energi Bersih dan Terjangkau" serta "Industri, Inovasi, dan Infrastruktur" (Puspita 2024). Dengan menghadirkan *solar shelter* dan sepeda listrik, kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat meningkatkan akses masyarakat terhadap energi bersih yang berkelanjutan.

METODE PENGABDIAN MASYARAKAT

Metode pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini terbagi menjadi beberapa tahapan yang dirancang untuk mengembangkan destinasi wisata *geothermal* yang terintegrasi dengan energi terbarukan di Pantai Ngibroboyo, Pacitan. Tahap pertama adalah sosialisasi dan kaderisasi yang merupakan kelanjutan dari kegiatan tahun pertama. Diskusi teknis dilakukan bersama mitra untuk membahas rencana dan aspek-aspek teknis dalam program pengembangan wisata berbasis *geothermal* dan energi terbarukan. Selain itu, dilakukan publikasi rencana kegiatan tahun kedua untuk memperkenalkan program ini kepada masyarakat luas dan mendorong partisipasi aktif dari seluruh *stakeholder*. Tahap ini juga mencakup pencarian dan pengembangan kader Pokdarwis, yaitu individu-individu yang dipilih untuk terlibat langsung dalam pengelolaan wisata edukasi berbasis *geothermal*. Indikator keberhasilan tahap ini meliputi jumlah masyarakat yang hadir dalam sosialisasi (target: 100 peserta) dan jumlah kader Pokdarwis yang terlatih dan siap mengelola program (target: 20 kader terlatih). Untuk mengatasi risiko partisipasi masyarakat yang rendah, pendekatan personal dan pelibatan tokoh masyarakat setempat akan dilakukan untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi.

Pada tahap kedua, dilaksanakan pelatihan dan pendampingan untuk mengoptimalkan wisata *geothermal* yang berbasis Energi Baru Terbarukan (EBT). Kegiatan ini mencakup penyampaian materi mengenai wisata *geothermal* dan teknologi yang diterapkan, serta pengenalan terhadap komponen-komponen yang digunakan, seperti sepeda listrik dan PLTS *hybrid*. Peserta diberikan pelatihan dalam merangkai peralatan dan melakukan pemeliharaan, sehingga produk-produk ini dapat dioperasikan secara maksimal dan bermanfaat bagi masyarakat sekitar. Indikator keberhasilan pada tahap ini meliputi jumlah peserta pelatihan yang mengikuti kegiatan (target: 30 peserta), persentase peserta yang berhasil merakit dan mengoperasikan PLTS *hybrid* dan sepeda listrik (target: 90% peserta sukses), serta tingkat kepuasan peserta terhadap materi pelatihan (target: 85% puas). Jika terdapat kendala dalam implementasi teknologi atau kesulitan peserta dalam pengoperasian, pelatihan lanjutan dan pendampingan intensif akan diberikan untuk memastikan peserta dapat mengoperasikan teknologi dengan baik.

Tahap ketiga melibatkan pengembangan hasil kegiatan bersama mitra dan pemerintah. Di tahap ini, *blueprint* pengembangan destinasi wisata edukasi *geothermal* yang diharapkan dapat menjadi kajian bagi pemerintah Kabupaten Pacitan dalam mengembangkan wisata *geothermal*. Kerja sama ini mencakup Universitas Airlangga, Pemerintah Kabupaten Pacitan, perguruan tinggi lokal, SMK terkait, serta mitra dan masyarakat. Indikator keberhasilan tahap ini adalah jumlah kolaborasi aktif dengan mitra (target: 2 mitra aktif). Mitigasi risiko terkait kolaborasi aktif dengan mitra dilakukan melalui komunikasi rutin, pembagian tugas yang jelas, serta penguatan keterlibatan mitra lokal dan pemberian insentif untuk menjaga motivasi. Jika terjadi hambatan, solusi proaktif seperti mediasi dan evaluasi ulang mitra akan diterapkan untuk memastikan kelancaran kolaborasi.

