

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samosir

Arwadi Sinuraya¹, Denny Haryanto Sinaga^{1,3}, Vina Gabriella Saragih², Khata Ershada Sinuraya¹, Willis Martin Sitorus¹, Ilham Rizky Ananda¹

¹Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

²Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

³Innovation Centre of Renewable Sources and Waste Integration for Sustainable Energy, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Penulis korespondensi : Denny Haryanto Sinaga

E-mail : denny.sinaga@unimed.ac.id

Diterima: 12 April 2026 | Direvisi: 17 Mei 2026 | Disetujui: 19 Mei 2026 | Online: 18 Juni 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Desa Gorat Pallombuan di Kabupaten Samosir merupakan komunitas pertanian yang menghadapi kendala aksesibilitas dan krisis pemenuhan air bersih. Kualitas air yang keruh dan berbau, tingginya ketergantungan pada pompa air berbahan bakar minyak, serta ketiadaan sistem pengelolaan yang terstruktur mengakibatkan degradasi infrastruktur dan defisit tenaga pemeliharaan terampil. Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, diimplementasikan sistem pompa air tenaga surya (PLTS) terintegrasi yang efisien dan ramah lingkungan. Sistem ini ditenagai oleh panel surya berkapasitas 550 Wp guna mengeliminasi penggunaan bahan bakar fosil, serta dikombinasikan dengan unit filtrasi dua tahap untuk proses purifikasi. Selain itu, infrastruktur tandon bertingkat diinstalasi guna mengoptimalkan distribusi air menuju pemukiman dataran tinggi. Metode pelaksanaan program mencakup sosialisasi, instalasi teknologi, pelatihan teknis operasional, hingga pendampingan selama tiga bulan. Hasil kegiatan menunjukkan keberhasilan penyediaan suplai air bersih berkelanjutan yang mampu melayani 22 Kepala Keluarga (KK). Kinerja sistem dibuktikan dengan peningkatan kualitas air, yang ditandai oleh penurunan kadar *Total Dissolved Solids* (TDS) dari 305 mg/L menjadi 98 mg/L. Secara sosio-ekonomi, penerapan teknologi ini berhasil menekan biaya operasional air masyarakat hingga menjadi Rp0 per KK per bulan. Guna menjamin keberlanjutan program jangka panjang, telah dibentuk tim pengelola desa mandiri yang beranggotakan lima orang personel terlatih.

Kata kunci: pompa air tenaga surya; penyediaan air bersih; energi terbarukan; kualitas air; pemberdayaan masyarakat.

Abstract

Gorat Pallombuan Village in Samosir Regency is an agricultural community facing accessibility constraints and a crisis in clean water provision. Poor water quality, characterized by turbidity and odor, coupled with a high reliance on fossil fuel-powered water pumps and the absence of a structured management system, has led to infrastructural degradation and a deficit in skilled maintenance personnel. As a solution to these challenges, an integrated, efficient, and eco-friendly solar-powered water pumping system was implemented. The system is powered by a 550 Wp solar panel to eliminate dependence on fossil fuels and is integrated with a two-stage filtration unit for water purification. Additionally, a multi-tiered reservoir infrastructure was installed to optimize water distribution to elevated residential areas. The program's implementation framework encompassed community socialization, technology installation, technical operational training, and a three-month mentoring period. The results demonstrate the successful provision of a sustainable clean water supply capable of serving 22 households. The system's performance is evidenced by a significant improvement in water quality, indicated by a reduction in Total Dissolved Solids (TDS) from 305 mg/L to 98 mg/L.

Socioeconomically, the application of this technology successfully reduced the community's operational water costs to IDR 0 per household per month. To ensure long-term program sustainability, an independent village management team comprising five trained personnel was established.

Keywords: solar water pump; clean water provision; renewable energy; water quality; community empowerment.

