Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475

Pendampingan Modernisasi Penggilingan Padi Berbasis Tenaga Surya di Desa Palumbosari, Karawang, Jawa Barat

Fadly Nendra*[1], Moch Sukardjo[2], Arum Setyowati[3], Sri Wahyuni[4], Aedil Akmal[5], lham Restu Ramadhan[6], Meyta Salsabila[7]

[1,2,3,4,5,6,7]Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia
e-mail: fadlynendra@unj.ac.id[1],msoekardjo@unj.ac.id[2], asetyowati@unj.ac.id[3], sriwahyuni@unj.ac.id[4], aedilakmal@unj.ac.id[5]

Abstrak

Penggilingan padi skala desa masih banyak bergantung pada bahan bakar diesel sehingga biaya operasional dipengaruhi oleh harga dan ketersediaan bahan bakar, disertai emisi serta kebisingan. Program pengabdian ini mengimplementasikan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid 600 Wp untuk memasok mesin penggiling padi 220 V AC di Palumbonsari, Karawang. Sistem terdiri atas MPPT 24 V 40 A, dua baterai VRLA 12 V 100 Ah yang dirangkai seri menjadi 24 V 100 Ah, battery balancer, serta inverter 3000 W dengan daya puncak 6000 W. Implementasi dilakukan melalui sosialisasi, pelatihan teknis dan keselamatan kerja, instalasi, praktik pengoperasian, pendampingan perawatan, dan evaluasi. Sebelas peserta mengikuti pretest dan posttest. Rata-rata skor peserta meningkat secara signifikan dari 80,00 (SD = 9,22) menjadi 95,91 (SD = 4,37), dan median dari 80,00 menjadi 95,00. Uji statistik Wilcoxon signed-rank menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($W = 0{,}0; p = 0{,}0045$), yang diperkuat oleh uji paired t-test ($t(10) = 6{,}35; p = 0{,}000084$). Peningkatan ini membuktikan bahwa pendekatan sosio-teknis terpadu mencakup penguatan hardware, software (pengetahuan prosedural), dan orgware (SOP dan logbook) efektif mendorong kesiapan operasional mitra. Luaran terverifikasi meliputi instalasi sistem, pelatihan, SOP, modul, dan logbook awal. Dampak energi dan ekonomi secara terukur masih memerlukan pemantauan longitudinal lanjutan.

Kata kunci: *Modernisasi Penggilingan Padi, PLTS Off Grid, Rice Miling Unit, Sosialisasi dan Pelatihan, Tenaga Surya*

Abstract

Village-scale rice milling still largely depends on diesel fuel, so operating costs are affected by fuel price and availability, along with emissions and noise. This community service program implemented a 600 Wp off-grid solar power system (PLTS) to supply a 220 V AC rice milling machine in Palumbonsari, Karawang. The system consists of a 24 V 40 A MPPT controller, two 12 V 100 Ah VRLA batteries connected in series to form 24 V 100 Ah, a battery balancer, and a 3000 W inverter with a 6000 W peak capacity. Implementation was carried out through outreach, technical and occupational-safety training, installation, operational practice, maintenance mentoring, and evaluation. Eleven participants completed a pretest and posttest. The mean score increased significantly from 80.00 (SD = 9.22) to 95.91 (SD = 4.37), and the median from 80.00 to 95.00. The Wilcoxon signed-rank test confirmed a statistically significant difference ($W = 0.0; p = 0.0045$), supported by a paired t-test ($t(10) = 6{,}35; p = 0.000084$). These results validate that an integrated socio-technical approach encompassing hardware optimization, software (procedural knowledge), and orgware (SOPs and logbooks) effectively builds local operational readiness. Verified outputs include the installed system, training delivery, an SOP, a training module, and an initial logbook. Energy and economic impacts still require longitudinal measurement.

Keywords: *Milling Modernization, Outreach and Training, PLTS Off Grid, Rice Milling Unit, Solar Energy*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang merupakan salah satu wilayah lumbung padi utama di Provinsi Jawa Barat, dengan luas panen dan produksi padi yang termasuk paling tinggi di antara kabupaten/kota di provinsi tersebut (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2025). Skala produksi tersebut menempatkan unit penggilingan padi atau rice milling unit (RMU) sebagai simpul pascapanen yang menentukan kesinambungan layanan, mutu beras, dan nilai tambah yang diterima petani. Keberlanjutan layanan RMU juga dipengaruhi oleh ketersediaan energi

penggerak mesin dan kesesuaian kapasitas peralatan dengan kebutuhan penggilingan, khususnya ketika volume gabah yang diproses bervariasi.