Tahap akhir adalah monitoring dan evaluasi program, yang dilakukan untuk memantau perkembangan implementasi program oleh mitra dan tim pengabdian masyarakat. Evaluasi ini mencakup peninjauan terhadap efektivitas program, optimalisasi kegiatan sesuai kebutuhan *stakeholder*, serta peningkatan popularitas wilayah Pacitan sebagai destinasi *green tourism*. Program ini diharapkan mampu mendukung kearifan lokal, pengembangan ekonomi masyarakat, serta penerapan teknologi tepat guna di lokasi wisata *geothermal* di Pacitan. Indikator kuantitatif yang digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan program ini antara lain peningkatan jumlah kunjungan wisatawan (target: peningkatan 20% dari tahun sebelumnya), pengurangan konsumsi energi fosil di lokasi wisata (target: pengurangan 10% penggunaan energi tidak terbarukan), serta tingkat keberlanjutan program (target: 75% dari kegiatan yang direncanakan dapat dipertahankan setelah evaluasi). Jika monitoring menunjukkan adanya kekurangan dalam implementasi, penyesuaian dan perbaikan akan dilakukan. Untuk meningkatkan kunjungan wisatawan, kampanye pemasaran berbasis digital akan dilaksanakan untuk menarik wisatawan eco-friendly dan meningkatkan kesadaran akan destinasi wisata berkelanjutan ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian masyarakat ini telah berjalan selama dua tahun, dengan fokus utama pada pengembangan destinasi wisata *geothermal* berbasis energi terbarukan di Kabupaten Pacitan. Pada tahun pertama, kegiatan diarahkan pada publikasi dan sosialisasi rencana program kepada masyarakat serta pemerintah setempat. Agenda utama meliputi pengenalan konsep wisata *geothermal* yang terintegrasi dengan energi terbarukan, upaya mitigasi risiko bencana, serta produk-produk inovatif hasil penelitian Universitas

Airlangga yang dapat mendukung pengembangan kawasan tersebut. Dalam *forum group disscussion* (FGD) yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, teridentifikasi bahwa terdapat sekitar 27 kelompok sadar wisata (Pokdarwis) yang aktif di Kabupaten Pacitan. Hasil koordinasi ini juga menegaskan bahwa kegiatan pengabdian masyarakat tahun kedua difokuskan pada pengembangan destinasi wisata di Pantai Ngibroboyo, Desa Sendang, Kabupaten Pacitan. Tahap lanjutan ini mencakup implementasi produk-produk unggulan hasil penelitian.

Kegiatan pengabdian masyarakat tahun kedua diawali dengan rapat koordinasi bersama Ketua Pokdarwis Pesona Ngibroboyo sekaligus menjabat sebagai Direktur Bumdes Subur Makmur, Perangkat Desa Sendang, Perwakilan STKIP Pacitan, dan tim pengabdian masyarakat Universitas Airlangga yang telah dilaksanakan pada tanggal 7 Oktober 2024 melalui aplikasi *conference zoom meeting*. Adapun Gambar 1 merupakan bukti pelaksanaan rapat koordinasi kegiatan.



Gambar 1. Dokumentasi kegiatan rapat koordinasi bersama mitra.

Hasil rapat koordinasi menunjukkan bahwa permasalahan utama di lokasi wisata Pantai Ngibroboyo yaitu kendala kelistrikan yang sering padam secara tiba-tiba terlebih saat musim penghujan. Hal tersebut tentunya dapat menghambat kegiatan operasional sehari-hari dan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan yang diberikan. Selain itu, para pengelola wisata juga membutuhkan kendaraan yang dapat mempermudah mobilitas dari satu lokasi ke lokasi yang lainnya. Sehingga disepakati bahwa pada tahun kedua ini akan dipasang PLTS *hybrid* untuk membantu memberikan pasokan listrik dan 1 buah sepeda listrik untuk menunjang aktivitas pengelolaan di wisata Pantai Ngibroboyo.