PENDAHULUAN

Desa Gorat Pallombuan adalah salah satu desa yang terletak di Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir, Sumatera Utara. Desa ini berada di kawasan dataran tinggi dengan bentang alam perbukitan yang hijau dan memiliki potensi sumber daya air yang cukup baik dari mata air alami di wilayah sekitar. Masyarakat desa umumnya bermata pencaharian sebagai petani dan peternak, dengan aktivitas utama di bidang pertanian lahan kering. Keberadaan sumber air sebenarnya cukup, namun distribusi air bersih menjadi tantangan tersendiri karena lokasi permukiman yang lebih tinggi dari sumber mata air. Kondisi seperti ini juga ditemukan di berbagai wilayah lain di Indonesia, di mana keterbatasan akses air bersih sering disebabkan oleh faktor geografis, seperti letak desa di dataran tinggi (Baidhowie et al., 2020).

Perekonomian masyarakat di Desa Gorat Pallombuan sangat bergantung pada hasil pertanian dan peternakan, namun masih menghadapi berbagai kendala dalam pemenuhan kebutuhan dasar seperti air bersih. Permasalahan utama yang dihadapi warga adalah sulitnya distribusi air bersih dari sumber ke permukiman karena keterbatasan infrastruktur dan kontur wilayah. Selain itu, penggunaan pompa air berbahan bakar minyak menambah beban ekonomi masyarakat, di mana biaya operasional bahan bakar dapat mencapai angka yang cukup besar per kepala keluarga setiap bulannya. Penggunaan genset berbahan bakar minyak dalam sistem pemompaan air juga berpotensi meningkatkan emisi karbon dan berdampak pada lingkungan sehingga diperlukan alternatif energi yang lebih bersih dan berkelanjutan (Akhiriyanto, Adi, & Dewi, 2025).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diterapkan solusi teknologi tepat guna yang ramah lingkungan dan hemat biaya, yaitu teknologi pompa air berbasis energi surya. Penerapan pompa air tenaga surya ini memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada jaringan listrik PLN dan tanpa penggunaan bahan bakar minyak. Sistem pompa ini telah diterapkan pada berbagai kegiatan pengabdian masyarakat di Indonesia dengan tahapan survei lokasi, perancangan sistem, instalasi, uji coba operasional, serta pelatihan pengoperasian dan perawatan bagi masyarakat (Supriyono et al., 2024). Energi listrik untuk mengoperasikan pompa sepenuhnya berasal dari panel surya yang terpasang sehingga lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Sudarmaji et al., 2025). Sistem ini dinilai mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak serta meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan distribusi air bersih (Hapsari, Lukita, & Sitogasa, 2025). Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi utama dapat menghasilkan daya listrik yang mencukupi untuk mengoperasikan pompa air, mengalirkan air ke tandon utama, dan mendistribusikannya ke rumah warga secara gravitasi (Novianto & Ermawan, 2019). Sistem ini juga dapat dilengkapi dengan filtrasi dua tahap untuk memastikan kualitas air layak konsumsi.

Dalam jangka panjang, penerapan teknologi ini tidak hanya bertujuan untuk menjamin ketersediaan air bersih, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan mendukung pembangunan berkelanjutan di pedesaan. Model pemberdayaan berbasis teknologi tepat guna menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam pembuatan serta perawatan sistem filtrasi berkontribusi terhadap keberlanjutan program penyediaan air bersih di tingkat desa (Daruwati, Away, & Anwar, 2023). Keberhasilan penerapan sistem ini di Desa Gorat Pallombuan diharapkan dapat menjadi model bagi wilayah lain yang memiliki permasalahan serupa dalam hal akses air bersih dan efisiensi energi.

METODE

Pelaksanaan kegiatan ini melalui beberapa tahapan, yaitu:

Identifikasi Permasalahan Mitra

Beberapa permasalahan mitra yang didapatkan melalui hasil survei, diskusi dan analisis yang telah dilakukan yaitu:

