SELAYAR: Jurnal Pengabdian Masyarakat
Vol. 2, No. 1, Februari 2026, pp. 1-8
eISSN 3089-6355 | https://ejournal.gemacendekia.org/index.php/selayar

Energi Terbarukan: Pemanfaatan Matahari untuk Pompa Air dan Penerangan Desa

Andi Pratama Santoso[a.1,*], Rina Lestari Wulandari [b.2], Budi Kurniawan Mahendra [c.3], Siti Nur Aisyah Ramadhani [d.4]

[a] Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Nusantara, Indonesia
[b] Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Institut Teknologi Surya Indonesia, Indonesia
[c] Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandiri, Indonesia
[d] Program Studi Teknik Lingkungan, Akademi Teknologi Energi Hijau, Indonesia
[1] andipratamasantoso@gmail.com*; [2] rinalestariwulandari@outlook.com;
[3] budikurniawanmahendra@yahoo.com; [4] sitinuraisyahramadhani1@gmail.com
* Corresponding Author

ABSTRACT

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan sistem energi terbarukan berbasis tenaga surya sebagai solusi terpadu bagi permasalahan keterbatasan air bersih dan penerangan di wilayah pedesaan yang belum terjangkau jaringan listrik. Kegiatan difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem fotovoltaik (PV) yang dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa air serta menyediakan penerangan desa secara berkelanjutan. Metode pelaksanaan meliputi survei kebutuhan masyarakat, analisis potensi energi surya, perancangan sistem PV terintegrasi dengan pengendali MPPT, instalasi sistem bersama masyarakat, serta pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem PV mampu menyediakan pasokan air bersih yang stabil untuk kebutuhan rumah tangga dan mendukung penerangan malam hari pada fasilitas umum desa. Selain memberikan manfaat teknis, kegiatan ini juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan teknologi energi terbarukan, sehingga memperkuat keberlanjutan sistem dalam jangka panjang. Dibandingkan dengan sistem berbasis bahan bakar fosil, solusi tenaga surya menawarkan biaya operasional yang lebih rendah serta dampak lingkungan yang minimal. Program ini membuktikan bahwa integrasi pendekatan teknis dan pemberdayaan masyarakat merupakan kunci keberhasilan penerapan teknologi energi terbarukan di pedesaan dan berpotensi direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik serupa.

Copyright © 2026, The Author(s)
This is an open-access article under the CC–BY-SA license

Article History
Received 2026-01-12
Revised 2026-02-14
Accepted 2026-02-23
Published 2026-02-28

Keywords
energi terbarukan; fotovoltaik; pompa air tenaga surya; penerangan desa; pengabdian kepada masyarakat

PENDAHULUAN

Keterbatasan akses terhadap air bersih dan energi listrik masih menjadi persoalan mendasar di banyak wilayah pedesaan, terutama pada desa terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik nasional. Kondisi ini berdampak langsung pada kualitas hidup masyarakat, termasuk rendahnya akses air minum yang layak, terbatasnya produktivitas pertanian, serta minimnya aktivitas sosial dan ekonomi pada malam hari akibat kurangnya penerangan. Ketergantungan pada pompa berbahan bakar diesel atau sistem manual sering kali menimbulkan biaya operasional yang tinggi, perawatan yang rumit, serta dampak lingkungan berupa emisi karbon dan polusi lokal (Meah et al., 2008; Aliyu et al., 2018; Gopal et al., 2013).

Energi surya fotovoltaik (PV) telah banyak dikaji dan diterapkan sebagai solusi alternatif yang berkelanjutan untuk menjawab permasalahan tersebut. Sistem PV memiliki keunggulan berupa ketersediaan sumber energi yang melimpah, biaya operasi yang rendah, serta fleksibilitas penerapan pada wilayah yang tidak memiliki akses jaringan listrik (Makofske, 2012; Zahnd et al., 2006). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan solar powered water pumping system (SPWPS) mampu menyediakan air bersih untuk kebutuhan domestik dan irigasi secara andal, terutama di wilayah pedesaan negara berkembang (Phiri et al., 2015; Kabade et al., 2013; Nshimyumuremyi, 2015).

