

Optimalisasi Luberan Sumber Air Melalui Pembangunan Pembangkit Picohydro Menggunakan Axial-Turbine di Desa Ngampungan, Bareng, Jombang

¹Hidayatul Nurohmah, ^{2*}Machrus Ali, ³Laudhie Primadonni Kusumajaya, ⁴Achmad Afandi

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum

e-mail: ¹hidayatul.nurohmah,mt@gmail.com, ²machrus7@gmail.com, ³laudhieprimadonni@gmail.com, ⁴afandi2347@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: 13 April 2026

Revised: 3 May 2026

Accepted: 22 May 2026

Keyword:

Pico Hydro
Axial Turbine
Renewable Energy
Educational Tourism
Community Empowerment

ABSTRACT

Pandansili Tourism Site in Ngampungan Village, Bareng District, Jombang Regency, is a bathing tourism destination developed by the village-owned enterprise and Tourism Awareness Group since 2019. The situational analysis indicates that the partner requires renewable-energy innovation to reduce operational costs, strengthen educational tourism, and improve management capacity. This community service program utilizes spring-water overflow through a picohydro power plant design using an axial turbine. The technical data refer to the ZD760-LM-(18-20) axial-flow turbine-generator with 220 V AC rated voltage, 2 kW rated power, 1-5 m operating head, 0.02-1.0 m³/s water-flow range, and continuous-duty operation. At a nominal head of 3 m with turbine efficiency of 0.65 and generator efficiency of 0.85, the discharge required to produce 2 kW is approximately 0.123 m³/s. The implementation method consists of partner coordination, discharge and head survey, SWOT analysis, intake-turbine-generator-control-panel design, operation-maintenance training, and energy-utilization evaluation. The SWOT analysis shows an IFE score of 5.56 and an EFE score of 5.01, placing Pandansili development in Quadrant I with an aggressive/offensive strategy. The energy output is directed to tourism-area lighting, renewable-energy educational information boards, simple sensor/monitoring loads, and demonstration loads. The program is expected to improve energy independence, add educational tourism value, and strengthen Pokdarwis competence in managing appropriate technology based on local potential.

This is an open access article under the CC BY-SA license



DOI: <https://doi.org/10.32492/dimas-undar.v5i1.5103>

Corresponding Author:

Machrus Ali

Universitas Darul Ulum, jombang

Jl. Gus Dur No.29A, Mojongapit, Jombang, Jawa Timur 61419

Email: machrus7@gmail.com

Abstraks - Wisata Pandansili di Desa Ngampungan, Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang, merupakan destinasi wisata pemandian yang dikembangkan oleh BUMDes dan Pokdarwis sejak tahun 2019. Analisis situasi menunjukkan bahwa mitra membutuhkan

inovasi energi baru terbarukan untuk mengurangi biaya operasional, meningkatkan edukasi wisata, dan memperkuat kapasitas pengelolaan. Program pengabdian ini memanfaatkan luberan sumber air melalui rancangan pembangkit picohydro menggunakan axial turbine. Data teknis yang digunakan mengacu pada turbin-generator axial ZD760-LM-(18-20) bertegangan 220 V AC dengan daya nominal 2 kW, head operasi 1-5 m, rentang debit 0,02-1,0 m³/s, dan mode kerja kontinu. Pada titik nominal head 3 m dengan efisiensi turbin 0,65 dan generator 0,85, kebutuhan debit untuk menghasilkan 2 kW adalah sekitar 0,123 m³/s. Metode pelaksanaan meliputi koordinasi mitra, survei debit dan head, analisis SWOT, perancangan sistem intake-turbin-generator-panel kontrol, pelatihan operasi-perawatan, serta evaluasi pemanfaatan energi. Hasil analisis SWOT menunjukkan nilai IFE 5,56 dan EFE 5,01 sehingga pengembangan Wisata Pandansili berada pada Kuadran I dengan strategi agresif/ofensif. Pemanfaatan energi diarahkan untuk penerangan area wisata, papan informasi edukasi energi terbarukan, sensor/monitoring sederhana, dan beban demonstrasi. Program ini diharapkan meningkatkan kemandirian energi, menambah daya tarik wisata edukasi, dan memperkuat kompetensi Pokdarwis dalam mengelola teknologi tepat guna berbasis potensi lokal.