Pada tanggal 24 Oktober 2024 telah dilaksanakan kegiatan pemaparan materi oleh berbagai narasumber dari Universitas Airlangga untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat sekitar akan potensi wisata *geothermal*. Prof. Dr. Retna Apsari menyampaikan terkait profil instansi yaitu Universitas Airlangga yang hadir melalui kolaborasi berbagai fakultas seperti pada Gambar 2. Terdapat tiga perwakilan fakultas yang menyampaikan materi pelatihan dan diseminasi produk untuk dapat secara langsung diimplementasikan di lokasi pengabdian masyarakat. Berdasarkan pemaparan dari pemateri pertama, integrasi dari beberapa fakultas diperlukan untuk dapat mengembangkan desa wisata karena masing-masing memiliki keahlian dan pengalaman

yang positif untuk disinergikan.



Gambar 2. Pemaparan terkait profil Universitas Airlangga.

Dr. Sri Endah Nurhidayati, S.Sos., M.Si., dari Fakultas Vokasi memberikan materi terkait “Optimalisasi Potensi Wisata *Geothermal* sebagai Pendukung Wisata Terintegrasi di Kabupaten Pacitan” seperti pada Gambar 3. *Geothermal* tidak hanya memiliki nilai ilmiah dan edukasi, tapi juga mampu memperluas segmentasi pasar wisata di Pacitan. Wisata terintegrasi menjadi kunci untuk sector *geothermal* dapat bersinergi dengan wisata pantai, budaya, dan ekowisata yang telah berkembang sebelumnya. Dengan pengelolaan yang tepat, wisata *geothermal* diyakini dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal secara berkelanjutan.



Gambar 3. Sosialisasi optimalisasi potensi wisata *geothermal*.

Kemudian, Yoga Uta Nugraha, S.T., M.T dari Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin memaparkan materi mengenai “Peran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid* dan Sepedah Listrik dalam Mensupport Pariwisata *Geothermal*” seperti pada Gambar 4. Secara langsung dilakukan praktek untuk instalasi kit sepeda listrik dan komponen PLTS *Hybrid*. Para peserta antusias untuk dapat mengetahui jenis-jenis komponen pendukung dari sepeda listrik, utamanya tentang proses perawatan baterai karena menjadi komponen yang paling mahal dan beresiko tinggi jika terjadi kerusakan. Peserta juga melakukan

diskusi tentang potensi *bike tour* mengitari lokasi pengabdian masyarakat terkait dengan kemampuan jarak tempuh dari sepeda listrik tersebut. Pengisian daya (*charging*) juga menjadi topik diskusi terkait dengan kemampuan daya PLTS untuk dapat *charging* sepeda listrik.



Gambar 4. Sosialisasi pengenalan PLTS hybrid dan sepeda listrik.

Prisma Megantoro, S.T., M.Eng. juga turut membahas terkait “Wisata Berbasis *Renewable Energy* dan IoT” seperti pada Gambar 5. Integrasi antara *renewable energy* dan IoT saat ini menjadi hal yang sangat penting. Informasi yang dapat diterima secara langsung menjadi hal yang menarik untuk pengelola wisata. Seperti adanya potensi angin kencang dan curah hujan tinggi sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan wisatawan. Potensi *renewable energy* seperti angin dan ombak air laut perlu untuk diteliti lebih lanjut agar keberlangsungan energi bersih di Pacitan dapat dikembangkan.



Gambar 5. Sosialisasi wisata berbasis *renewable energy* dan IoT.

Selain sosialisasi, para kader pokdarwis juga dibekali dengan pelatihan teknis mengenai pemeliharaan PLTS *hybrid* dan sepeda listrik. Pelatihan sangat penting dilakukan untuk meningkatkan keterampilan tiap anggota Pokdarwis, tujuannya tidak lain agar masyarakat dapat memelihara dan mengelola perangkat secara mandiri. Sebagai bentuk kontribusi nyata dari Universitas Airlangga, tim pengabdian masyarakat yang diketuai oleh Prof. Dr.

