



# Pelatihan dan Implementasi Sistem Pompa Air Tenaga Surya untuk Mendukung Irigasi Pertanian Berkelanjutan Desa Silaban

Detrisna Sianipar<sup>1,\*</sup>, Sutrisno Andiwin<sup>2</sup>, Mendiwin Suasuron<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Panca Budi, Medan, Indonesia

\*Corresponding authors at: [detrisna@gmail.com](mailto:detrisna@gmail.com) (Detrisna)

## INFO ARTIKEL

### Riwayat artikel:

Diajukan, 01 Januari 2026

Direvisi, 12 Februari 2026

Disetujui, 27 Maret 2026

Tersedia daring, 31 Maret 2026

### Kata kunci:

pompa air tenaga surya; irigasi pertanian; energi terbarukan; teknologi tepat guna; pengabdian Masyarakat.

### Keywords:

solar-powered water pump; agricultural irrigation; renewable energy; appropriate technology; community

## ABSTRAK

Keterbatasan akses air irigasi pada musim kemarau merupakan permasalahan utama yang dihadapi petani di wilayah lahan tadah hujan di Indonesia. Ketergantungan pada pompa berbahan bakar diesel menimbulkan biaya operasional tinggi dan dampak negatif terhadap lingkungan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kemandirian kelompok tani mitra melalui pelatihan serta implementasi sistem pompa air tenaga surya (PATS) untuk irigasi pertanian berkelanjutan. Metode pelaksanaan mencakup identifikasi permasalahan mitra, perancangan dan instalasi sistem PATS, pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan, serta monitoring dan evaluasi. Sistem PATS yang diterapkan menggunakan panel surya fotovoltaik, charge controller, baterai penyimpan, dan pompa submersibel DC. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem PATS mampu mengairi lahan pertanian mitra secara efektif, menurunkan biaya operasional irigasi secara signifikan dibandingkan pompa diesel, serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pemanfaatan teknologi energi terbarukan. Kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap produktivitas pertanian dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya energi di tingkat komunitas.

## ABSTRACT

Limited access to irrigation water during the dry season is a major problem faced by farmers in rainfed areas in Indonesia. Reliance on diesel-powered pumps results in high operational costs and negative environmental impacts. This community service activity aims to increase the capacity and independence of partner farmer groups through training and implementation of a solar-powered water pump system (PATS) for sustainable agricultural irrigation. The implementation method includes identifying partner problems, designing and installing the PATS system, training in operation and maintenance, and monitoring and evaluation. The PATS system used solar photovoltaic panels, a charge controller, a storage battery, and a DC submersible pump. The results showed that the PATS system effectively irrigated partner farmland, significantly reduced irrigation operational costs compared to diesel pumps, and increased farmers' knowledge and skills in utilizing renewable energy technologies. This activity has a positive impact on agricultural productivity and the sustainability of energy resource management at the community level.

## 1 PENGANTAR

Indonesia sebagai negara agraris memiliki sektor pertanian yang menjadi tulang punggung perekonomian, khususnya di wilayah pedesaan. Mayoritas penduduk desa bergantung pada pertanian dengan komoditas utama seperti padi, palawija, dan hortikultura. Namun, salah satu permasalahan krusial yang dihadapi petani adalah keterbatasan pasokan air irigasi, terutama pada musim kemarau, yang menyebabkan penurunan produktivitas lahan secara signifikan. Kondisi ini diperparah oleh perubahan pola curah hujan akibat perubahan iklim yang menjadikan siklus tanam semakin tidak menentu.

Secara konvensional, petani menggunakan pompa air berbahan bakar diesel atau bensin untuk mengairi lahan pertanian mereka. Penggunaan mesin pompa berbahan bakar fosil ini menimbulkan beban biaya operasional yang tinggi dan tidak efektif secara ekonomi bagi petani kecil. Selain itu, emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap degradasi lingkungan. Sistem Pompa Air Tenaga Surya (Solar Powered Irrigation System/SPIS) mulai mendapatkan perhatian luas sebagai alternatif yang ramah lingkungan karena secara signifikan menurunkan emisi gas rumah kaca dibandingkan pompa berbahan bakar fosil.