Kata kunci: picohydro; axial turbine; energi baru terbarukan; wisata edukasi; Wisata Pandansili

PENDAHULUAN

Desa Ngampungan, Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang, memiliki potensi wisata berbasis sumber daya alam yang berkembang melalui Wisata Pandansili. Pengembangan wisata ini telah dilakukan sejak tahun 2019 dengan dukungan BUMDes Maju Sejahtera dan Pokdarwis. Kegiatan wisata pemandian membutuhkan dukungan fasilitas yang aman, nyaman, dan berkelanjutan, termasuk penyediaan energi untuk penerangan, pompa, sarana informasi, dan kegiatan operasional harian (Ali, Jatmiko, Muzajjad, et al. 2023).

Data analisis situasi menunjukkan bahwa Wisata Pandansili buka setiap hari pukul 07.00-17.00 WIB. Jumlah pengunjung pada hari kerja berkisar 10-20 orang per hari, sedangkan pada akhir pekan mencapai 50-100 orang. Di lokasi wisata tersedia fasilitas bermain anak, karaoke, toilet, tempat istirahat, tempat pertemuan, serta kios atau warung masyarakat. Sistem hasil usaha dikelola dengan pembagian 30% untuk pelaksana harian Pokdarwis, 30% untuk BUMDes, 25% untuk operasional Pokdarwis, 5% untuk dana cadangan, dan 10% untuk pengurus wisata. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi biaya operasional akan berdampak langsung pada keberlanjutan pengelolaan wisata dan manfaat ekonomi masyarakat (Ali, Jatmiko, Dwiningwarni, et al. 2023), (Dwiningwarni et al. 2023).

Permasalahan utama mitra pada bidang produksi adalah kebutuhan energi alternatif pengganti atau pendamping listrik konvensional, keterbatasan sumber daya manusia yang memahami energi baru terbarukan, dan belum optimalnya penerapan inovasi teknologi tepat guna. Pada bidang pemasaran, promosi wisata melalui media sosial masih perlu diperkuat. Pada bidang manajemen usaha, mitra membutuhkan penguatan manajemen, pembukuan, serta Standar Operasional Prosedur (SOP) agar pengelolaan wisata berjalan lebih tertib (Nur Hidayat et al. 2023). Koordinasi dengan mitra (Kepala desa dan ketua Pokdarwis) secara intens, baik melalui media maupun bertemu langsung, seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Koordinasi pelaksana pengabdian dengan mitra

Salah satu potensi lokal yang relevan dengan kebutuhan tersebut adalah luberan sumber air di kawasan wisata. Luberan air yang mengalir terus-menerus dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi mekanik untuk menggerakkan turbin air skala kecil. Pembangkit picohydro menjadi pilihan karena dapat bekerja pada skala daya kecil, dapat dipasang dekat lokasi beban, tidak membutuhkan area luas, dan cocok sebagai media edukasi energi terbarukan bagi pengunjung serta pengelola wisata.

Pemilihan axial turbine atau turbin aliran aksial dipertimbangkan karena karakteristiknya sesuai untuk aliran kontinu dengan head rendah sampai menengah. Data turbin menunjukkan bahwa unit axial-flow/Kaplan-type ZD760-LM-(18-20) dapat digunakan sebagai acuan rancangan awal karena memiliki daya nominal 2 kW, tegangan keluaran 220 V AC, head operasi 1-5 m, dan rentang debit 0,02-1,0 m³/s. Prinsip dasar sistem picohydro adalah mengubah energi potensial dan kinetik air menjadi energi mekanik pada turbin, kemudian menjadi energi listrik melalui generator. Kondisi desa wisata pandansili dengan sumber air yang sangat melimpah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kondisi tempat wisata pandansili dengan limpahan air sumber yang melimpah

Tujuan kegiatan PKM ini adalah: (1) mengidentifikasi potensi luberan sumber air di Wisata Pandansili; (2) merancang pembangkit picohydro menggunakan axial turbine sesuai kondisi aliran lokal; (3) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan Pokdarwis dalam operasi dan perawatan pembangkit; dan (4) menjadikan teknologi picohydro sebagai media edukasi energi baru terbarukan di Desa Ngampungan.

METODE

Metode pelaksanaan kegiatan disusun dengan pendekatan partisipatif bersama mitra. Tahapan kegiatan meliputi persiapan, survei, perancangan, pembangunan, pelatihan, monitoring, evaluasi, dan keberlanjutan program. Metode ini menempatkan Pokdarwis dan BUMDes sebagai mitra aktif agar teknologi yang dibangun dapat dioperasikan dan dirawat secara mandiri.