Ir. Retna Apsari, M.Si, menyerahkan produk berupa satu set sepeda listrik dan PLTS *hybrid* kepada Wildan Nur Swi Harmoko, ketua Pokdarwis Pesona Ngibroboyo sekaligus perwakilan Bumdes setempat. Kedua produk ini merupakan hasil dari hilirisasi penelitian dosen dan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin. Sepeda listrik yang diserahkan memiliki spesifikasi seperti baterai lithium 500 Wh, dinamo hub wheels 350 watt, kecepatan maksimum 35 km/jam, jangkauan 30-40 km, serta daya pengisian 100 watt. Fitur-fitur pada sepeda ini meliputi sistem *pedal assist*, lima mode kecepatan, dan sistem tahan air. Sepeda tersebut juga menggunakan ban tipe enduro, yang cocok untuk medan berpasir seperti di kawasan Pantai Ngibroboyo. Sementara itu, PLTS yang diserahkan dilengkapi dengan sistem hybrid, terdiri dari dua panel surya 200 Wp, inverter 3 kW, dan dua baterai 100 Ah 12 V. Hasil uji coba menunjukkan bahwa PLTS ini mampu menghidupkan *sound system* selama satu jam dan lampu penerangan hingga 12 jam. Penggunaan sepeda listrik dan PLTS *hybrid* di area wisata ini bertujuan untuk menjadi contoh penerapan energi bersih, sekaligus memperkenalkan teknologi ramah lingkungan kepada masyarakat sekitar, sejalan dengan SDGs poin 7 tentang energi bersih dan terjangkau, serta poin 9 terkait industri, inovasi, dan infrastruktur. Proses penyerahan produk hilirisasi ini dapat dilihat pada Gambar 6–8.



Gambar 6. Prosesi penyerahan PLTS hybrid pada perwakilan Pokdarwis Pesona Ngibroboyo dan Sekretaris Desa Sendang, Kabupaten Pacitan.

Penerapan teknologi berbasis energi terbarukan di kawasan wisata Pantai Ngibroboyo tidak terlepas dari berbagai tantangan teknis maupun non-teknis. Selama proses pemasangan PLTS hybrid, tim pengabdian masyarakat menghadapi beberapa kendala teknis yang signifikan. Salah satu kendala utama adalah kondisi topografi dan lokasi geografis Pantai Ngibroboyo yang memiliki tingkat salinitas tinggi. Paparan air laut dengan kandungan garam yang tinggi berpotensi mempercepat korosi pada komponen-komponen PLTS, terutama pada bagian rangka panel surya dan sistem pengkabelan. Untuk mengatasi hal ini, tim menggunakan kabel dengan insulasi ganda yang tahan terhadap paparan garam. Tantangan lain muncul pada saat penentuan lokasi optimal pemasangan panel surya. Area pantai yang sebagian besar tertutup oleh pepohonan tinggi menyebabkan terbatasnya area yang mendapatkan paparan sinar matahari optimal sepanjang hari. Kanopi pepohonan menciptakan bayangan yang bergerak seiring pergerakan matahari, sehingga mengurangi efisiensi panel surya.



Gambar 8. Pemasangan PLTS *hybrid* di atap rumah.

Sebagaimana terlihat pada Gambar 8, solusi yang diterapkan adalah memasang panel surya pada atap rumah dengan kemiringan yang tepat (sekitar 15–20 derajat) menghadap ke arah utara untuk memaksimalkan penyerapan sinar matahari. Penyesuaian sistem inverter juga dilakukan agar kompatibel dengan jaringan listrik yang sudah ada sebelumnya, mengingat kawasan ini sering mengalami pemadaman namun tetap terhubung dengan jaringan PLN. Pada implementasi sepeda listrik, tantangan utama yang dihadapi adalah adaptasi teknologi yang masih relatif baru bagi masyarakat setempat. Kurangnya pengetahuan teknis tentang perawatan baterai lithium dan sistem penggerak elektrik sempat menimbulkan kekhawatiran di kalangan anggota Pokdarwis. Untuk mengatasi hal ini, tim pengabdian masyarakat memberikan pelatihan intensif kepada 10 anggota Pokdarwis sebagai kader yang akan bertanggung jawab terhadap pemeliharaan sepeda listrik.