1. Letak geografis Desa Gorat Pallombuan yang berada di dataran tinggi menyebabkan tantangan dalam distribusi air bersih. Ketinggian wilayah mengharuskan air dipompa dari sumber yang berada jauh di bawah permukiman warga, sehingga memerlukan tenaga tambahan dan sistem distribusi yang lebih kompleks.
2. Infrastruktur penyediaan air yang sudah tua dan tidak efisien mengakibatkan kehilangan air dalam proses distribusi. Pipa-pipa yang bocor dan sistem penyaluran yang tidak optimal menyebabkan sebagian besar air tidak sampai ke rumah warga, memperparah krisis air bersih di desa. Permasalahan distribusi air bersih seperti ini juga terjadi di berbagai wilayah lain di Indonesia, di mana keterbatasan infrastruktur dan kurangnya keterlibatan masyarakat menyebabkan distribusi tidak merata dan akses air bersih menjadi terbatas (Baidhowie et al., 2020).
3. Ketergantungan terhadap pompa berbahan bakar minyak menambah beban ekonomi masyarakat. Harga bahan bakar yang terus meningkat dan jarak yang jauh ke SPBU menyebabkan biaya operasional tinggi, yang bisa mencapai Rp100.000 – Rp150.000 per bulan per kepala keluarga.
4. Sistem distribusi air yang ada tidak selaras dengan prinsip keberlanjutan lingkungan. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus-menerus tidak hanya mahal tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti emisi gas buang dan polusi suara dari mesin pompa (Hassan, 2023).

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra di Desa Gorat Pallombuan terkait dengan mesin pompa air yang memiliki biaya operasional yang tinggi dan kesulitan akses air bersih, solusi yang dapat diusulkan adalah dengan implementasi sistem pompa air tenaga surya, dan untuk menjamin kualitas air yang dihasilkan, sistem ini dilengkapi dengan unit penyaringan dua tahap yang dirancang untuk memenuhi standar kesehatan air bersih (Gevorkov, Domínguez-García, & Romero, 2023). Dengan mengintegrasikan teknologi hijau ini, mitra dapat mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil. Energi surya yang dihasilkan secara lokal juga akan memberikan sumber daya yang berkelanjutan dan murah sehingga mengurangi biaya operasional yang tinggi akibat harga bahan bakar (Irandoostshahrestani & R. Rouse, 2023).

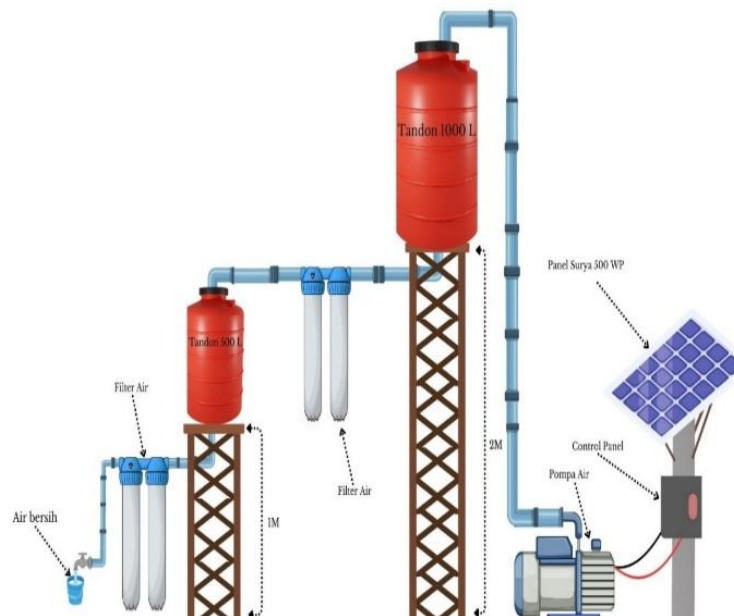
Perancangan Sistem

Perancangan alat dimulai dengan melakukan survei lokasi untuk menentukan posisi optimal instalasi panel surya, lalu mengidentifikasi kebutuhan air bersih masyarakat Desa Gorat Pallombuan. Rancangan sistem secara keseluruhan yang dikembangkan dalam kegiatan ini ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem dirancang secara terintegrasi dengan menggabungkan teknologi pompa air tenaga surya, unit penyaringan air dua tahap, serta tandon penyimpanan air untuk mendukung penyediaan air bersih secara berkelanjutan. Melalui rancangan tersebut, air dari sumber utama dipompa menggunakan energi yang dihasilkan panel surya, kemudian dialirkan menuju sistem filtrasi untuk meningkatkan kualitas air sebelum ditampung dan didistribusikan kepada masyarakat. Desain ini tidak hanya bertujuan mengatasi keterbatasan akses air bersih di wilayah dataran tinggi Desa Gorat Pallombuan, tetapi juga mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil yang selama ini menjadi sumber utama biaya operasional.

