

Kolaborasi SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB dalam Penerapan Pompa Air Tenaga Surya di Desa Pandan Indah

Akhmad Muji Hartono^{1*}, Sumardi², Achmad Pauji³, Andy Tirta⁴, Ratna Ariati⁴

¹ Magister Teknik Energi Terbarukan, Pascasarjana, Universitas Darma Persada.

² Magister Teknik Energi Terbarukan, Pascasarjana, Universitas Darma Persada.

³ Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University.

⁴ Dosen Magister Teknik Energi Terbarukan, Pascasarjana, Universitas Darma Persada.

*Penulis Korespondensi: akhmadmuji@gmail.com

Info Artikel

Diajukan: 24-12-2025

Diterima: 21-01-2026

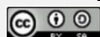
Diterbitkan: 18-03-2026

Keywords:

Solar Energy, Water Pump, Energy Transition, Community Empowerment, Renewable Energy, Sustainable Village.

Kata Kunci:

Energi Surya, Pompa Air, Transisi Energi, Pemberdayaan Masyarakat, Energi Terbarukan, Desa Berkelanjutan.



Lisensi: cc-by-sa

Copyright © 2026 Hartono, A. M., Sumardi, S., Pauji, A., Tirta, A., & Ariati, R.

Abstract

The collaborative project between SMKN 1 Lingsar and NGO Gema Alam NTB in Pandan Indah Village aims to implement solar-powered water pump technology as a sustainable solution for clean water supply while supporting Indonesia's energy transition. Through stages of water needs assessment, system design, installation, operator training, and performance evaluation, a 2.5 kWp PV system with five 500 Wp modules was successfully operated without batteries. The system produced 10–12 kWh/day of energy and pumped 37–61 m³/day of water, meeting daily needs while reducing operational costs by approximately IDR 900,000 per month and lowering CO₂ emissions by about 420 kg. This program not only enhances energy efficiency and rural self-reliance but also provides contextual learning for students and strengthens community empowerment towards sustainable development through green technology innovation.

Abstrak

Kegiatan kolaboratif antara SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB di Desa Pandan Indah bertujuan untuk menerapkan teknologi pompa air tenaga surya sebagai solusi penyediaan air bersih berkelanjutan sekaligus mendukung transisi energi nasional. Melalui tahapan asesmen kebutuhan air, perancangan sistem, instalasi, pelatihan operator, dan evaluasi kinerja, sistem PLTS berkapasitas 2,5 kWp dengan lima modul 500 Wp berhasil beroperasi efektif tanpa baterai. Hasil pengujian menunjukkan produksi energi 10–12 kWh/hari dengan debit air 37–61 m³/hari, sehingga mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat sambil menekan biaya operasional sekitar Rp900.000 per bulan dan mengurangi emisi karbon ±420 kg CO₂. Program ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi dan kemandirian desa, tetapi juga memberikan pengalaman belajar kontekstual bagi siswa dan memperkuat pemberdayaan masyarakat menuju pembangunan berkelanjutan berbasis teknologi hijau.

Cara mensitasi artikel:

Hartono, A. M., Sumardi, S., Pauji, A., Tirta, A., & Ariati, R. (2026). Kolaborasi SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB dalam penerapan pompa air tenaga surya di Desa Pandan Indah. *Journal of Empowerment Community*, 8(1), 77–82. <https://doi.org/10.36423/jec.v8i1.2557>

PENDAHULUAN

Percepatan pembangunan berkelanjutan di Indonesia menuntut adanya integrasi antara inovasi teknologi dan pemberdayaan masyarakat sebagai upaya nyata dalam mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Salah satu tujuan utama *SDGs*, yaitu Tujuan 7 tentang *Affordable and Clean Energy*, mendorong setiap negara untuk menjamin akses terhadap energi bersih, terjangkau, dan berkelanjutan bagi seluruh lapisan masyarakat (UNDP 2024). Implementasi teknologi energi terbarukan seperti sistem Pompa Air Tenaga Surya (PATS) menjadi bagian dari strategi transisi energi nasional yang sejalan dengan semangat *SDGs* tersebut. Melalui penerapan teknologi tepat guna ini, masyarakat di wilayah pedesaan dapat memperoleh akses air bersih secara mandiri tanpa ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, sekaligus memperkuat kapasitas lokal dalam pengelolaan energi berkelanjutan (IRENA 2022).