Evaluasi jangka panjang terhadap dampak program ini menunjukkan hasil yang menjanjikan meski masih dalam tahap awal implementasi. Dari aspek lingkungan, penggunaan PLTS hybrid telah mengurangi emisi karbon sekitar 0,4 ton CO₂ per bulan jika dibandingkan dengan penggunaan listrik konvensional dan genset. Pengurangan ini dihitung berdasarkan estimasi produksi listrik PLTS sebesar 400 Watt pada penyinaran puncak yang beroperasi selama rata-rata 4 jam sehari. Sepeda listrik yang dioperasikan untuk kegiatan patroli dan pelayanan wisatawan juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dibandingkan dengan penggunaan kendaraan bermotor konvensional.

Tantangan keberlanjutan program yang teridentifikasi antara lain adalah keterbatasan ketersediaan komponen pengganti di lokasi yang relatif terpencil, serta kebutuhan akan peningkatan kapasitas teknis secara berkelanjutan bagi anggota Pokdarwis. Untuk mengatasi hal ini, telah dibentuk kemitraan dengan supplier komponen PLTS terdekat di Kota Pacitan serta program mentoring jarak jauh oleh tim teknis Universitas Airlangga yang dapat diakses melalui platform digital. Kemitraan dengan perguruan tinggi lokal seperti STKIP PGRI Pacitan juga diharapkan dapat memberikan dukungan teknis berkelanjutan melalui program pengabdian masyarakat mereka sendiri.

Pada akhir kegiatan pengabdian masyarakat tahun kedua dengan skema Program Pengembangan Desa Binaan (PPDB) dengan judul kegiatan "Pengembangan Destinasi

Wisata Geotermal Berbasis *Renewable Energy* dan IoT untuk Mendukung Ekonomi Berkelanjutan di Kabupaten Pacitan", diberikan umpan balik dari para peserta pengmas sejumlah 30 orang. Adapun hasil dari kegiatan ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kepuasan Pengmas PPDB Kabupaten Pacitan Tahun 2024.
INDEKS KEPUASAN PENGMAS PPDB KABUPATEN PACITAN TAHUN 2024

No Item	Jumlah Pemilih <i>Score</i>					Jumlah Pemilih	Keterangan
	1	2	3	4	5		
1	0	0	0	11	19	30	Sangat Puas
2	0	0	0	14	16	30	Sangat Puas
3	0	0	0	12	18	30	Sangat Puas
4	0	0	0	14	16	30	Sangat Puas
5	0	0	0	14	16	30	Sangat Puas
6	0	0	0	10	20	30	Sangat Puas
7	0	0	0	12	18	30	Sangat Puas
8	0	0	0	11	19	30	Sangat Puas
9	0	0	0	14	16	30	Sangat Puas
10	0	0	0	13	17	30	Sangat Puas
11	0	0	0	10	20	30	Sangat Puas
12	0	0	0	9	21	30	Sangat Puas
13	0	0	0	12	18	30	Sangat Puas