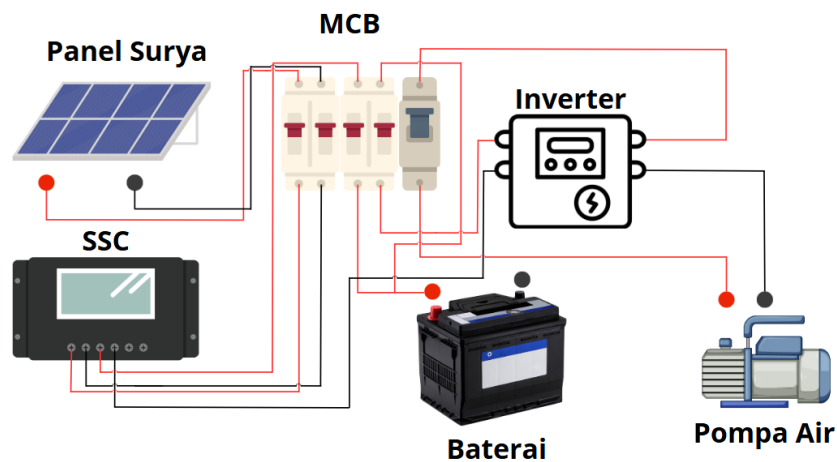
Konfigurasi sistem panel surya yang digunakan sebagai sumber energi utama ditampilkan pada Gambar 2. Sistem ini terdiri atas panel surya, baterai penyimpanan energi, inverter, dan perangkat proteksi yang saling terintegrasi untuk menjamin kontinuitas operasi pompa air. Energi matahari yang ditangkap panel surya dikonversi menjadi energi listrik dan disimpan dalam baterai sebelum digunakan untuk mengoperasikan pompa air. Dengan rancangan tersebut, sistem mampu bekerja secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik maupun bahan bakar minyak. Selain

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samosir

meningkatkan efisiensi energi, penggunaan panel surya juga mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat pedesaan yang memiliki keterbatasan akses energi konvensional.



Gambar 1. Rancangan Sistem Keseluruhan.



Gambar 2. Rancangan Sistem Panel Surya.

Berdasarkan gambar 2, panel surya berperan dalam menangkap energi matahari dan mengkonversinya menjadi energi listrik. Sistem kontrol dilengkapi dengan baterai berkapasitas 50 Ah yang berfungsi menyimpan energi listrik dari panel surya untuk digunakan saat malam hari atau ketika intensitas sinar matahari rendah (Id Ouissaaden, Kamel, & Dlimi, 2025). Inverter dengan kapasitas 1000 Watt digunakan untuk mengonversi arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang kompatibel dengan pompa air. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan Miniature Circuit Breaker (MCB) untuk perlindungan terhadap arus berlebih dan memastikan keamanan sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. Sistem Penyaringan Air 2 Tahap.

Pompa air mengalirkan air ke sistem penyaringan air dua tahap seperti yang dapat dilihat pada gambar 3. Tahap pertama menggunakan penyaring mekanik berbasis media granular seperti batu kerikil, pasir silika, ijuk, busa foam, dan karbon aktif yang disusun berlapis untuk menyaring partikel tersuspensi dan kotoran berukuran besar. Penggunaan media granular dalam sistem filtrasi rumah tangga terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas air melalui mekanisme penyaringan fisik dan kimia (Aji, Gunawan, & Sutriyono, 2023). Tahap kedua menggunakan filtrasi karbon aktif yang berfungsi menghilangkan bau, warna, serta senyawa organik dan zat kimia berbahaya melalui proses adsorpsi (Aji et al., 2023). Kombinasi ini memastikan bahwa air yang dihasilkan aman dan sesuai dengan standar kesehatan untuk kebutuhan konsumsi dan rumah tangga (Ibraheam & Aslan, 2023).