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) memiliki potensi besar untuk penerapan teknologi energi surya, mengingat kondisi iklimnya yang didominasi oleh intensitas radiasi matahari tinggi sepanjang tahun, dengan nilai *Global Horizontal Irradiation (GHI)* rata-rata sebesar 1.930 kWh/m² per tahun dan potensi keluaran listrik *fotovoltaik (specific PV output)* mencapai 1.551 kWh/kWp per tahun berdasarkan laporan *Global Solar Atlas* (The World Bank Group 2025). Namun, berdasarkan laporan *Human Development Index (HDI)* tahun 2025, NTB masih menempati posisi di bawah rata-rata nasional, dengan nilai sekitar 72,54 yang menunjukkan masih perlunya peningkatan kualitas hidup masyarakat melalui pendidikan, kesehatan, dan ekonomi produktif (BPS 2025). Dalam konteks ini, kegiatan yang dilakukan pada bulan April 2025 merupakan kolaborasi antara SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB dalam penerapan pompa air tenaga surya di Desa Pandan Indah menjadi contoh nyata sinergi antara lembaga pendidikan dan organisasi masyarakat dalam meningkatkan kesejahteraan sosial-ekonomi berbasis teknologi hijau. Pendekatan ini mendukung peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) secara tidak langsung melalui peningkatan akses air bersih, efisiensi energi, dan pemberdayaan sumber daya manusia lokal (Rejekiningrum et al. 2023).

Selain berkontribusi terhadap *SDGs* dan peningkatan *HDI*, kegiatan ini juga mendukung implementasi kebijakan energi nasional sebagaimana diatur dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menargetkan porsi energi baru dan terbarukan (EBT) sebesar 23% pada tahun 2025, dengan fokus pada optimalisasi sumber daya lokal dan penerapan teknologi hemat energi (Kementerian ESDM 2017). Penerapan pompa air tenaga surya di Desa Pandan Indah menjadi wujud nyata kontribusi masyarakat dalam mendukung pencapaian target bauran EBT tersebut, sekaligus memperkuat kemandirian energi dan ketahanan air di wilayah pedesaan. Dengan demikian, kolaborasi antara SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB tidak hanya merepresentasikan penerapan teknologi tepat guna, tetapi juga berfungsi sebagai model pengembangan masyarakat berbasis inovasi untuk mendukung pencapaian pembangunan berkelanjutan di tingkat lokal hingga nasional.



Gambar 1. Kegiatan Pemasangan dan Sosialisasi Pompa Air Tenaga Surya oleh Tim SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB di Desa Pandan Indah (*Dokumentasi, April 2025*)

METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini bersifat partisipatif dan teknis-aplikatif, dengan melibatkan SMKN 1 Lingsar, NGO Gema Alam NTB, dan masyarakat Desa Pandan Indah. Tahapan pelaksanaan dimulai dari asesmen kebutuhan air, mencakup survei lapangan, pengukuran debit sumber air, serta identifikasi pola konsumsi masyarakat untuk menentukan kapasitas pompa yang sesuai. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem pompa air tenaga surya (PATS) menggunakan konfigurasi *direct-coupled system* tanpa baterai guna menekan biaya dan meningkatkan efisiensi energi. Prosedur desain mengacu pada panduan *photovoltaic pumping systems – design qualification and performance measurements* berdasarkan standar IEC 62253-2011 untuk memastikan kinerja dan keandalan sistem (Ayundyahrini 2018) (Rusdi, Hariyanto, and Wahyudi 2023). Instalasi PLTS dilakukan menggunakan lima modul monocrystalline 500 Wp yang dikoneksikan ke pompa submersible DC berdaya 0,7 kW, mengikuti prinsip dasar sistem pemompaan surya sebagaimana dijelaskan oleh (The World Bank Group 2018) tentang *Solar Pumping: The Basics*. Proses evaluasi kinerja dilakukan dengan mengukur energi keluaran harian, debit air terpompa, dan efisiensi sistem, mengacu pada metode pengujian efisiensi panel surya dan pompa (Cahyono 2023) (Maka et al. 2019). Seluruh tahapan dilakukan secara kolaboratif guna memastikan keberlanjutan teknis dan peningkatan kapasitas masyarakat lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini tidak hanya berfokus pada pemasangan sistem pompa air tenaga surya, tetapi juga melibatkan proses pembelajaran bersama antara tim pelaksana, siswa SMKN 1 Lingsar, dan masyarakat Desa Pandan Indah. Pendekatan ini dipilih agar proyek tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam memahami teknologi energi terbarukan dan pentingnya pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.



Gambar 2. Proses Sosialisasi, Pemasangan Panel Surya, dan Uji Fungsi Sistem Pompa Air Tenaga Surya di Desa Pandan Indah (*Dokumentasi, 2025*).