Hasil survei awal di Desa Palumbonsari menunjukkan bahwa mitra menggunakan mesin diesel 16 PK (sekitar 11,9 kW), dengan kapasitas penggilingan sekitar 250–300 kg gabah/jam. Mesin beroperasi rata-rata 5–6 jam/hari dan dapat mencapai 8 jam/hari saat panen raya. Catatan observasi juga menunjukkan konsumsi solar sekitar 10–12 liter/hari, dengan biaya Rp70.000–Rp90.000/hari atau sekitar Rp1,82–2,34 juta per bulan berdasarkan 26 hari kerja; angka ini belum mencakup biaya perawatan. Salah satu kendala operasional yang teridentifikasi ialah penggunaan mesin diesel berkapasitas besar untuk pekerjaan penggilingan skala kecil. Kondisi awal tersebut menunjukkan kebutuhan akan pilihan penggerak tambahan yang lebih sesuai untuk sebagian kebutuhan mitra.

Salah satu masalah operasional muncul ketika pengelola perlu menyalakan mesin diesel yang relatif besar untuk menerima pesanan penggilingan kecil, termasuk volume kurang dari 50 kg. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan akan unit tambahan yang lebih fleksibel. Akan tetapi, kegiatan ini belum mengukur konsumsi solar spesifik dalam satuan liter per kilogram pada setiap tingkat pembebanan, sehingga tingkat inefisiensi beban parsial belum dapat dikuantifikasi. Kajian mesin penggilingan rumah tangga memperlihatkan berbagai pilihan penggerak listrik untuk layanan kecil (Siregar et al., 2023). Sementara itu, kegiatan pendampingan penggilingan padi lain telah mengembangkan perubahan sistem penggerak dan menilai pengaruhnya terhadap biaya operasional, tetapi hasilnya tidak dapat langsung dipindahkan ke kondisi mitra ini (Handajani et al., 2026; Wigenaputra et al., 2025).

Sebagai tanggapan terhadap kebutuhan tersebut, program menyediakan mesin penggiling padi baru Pro-Quip QMH-350 dengan motor listrik nominal 2 HP (sekitar 1,49 kW daya mekanis), tegangan 220 V AC, dan kapasitas produksi nominal 150–250 kg/jam. PLTS *off-grid* 600 Wp dengan baterai 24 V 100 Ah diterapkan sebagai sumber energi pendukung bagi mesin listrik tersebut. Mesin diesel lama tidak dimodifikasi dan tetap dipertahankan untuk pekerjaan berkapasitas besar atau kondisi operasi yang berada di luar kemampuan sistem pendukung. Dengan demikian, program ini merupakan diversifikasi penggerak untuk kebutuhan tertentu, bukan penggantian total mesin diesel.

Palumbonsari, Kecamatan Karawang Timur, memiliki aktivitas budidaya padi dan layanan pascapanen yang melibatkan pengelola RMU, petani atau kelompok tani, penyuluh pertanian lapangan, dan pemerintah setempat. Survei awal tim menunjukkan bahwa persoalan mitra tidak hanya berkaitan dengan mesin, tetapi juga belum tersedianya sumber energi alternatif, lemahnya praktik pencatatan energi, serta keterbatasan operator dalam memahami sistem kelistrikan PLTS, urutan pengoperasian, keselamatan, dan perawatan. Dalam perspektif teori sosio-teknis (*Dobrov's framework*), keberhasilan adopsi energi terbarukan di tingkat tapak memerlukan penyelarasan harmonis antara *hardware* (perangkat keras PLTS), *software* (pengetahuan dan keterampilan operator), serta *orgware* (kelembagaan, SOP, dan tata kelola perawatan) (Zurhalki et al., 2026). Tanpa penguatan *software* dan *orgware*, alih teknologi terbarukan rentan mengalami kegagalan pasca-program (Dalman et al., 2024). Oleh karena itu, kegiatan dirancang tidak hanya untuk menyediakan perangkat PLTS, tetapi juga untuk melaksanakan pelatihan dan menyiapkan pedoman operasi serta perawatan yang dapat digunakan oleh mitra.