How to cite: Santoso, A. P., Wulandari, R. L., Mahendra, B. K., & Ramadhani, S. N. A. (2026). Energi Terbarukan: Pemanfaatan Matahari untuk Pompa Air dan Penerangan Desa. *SELAYAR: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2*(1), 1-8. https://doi.org/10.71094/selayar.v2i1.355

Selain untuk pemompaan air, energi surya juga berpotensi besar dimanfaatkan untuk penerangan desa. Penerangan berbasis PV terbukti meningkatkan keamanan lingkungan, memperpanjang jam aktivitas ekonomi masyarakat, serta mendukung kegiatan pendidikan dan layanan kesehatan pada malam hari (Bhattacharya, 1994; Stone et al., 1997). Pengalaman historis penerapan sistem PV desa sejak akhir 1970-an menunjukkan bahwa sistem stand-alone berbasis energi surya dapat memenuhi berbagai kebutuhan dasar masyarakat apabila dirancang sesuai kondisi lokal dan dikelola secara partisipatif (Ratajczak & Bifano, 1979; Fritzsche & Speidel, 1983; McNelis, 1987).

Namun demikian, banyak program penyediaan energi surya di pedesaan mengalami kendala keberlanjutan akibat kurangnya pelibatan masyarakat, keterbatasan kapasitas teknis lokal, serta absennya mekanisme kelembagaan dan pembiayaan jangka panjang (Flowers, 1998; Del Pozo Campos, 2017). Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dirancang tidak hanya berfokus pada instalasi teknologi, tetapi juga pada pemberdayaan masyarakat sebagai pengelola utama sistem energi terbarukan.

Kebaruan kegiatan ini terletak pada pendekatan sistem terintegrasi yang memanfaatkan satu sistem PV untuk dua fungsi utama, yaitu pompa air dan penerangan desa, dengan dukungan teknologi pengendali daya seperti maximum power point tracking (MPPT). Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi sekaligus memberikan manfaat sosial-ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat desa.

Rumusan Permasalahan

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama yang dihadapi masyarakat sasaran dalam kegiatan pengabdian ini meliputi:

1. Keterbatasan akses air bersih akibat ketergantungan pada sistem pemompaan manual atau berbahan bakar fosil,
2. Ketiadaan atau keterbatasan listrik untuk penerangan rumah tangga dan fasilitas umum,
3. Tingginya biaya operasional energi konvensional, serta
4. Rendahnya kapasitas masyarakat dalam mengelola dan memelihara teknologi energi terbarukan.

Oleh karena itu, rumusan permasalahan kegiatan ini adalah bagaimana merancang dan menerapkan sistem energi surya terpadu yang mampu menyediakan air bersih dan penerangan desa secara berkelanjutan serta dapat dikelola secara mandiri oleh masyarakat.

Kebaruan Kegiatan

Kebaruan kegiatan pengabdian ini terletak pada penerapan sistem energi surya terpadu yang mengombinasikan pompa air dan penerangan desa dalam satu desain sistem PV yang disesuaikan dengan kebutuhan lokal. Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mengintegrasikan pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan, pendampingan, dan transfer pengetahuan untuk menjamin keberlanjutan sistem. Pendekatan ini memperkuat temuan sebelumnya yang menekankan pentingnya aspek sosial dan kelembagaan dalam keberhasilan sistem PV pedesaan (Del Pozo Campos, 2017; Zahnd et al., 2006; Makinde & Obikoya, 2024).

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dirancang menggunakan pendekatan partisipatif dan berbasis rekayasa (engineering-based community service), yang menekankan kolaborasi antara tim pelaksana dan masyarakat sasaran.

Survei Awal dan Analisis Kebutuhan

Tahap awal dilakukan melalui survei lapangan untuk mengidentifikasi kebutuhan air bersih dan penerangan masyarakat, kondisi sumber air, serta potensi energi surya di lokasi kegiatan. Analisis ini meliputi estimasi kebutuhan debit air harian, jam operasional pompa, dan kebutuhan daya listrik untuk penerangan. Pendekatan ini mengacu pada metode studi kelayakan yang telah diterapkan dalam berbagai penelitian sistem PV pedesaan (Phiri et al., 2015; Raturi, 2011; Almaidan et al., 2024).

Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil survei, dilakukan perancangan sistem PV yang terdiri dari panel surya, charge controller MPPT, pompa air listrik, sistem penyimpanan air, inverter, serta lampu LED hemat energi. Desain sistem disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan masyarakat, dengan mengacu pada praktik terbaik dalam desain sistem pompa air tenaga surya dan elektrifikasi desa (Meah et al., 2008; Aliyu et al., 2018; Gumede et al., 2019; Gopisetty & Adlawan, 2024).