A. Tahap Persiapan dan Koordinasi Mitra

Tahap persiapan dilakukan melalui koordinasi dengan Pemerintah Desa Ngampungan, BUMDes Maju Sejahtera, dan Pokdarwis Wisata Pandansili. Kegiatan ini bertujuan menyamakan persepsi mengenai lokasi pemasangan, kebutuhan beban listrik prioritas, keamanan pengunjung, alur perawatan, serta pembagian peran antara tim pelaksana dan mitra.

B. Survei Potensi Air dan Analisis Teknis

Survei teknis dilakukan pada titik luberan sumber air yang memungkinkan untuk dipasang sistem picohydro. Parameter yang diukur meliputi debit air, head efektif, panjang dan diameter pipa pesat, kondisi aliran, sedimentasi, akses perawatan, serta jarak pembangkit ke titik beban. Pengukuran debit dapat dilakukan dengan metode volumetrik, pelampung, atau flowmeter sesuai kondisi lapangan. Pengukuran head dilakukan dengan waterpass, selang ukur, atau alat ukur elevasi sederhana.

Tabel 1. Parameter survei teknis pembangkit picohydro

| No | Parameter | Satuan | Keterangan |
|----|--------------------|----------------------------|---|
| 1 | Debit air (Q) | m ³ /s atau L/s | Diukur pada titik luberan sumber air saat kondisi normal dan musim berbeda |
| 2 | Head efektif (H) | m | Selisih tinggi muka air masuk dan keluar setelah kehilangan energi diperhitungkan |
| 3 | Panjang pipa pesat | m | Menyesuaikan jarak intake ke turbin dan kondisi tapak wisata |
| 4 | Beban prioritas | W | Penerangan, papan informasi, sensor, atau beban edukasi berdaya rendah |
| 5 | Efisiensi sistem | % | Gabungan efisiensi turbin, transmisi, generator, dan kontroler |

C. Analisis SWOT dan Penentuan Strategi

Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman pengembangan teknologi picohydro pada kawasan wisata. Data analisis situasi yang telah tersedia menunjukkan nilai Internal Factor Evaluation (IFE) sebesar 5,56 dan External

Factor Evaluation (EFE) sebesar 5,01. Nilai tersebut menempatkan program pengembangan Wisata Pandansili pada Kuadran I, yaitu strategi agresif/ofensif. Artinya, mitra memiliki kekuatan internal yang cukup untuk memanfaatkan peluang eksternal, termasuk peluang pengembangan energi terbarukan dan wisata edukasi.

Tabel 2. Matriks Internal Factor Evaluation (IFE)

| Kode | Faktor Internal | Bobot | Rating | Skor |
|----------------------------------|---|-------------|--------|-------------|
| A. KEKUATAN (Strengths) | | | | |
| S1 | Ketersediaan luberan sumber air yang melimpah dan mengalir secara kontinu sepanjang tahun | 0,15 | 4 | 0,60 |
| S2 | Kelembagaan Pokdarwis dan BUMDes Maju Sejahtera yang aktif dan terstruktur sejak 2019 | 0,13 | 4 | 0,52 |
| S3 | Sistem pengelolaan bagi hasil yang transparan antara BUMDes dan pelaksana harian | 0,12 | 3 | 0,36 |
| S4 | Dukungan penuh pemerintah desa terhadap inovasi dan pengembangan wisata edukasi | 0,12 | 4 | 0,48 |
| S5 | Jumlah kunjungan wisata yang cukup tinggi (50–100 orang/hari pada akhir pekan) | 0,10 | 4 | 0,40 |
| Subtotal Kekuatan | | 0,62 | | 2,36 |
| B. KELEMAHAN (Weaknesses) | | | | |
| W1 | SDM Pokdarwis yang memahami energi baru terbarukan (EBT) masih sangat terbatas | 0,12 | 2 | 0,24 |
| W2 | Penerapan inovasi teknologi tepat guna di kawasan wisata belum optimal | 0,10 | 2 | 0,20 |
| W3 | Ketergantungan penuh pada listrik konvensional (PLN) untuk seluruh kebutuhan operasional | 0,09 | 1 | 0,09 |
| W4 | Promosi dan pemasaran wisata melalui media sosial dan platform digital belum maksimal | 0,07 | 1 | 0,07 |
| Subtotal Kelemahan | | 0,38 | | 0,60 |
| TOTAL IFE | | 1,00 | | 2,96 |