Sistem PV mandiri (*off grid*) berbasis baterai dan *inverter* terbukti efektif menyediakan daya terandalkan tanpa ketergantungan pada jaringan PLN maupun diesel (Aini et al., 2021; Nramat et al., 2026). Meskipun demikian, transisi energi pada tingkat desa tidak hanya berupa penggantian perangkat; literasi energi, kompetensi operator, dan tata kelola perawatan merupakan faktor penting bagi keberlanjutan manfaat teknologi (Handajani et al., 2026). Meskipun studi adopsi PLTS pada irigasi dan pengeringan padi telah banyak dipublikasikan, terdapat *evidence gap* mengenai studi terpadu yang mengevaluasi instalasi PLTS pada mesin penggilingan padi yang dikombinasikan dengan pelatihan prosedural terstruktur dan tata kelola *logbook* di satu lokasi mitra.

Kinerja sistem fotovoltaik pada sektor pertanian perlu dinilai secara terpadu, mencakup kesesuaian desain dengan beban, keandalan suplai, dan kemudahan operasional (Laksono et al., 2025). Pada rantai pascapanen padi, keandalan suplai energi turut memengaruhi kelancaran

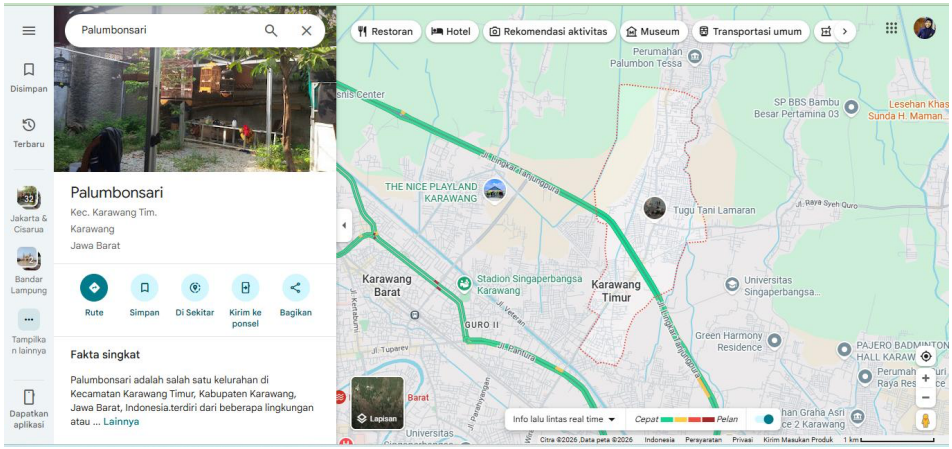
Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475

proses penggilingan dan kualitas layanan yang diterima mitra (Wigenaputra et al., 2025). Atas dasar tersebut, implementasi PLTS pada RMU memerlukan pendekatan sosio-teknis yang menggabungkan kecukupan desain, kemampuan operator, tata kelola perawatan, dan pencatatan kinerja. Berdasarkan kondisi tersebut, program ini bertujuan untuk: (1) mengimplementasikan sistem PLTS *off-grid* 600 Wp dengan keluaran 220 V AC untuk mendukung pengoperasian mesin penggiling padi; (2) meningkatkan pengetahuan dan kesiapan prosedural operator melalui pelatihan dan pendampingan; serta (3) membangun tata kelola operasi melalui SOP, modul, dan *logbook* pemantauan. Artikel ini melaporkan luaran implementasi yang dapat diverifikasi dan evaluasi formatif *pretest–posttest*.