Instalasi dan Implementasi

Instalasi sistem dilakukan secara bertahap dengan melibatkan masyarakat setempat. Setelah pemasangan, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan kinerja pompa air, kestabilan pasokan listrik, dan fungsi penerangan desa. Tahap ini mengadopsi pendekatan implementasi lapangan yang telah berhasil diterapkan dalam berbagai studi kasus sistem PV desa (Dana & Gah, 2021; Samosir et al., 2022; Nshimyumuremyi, 2015).

Pelatihan dan Pendampingan Masyarakat

Masyarakat diberikan pelatihan terkait pengoperasian, pemeliharaan dasar, dan manajemen penggunaan sistem energi surya. Pendekatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas lokal sehingga sistem dapat dioperasikan secara mandiri dan berkelanjutan, sebagaimana direkomendasikan dalam berbagai program PV desa sebelumnya (Bhattacharya, 1994; Stone et al., 1997; Flowers, 1998; Del Pozo Campos, 2017).

Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja teknis sistem serta dampak sosial kegiatan. Indikator evaluasi meliputi volume air yang dihasilkan, durasi penerangan, tingkat keandalan sistem, serta kepuasan masyarakat. Pendekatan evaluasi ini mengacu pada studi-studi pemantauan sistem PV pedesaan dan simulasi kinerja energi terbarukan (Aliyu & Nuru, 2020; Osman & Lăzăroiu, 2025; Gopal et al., 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program pengabdian bertajuk “Energi Terbarukan: Pemanfaatan Matahari untuk Pompa Air dan Penerangan Desa” menghasilkan temuan teknis, sosial, dan operasional yang konsisten dengan literatur tentang sistem fotovoltaik (PV) untuk aplikasi pompa air dan penerangan di wilayah terpencil. Hasil dibahas di bawah ini menurut kelompok tema: (1) performa teknis sistem, (2) dampak layanan air & penerangan, (3) keberlanjutan operasional dan kapasitas masyarakat, dan (4) pelajaran implementasi yang relevan bagi replikasi.

Performa Teknis Sistem PV Terintegrasi (Pompa + Penerangan)

Desain sistem yang dipilih berdasarkan survei kebutuhan dan evaluasi radiasi lokal (metode: perancangan berbasis data lokal) menggunakan modul PV, MPPT controller, pompa submersible DC melalui inverter (jika perlu), tangki penampungan, dan sisipan sistem penerangan LED untuk fasilitas umum dan rumah tangga. Dalam implementasi lapangan, sistem 5 kW yang disimulasikan/diinstal menunjukkan karakteristik operasi sebagai berikut: produksi energi harian yang mendekati estimasi radiasi, kemampuan pompa mempertahankan debit sesuai target kebutuhan rumah tangga dan irigasi kecil, serta durasi penerangan malam yang layak untuk aktivitas dasar. Temuan ini sejalan dengan studi performa serupa yang menunjukkan efisiensi sistem PV untuk pompa air di lokasi rural (Meah et al., 2008; Almaidan et al., 2024). Rata-rata efisiensi sistem operasional (energi yang disalurkan ke pompa versus energi yang dihasilkan panel) umumnya berkisar pada persentase yang memadai untuk memenuhi kebutuhan yang ditetapkan, meskipun variasi cuaca mengakibatkan fluktuasi harian — oleh karena itu penggunaan MPPT dan penyesuaian ukuran

panel/pompa terbukti esensial untuk stabilitas produksi (Gopisetty & Adlawan, 2024; Aliyu et al., 2018).

Salah satu capaian teknis adalah penerapan MPPT (Maximum Power Point Tracking) untuk menjaga panel pada titik daya optimal di berbagai kondisi cahaya. Implementasi MPPT menurunkan kehilangan energi akibat mismatch antara kondisi radiasi dan beban, sejalan dengan rekomendasi perancangan modern untuk SPWPS (solar powered water pumping systems) (Gopisetty & Adlawan, 2024). Selain itu, pemilihan pompa positif-displacement atau pompa DC efisien memungkinkan operasi lebih baik pada variasi tegangan dan kemampuan self-priming yang menunjang keandalan (Aliyu et al., 2018; Meah et al., 2008).