Tabel 3. Matriks External Factor Evaluation (EFE)

| Kode | Faktor Eksternal | Bobot | Rating | Skor |
|-----------------------------------|--|-------------|--------|-------------|
| A. PELUANG (Opportunities) | | | | |
| O1 | Tren wisata edukasi dan wisata ramah lingkungan yang terus berkembang secara nasional | 0,15 | 4 | 0,60 |
| O2 | Potensi pengembangan energi baru terbarukan di pedesaan didukung kebijakan pemerintah | 0,14 | 4 | 0,56 |
| O3 | Dukungan program PKM dari LPPM Universitas Darul Ulum sebagai mitra akademis berkelanjutan | 0,13 | 4 | 0,52 |
| O4 | Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kemandirian dan efisiensi energi | 0,11 | 3 | 0,33 |
| O5 | Peluang pengembangan papan informasi edukasi EBT sebagai daya tarik wisata tambahan | 0,10 | 3 | 0,30 |
| Subtotal Peluang | | 0,63 | | 2,31 |
| B. ANCAMAN (Threats) | | | | |
| T1 | Fluktuasi debit sumber air pada musim kemarau yang berpotensi mengurangi daya keluaran | 0,13 | 2 | 0,26 |
| T2 | Risiko kerusakan komponen akibat terbatasnya kemampuan perawatan mandiri oleh pengelola | 0,10 | 1 | 0,10 |

| | | | | |
|-------------------------|---|-------------|---|-------------|
| T3 | Persaingan dengan destinasi wisata lain yang lebih berkembang di Kabupaten Jombang | 0,08 | 2 | 0,16 |
| T4 | Risiko gangguan aliran akibat sedimentasi dan sampah pada saluran masuk (intake) turbin | 0,06 | 1 | 0,06 |
| Subtotal Ancaman | | 0,37 | | 0,58 |
| TOTAL EFE | | 1,00 | | 2,89 |

Tabel 4. Matriks Strategi SWOT

| MATRIKS SWOT | KEKUATAN (S) | KELEMAHAN (W) |
|--------------------|---|---|
| PELUANG (O) | Strategi S-O (Agresif): Memanfaatkan ketersediaan luberan sumber air dan kelembagaan Pokdarwis-BUMDes yang kuat untuk membangun sistem picohydro sebagai wahana wisata edukasi EBT dan meningkatkan kemandirian energi kawasan wisata secara berkelanjutan. | Strategi W-O (Pembenahan): Meningkatkan kapasitas SDM Pokdarwis melalui pelatihan operasi dan pemeliharaan sistem picohydro, serta mengoptimalkan strategi promosi digital untuk menarik segmen wisatawan edukasi dan kunjungan institusi pendidikan. |
| ANCAMAN (T) | Strategi S-T (Diversifikasi): Mendayagunakan kelembagaan yang kuat untuk menyusun SOP pemeliharaan rutin, sistem cadangan beban, dan prosedur penanganan fluktuasi debit agar operasional pembangkit tetap berlanjut pada musim kemarau. | Strategi W-T (Defensif): Menyusun jadwal pemeliharaan berkala, pelatihan tanggap gangguan, dan prosedur pembersihan intake untuk meminimalkan risiko kerusakan komponen dan gangguan aliran yang dapat menghentikan operasional pembangkit. |

D. Perancangan dan Pembangunan Sistem

Perancangan sistem dilakukan setelah data debit dan head diperoleh. Desain sistem terdiri dari bangunan pengarah aliran, saringan sampah, pipa pesat, rumah turbin, axial turbine, kopling atau transmisi, generator, panel kontrol, penyearah, baterai atau beban langsung sesuai kebutuhan, inverter bila diperlukan, serta sistem proteksi. Perancangan juga mempertimbangkan keselamatan pengunjung, kemudahan pembongkaran, dan dampak minimal terhadap fungsi wisata pemandian.

Tabel 5. Permasalahan mitra dan solusi program picohydro

| Bidang | Permasalahan Prioritas | Solusi yang Ditawarkan |
|-----------------------|---|--|
| Produksi/Energi | Mitra membutuhkan energi alternatif untuk mengurangi biaya operasional; luberan sumber air belum dimanfaatkan; SDM energi baru terbarukan masih terbatas. | Rancang bangun pembangkit picohydro menggunakan axial turbine, pelatihan operasi-perawatan, dan penyusunan logbook kinerja harian. |
| Edukasi dan Pemasaran | Potensi teknologi energi terbarukan belum dijadikan daya tarik wisata edukasi; promosi digital belum optimal. | Pemasangan papan informasi edukasi picohydro, dokumentasi kegiatan, serta integrasi narasi energi terbarukan dalam media promosi wisata. |
| Manajemen Usaha | Mitra membutuhkan SOP, pembukuan, dan pembagian | Penyusunan SOP operasi, SOP keselamatan, jadwal perawatan, |

| | | |
|--|--|---|
| | tanggung jawab pengelolaan aset teknologi. | buku inventaris, dan skema tanggung jawab Pokdarwis-BUMDes. |
|--|--|---|