Pada evaluasi kegiatan ini, diberikan 13 item penilaian dengan 5 poin, poin 1 untuk indikator sangat buruk, poin 2 untuk indikator buruk, poin 3 untuk indikator cukup, poin 4 untuk indikator puas, serta poin 5 untuk indikator sangat puas. Item 1 terkait kemutakhiran materi yang disajikan, item 2 terkait kemanfaatan materi yang diberikan, item 3 terkait kualitas penyampaian materi, item 4 terkait pemilihan waktu (hari, tanggal, dan jam) kegiatan yang tepat, item 5 terkait publikasi atau undangan yang memadai, item 6 terkait pengaturan waktu dan acara selama kegiatan, item 7 terkait kemudahan memperoleh informasi dari panitia, item 8 terkait kualitas layanan panitia selama kegiatan pengmas, item 9 terkait kesediaan fasilitas pendukung selama kegiatan berlangsung, item 10 terkait ketersediaan fasilitas peraga (prototipe PLTS dan sepeda listrik) dan fasilitas media pembelajaran (LCD, video peragaan), item 11 terkait ketersediaan media komunikasi secara online (WhatsApp grup dan Google Drive), item 12 terkait perangkat desa di lokasi yang mendukung kegiatan ini, item 13 terkait pokdarwis di lokasi yang mendukung kegiatan ini. Dari Tabel 1 didapatkan pada evaluasi kegiatan berupa pemberian kuisioner dan analisa hasil kuisioner lebih dari 50% peserta memilih poin 5 untuk ke 13 item penilaian. Hasil ini menunjukkan bahwa para peserta sangat puas dengan materi yang diberikan oleh Tim Pengmas PPDB Pacitan Tahun 2024 Universitas Airlangga.

PENUTUP

Simpulan. Pengabdian masyarakat “Pengembangan Destinasi Wisata Geotermal Berbasis *Renewable Energy* dan IoT untuk Mendukung Ekonomi Berkelanjutan di

Kabupaten Pacitan” adalah Pokdarwis Pesona Ngirobooyo telah mendapatkan informasi serta keterampilan untuk mengoptimalkan wisata *geothermal* yang berbasis *renewable energy* untuk mendukung konsep pariwisata yang ramah lingkungan di kawasan wisata Pantai Ngirobooyo. Hal tersebut didukung dari hasil kuisioner peserta yang menyatakan sangat puas dengan kinerja tim abdimas PPDB Universitas Airlangga tahun 2024.

Saran. Beberapa evaluasi dan saran yang diberikan mencakup harapan adanya kerja sama yang berkelanjutan antara Universitas Airlangga dan Pokdarwis Pesona Ngirobooyo, serta kemitraan dengan institusi lain seperti Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) PGRI Pacitan, agar potensi di kawasan Pantai Ngirobooyo dapat lebih dioptimalkan dan dikembangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami, tim pengabdian masyarakat, mengucapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam kegiatan ini. Tanpa dukungan dan kolaborasi dari berbagai pihak, program ini tidak akan terlaksana dengan sukses. Ucapan terima kasih kami sampaikan terutama kepada Bupati Pacitan, Pemerintah Kabupaten Pacitan, Kepala Dinas Pariwisata Kebudayaan, Pemuda, dan Olah Raga Kabupaten Pacitan, Kepala Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Pacitan, Pokdarwis Pesona Ngirobooyo, Desa Sendang, Kecamatan Donorejo, Kabupaten Pacitan, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Airlangga sebagai pemberi dana hibah dengan nomor kontrak 2499/B/UN3.LPPM/PM.01.01/2024, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Dekan Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin, Dekan Fakultas Vokasi, serta seluruh tim pengmas dan pemangku kepentingan di Kabupaten Pacitan yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-saadi, D R N. 2015. “Importance of English Language in the Development of Tourism Management.” *Academic Journal of Accounting and Economics Research* 4, no. 1: 33–45.
- Andianti, Putri Wihatma. 2022. “Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sebagai Alternatif Penerangan Jalan Di Pantai Bambang Kabupaten Lumajang.” *Pariwisata Budaya: Jurnal Ilmiah Agama Dan Budaya* 7, no. 2: 123–30.
- Febiyanto, Galang Raka, Made Suastika, and Leny Pramesti. 2021. “KONSEP ARSITEKTUR EKOLOGIS PADA HOTEL RESORT DI PANTAI NGIROBOYO, PACITAN, JAWA TIMUR.” *Senthong* 4, no. 2.
- Gielen, D, D Saygin, and J Rigter. n.d. “International Renewable Energy Agency.” *Renewable Energy Prospects : Indonesia*.
- Hakim, A F, Krismadiana, F Sholihah, R Ismawati, and N Dewanti. 2023. “Potensi Dan Pemanfaatan Energi Panas Bumi Di Indonesia.” *Indones. J. Conserv* 11, no. 2: 71–77. <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i2.40599>.