2. METODE

2.1. Lokasi, Waktu, dan Khalayak Sasaran

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di unit usaha penggilingan padi mitra di Desa Palumbonsari, Kecamatan Karawang Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Lokasi mitra berjarak sekitar 69 km dari Universitas Negeri Jakarta dengan estimasi waktu tempuh 1 jam 11 menit menggunakan kendaraan roda empat. Peta lokasi mitra disajikan pada Gambar 1. Survei teknis, identifikasi kebutuhan mitra, dan perancangan sistem dilaksanakan pada Mei–Juni 2026. Instalasi perangkat PLTS, pengujian fungsi dan pembebanan awal (*commissioning*), pelatihan teknis, evaluasi *pretest–posttest*, serta serah terima mesin penggiling padi baru dilaksanakan pada 18–19 Juli 2026, dilanjutkan dengan pendampingan operasional selama dua minggu setelah kegiatan inti. Kegiatan melibatkan 11 peserta yang terdiri atas pengelola RMU, operator penggilingan, dan teknisi pembantu. Seluruh anggota kelompok sasaran yang terlibat aktif dalam operasional penggilingan diikutsertakan menggunakan teknik *total sampling*.



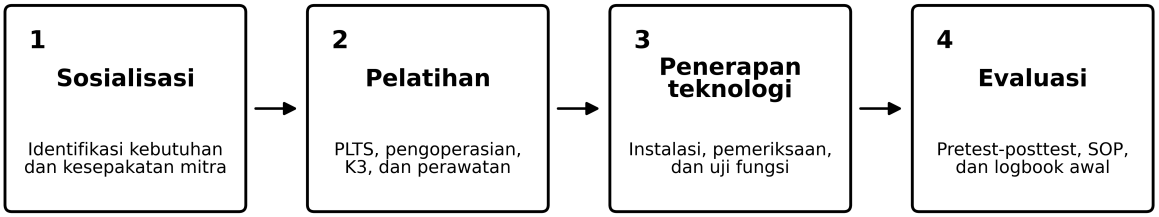
Gambar 1. Peta lokasi Desa Palumbonsari, Kecamatan Karawang Timur, Kabupaten Karawang. Sumber: dokumentasi penulis (2026)

Keterlibatan mitra dilakukan pada empat titik keputusan. Pertama, operator menyampaikan pola penggunaan RMU, kendala sumber energi, dan lokasi yang memungkinkan untuk pemasangan. Kedua, mitra ikut memeriksa jalur kabel, polaritas, perangkat proteksi, serta urutan penyalaan dan penghentian sistem. Ketiga, operator melakukan praktik terbimbing saat demonstrasi beban dan mendiskusikan tindakan ketika sistem tidak menghasilkan keluaran. Keempat, tim menyerahkan SOP, modul, checklist inspeksi, dan logbook awal untuk dipakai setelah pendampingan. Dokumentasi kegiatan belum mencakup audit kepatuhan SOP atau kunjungan tindak lanjut jangka panjang; karena itu, partisipasi dilaporkan sebagai proses pendampingan dan serah terima pengetahuan, bukan sebagai bukti adopsi permanen oleh seluruh operator.

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475

2.2. Tahapan Pelakasanaan Pengabdian

Metode pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan terdiri atas empat tahapan, yaitu sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, dan evaluasi, sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Kegiatan pendampingan dilakukan selama proses penerapan teknologi dan dilanjutkan setelah pelatihan untuk mendukung pemahaman operator terhadap prosedur pengoperasian serta perawatan sistem.



Gambar 2. Tahapan metode pelaksanaan pengabdian modernisasi penggilingan padi berbasis tenaga surya

Tahap sosialisasi dan survei teknis pada Mei–Juni 2026 dilakukan untuk memastikan kebutuhan dan kesiapan mitra serta mengumpulkan data awal sebagai dasar penerapan teknologi penggilingan padi berbasis tenaga surya. Identifikasi kondisi awal mencakup penggunaan mesin diesel 16 PK, jam operasi, kapasitas penggilingan, konsumsi solar, biaya energi, serta kebutuhan layanan penggilingan skala kecil. Informasi tersebut digunakan untuk menentukan fungsi PLTS sebagai sumber energi pendukung, bukan pengganti seluruh kebutuhan energi mesin diesel**.** Tim berkoordinasi dengan pengelola RMU, operator, kelompok tani, dan aparat Desa Palumbonsari untuk menyepakati ruang lingkup program, lokasi pemasangan perangkat PLTS, jadwal kerja, pembagian peran, serta risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) (Zurhalki et al., 2026)**.**