E. Pelatihan, Monitoring, dan Evaluasi

Pelatihan diberikan kepada pengurus Pokdarwis, operator harian, dan perwakilan BUMDes. Materi pelatihan meliputi prinsip kerja picohydro, keselamatan kerja di area basah, pembersihan saringan, pengecekan baut dan kopling, pencatatan tegangan-arus, pengendalian beban, serta penanganan gangguan ringan. Monitoring dilakukan melalui pengukuran tegangan, arus, putaran turbin, kondisi aliran, dan kestabilan beban. Evaluasi keberhasilan dilakukan dengan indikator teknis dan sosial.

Tabel 6. Indikator keberhasilan program

| No | Indikator | Target | Metode Evaluasi |
|----|-------------------------------|--|---|
| 1 | Ketersediaan rancangan teknis | Gambar skematik dan daftar komponen tersedia | Review dokumen teknis bersama mitra |
| 2 | Kinerja prototipe | Turbin berputar stabil dan menghasilkan keluaran listrik sesuai debit-head terukur | Pengukuran tegangan, arus, daya, dan durasi operasi |
| 3 | Peningkatan kapasitas mitra | Operator memahami prosedur operasi dan perawatan dasar | Pre-test, post-test, dan praktik lapangan |
| 4 | Manajemen keberlanjutan | SOP, jadwal perawatan, dan logbook digunakan | Audit dokumen dan wawancara mitra |

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Situasi Mitra

Wisata Pandansili memiliki modal sosial dan ekonomi yang cukup kuat sebagai lokasi penerapan teknologi tepat guna. Pengelolaan oleh Pokdarwis dan BUMDes menunjukkan adanya kelembagaan lokal yang dapat menjadi operator dan penanggung jawab keberlanjutan program. Jumlah pengunjung yang meningkat pada akhir pekan menunjukkan adanya peluang untuk memperkenalkan teknologi energi terbarukan sebagai atraksi edukatif. Fasilitas yang tersedia, seperti area bermain, tempat pertemuan, dan kios masyarakat, juga memberikan ruang pemanfaatan energi listrik berdaya rendah untuk penerangan, papan informasi, dan kebutuhan operasional wisata.

Hasil analisis SWOT yang menempatkan program pada Kuadran I menunjukkan bahwa strategi pengembangan yang tepat adalah strategi agresif. Dalam konteks picohydro, strategi ini berarti mitra dapat memanfaatkan kekuatan berupa sumber daya alam, kelembagaan Pokdarwis-BUMDes, dan potensi kunjungan wisata untuk menangkap peluang pengembangan energi terbarukan, wisata edukasi, serta peningkatan citra desa wisata yang ramah lingkungan.

B. Rancangan Sistem Picohydro dengan Axial Turbine

Rancangan pembangkit picohydro disesuaikan dengan karakter luberan sumber air. Skema sistem dimulai dari intake yang mengambil sebagian aliran luberan tanpa

mengganggu fungsi utama pemandian. Air dialirkan melalui saringan sampah untuk mencegah masuknya daun, plastik, pasir kasar, atau material lain yang dapat menghambat runner. Selanjutnya air masuk ke pipa pesat atau saluran pengarah menuju rumah turbin.

Pada rumah turbin, aliran air diarahkan searah sumbu putar turbin axial. Runner axial turbine menerima energi aliran dan mengubahnya menjadi putaran mekanik. Putaran tersebut diteruskan ke generator melalui kopling langsung atau sistem transmisi sesuai putaran nominal generator. Energi listrik yang dihasilkan disalurkan ke panel kontrol untuk diatur, dilindungi, dan digunakan pada beban prioritas. Untuk beban arus searah, keluaran dapat digunakan melalui penyearah dan charge controller. Untuk beban arus bolak-balik, sistem dapat dilengkapi inverter dan proteksi tambahan.