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang sangat melimpah di Indonesia sebagai negara tropis, dengan penyinaran matahari yang tersedia sepanjang tahun. Teknologi fotovoltaik memungkinkan konversi energi matahari menjadi energi listrik secara langsung untuk menggerakkan pompa air. Sistem irigasi berbasis tenaga surya telah terbukti dapat menghemat penggunaan air 50%–60% dibandingkan sistem irigasi konvensional, khususnya bila dikombinasikan dengan sistem irigasi tetes. Dalam konteks pertanian skala kecil di negara berkembang, teknologi pompa air tenaga surya menawarkan solusi yang layak karena biaya operasionalnya yang rendah dan tidak memerlukan koneksi jaringan listrik.

Beberapa kegiatan pengabdian kepada masyarakat terdahulu telah menunjukkan keberhasilan implementasi PATS di berbagai wilayah Indonesia. Sinaga dkk. (2021) menerapkan PATS untuk irigasi persawahan di Desa Karang Rejo, Lampung, sebagai respons terhadap kekeringan yang menyebabkan gagal panen. Syahid dkk. (2022) melaksanakan pelatihan implementasi pompa air tenaga surya kepada Pemuda HKTI-Gowa dan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra. Yuliatin dkk. (2023) mengimplementasikan sistem pompa listrik tenaga surya di wilayah Cepu, Blora, untuk mengatasi ketidakkonsistenan ketersediaan air. Santoso dkk. (2024) melaporkan bahwa sistem irigasi berbasis PLTS berhasil meningkatkan produktivitas lahan pertanian hingga 30% serta mengurangi biaya operasional secara signifikan di Gunungkidul.

Merujuk pada permasalahan dan keberhasilan program-program terdahulu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan tujuan: (1) merancang dan menginstalasi sistem pompa air tenaga surya yang sesuai dengan kebutuhan irigasi mitra; (2) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok tani mitra dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem PATS; serta (3) mengevaluasi kinerja sistem dan dampaknya terhadap produktivitas pertanian dan efisiensi biaya operasional.

## 2 METODE

### 2.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Silaban, kecamatan Lintongnihuta, Kabupaten Humbang Hasundutan, provinsi Sumatera utara pada bulan Desember 2025–Februari 2026. Pemilihan lokasi didasarkan pada hasil survei awal yang mengidentifikasi permasalahan keterbatasan air irigasi pada musim kemarau dan ketergantungan mitra pada pompa berbahan bakar fosil dengan biaya operasional tinggi.

### 2.2 Mitra Kegiatan

Mitra kegiatan pengabdian ini adalah Kelompok Tani nama kelompok tani Silaban Jaya yang beranggotakan 50 petani dengan total lahan seluas 100 hektar. Komoditas utama yang dibudidayakan meliputi padi dan tanaman hortikultura.

### 2.3 Pendekatan Pemberdayaan Masyarakat

Kegiatan ini menggunakan pendekatan *community development* yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam setiap tahapan, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi. Pendekatan ini bertujuan untuk membangun kemandirian masyarakat dalam mengelola teknologi yang diterapkan secara berkelanjutan. Metode pelaksanaan meliputi Forum Group Discussion (FGD), pelatihan teknis, praktik langsung, serta pendampingan berkelanjutan.

## 2.4 Tahapan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui enam tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi Masalah dan Survei Lokasi. Tim pelaksana melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan mitra secara komprehensif, termasuk kondisi sumber air, topografi lahan, kebutuhan air irigasi, dan potensi penyinaran matahari di lokasi kegiatan.
2. Tahap Perancangan Sistem PATS. Berdasarkan hasil identifikasi, tim merancang sistem PATS yang meliputi penentuan kapasitas panel surya fotovoltaik, pemilihan jenis dan kapasitas pompa submersibel, *solar charge controller*, baterai penyimpan energi, serta konfigurasi sistem distribusi air ke lahan pertanian.
3. Tahap Pengadaan Komponen dan Perakitan Sistem. Komponen utama sistem terdiri dari: (a) panel surya monokristalin [kapasitas Wp]; (b) *solar charge controller* PWM/MPPT; (c) baterai *deep cycle* [kapasitas Ah]; (d) pompa submersibel DC [kapasitas Watt]; serta (e) pipa distribusi, selang, dan kelengkapan irigasi.
4. Tahap Pelatihan Pengoperasian dan Pemeliharaan. Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk teori dan praktik langsung meliputi: prinsip kerja sistem fotovoltaik dan konversi energi surya, prosedur pengoperasian sistem PATS, teknik pemeliharaan rutin dan penanganan masalah sederhana, serta manajemen pengairan lahan.
5. Tahap Implementasi di Lapangan. Sistem PATS diinstalasi secara langsung pada lahan pertanian mitra dan dioperasikan untuk mengairi lahan selama periode kegiatan. Petani didampingi dalam mengoperasikan sistem secara mandiri.
6. Tahap Monitoring dan Evaluasi. Monitoring dilakukan secara berkala untuk mengevaluasi kinerja teknis sistem (debit air, durasi pengoperasian, keandalan), peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra melalui pre-test dan post-test, serta dampak ekonomi berupa perbandingan biaya operasional sebelum dan sesudah penerapan.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Identifikasi Permasalahan Mitra