Tahap pelatihan dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan teknis dan pemahaman prosedural mitra mengenai pengoperasian serta perawatan sistem PLTS. Materi pelatihan teknis PLTS mencakup prinsip kerja panel surya, fungsi MPPT, baterai VRLA dan *battery balancer*, *inverter*, alur arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC), titik proteksi, prosedur kerja aman, pengamanan kabel, dan penanganan risiko kebakaran listrik. Ketercapaian pelatihan diukur secara kuantitatif melalui instrumen *pretest* dan *posttest* yang diberikan kepada 11 peserta (pengelola RMU, operator, dan teknisi pembantu) (Dalman et al., 2024). Evaluasi menggunakan desain satu kelompok dengan pengukuran sebelum dan sesudah pelatihan untuk menilai perubahan pengetahuan peserta. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif (rata-rata, standar deviasi, dan median) serta uji Shapiro–Wilk terhadap selisih skor untuk memeriksa asumsi normalitas. *Paired t-test* digunakan sebagai uji utama untuk membandingkan rerata skor berpasangan, sedangkan uji nonparametrik *Wilcoxon signed-rank* digunakan sebagai analisis sensitivitas. Evaluasi ini mengukur perubahan pengetahuan peserta, bukan keterampilan pengoperasian mandiri yang dinilai melalui uji praktik secara langsung.

Tahap penerapan teknologi dilaksanakan berdasarkan hasil analisis kebutuhan mitra agar solusi sesuai dengan karakteristik beban dan kebutuhan penggilingan skala kecil. Sistem PLTS *off-grid* berkapasitas 600 Wp dirancang sebagai sumber energi pendukung bagi mesin penggiling padi baru Pro-Quip QMH-350 yang menggunakan motor listrik satu fasa berdaya nominal 2 HP (±1,49 kW daya mekanis), tegangan 220 V AC, dan kapasitas produksi nominal 150–250 kg/jam. Kapasitas produksi tersebut merupakan spesifikasi perangkat, bukan hasil pengukuran lapangan. Mesin diesel 16 PK tetap dipertahankan untuk penggilingan berkapasitas besar tanpa dilakukan modifikasi terhadap mesin lama**.** Sistem PLTS terdiri atas panel surya, MPPT 24 V 40 A, dua baterai VRLA 12 V 100 Ah yang dirangkai seri menjadi 24 V 100 Ah, *battery balancer*, box proteksi/combiner, serta *inverter* 3000 W dengan daya puncak 6000 W. Penggunaan MPPT dan baterai ditujukan untuk mengatur pengisian serta menyediakan penyimpanan energi pada konfigurasi PLTS *off-grid* (Chiloane et al., 2023). Penggunaan *inverter* berkapasitas *surge power* hingga 6000 W disiapkan khusus untuk mengakomodasi lonjakan arus awal (*inrush current*)

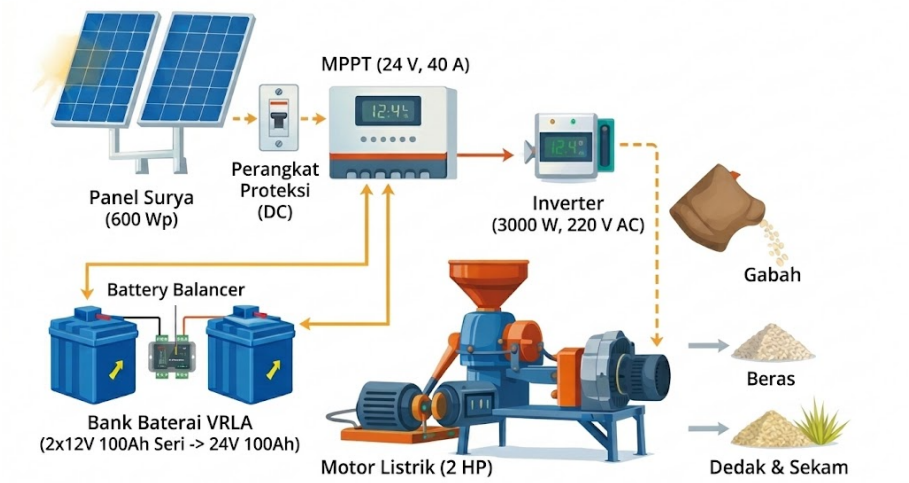
Penggunaan *inverter* berkapasitas *surge power* hingga 6000 W ditujukan untuk mengantisipasi lonjakan arus awal (*inrush current*) saat motor listrik mesin penggiling padi mulai dinyalakan (Altouni et al., 2022). Pengujian fungsi mencakup pengukuran arus hubung singkat array PV, verifikasi tegangan distribusi, dan uji pembebanan resistif sebelum dihubungkan ke motor penggiling.