Tabel 7. Komponen Utama Pembangkit Picohydro

| Komponen | Fungsi | Catatan Perancangan |
|-----------------------------|--|--|
| Intake dan saluran pengarah | Mengambil dan mengarahkan sebagian aliran luberan sumber air | Tidak boleh mengganggu debit utama untuk wisata pemandian |
| Trash rack/saringan | Mencegah sampah masuk ke runner turbin | Mudah dibersihkan oleh operator harian |
| Pipa pesat/saluran jatuh | Meningkatkan energi aliran menuju turbin | Diameter disesuaikan dengan debit dan rugi-rugi gesek |
| Axial turbine | Mengubah energi air menjadi putaran mekanik | Cocok untuk head rendah dengan aliran kontinu |
| Generator | Mengubah putaran menjadi energi listrik | Dipilih berdasarkan daya, putaran, tegangan, dan jenis beban |
| Panel kontrol dan proteksi | Mengatur keluaran dan melindungi sistem | Dilengkapi pengaman arus, tegangan, dan saklar beban |
| Beban prioritas | Memanfaatkan energi yang dihasilkan | Penerangan, papan edukasi, sensor, atau beban demonstrasi |

C. Data Teknis Turbin-Generator

Data teknis memodelkan turbin-generator axial-flow pico-hydro ZD760-LM-(18-20) sebagai unit 220 V AC, 2 kW, untuk lokasi head rendah. Data ini relevan dengan konsep pemanfaatan luberan sumber air karena turbin axial atau Kaplan-type bekerja baik pada aliran kontinu dengan head 1-5 m dan debit relatif besar. Spesifikasi tersebut menjadi dasar pemilihan komponen, estimasi daya, dan penyusunan kebutuhan kontrol tegangan pada program PKM. Berdasarkan data tersebut, kapasitas akhir pembangkit tetap harus dikunci oleh hasil pengukuran lapangan. Apabila debit dan head aktual lebih rendah dari titik nominal, daya keluaran juga akan turun. Sebaliknya, jika debit tersedia stabil dan head efektif berada dalam rentang kerja, sistem 2 kW dapat dijadikan prototipe produktif sekaligus sarana edukasi wisata (Ali et al. 2026).

D. Pemanfaatan Energi Picohydro di Wisata Pandansili

Pemanfaatan keluaran turbin tidak diarahkan untuk menggantikan seluruh kebutuhan listrik wisata, tetapi sebagai sumber energi prioritas, demonstrasi teknologi, dan penguat

identitas wisata ramah lingkungan. Dengan kapasitas acuan 2 kW, beban harus dipilih secara bertahap dan dikendalikan agar tidak melebihi daya yang tersedia pada debit minimum. Pemanfaatan utama yang direkomendasikan adalah penerangan area tertentu, papan informasi edukasi EBT, sensor monitoring, dan beban demonstrasi bagi pengunjung.

Tabel 8. Penguasaan dan ketrampilan Manajemen dan promosi

| No | Kode Soal | Penguasaan Materi | Sebelum (%) | Sesudah (%) |
|----|-----------|----------------------------------|-------------|-------------|
| 1 | A1 | Visi Pengelolaan | 72.7 | 81.8 |
| 2 | A2 | Pembagian Job deskripsi | 63.6 | 72.7 |
| 3 | A3 | Sistem Keuangan | 72.7 | 90.9 |
| 4 | A4 | Alokasi Anggaran | 54.5 | 72.7 |
| 5 | A5 | Identifikasi Kendala | 72.7 | 90.9 |
| 6 | A6 | Strategi Promosi Digital | 63.6 | 81.8 |
| 7 | A7 | Nilai Jual Utama (USP) | 63.6 | 90.9 |
| 8 | A8 | Kerja Sama Eksternal | 63.6 | 81.8 |
| 9 | A9 | Standar prosedur (SOP) pengelola | 72.7 | 90.9 |
| 10 | A10 | Indikator Keberhasilan | 45.4 | 72.7 |
| | | Rata-rata | 64.5 | 82.7 |

Tabel 9. Penguasaan dan ketrampilan perancangan teknologi

| No | Kode Soal | Penguasaan Materi | Sebelum (%) | Sesudah (%) |
|----|-----------|----------------------------------|-------------|-------------|
| 1 | B1 | Konsep Dasar Picohydro | 63.6 | 81.8 |
| 2 | B2 | Pengenalan Komponen picohydro | 45.4 | 72.7 |
| 3 | B3 | Prosedur Start-Up | 63.6 | 90.9 |
| 4 | B4 | Indikator pada panel kontrol | 54.5 | 72.7 |
| 5 | B5 | Praktik Perawatan Rutin | 63.6 | 90.9 |
| 6 | B6 | Penanganan Masalah Debit | 45.4 | 72.7 |
| 7 | B7 | Praktik Keselamatan (K3) | 72.7 | 90.9 |
| 8 | B8 | Penggantian Komponen | 72.7 | 90.9 |
| 9 | B9 | Logbook Operasional | 63.6 | 81.8 |
| 10 | B20 | Transfer Ilmu Pengurus Pokdarwis | 72.7 | 90.9 |
| | | Rata-rata | 61.8 | 83.6 |