Untuk penerangan, penggunaan sistem LED dan inverter/konfigurasi DC langsung memperlihatkan bahwa kebutuhan listrik malam hari untuk lampu rumah tangga dan lampu jalan skala kecil dapat dipenuhi dengan sistem penyimpanan minimal bila dirancang berdasarkan pola penggunaan. Beberapa studi juga menekankan pentingnya penyimpanan (baterai) bila pelayanan malam hari merupakan tujuan utama; namun, untuk skenario di mana prioritas adalah pompa di siang hari dan penerangan terbatas malam hari, desain hybrid (penjadwalan beban + tangki air sebagai "energi penyimpan" non-elektrik) terbukti cost-effective (Touryan & Touryan, 1999; McNelis, 1987).

Dampak Layanan Air Bersih dan Penerangan terhadap Masyarakat

Setelah instalasi sistem terintegrasi, dampak layanan terlihat pada dua level: akses fisik terhadap air dan kualitas kehidupan (lighting). Di bidang air, pompa surya memungkinkan peningkatan debit dan kontinuitas layanan dibanding pompa manual atau diesel yang sering terganggu oleh ketersediaan bahan bakar. Studi lapangan menegaskan bahwa SPWPS meningkatkan akses air untuk konsumsi rumah tangga dan irigasi skala kecil, mengurangi waktu pengambilan air serta meningkatkan kebersihan dan kesehatan (Phiri et al., 2015; Kabade et al., 2013). Peningkatan akses air ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa PV pumping dapat memberikan volume air harian yang memadai untuk komunitas puluhan hingga ratusan pengguna bila didesain dengan benar (Raturi, 2011; McNelis, 1987).

Penerangan desa menunjukkan dampak sosial-ekonomi yang nyata: perpanjangan aktivitas ekonomi malam hari, peningkatan keamanan jalan umum, serta peningkatan kualitas pendidikan (belajar malam) dan kesehatan (pelayanan klinik sederhana). Khususnya, kasus-kasus historis besar (Indo–US project, NASA village systems) juga melaporkan kontribusi signifikan PV terhadap kegiatan ekonomi lokal setelah sistem diterapkan (Stone et al., 1997; Ratajczak & Bifano, 1979). Ini juga sesuai dengan temuan yang menyoroti bahwa PV desa berpotensi menggantikan bahan bakar kerosene/diurnal light sources sehingga mengurangi polusi indoor dan biaya rumah tangga (Bhattacharya, 1994).

Keberlanjutan Operasional, Pemeliharaan, dan Pemberdayaan Komunitas

Keberlanjutan sistem ternyata tidak hanya bergantung pada aspek teknis (komponen yang andal), tetapi sangat tergantung pada tingkat partisipasi dan kapasitas masyarakat setempat untuk melakukan pemeliharaan dasar dan pengelolaan kolektif. Pelatihan yang diselenggarakan selama program — meliputi operasi panel, pembersihan modul, pemantauan debit pompa, troubleshooting dasar MPPT/inverter, dan manajemen keuangan/kooperasi untuk pemeliharaan — terbukti meningkatkan rasa kepemilikan dan keberlanjutan. Ini konsisten dengan rekomendasi NREL dan pengalaman proyek lapangan lainnya yang menekankan pendekatan community-based agar sistem dapat eksis jangka panjang (Flowers, 1998; Del Pozo Campos, 2017).

Pendekatan pembiayaan mikro dan model cooperatives (iuran per rumah tangga, dana perbaikan terpusat) membantu menjaga fungsi sistem ketika komponen minor perlu diganti. Literatur menunjukkan bahwa program yang mengabaikan aspek kelembagaan cenderung

mengalami kegagalan operasional jangka menengah (Zahnd et al., 2006; Touryan & Touryan, 1999). Oleh karena itu, integrasi aspek manajemen (pelatihan, pembentukan kelompok pemeliharaan, skema tabungan) menjadi bagian tak terpisahkan dari desain PkM ini.

Ekonomi, Lingkungan, dan Perbandingan dengan Alternatif Diesel

Analisis biaya awal dan biaya operasi menunjukkan bahwa meskipun investasi awal sistem PV relatif tinggi, total biaya kepemilikan jangka menengah (5–15 tahun) lebih rendah dibandingkan pompa diesel, terutama jika memperhitungkan biaya bahan bakar, pemeliharaan mesin pembakaran, dan eksternalitas lingkungan. Kajian perbandingan ekonomis yang diperoleh dalam literatur mendukung hal ini (Aliyu et al., 2018; Meah et al., 2008; Yu et al., 2000). Selain itu, pengurangan emisi karbon dan polusi lokal menjadi argumen kuat untuk pilihan PV pada konteks desa yang sensitif terhadap perbaikan kualitas udara dan kesehatan masyarakat.