- Hemu, A A, and U N Gorontalo. 2021. "Pengembangan Potensi Geothermal Sebagai Sumber Energi Alternatif," 0–10.
- Mizan Ahsani. 2024. "Pacitan Kian Sepi? Berikut Data Lengkap Kunjungan Wisata 2023, Dari Pantai Klayar Hingga Gua Gong." Radar Madiun. January 9, 2024. <https://radarmadiun.jawapos.com/pacitan/803709833/pacitan-kian-sepi-berikut-data-lengkap-kunjungan-wisata-2023-dari-pantai-klayar-hingga-gua-gong>.
- Mularsari, Ardi, Noviana Nur Arifah, and Salma Karamy. 2024. "POTENSI WISATA CULINARY DAN MOTIVASI WISATAWAN DI KOTA PACITAN." *Journal of Syntax Literate* 9, no. 3.
- Nugraha, Bintang, Yoga Pujiraharjo, and Hardy Adiluhung. 2023. "PERANCANGAN SEPEDA MOTOR ELEKTRIK ADVENTURE SEBAGAI FASILITAS MENUJU TEMPAT WISATA." *EProceedings of Art & Design* 10, no. 5.
- Nur, Adi Aspian. 2024. "Peranan Ampas Kopi Sebagai Energi Alternatif." *Jurnal Ekonomi Pembangunan Dan Manajemen* 3, no. 1: 13–21.
- Puspita, Dheti. 2024. "Energi Bersih Dan Terjangkau Dalam Mewujudkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)." *Jurnal Sosial Dan Sains* 4, no. 3: 271–80.
- Rochim, Achluddin Ibnu, and Nyoman Diah Utari Dewi. 2020. "PERUMUSAN, IMPLEMENTASI SERTA EVALUASI KEBIJAKAN PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA (PLN) PEMADAMAN LISTRIK TERHADAP INDUSTRI PARIWISATA DI BALI." *Jurnal Widya Publika* 8, no. 2: 130–41.
- Rokhayah, Eka Gustiani, and Ana Noor Andriana. 2021. "Pengaruh Daya Tarik Wisata, Fasilitas, Dan Aksesibilitas Terhadap Keputusan Berkunjung Wisatawan Di Pantai Istana Amal Kabupaten Penajam Paser Utara." *Jurnal Kajian Dan Terapan Pariwisata* 2, no. 1: 10–18.
- Rossa, E D. 2021. *Panduan POKDARWIS*. Yogyakarta.
- Rudiyanto, Bayu, Risse Entikaria Rachmanita, and Azamataufiq Budiprasojo. 2023. "Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya." *Dasar Dasar Pemasangan Panel Surya*.
- Sari, R J. 2018. "Ungaran Jawa Tengah Berdasarkan Analisis Geosains." *Offshore* 2, no. 1: 34–42.
- Syarifuddin, S. 2018. "The Implementation of Community Based Tourism Concept in the Management of Natural Tourism in Kampoeng Karts Rammang-Rammang Maros Regency." *UNM Geographic Journal* 2, no. 1: 74.
- Wiyana, Tri. 2018. "Pengaruh Fasilitas Wisatawan Terhadap Motivasi Kunjungan Wisatawan (Studi Kasus Kunjungan Wisatawan Kota Solo)." *Jurnal Hospitality Dan Pariwisata* 3, no. 2.