Pada tahap awal, tim melakukan sosialisasi kepada warga mengenai konsep pompa air tenaga surya dan manfaatnya dibandingkan dengan sistem pompa *diesel* yang sebelumnya digunakan. Banyak warga yang awalnya ragu, karena mereka sudah terbiasa mengeluarkan biaya cukup besar setiap bulan untuk membeli air atau membeli bahan bakar solar bagi pompa lama. Melalui pendekatan partisipatif dan komunikasi terbuka, warga mulai memahami bahwa energi matahari dapat dimanfaatkan tanpa biaya operasional bahan bakar dan dapat beroperasi mandiri tanpa tergantung pada pasokan BBM.

Setelah dilakukan pengukuran potensi energi surya di lokasi, sistem PLTS berkapasitas 2,5 kWp dengan lima modul 500 Wp disusun seri dipasang di atap rumah pompa. Sistem ini dihubungkan langsung (*direct-coupled*) dengan pompa air celup (*submersible*) berdaya 0,7 kW, tanpa menggunakan baterai, agar operasi sistem lebih efisien dan biaya perawatan lebih rendah. Proses instalasi juga dijadikan sarana praktik lapangan bagi siswa SMKN 1 Lingsar, sehingga kegiatan ini sekaligus menjadi wadah pembelajaran kontekstual (*project-based learning*).

Tabel 1. Performa Harian Sistem Pompa Tenaga Surya Berdasarkan Variasi Kondisi Iradiasi Matahari

Kondisi	PSH ekuiv (Jam).	Energi PV (kWh/hari)	Perkiraan volume (m ³ /hari)
Cerah bagus	5,0	12,5	≈ 61 m ³
Rata-rata NTB	4,25	10,6	≈ 52 m ³
Mendung ringan	3,0	7,5	≈ 37 m ³

Sumber: Data lapangan SMKN 1 Lingsar & NGO Gema Alam NTB (April 2025)

Berdasarkan Tabel 1, sistem pompa tenaga surya dengan kapasitas terpasang sebesar 2,5 kWp menghasilkan energi keluaran harian yang bervariasi tergantung pada kondisi iradiasi matahari. Pada kondisi cerah dengan nilai *Peak Sun Hours (PSH)* sebesar 5 jam, energi yang dihasilkan mencapai sekitar 12,5 kWh per hari dan mampu memompa air hingga ±61 m³ per hari. Pada kondisi rata-rata di Nusa Tenggara Barat dengan PSH 4,25 jam, energi keluaran menurun menjadi 10,6 kWh per hari dengan debit air sekitar 52 m³ per hari. Sementara itu, pada kondisi mendung ringan (PSH 3 jam), energi keluaran hanya sekitar 7,5 kWh per hari dengan *volume* air terpompa sekitar 37 m³ per hari.

Hasil ini menunjukkan bahwa performa sistem sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari, namun secara umum kapasitas sistem 2,5 kWp masih mampu mengoperasikan pompa berdaya 0,7 kW secara andal untuk memenuhi kebutuhan air harian di wilayah pedesaan.

Tabel 2. Ringkasan Kinerja Sistem Pompa Air Tenaga Surya di Desa Pandan Indah

Parameter	Satuan	Nilai	Keterangan
Kapasitas Sistem PV	kWp	2,5	5 modul 500 Wp tersusun seri
Energi Harian	kWh/hari	12,5	Kondisi cerah bagus
Daya Pompa Submersible	kW	0,7	Tipe <i>DC direct-coupled</i>
Debit Air Harian	m ³ /hari	37 – 61	Tergantung intensitas radiasi matahari
Waktu Operasi Efektif	jam/hari	5 – 6	Periode matahari penuh
Penghematan Biaya Operasi	Rp/bulan	±900.000	Dibandingkan pompa <i>diesel</i> sebelumnya
Pengurangan Emisi CO ₂	kg CO ₂ /bulan	±420	Berdasarkan penggantian solar

Sumber: Data lapangan SMKN 1 Lingsar & NGO Gema Alam NTB (April 2025)

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran utama dari sistem pompa air tenaga surya yang dipasang di Desa Pandan Indah. Dengan kapasitas 500 Wp, sistem ini mampu menghasilkan energi sekitar 12 kWh per hari yang digunakan untuk menggerakkan pompa air celup (*submersible*) DC berdaya 0.7 kW yang memanfaatkan cahaya matahari (*fotovoltaik*) sebagai sumber energi listrik. Energi tersebut cukup untuk memompa air dengan debit 37–61 m³/hari selama 5–6 jam operasi efektif setiap harinya. Perhitungan menggunakan efisiensi sistem total sebesar 75% sesuai praktik umum sistem *PV direct-coupled* (Cahyono 2023).