Perakitan, Instalasi dan Pengujian Alat

Sistem yang telah dirancang kemudian dirakit dan dipersiapkan untuk instalasi di Desa Gorat Pallombuan, dilakukan pengadaan peralatan yang diperlukan. Spesifikasi dari peralatan system panel surya dan system filter air yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rincian Alat Sistem Panel Surya

Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
Panel Box	–	1
Panel surya	550 WP	1
Tandon air 500 liter	500 liter	1
Tandon air 1000 liter	1000 liter	1
Baterai	12,8 V-50Ah	1
Inverter 1000 Watt	1000 Watt	1
Filter air 3 tabung	3 tabung	1
Rangka panel	–	1

Tabel 2. Rincian Alat dan Bahan Sistem Filter Air

Nama Bahan	Jumlah
Ijuk	Secukupnya
Kerikil Kecil & Besar	1 Karung

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samsir

Nama Bahan	Jumlah
Karbon Aktif	3Kg
Pasir silika	5Kg
Pasir	10Kg
Busa Foam	1
Rangka toren	1

Setelah proses pengadaan selesai, langkah selanjutnya adalah perakitan dan instalasi sistem. Tahapan perakitan diawali dengan persiapan lokasi, yang mencakup pembersihan dan penyesuaian area untuk pemasangan panel surya, sistem kontrol, dan tandon air. Pemilihan lokasi didasarkan pada tingkat paparan sinar matahari yang optimal serta kemudahan akses bagi masyarakat. Panel surya kemudian dipasang pada struktur penyangga dengan sudut kemiringan tertentu guna memaksimalkan penyerapan cahaya matahari (Jovanović et al., 2023). Penentuan sudut kemiringan ini sangat penting karena besar kecilnya iradiasi matahari yang diterima panel akan memengaruhi tegangan, arus, serta daya keluaran yang dihasilkan sistem (Rusda, Ridho, & Putra, 2023).

Selanjutnya, dilakukan instalasi komponen utama, yaitu pompa air, tandon air, dan sistem penyaringan. Proses perakitan dan instalasi ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3. Tahapan instalasi sistem Panel surya dan penyaringan air 2 tahap dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Proses Pemasangan Panel Surya.



Gambar 5. Proses Instalasi Penyaringan Air 2 Tahap.

Setelah proses pemasangan sistem selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa seluruh komponen berfungsi secara optimal. Pengujian ini mencakup evaluasi kinerja panel surya dalam menghasilkan daya listrik, serta efektivitas sistem penyaringan dengan menilai kualitas hasil filtrasi air yang dialirkan dari sumber menuju tandon utama.

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samosir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei dan diskusi dengan masyarakat Desa Gorat Pallombuan menunjukkan bahwa permasalahan utama yang dihadapi adalah sulitnya akses air bersih akibat kondisi geografis desa yang berada di dataran tinggi serta keterbatasan infrastruktur distribusi. Penggunaan pompa berbahan bakar minyak juga menjadi beban ekonomi bagi masyarakat, dengan biaya operasional bulanan mencapai Rp100.000–Rp150.000 per kepala keluarga. Selain itu, kualitas air dari sumber utama tergolong buruk dan berbau sehingga berdampak pada kesehatan.

Sebagai solusi, kegiatan pengabdian ini menerapkan sistem pompa air berbasis energi surya yang terintegrasi dengan sistem penyaringan air dan tandon bertingkat. Sistem ini dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak, menurunkan biaya operasional, serta meningkatkan akses dan kualitas air bersih secara berkelanjutan.

Tahapan pelaksanaan dimulai dengan survei dan sosialisasi kepada masyarakat, dilanjutkan dengan perancangan sistem tenaga surya berkapasitas 550 WP untuk mendukung pompa air 400 Watt. Sistem juga dilengkapi dengan baterai 50 Ah, inverter 1000 Watt, MCB proteksi, dan dua tandon air berkapasitas 500 liter dan 1000 liter. Perakitan dan instalasi dilakukan bersama warga, diawali dengan persiapan lokasi, pemasangan panel surya dengan sudut kemiringan optimal, serta instalasi pompa, sistem kontrol, tandon, dan filter air. Setelah sistem terpasang, dilakukan pengujian untuk memastikan kinerja panel surya dalam menghasilkan daya listrik serta efektivitas sistem penyaringan. Hasil pengujian kinerja sistem panel surya disajikan pada Tabel 3. Pengukuran dilakukan pada kondisi cuaca cerah antara pukul 10.00–13.00 WIB menggunakan multimeter digital. Panel surya 550 WP menghasilkan tegangan open-circuit (V_{oc}) sebesar 45,2 V dan tegangan operasi (V_{mp}) sebesar 37,8 V, dengan arus kerja (I_{mp}) sebesar 14,6 A serta daya output terukur rata-rata sebesar 512 W. Daya yang dihasilkan cukup untuk mengoperasikan pompa air 400 Watt secara berkelanjutan sekaligus mengisi baterai 50 Ah. Sistem berhasil memompa air dari sumber ke tandon utama berkapasitas 1000 liter dalam waktu ± 35 menit, dengan laju aliran rata-rata sebesar 28,6 liter/menit.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kinerja Sistem Panel Surya