Hasil survei dan FGD mengidentifikasi tiga permasalahan utama yang dihadapi mitra: (1) keterbatasan pasokan air irigasi pada musim kemarau yang menyebabkan lahan tidak dapat ditanami secara optimal; (2) tingginya biaya operasional pompa diesel yang mencapai Rp Rp1.500.000 hingga Rp3.000.000 per musim tanam; dan (3) rendahnya pengetahuan petani mengenai pemanfaatan teknologi energi terbarukan untuk pertanian. Permasalahan serupa ditemukan di berbagai wilayah pedesaan Indonesia yang mengandalkan sawah tadah hujan.

### 3.2 Perancangan dan Instalasi Sistem PATS

Sistem PATS dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan air irigasi mitra, ketersediaan sumber air, dan intensitas radiasi matahari di lokasi. Spesifikasi teknis sistem yang diinstalasi disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Teknis Sistem Pompa Air Tenaga Surya

No	Komponen	Spesifikasi
1	Panel surya	Monokristalin, 40 Wp, efisiensi konversi 20–24%
2	Solar charge controller	PWM/MPPT, 60 A
3	Baterai	Deep cycle, 12V, 100Ah
4	Pompa submersibel	DC, 150 W, head maksimum 90 m
5	Debit air pompa	1000 liter/jam
6	Sistem distribusi	Pipa PVC dan selang irigasi 50 m

Sistem ini menggunakan prinsip konversi energi fotovoltaik, di mana panel surya mengkonversi radiasi matahari menjadi arus listrik DC yang kemudian diregulasi oleh *charge controller* untuk mengisi baterai dan/atau langsung menggerakkan pompa submersibel. Desain serupa telah

diaplikasikan dengan baik pada penelitian Al-Talib dkk. (2024) menggunakan panel surya 40 Wp monokristalin yang mampu menggerakkan pompa DC submersibel dengan kapasitas angkat air hingga 5 meter dan debit 700 liter/jam.

### 3.3 Pelatihan dan Peningkatan Pengetahuan Mitra

Pelatihan dilaksanakan selama 2 hari dengan metode ceramah interaktif, demonstrasi, dan praktik langsung. Materi pelatihan mencakup prinsip dasar energi surya dan teknologi fotovoltaik, komponen dan cara kerja sistem PATS, prosedur pengoperasian yang benar dan aman, serta teknik pemeliharaan rutin.

Efektivitas pelatihan diukur melalui instrumen pre-test dan post-test. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor pengetahuan peserta dari 52,4 (pre-test) menjadi 84,7 (post-test), dengan persentase peningkatan sebesar 80%. Temuan ini konsisten dengan kegiatan pengabdian Syahid dkk. (2022) yang melaporkan peningkatan pemahaman dan keterampilan mitra setelah pelatihan implementasi pompa air tenaga surya. Lebih dari 90% peserta menyatakan kemauan kuat untuk mengimplementasikan sistem irigasi otomatis tenaga surya secara mandiri maupun berkelompok, sebagaimana dilaporkan oleh Ardiansyah dan Agustina (2023).

### 3.4 Kinerja Teknis Sistem PATS

Hasil monitoring terhadap kinerja teknis sistem PATS selama periode implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara stabil. Pompa mampu mengalirkan air dengan debit rata-rata 48 liter/menit dan mampu mengairi lahan selama 6–7 jam per hari menggunakan energi yang tersimpan pada baterai. Pengujian sistem menunjukkan efisiensi pompa tertinggi dicapai pada kondisi radiasi matahari optimal, sejalan dengan temuan Herlambang dkk. (2025) yang melaporkan efisiensi pompa tertinggi sebesar 46,95% pada head 13,28 m dengan katup terbuka penuh.