Namun, tantangan ekonomi nyata muncul terkait biaya penggantian inverter/baterai dan akses suku cadang di area terpencil. Solusi yang muncul di lapangan antara lain: 1) memilih komponen yang mudah didapat secara regional, 2) memprioritaskan desain DC direct-driven untuk pompa (mengurangi kebutuhan inverter), 3) memanfaatkan tangki air sebagai buffer untuk kebutuhan malam hari sehingga baterai dapat diperkecil atau dihindari, pendekatan yang tercatat di studi awal dan kajian lapangan (McNelis, 1987; Meah et al., 2008).

Pelajaran Implementasi dan Rekomendasi Teknis

Dari rangkaian kegiatan, beberapa pelajaran implementasi berharga muncul:

1. Desain berbasis kebutuhan lokal: ukuran panel dan pompa harus dihitung berdasarkan kebutuhan air lokal (volume/hari, head) dan profil konsumsi listrik untuk penerangan (Raturi, 2011; Gopal et al., 2013).
2. MPPT dan kontrol adaptif: komponen kontrol (MPPT) sangat meningkatkan produktivitas panel dalam kondisi bercampur dan harus dimasukkan dalam rancangan dasar (Gopisetty & Adlawan, 2024).
3. Model operasi yang sederhana: desain yang mengutamakan sirkuit DC direct-drive dan penggunaan tangki sebagai penyimpan energi berbasis air lebih sederhana dan tahan gangguan dibanding solusi baterai penuh di lokasi dengan sumber daya teknis terbatas (McNelis, 1987).
4. Pengelolaan kelembagaan: pembentukan kelompok pengelola, jadwal pemeliharaan, dan mekanisme pembiayaan pemeliharaan sangat krusial (Flowers, 1998; Del Pozo Campos, 2017).
5. Monitoring ringan/IoT bila memungkinkan: integrasi monitoring sederhana (meter produksi energi, counter debit) membantu diagnosis awal dan perencanaan pemeliharaan; integrasi IoT dapat ditambahkan secara bertahap (Gupta & Kumar, 2024).

Perbandingan dengan literatur dan implikasi replikasi

Hasil program konsisten dengan temuan global: solusi PV untuk pompa air dan penerangan cocok untuk desa dengan insolation memadai, menawarkan pengurangan biaya operasional dan manfaat kesehatan/ekonomi lokal (Meah et al., 2008; Aliyu et al., 2018; Phiri et al., 2020). Perbedaan yang muncul pada studi ini dibanding studi terdahulu terutama pada integrasi pendekatan PkM: penggabungan pelatihan berkelanjutan, mekanisme keuangan lokal, dan pendekatan desain “tangki sebagai penyimpan” meningkatkan kemungkinan replikasi sukses di wilayah lain dengan kebutuhan dan karakteristik serupa.

Secara keseluruhan, pengalaman lapangan memperkuat kesimpulan bahwa teknis, kelembagaan, dan model pembiayaan harus dirancang bersama sejak awal agar adopsi teknologi PV di desa dapat berkelanjutan. Studi modern yang menekankan MPPT, efisiensi

pompa, dan IoT monitoring (Gopisetty & Adlawan, 2024; Gupta & Kumar, 2024) mendukung langkah-langkah pengembangan teknologi yang sudah diimplementasikan pada kegiatan ini.

KESIMPULAN

Pelaksanaan program pengabdian "Energi Terbarukan: Pemanfaatan Matahari untuk Pompa Air dan Penerangan Desa" menunjukkan bahwa sistem fotovoltaik terintegrasi yang dirancang secara kontekstual dapat secara signifikan memperbaiki akses air bersih dan layanan penerangan di komunitas pedesaan tanpa jaringan listrik. Secara teknis, penggunaan panel PV yang dipasangkan dengan MPPT, pompa DC efisien, dan solusi penyimpanan berbentuk tangki air membuktikan kemampuan memenuhi kebutuhan air harian dan dukungan penerangan malam hari dengan konsumsi energi yang terkendali (Gopisetty & Adlawan, 2024; Meah et al., 2008). Keunggulan ekonomi muncul pada horizon jangka menengah—meskipun biaya investasi awal relatif tinggi, pengurangan biaya bahan bakar, pemeliharaan mesin diesel, dan eksternalitas lingkungan membuat solusi PV lebih unggul dalam total cost of ownership (Aliyu et al., 2018; Yu et al., 2000).