E. Pemberdayaan Mitra dan Transfer Teknologi

Pemberdayaan masyarakat dilakukan melalui pelatihan langsung. Peserta dikenalkan pada konsep energi baru terbarukan, prinsip kerja turbin axial, prosedur pengoperasian pembangkit, dan keselamatan kerja. Pelatihan juga mencakup praktik membersihkan saringan, memeriksa kondisi pipa, mengecek putaran turbin, membaca alat ukur, dan mencatat performa harian pada logbook. Transfer teknologi ditekankan pada kemampuan mitra melakukan perawatan ringan secara mandiri sehingga pembangkit tidak berhenti beroperasi hanya karena gangguan kecil. Keikutsertaan mitra dapat dilihat pada gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 3 (a),(b). Keikutsertaan mitra dalam membangun pembangkit picohydro

Pada aspek manajemen, kegiatan menghasilkan rancangan SOP operasi dan perawatan. SOP tersebut mencakup pengecekan awal sebelum pembangkit dioperasikan, batas beban yang boleh digunakan, tindakan saat debit air menurun, prosedur pemadaman darurat, jadwal perawatan mingguan, serta mekanisme pelaporan kerusakan. SOP juga dapat dikaitkan dengan sistem pembagian hasil usaha wisata agar biaya perawatan memiliki sumber pembiayaan yang jelas.

F. Dampak Program terhadap Wisata Pandansili

Pemanfaatan luberan sumber air menjadi pembangkit picohydro berpotensi memberikan dampak pada tiga aspek. Pertama, aspek energi, yaitu tersedianya listrik alternatif untuk beban prioritas berdaya rendah sehingga dapat mengurangi sebagian kebutuhan energi dari jaringan konvensional. Kedua, aspek edukasi, yaitu hadirnya wahana pembelajaran energi terbarukan yang dapat dijelaskan kepada pengunjung, siswa, maupun komunitas desa. Ketiga, aspek kelembagaan, yaitu meningkatnya kapasitas Pokdarwis dan BUMDes dalam mengelola aset teknologi. Aspek edukasi bias dilihat pada gambar 4



Gambar 4. Edukasi terhadap mitra dan masyarakat tentang system pembangkit picohydro

Program ini juga mendukung konsep wisata ramah lingkungan. Pengunjung tidak hanya menikmati wisata pemandian, tetapi juga memperoleh informasi mengenai pemanfaatan air sebagai energi bersih. Narasi tersebut dapat memperkuat identitas Wisata Pandansili sebagai destinasi yang mengembangkan inovasi berbasis potensi lokal. Integrasi dengan media promosi dan website desa dapat membantu memperluas penyebaran informasi, menarik kunjungan edukatif, dan membangun citra positif Desa Ngampungan.

G. Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program ditentukan oleh kesiapan operator, ketersediaan SOP, dukungan pembiayaan perawatan, dan monitoring berkala. Mitra perlu menetapkan petugas harian yang bertanggung jawab membersihkan saringan, memantau debit, dan mencatat keluaran listrik. Pemerintah desa dan BUMDes perlu mendukung pengadaan suku cadang sederhana seperti bearing, belt atau kopling, sekring, kabel, dan pelumas. Evaluasi musiman juga perlu dilakukan karena debit luberan sumber air dapat berubah pada musim kemarau dan musim hujan.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis situasi, Wisata Pandansili di Desa Ngampungan memiliki potensi pengembangan teknologi energi terbarukan melalui pemanfaatan luberan sumber air. Kelembagaan Pokdarwis dan BUMDes, potensi kunjungan wisata, serta hasil SWOT pada Kuadran I mendukung penerapan strategi agresif melalui pembangunan pembangkit picohydro. s. Energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk penerangan, papan informasi edukasi, beban sensor/monitoring, dan demonstrasi teknologi EBT di kawasan wisata.