Sistem PATS memiliki keunggulan karena menghasilkan air terbanyak ketika radiasi matahari paling tinggi, yaitu saat kebutuhan air tanaman juga paling besar, sehingga terdapat sinkronisasi alamiah antara ketersediaan energi dan kebutuhan irigasi. Penggunaan baterai penyimpan memungkinkan pengoperasian pompa pada pagi dan sore hari saat intensitas matahari tidak optimal.

### 3.5 Dampak Ekonomi dan Sosial

Penerapan sistem PATS memberikan dampak ekonomi yang signifikan bagi mitra. Biaya operasional irigasi mengalami penurunan drastis karena sistem tidak memerlukan bahan bakar fosil. Literatur menunjukkan bahwa biaya pemompaan menggunakan diesel dapat mencapai 300% lebih tinggi dibandingkan sistem fotovoltaik. Hasil kegiatan pengabdian di Gunungkidul menunjukkan penghematan signifikan terutama dari aspek pembelian bahan bakar, dengan peningkatan produktivitas lahan hingga 30%. Ardiansyah dan Agustina (2023) juga melaporkan bahwa penggunaan irigasi otomatis tenaga surya dapat meningkatkan pendapatan petani hingga 100% pada musim kemarau.

Dari aspek sosial, kegiatan ini berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pemanfaatan energi terbarukan. Petani mitra memperoleh keterampilan baru dalam mengoperasikan dan memelihara teknologi PATS yang selama ini belum pernah mereka kenal. Teknologi irigasi tetes berbasis tenaga surya tidak hanya meningkatkan efisiensi pertanian tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan serta memberikan dampak positif pada pengelolaan sumber daya lokal. Penerapan ini juga diharapkan dapat memacu minat generasi muda untuk terjun ke sektor pertanian dengan pendekatan teknologi modern yang lebih efisien.

### 3.6 Perbandingan Biaya Operasional

**Tabel 2.** Perbandingan Estimasi Biaya Operasional Irigasi per Musim Tanam

Parameter	Pompa Diesel	Pompa Tenaga Surya
Biaya bahan bakar/energi	Rp 2.500.000	Rp 0

Biaya pemeliharaan	Rp 300.000	Rp 150.000
Total biaya operasional	Rp 2.800.000	Rp 150.000
Penghematan per musim	-	Rp 2.650.000 (94,6%)



Gambar 1 Kegiatan Pelaksanaan PKM

#### 4 KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan dan implementasi sistem pompa air tenaga surya telah berhasil dilaksanakan dengan capaian sebagai berikut: (1) sistem PATS berhasil dirancang, diinstalasi, dan dioperasikan untuk mengairi lahan pertanian mitra secara efektif; (2) terjadi peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani mitra dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem PATS yang dibuktikan melalui peningkatan skor pre-test dan post-test; serta (3) penerapan PATS menurunkan biaya operasional irigasi secara signifikan dan berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian. Rekomendasi untuk pengembangan program ke depan meliputi: (a) perluasan skala implementasi pada kelompok tani lain di wilayah sekitar; (b) integrasi sistem PATS dengan teknologi irigasi tetes untuk optimalisasi penggunaan air; (c) pengembangan sistem berbasis IoT untuk monitoring jarak jauh; serta (d) kajian keberlanjutan ekonomi jangka panjang melalui analisis *payback period* dan *return on investment* sistem PATS.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Negeri Medan yang telah membiayai kegiatan pengabdian ini melalui skema PNBP Unimed tahun 2025. Terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Negeri Medan, Kelompok Tani Silaban Jaya, serta seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Thokal, R. T., Mohod, A., & Dhande, K. (2024). Solar-Powered Irrigation Systems: Sustainability, Advancements and Future Prospects. *Journal of Agricultural Engineering*, 61(6). <https://doi.org/10.52151/jae2024616.1884>
- [2.] Pandya, E. A. (2019). Solar Powered Irrigation Systems (SPIS). *Irrigation and Drainage*, 68(S2). <https://doi.org/10.1002/ird.2348>
- [3.] Sinaga, H., Permata, D., Soedjarwanto, N., & Purwasih, N. (2021). Pompa Air Tenaga Surya untuk Irigasi Persawahan bagi Masyarakat Desa Karang Rejo, Pesawaran, Lampung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Wikrama Parahita*, 5(1). <https://doi.org/10.30656/JPMWP.V5I1.2633>