Dari sisi manfaat ekonomi dan lingkungan, masyarakat memperoleh penghematan biaya operasional sekitar Rp900.000 per bulan, karena tidak lagi menggunakan bahan bakar solar. Selain itu, proyek ini berkontribusi pada pengurangan emisi sekitar 420 kg CO₂ per bulan, menjadikannya solusi energi bersih dan berkelanjutan bagi kebutuhan air di pedesaan.

SIMPULAN

Kegiatan kolaboratif antara SMKN 1 Lingsar dan NGO Gema Alam NTB dalam penerapan pompa air tenaga surya di Desa Pandan Indah merupakan bentuk nyata penerapan teknologi energi terbarukan untuk mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)*, khususnya Tujuan 7 tentang energi bersih dan terjangkau. Melalui tahapan asesmen kebutuhan air, perancangan sistem, instalasi, pelatihan operator, dan evaluasi kinerja, kegiatan ini berhasil mengintegrasikan aspek teknologi, sosial, dan pendidikan secara berkelanjutan. Pendekatan berbasis masyarakat ini sejalan dengan semangat Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang menargetkan bauran energi baru terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 (Kementerian ESDM 2017), serta mendukung peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Nusa Tenggara Barat melalui penyediaan akses air bersih, peningkatan kapasitas teknis lokal, dan efisiensi energi (BPS 2025).

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem *fotovoltaik* berkapasitas 2,5 kWp dengan konfigurasi lima modul 500 Wp yang terhubung langsung ke pompa submersible 0,7 kW mampu menghasilkan energi harian rata-rata 10–12 kWh dan debit air 37–61 m³ per hari, tergantung kondisi iradiasi matahari. Selain menekan biaya operasional hingga ±Rp900.000 per bulan dan mengurangi emisi sekitar 420 kg CO₂, kegiatan ini juga memberikan manfaat edukatif bagi siswa dan masyarakat dalam memahami teknologi energi terbarukan. Dengan demikian, program ini tidak hanya berkontribusi terhadap kemandirian energi pedesaan dan pengurangan emisi karbon, tetapi juga menjadi model pemberdayaan masyarakat berbasis inovasi yang relevan untuk direplikasi di wilayah lain guna memperkuat transisi energi berkelanjutan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada SMKN 1 Lingsar, NGO Gema Alam NTB, dan Pemerintah Desa Pandan Indah atas dukungan lapangan, serta operator lokal yang berkontribusi pada pengoperasian dan pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayundyahrini, Damar A. Susanto Utari Ayuningstyas Hermawam Febriyansyah Meilinda. 2018. "EVALUASI INSTALASI POMPA AIR TENAGA SURYA DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN STANDAR IEC 62253-2011." (August). doi: 10.31153/js.v20i2.687.
- BPS. 2025. "Indeks Pembangunan Manusia (IPM) 2025." (104).
- Cahyono, Bayu Dwi. 2023. "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersible." 7(2):309–19.
- IRENA. 2022. *RENEWABLE GENERATION COSTS IN 2022*.
- Kementerian ESDM. 2017. *Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*.
- Maka, Ali Omar, Nawaz Chaudhary, Abdulazez Hasan, and Ahmed Gatou. 2019. "In-Situ Performance Evaluation of Photovoltaic Solar Water Pumping System in the Rural Region IN-SITU PERFORMANCE EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC SOLAR WATER PUMPING SYSTEM." 0(March). doi: 10.30464/jmee.2019.3.1.69.
- Rejekiningrum, Popi, Nani Heryani, Budi Kartiwa, and Hendri Sosiawan. 2023. "PEMANFAATAN SISTEM IRIGASI POMPA TENAGA SURYA SEBAGAI SOLUSI EFISIEN PENYEDIAAN AIR DALAM MENGANTISIPASI PERUBAHAN IKLIM DI LAHAN KERING UTILIZATION OF SOLAR WATER PUMP IRRIGATION SYSTEM AS AN EFFICIENT SOLUTION FOR WATER SUPPLY IN ANTICIPATING CLIMATE CHANGE IN DRY LANDS Oleh :." 5545.
- Rusdi, Muhamad, Hariyanto Hariyanto, and Candra Agus Wahyudi. 2023. "Peningkatan Produktivitas Pertanian Menggunakan Teknologi Pompa Smart Energi Pada Kelompok Tani Wasur Rimba Jaya Merauke Papua." 3(3):815–22.
- The World Bank Group. 2018. *Solar Pumping: The Basics*.
- The World Bank Group. 2025. *Global Solar Atlas Report: West Nusa Tenggara*. Washington, DC.
- UNDP. 2024. *The Sustainable Development Goals - How to Accelerate Their Achievement in North Macedonia and Leave No One Behind*.