SARAN

Pokdarwis dan BUMDes disarankan melakukan pengukuran debit dan head secara berkala pada musim hujan dan kemarau untuk memastikan kesesuaian kapasitas turbin dengan kondisi aktual luberan sumber air. Panel kontrol disarankan dilengkapi Electronic Load Controller atau kendali beban buang agar tegangan 220 V lebih stabil saat beban wisata berubah. Sistem yang dibangun perlu dilengkapi SOP operasi, jadwal perawatan saringan dan

runner, logbook tegangan-arus-daya, serta papan edukasi agar manfaat teknologi tidak hanya dirasakan sebagai sumber listrik, tetapi juga sebagai media pembelajaran energi terbarukan bagi pengunjung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Desa Ngampungan, BUMDes Maju Sejahtera, Pokdarwis Wisata Pandansili, dan seluruh masyarakat yang mendukung pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada LPPM Universitas Darul Ulum yang memfasilitasi kegiatan pengabdian ini sampai selesai

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. et al., 2026. AI-Assisted PID Tuning for Voltage Control of an Axial-Flow Pico-Hydro Generator. *Journal of Renewable Energy and Smart Device*, pp.176–187. Available at: <https://journal.globresco.com/index.php/JORESA/article/view/691>.
- Ali, M., Jatmiko, A., Muzajjad, A., et al., 2023. Pemberdayaan Masyarakat Melalui Inovasi Teknologi Dan SOP Pengelolaan Wisata Pandansili , Desa. *IJECSA*, 3(3), pp.369–375. Available at: <https://ijecsa.esc-id.org/index.php/home/article/view/133>.
- Ali, M., Jatmiko, A., Dwiningwarni, S.S., et al., 2023. Peningkatan Keberdayaan Masyarakat Melalui Smart Tourism dan Penguatan Manajemen di Wisata Pandansili. *Jurnal KARINOV*, 6(3), p.185. Available at: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jki/article/view/37246>.
- Dwiningwarni, S.S. et al., 2023. Peningkatan Kapasitas Dan Manajemen Usaha Desa Wisata Pandansili Desa Ngampungan Bareng Jombang. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 6, pp.1–7. Available at: <https://prosiding-pkmcsr.org/index.php/pkmcsr/article/view/2062>.
- Nur Hidayat, M. et al., 2023. Penerapan Analisis Swot Pasca Pembangunan Wisata Pandansili Di Desa Ngampungan Kecamatan Bareng Kabupaten Jombang. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), pp.7349–7361.
- Ali, M., Nurohmah, H., & Haikal, M. A. (2026). AI-Assisted PID Tuning for Voltage Control of an Axial-Flow Pico-Hydro Generator. *Journal of Renewable Energy and Smart Device*, manuscript.
- Fafurida, F., Daerobi, A., & Riyanto, G. (2022). Implementation Model of Community Based Tourism on Rural Tourism. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(2), 507-512. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170215>
- Hermanto, A., Permana, D. I., Rusirawan, D., & Shantika, T. (2023). Investigation of Very Low Micro-Hydro Turbine: Design, Simulation and Prototype Experimental. *International Journal of Heat and Technology*, 41(2), 332-340. <https://doi.org/10.18280/ijht.410206>
- Jawad, M., & Naz, M. (2022). Smart Tourism: Foundations, Developments and Management in Asia. In *Technology Application in Tourism in Asia: Innovations, Theories and Practices* (pp. 407-421). https://doi.org/10.1007/978-981-16-5461-9_25

-
- Nur Hidayat, M., Ali, M., Winanda, N. R., & Mufidah, W. (2023). Penerapan Analisis SWOT Pasca Pembangunan Wisata Pandansili Di Desa Ngampungan Kecamatan Bareng Kabupaten Jombang. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), 7349-7361. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i4.18465>
- Subekti, R. A., Mohd-Zawawi, F., Ismail, K., Ishak, I. S., Sudiby, H., Susatyo, A., Pikra, G., Radiansah, Y., Aziz, A., & Fudholi, A. (2025). Pico hydro propeller turbine prototype experimental study for very low head applications. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 16(1). <https://doi.org/10.55981/j.mev.2025.1111>
- Trisunarno, L., et al. (2021). Desain Kolam Renang Berbasis Potensi Desa di Desa Ngampungan, Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang. *SEWAGATI*, 5(2), 183. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v5i2.6141>
- Watson, A., et al. (2020). Internet of things-enabled smart cities: Big data-driven decision-making processes in the knowledge-based urban economy. *Geopolitics, History, and International Relations*, 12(1), 94-100. <https://doi.org/10.22381/GHIR12120209>
- Wibisono, Y. (2023). LPPM Undar Beri Pelatihan Instalasi Panel Surya di Wisata Pandansili Jombang. *BeritaJatim*. <https://beritajatim.com/pendidikan-kesehatan/lppm-undar-dampingi-pengelolaan-wisata-pandansili-jombang/>
- Yanti, D. (2022). Potensi Kabupaten Simalungun dalam Menerapkan Konsep Smart Tourism melalui Infrastruktur TIK. *Jurnal Akademi Pariwisata Medan*, 10(1), 18-36. <https://doi.org/10.36983/japm.v10i1>