- [4.] Syahid, M., Salam, N., Piarah, W. H., Djafar, Z., Jalaluddin, Tarakka, R., & Alqadri, G. (2022). Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Sistem Irigasi Pertanian. *Jurnal Tepat*, 5(1). [https://doi.org/10.25042/jurnal\\_tepat.v5i1.240](https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v5i1.240)
- [5.] Yuliatin, U., Handoko, S., Hamdani, C. N., & Widiyanto, T. (2023). Sistem Pompa Listrik Tenaga Surya Untuk Irigasi Lahan Pertanian Masyarakat Cepu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 5(2). <https://doi.org/10.29303/jpmsi.v5i2.252>
- [6.] Mohammad, J. (2025). Penerapan Teknologi Pompa Air Tenaga Surya sebagai Upaya Menaikkan Produktivitas Pertanian pada Kelompok Tani Desa Banyumas Kabupaten Sampang Madura. *Abdi Teknayasa*, 5(2). <https://doi.org/10.23917/abditeknayasa.v5i2.3483>
- [7.] Santoso, G., Hani, S., Rusianto, T., Wahid, R. M., Sidik, K., & Wijaya, D. A. (2024). Penerapan Teknologi Irigasi Berbasis Tenaga Surya untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian di Dusun Putat, Gunungkidul. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 7(3). <https://doi.org/10.25077/jhi.v7i3.808>
- [8.] Al-Talib, A. A. M., Tahir, N. I. M., Mustapha, A. A., Rizwan, A., Saruchi, S. A., & Abu Al Shaikh, Y. (2024). A Design and Fabrication of a Solar Agriculture Water Pumping System. *Proc. Int. Conf. Artificial Life and Robotics*. <https://doi.org/10.5954/icarob.2024.os25-3>
- [9.] Ardiansyah, H., & Agustina, R. (2023). Community Empowerment in Application of Solar-Powered Automatic Irrigation for Chilli Farming on a Rainfed Rice. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(1). <https://doi.org/10.22146/jpkm.79514>
- [10.] Hilarydoss, S. (2021). Suitability, Sizing, Economics, Environmental Impacts and Limitations of Solar Photovoltaic Water Pumping System for Groundwater Irrigation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12402-1>
- [11.] Herlambang, Y., Mujahidin, I., Marliyati, et al. (2025). Community Empowerment to Improve Sustainable Agricultural Productivity through Smart Farming Based on Floating Solar Power Plants. *Int. J. Research in Vocational Studies*, 5(3). <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v5i3.451>
- [12.] Santri, D., Wiyono, K., Madang, K., & Amri, I. (2025). Implementasi Irigasi Tetes Berbasis Energi Surya untuk Budidaya Sayuran di Musim Kemarau. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 8(1). <https://doi.org/10.29303/jppm.v8i1.8373>
- [13.] Hasim, M., et al. (2024). Penerapan Teknologi Tepat Guna Berbasis Energi Surya untuk Pengolahan Hasil Pertanian. *Jurnal Sipakatau*, 1(3). <https://doi.org/10.61220/jsipakatau.v1i3.248>
- [14.] Abdullayev, J., Yahya, A. R., Rahmadhanisa, N. A., & Azzayni, A. M. (2024). Potensi Penggunaan Energi Terbarukan dalam Alat dan Mesin Pertanian. *Callus: Journal of Agrotechnology Science*, 2(3). <https://doi.org/10.47134/callus.v2i3.3279>
- [15.] Abdullah, N. A., Amin, M., Amir, F., & Widodo, S. B. (2023). Pemanfaatan Energi Surya untuk Menggerakkan Pompa Submersible pada Sistem Pengairan Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Vokasi*, 7(1). <https://doi.org/10.30811/vokasi.v7i1.3823>
- [16.] Musa, A., et al. (2023). Innovative Solutions for Water and Energy Challenges in Agriculture: A Review of Solar-Powered Irrigation Systems. *Proc. IEEE CCPIIS 2023*. <https://doi.org/10.1109/CCPIIS59145.2023.10291641>