Parameter	Nilai Terukur
Tegangan Open-Circuit (V_{oc})	45,2 V
Tegangan Operasi (V_{mp})	37,8 V
Arus Operasi (I_{mp})	14,6 A
Daya Output Rata-Rata	512 W
Waktu Pengisian Tandon 1000L	± 35 menit
Laju Aliran Pompa	28,6 liter/menit

Berdasarkan hasil pengujian sistem, pompa air tenaga surya memiliki laju aliran rata-rata sebesar 28,6 liter/menit sehingga mampu menghasilkan sekitar 1.716 liter air per jam. Dengan asumsi sistem beroperasi efektif selama kurang lebih 3,2 jam per hari mengikuti intensitas penyinaran matahari, total kapasitas air yang dapat dipompa mencapai sekitar 5.519 liter per hari. Kebutuhan air bersih masyarakat diperkirakan berkisar antara 60–100 liter per orang per hari. Dengan asumsi rata-rata satu kepala keluarga terdiri dari 4 orang, maka kebutuhan air tiap KK berada pada kisaran 240–400 liter per hari.

Pengujian efektivitas sistem penyaringan air dua tahap dilakukan dengan mengambil sampel air sebelum dan sesudah proses filtrasi. Parameter yang diuji meliputi pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan organoleptik (bau dan warna). Hasil uji kualitas air disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Filtrasi

Parameter	Sebelum Filtrasi	Sesudah Filtrasi	Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 2 Tahun 2023
pH	6,4	6,9	6,5–8,5
TDS (mg/L)	307	98	≤ 300 mg/L

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samosir

Parameter	Sebelum Filtrasi	Sesudah Filtrasi	Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 2 Tahun 2023
Bau	Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
Warna	Keruh kecoklatan	Jernih	Jernih

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa sistem penyaringan dua tahap mampu memperbaiki pH dari 6,4 menjadi 6,9 sehingga memenuhi baku mutu, serta menurunkan TDS dari 307 mg/L menjadi 98 mg/L. Secara organoleptik, air hasil filtrasi tidak lagi berbau dan berwarna jernih. Seluruh parameter air hasil filtrasi telah memenuhi standar baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 2 Tahun 2023.

Sebagai bagian dari keberlanjutan program, masyarakat diberikan pelatihan teknis terkait pengoperasian, perawatan, dan penanganan gangguan sistem. Pelatihan ini diikuti oleh 18 peserta yang terdiri dari anggota masyarakat Desa Gorat Pallombuan dan dilaksanakan selama satu hari penuh. Evaluasi pelatihan menggunakan metode pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan rata-rata pemahaman peserta dari skor 48,3 menjadi 76,7 (skala 100), atau meningkat sebesar 58,8%. Dari hasil pelatihan ini, berhasil dibentuk tim pengelola desa yang terdiri dari 5 orang, yang bertanggung jawab atas operasional dan pemeliharaan sistem secara mandiri. Dampak langsung program juga diukur melalui kuesioner yang disebarakan kepada 20 kepala keluarga (KK) penerima manfaat. Seluruh responden (100%) menyatakan kualitas air meningkat signifikan dan tidak lagi berbau. Biaya operasional bulanan yang sebelumnya berkisar Rp100.000–Rp150.000 per KK untuk pembelian bahan bakar pompa turun menjadi Rp0 setelah beralih ke sistem tenaga surya. Masyarakat desa kini terlayani air bersih secara lebih merata dan berkelanjutan dibandingkan kondisi sebelum program berlangsung.