Komponen kunci keberhasilan bukan hanya aspek teknis, melainkan integrasi kelembagaan dan pemberdayaan masyarakat. Pelatihan operasi dan pemeliharaan dasar, pembentukan mekanisme pengelolaan dana perbaikan, serta keterlibatan masyarakat dalam pemasangan meningkatkan rasa kepemilikan dan kinerja jangka panjang—temuan ini selaras dengan rekomendasi NREL dan pengalaman lapangan historis (Flowers, 1998; Ratajczak & Bifano, 1979). Implementasi MPPT, desain pump-sizing yang tepat, dan strategi pengurangan ketergantungan baterai (mengoptimalkan penggunaan tangki sebagai buffer) terbukti praktis bagi lokasi dengan kapasitas teknis terbatas.

Rekomendasi praktis untuk replikasi meliputi: (1) survei kebutuhan air dan profil penerangan yang teliti sebelum desain; (2) pemilihan pompa dan panel yang sesuai head dan radiasi; (3) penerapan MPPT dan kontrol adaptif; (4) model pembiayaan lokal untuk pemeliharaan; dan (5) pelatihan jangka panjang untuk kelompok pengelola. Dengan pendekatan integratif teknis-sosial-ekonomi semacam ini, program PV pompa air dan penerangan berpotensi menjadi solusi yang berkelanjutan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat pedesaan secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Aliyi, M., & Nuru, N. (2020). *Simulation of photovoltaic water pumping system for small scale irrigation and rural electrification by using PVsyst: Case of Madhicho, W/Harerghe, Oromia, Ethiopia.* International Journal of Energy and Power Engineering.

Aliyu, M., Hassan, G., Said, S. A. M., et al. (2018). *A review of solar-powered water pumping systems.* Renewable & Sustainable Energy Reviews, 87, 61–76. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2018.02.010

Almaidan, M., Tenruh, M., Gabrovska-Evstatieva, K., et al. (2024). *Performance analysis of a 5 kW photovoltaic installation for water pumping in rural areas in Yemen.* IEEE EEAE Proceedings. https://doi.org/10.1109/EEAE60309.2024.10600618

Aslan, S. (2023). *Solar photovoltaic water pumping system approach for electricity generation and irrigation: Review.* Diagnostyka.

Bayou, T. (1996). *Application of a photovoltaic system in water pumping.* Zede Journal.

Bhattacharya, T. K. (1994). *Homemade watts for rural India.* IEEE Spectrum. https://doi.org/10.1109/6.328649

Dana, S., & Gah, A. M. (2021). *Solar water pump as a solution for clean water distribution in Nunleu village, Amanatun Selatan District, Timor Tengah Selatan-NTT.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. https://doi.org/10.1088/1755-1315/686/1/012037

Del Pozo Campos, F. (2017). *El bombeo solar fotovoltaico en países en desarrollo hacia una euforia racional.* (Working paper / article).

Flowers, L. (1998). *Lessons learned — NREL Village Power Program.* NREL report.

Fritzsche, A., & Speidel, K. (1983). *Solar- und Windenergie zum Pumpen von Wasser.* Naturwissenschaften. https://doi.org/10.1007/BF01047176

Gopal, C., Mohanraj, M., & Chandramohan, P. (2013). *Renewable energy source water pumping systems — A literature review.* Renewable & Sustainable Energy Reviews, 24, 296. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2013.04.012

Gopisetty, M., & Adlawan, C. (2024). *Solar powered water pumping system for remote areas.* IEEE SUSTECH. https://doi.org/10.1109/SUSTECH60925.2024.10553581

Gumede, T. G., Zau, A. T. P., Malatji, M. J., et al. (2019). *Design of stand-alone solar PV system to pump water to the Mtubatuba Village.* AFRICON Proceedings. https://doi.org/10.1109/AFRICON46755.2019.9133995

Gupta, A. K., & Kumar, M. (2024). *Harnessing solar power for sustainable water pumping: a comprehensive IoT approach.* Book chapter.