Gambar 6. Foto Bersama Tim dengan Mitra.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat telah dilaksanakan dan berjalan dengan sukses, dengan fokus pada penerapan teknologi pompa air tenaga surya sebagai solusi atas keterbatasan air bersih di Desa Gorat Pallombuan, Kabupaten Samosir. Sistem ini dikembangkan untuk menggantikan pompa berbahan bakar minyak yang mahal dan tidak ramah lingkungan, menggunakan panel surya 550 WP yang menghasilkan daya output rata-rata 512 W. Pelaksanaan kegiatan dimulai dari survei kebutuhan masyarakat dan pemetaan kondisi geografis, kemudian dilanjutkan dengan perancangan serta instalasi panel surya, pompa air, tandon, dan sistem penyaringan dua tahap.

Hasil pengujian membuktikan efektivitas sistem, di mana pompa air tenaga surya memiliki laju aliran rata-rata sebesar 28,6 liter/menit sehingga mampu menghasilkan sekitar 1.716 liter air per jam.

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samosir

Berdasarkan evaluasi kinerja operasional maksimal PLTS dan durasi penyinaran efektif matahari (*Peak Sun Hours*), sistem terbukti mampu beroperasi secara optimal selama kurang lebih 3,2 jam per hari secara mandiri, menghasilkan total suplai air bersih sekitar 5.519 liter per hari. Kapasitas tersebut dinilai efektif untuk memenuhi kebutuhan dasar pasokan air bersih bagi 22 Kepala Keluarga (KK), dengan estimasi kebutuhan air sebesar 240–400 liter per KK per hari berdasarkan asumsi rata-rata 4 orang per keluarga.

Selain itu, kualitas air juga mengalami peningkatan signifikan, ditunjukkan dengan kenaikan pH dari 6,4 menjadi 6,9 dan penurunan TDS dari 307 menjadi 98 mg/L sehingga memenuhi baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010. Program ini juga berhasil menurunkan biaya operasional masyarakat dari Rp100.000–Rp150.000 per bulan menjadi Rp0 setelah beralih ke sistem tenaga surya, serta memberikan layanan air bersih secara berkelanjutan. Pelatihan teknis yang diikuti 12 peserta turut berhasil membentuk tim pengelola desa mandiri beranggotakan 5 orang untuk mendukung operasional dan pemeliharaan sistem. Ke depan, sistem ini diharapkan dapat diterapkan di wilayah lain dengan kondisi serupa dan melibatkan lebih banyak mitra agar manfaatnya dapat dirasakan secara lebih luas oleh masyarakat.

Program serupa kedepannya perlu diperluas ke desa-desa lain di Kabupaten Samosir yang menghadapi permasalahan serupa dalam akses air bersih, dengan melibatkan lebih banyak mitra dan pemangku kepentingan lokal. Kapasitas sistem juga dapat ditingkatkan melalui penambahan panel surya dan penguatan kapasitas baterai guna mengoptimalkan distribusi air pada musim dengan intensitas matahari rendah. Selama pelaksanaan program, beberapa hambatan yang dijumpai antara lain: (1) sulitnya akses transportasi menuju lokasi instalasi yang berada di dataran tinggi menyebabkan keterlambatan pengiriman material; (2) cuaca yang tidak menentu selama periode pemasangan memengaruhi jadwal instalasi; dan (3) tingkat literasi teknologi sebagian warga yang masih terbatas memerlukan pendekatan pelatihan yang lebih intensif dan berulang. Hambatan-hambatan ini perlu diantisipasi dalam perencanaan program selanjutnya melalui koordinasi logistik yang lebih matang dan penjadwalan yang fleksibel.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis dan tim mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Medan dan Innovation Centre of Renewable Sources and Waste Integration for Sustainable Energy (PUI-PT INNERWISE) atas dukungan dana dan teknis yang memungkinkan terlaksananya kegiatan ini dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Aji, T., Gunawan, W. I., & Sutriyono, S. (2023). Rancangan Teknologi Tepat Guna Penyaringan Air Sederhana Skala Rumah Tangga. *Jurnal Bakti Saintek: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, 7(2), 45–51.
- Akhiriyanto, N., Adi, W., & Dewi, A. (2025). Penerapan Sistem Pompa Air Tenaga Surya Off-Grid pada Areal Persawahan Dusun Joho, Kabupaten Blora sebagai Wujud Pemberdayaan dan Ketahanan Energi Masyarakat. *Jurnal Pemberdayaan Ekonomi Dan Masyarakat*, 2(3 SE-Articles), 11. <https://doi.org/10.47134/jpem.v2i3.789>
- Baidhowie, B., Menyediakan, D., Air, K., Di, B., Long, D., & Kecamatan, T. (2020). Peran Pemerintah Desa Dalam Menyediakan Kebutuhan Air Bersih Di Desa Long Tesak Kecamatan Muara Ancalong Kabupaten Kutai Timur. *Ilmu Pemerintahan*, 8(1), 27–40.
- Daruwati, I., Away, S. F. Y., & Anwar, S. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Teknologi Tepat Guna Melalui Instalasi Pengolahan Air Bersih Skala Rumah Tangga di Dusun Kulim Jaya Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 4(4 SE-Articles), 934–941. <https://doi.org/10.33394/jpu.v4i4.9423>
- Gevorkov, L., Domínguez-García, J. L., & Romero, L. T. (2023). Review on Solar Photovoltaic-Powered Pumping Systems. *Energies*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/en16010094>
- Hapsari, D., Lukita, C. W., & Sitogasa, P. S. A. (2025). Sistem Penyediaan Air Minum di Desa Wedoro,