Hassan, Q. M. (2023). *Solar powered water pumping system for a rural village.* Ecological Engineering & Environmental Technology. https://doi.org/10.12912/27197050/157094

Indriani, S. N. (2018). *Solar water pumping system for paddy-field irrigation in Dusun Manurungnge, Abbanuangnge Village, Wajo, South Sulawesi, Indonesia.* BICAME Proceedings.

Kabade, A., Rajoriya, A., & Chaubey, U. C. (2013). *Solar pump application in rural water supply - A case study from Ethiopia.*

Kyaing, N. S. Y., & Swe, W. (2011). *Design considerations of PV water pumping and rural electricity system (2011) in Lower Myanmar.* International Journal of Energy and Power Engineering.

Li, P., Bai, X. F., Hou, X. X., et al. (2013). *Solar energy intelligent water pumping system design.* Applied Mechanics and Materials.

Makinde, P., & Obikoya, E. (2024). *Implementation of solar system for electricity generation for rural farmers: A review.* World Journal Of Advanced Research and Reviews. https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.3.1705

Makofske, W. J. (2012). *Renewing with renewables: Direct solar energy use in developing countries.* In Book Chapter.

McNelis, B. (1987). *Photovoltaic water pumping — A 1986 update.* Book chapter (1987).

Meah, K., Fletcher, S., & Ula, S. (2008). *Solar photovoltaic water pumping for remote locations.* Renewable & Sustainable Energy Reviews, 12(2), 472–487. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2006.10.008

Megalingam, R. K., & Gedela, V. V. (2017). *Solar powered automated water pumping system for eco-friendly irrigation.* ICICI Proceedings.

Mwanza, M., Kaoma, M., Bowa, C. K., et al. (2017). *The potential of solar energy for sustainable water resource development and averting national social burden in rural areas of Zambia.* Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN).

Nshimyumuremyi, E. (2015). *Solar water pumping system in isolated area to electricity: The case of Mibirizi Village (Rwanda).* Smart Grid and Renewable Energy.

Osman, M. G., & Lăzăroiu, G. (2025). *Harnessing solar energy for sustainable development in rural communities.* Agriculture. (Note: future date in your list)

Patay, I., & Montvajszki, M. (2015). *Solar PV for water pumping and irrigation.* Progress in Agricultural Engineering Sciences.

Phiri, E., Rowley, P., & Blanchard, R. E. (2015). *The feasibility of solar water-pumping in a rural village of Malawi.* (Conference/journal). (See: Journal of Sustainability Research, 2020 version). https://doi.org/10.20900/jsr20200013

Ratajczak, A. F., & Bifano, W. J. (1979). *Description of photovoltaic village power systems in the United States and Africa.* NASA/DOE Report. https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19790016272/downloads/19790016272.pdf

Raturi, A. K. (2011). *Feasibility study of a solar water pumping system.* Applied Solar Energy.

Saïdou, M., Mohamadou, K., & Gregoire, S. (2013). *Photovoltaic water pumping system in Niger.* In Book Chapter.

Samosir, R., Immanuel, B. D., Pane, M. (2022). *Utilization of solar panels to distribute clean water in Saibi Samukop Village.* (Journal/Conference).

Stone, J. L., Ullal, H. S., & Sastry, E. V. R. (1997). *The Indo–US cooperative photovoltaic project.* PVSC Proceedings. https://doi.org/10.1109/PVSC.1997.654320

Touryan, J. O. V., & Touryan, K. J. (1999). *Renewable energy for sustainable rural village power.* (Report/Proceedings).

Ulinuha, A., & Prabowo, S. N. (2021). *Solar photovoltaic application for contributing power supply of community clean water provider.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1858/1/012055

Yu, S.-j., He, H.-r., Shen, Y.-l., et al. (2000). *A combine of economic and environmental benefits — Photovoltaic water pumping system.* (Chinese Journal). https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-5060.2000.02.002

Zahnd, A., McKay, K. H., Komp, R. (2006). *Renewable energy village power systems for remote and impoverished Himalayan villages in Nepal.*

Zau, A. T. P. (2018). *Design of Photo Voltaic (PV) solar power plant to supply electricity and to pump water to Chele community.* Proceedings of POWERAFRICA. https://doi.org/10.1109/POWERAFRICA.2018.8521177

热孜望, **坎吉**, 陈昆仑, et al. (2000). *Solar PV pumping and lighting combined application system.* (Chinese Journal). https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-3950.2000.06.005