Teknologi pompa air tenaga surya untuk penyediaan air bersih di Desa Gorat Pallombuan Kabupaten Samosir

- Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(3), 14006–14013.
- Hassan, Q. F. (2023). Solar Powered Water Pumping System for a Rural Village. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 24(2), 214–223. <https://doi.org/10.12912/27197050/157094>
- Ibraheam, E. H., & Aslan, S. R. (2023). Solar Photovoltaic Water Pumping System Approach for Electricity Generation and Irrigation: Review. *Diagnostyka*, 24(2), 1–7. <https://doi.org/10.29354/diag/165849>
- Id Ouissaaden, F., Kamel, H., & Dlimi, S. (2025). Simulation and Performance Evaluation of a Photovoltaic Water Pumping System with Hybrid Maximum Power Point Technique (MPPT) for Remote Rural Areas. *Processes*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/pr13092867>
- Irandostshahrestani, M., & R. Rouse, D. (2023). Photovoltaic Electrification and Water Pumping Using the Concepts of Water Shortage Probability and Loss of Power Supply Probability: A Case Study. *Energies*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/en16010001>
- Jovanović, N., Mpambo, M., Willoughby, A., Maswanganye, E., Mazvimavi, D., Petja, B., ... du Toit, D. (2023). Feasibility of Solar-Powered Groundwater Pumping Systems in Rural Areas of Greater Giyani Municipality (Limpopo, South Africa). *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/app13063859>
- Novianto, H., & Ermawan, A. (2019). Analisis Penyediaan Air Bersih Di Desa Jatitengah Kecamatan Sugihwaras Kabupaten Bojonegoro. *De'Teksi-Jurnal Teknik Sipil ...*, (2), 25–35. Retrieved from <http://ojs.ejournalunigoro.com/index.php/DeTeksi/article/view/210>
- Rusda, R., Ridho, D. A. R., & Putra, M. A. (2023). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Penerimaan Iradiasi Matahari Dan Daya Keluaran Yang Dihasilkan Panel Surya. *PoliGrid*, 4(1).
- Sudarmaji, A., Haryanto, T. A. D., Lestari, S., Mudmainah, S., Febriyono, W., & Murdiantoro, R. A. (2025). Penerapan Pompa Air Tenaga Surya untuk Irigasi Sawah di Desa Pruwatan, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah: Implementation of Solar Water Pumps for Rice Field Irrigation in Pruwatan Village, Brebes Regency, Central Java. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(8 SE-Articles), 1848–1855. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i8.8948>
- Supriyono, S., Riyanto, S., Yusuf, M., Purwiyanto, P., Prasetya, V., & Prihantara, A. (2024). Penerapan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Sarana Irigasi dan Edukasi Desa Wisata Widarapayung Wetan Cilacap. *Madani: Indonesian Journal of Civil Society*, 6, 26–35. <https://doi.org/10.35970/madani.v6i1.2026>