Tahap evaluasi dilakukan setelah sistem beroperasi untuk memastikan pemanfaatan optimal. Tim melakukan pendampingan operasional secara periodik untuk mendukung penerapan SOP serta memperkenalkan praktik perawatan ringan seperti pembersihan panel dan inspeksi koneksi. Evaluasi ketercapaian program dilakukan dengan membandingkan skor pengetahuan peserta sebelum dan sesudah pelatihan melalui data *pretest–posttest*, serta dengan menilai kelengkapan luaran administratif berupa SOP operasi-perawatan, modul pelatihan, dan *logbook* pemantauan awal. Penilaian ini difokuskan pada perubahan pengetahuan dan ketersediaan luaran pendampingan. Keterampilan pengoperasian mandiri, penghematan konsumsi solar, penurunan biaya energi, serta dampak lingkungan belum dievaluasi menggunakan pengukuran khusus sehingga tidak dinyatakan sebagai hasil terukur program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem PLTS

Sistem PLTS *off-grid* berkapasitas 600 Wp telah dipasang sebagai sumber energi pendukung bagi mesin penggiling padi baru Pro-Quip QMH-350 berpenggerak motor listrik 2 HP (daya mekanis nominal ±1,49 kW), 220 V AC, di Desa Palumbonsari. Mesin diesel 16 PK tetap dipertahankan untuk kebutuhan penggilingan berkapasitas besar. Komponen utama sistem terdiri atas panel surya, MPPT 24 V 40 A, dua baterai VRLA 12 V 100 Ah yang dirangkai seri menjadi 24 V 100 Ah, *battery balancer*, box proteksi/combiner, serta *inverter* 3000 W dengan daya puncak 6000 W. Skema kerja sistem pada Gambar 3 meliputi: energi matahari dikonversi oleh panel surya menjadi listrik arus searah (DC) yang pengisian energinya ke baterai diatur oleh MPPT, kemudian energi listrik dari baterai dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) oleh *inverter* sebelum didistribusikan melalui panel proteksi menuju mesin penggiling padi. Kapasitas nominal baterai sebesar 2,4 kWh tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan karena bergantung pada batas pengosongan dan kehilangan konversi. Oleh karena itu, kemampuan sistem memasok motor 2 HP secara berkelanjutan perlu ditentukan melalui pengujian beban aktual.



Gambar 3. Skema kerja sistem PLTS pendukung mesin penggiling padi

Penerapan sistem PLTS sebagai sumber energi penggilingan memiliki kesamaan konseptual dengan studi Omupo Solar Rice Mill yang membahas pemanfaatan tenaga surya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Aliyu & Kanya, 2024). Meskipun demikian,

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475

perbedaan kapasitas pembangkit dan karakteristik beban membatasi penerapan langsung hasil studi tersebut pada sistem mitra. Penggunaan *battery balancer* dalam kegiatan ini ditujukan untuk membantu menjaga keseimbangan kondisi kedua baterai yang dirangkai seri. Kajian penyimpanan energi pada aplikasi fotovoltaik lainnya memberikan konteks mengenai pentingnya pengelolaan energi, tetapi tidak dapat digunakan sebagai bukti perpanjangan umur baterai pada sistem penggilingan mitra tanpa pengujian tersendiri (Chiloane et al., 2023).

Instalasi dilakukan di lokasi penggilingan mitra Desa Palumbonsari, Kabupaten Karawang, dengan mempertimbangkan penempatan panel surya portabel, paparan sinar matahari, jalur kabel, pengamanan sambungan, serta *grounding* sistem. Setelah pemasangan, tim melakukan uji fungsi berupa pengujian tegangan, pengujian sistem proteksi (MCB), dan uji suplai daya ke beban mesin penggiling padi. Namun, nilai pengukuran tegangan, arus, daya saat motor mulai berputar, serta daya selama pengoperasian stabil belum tercantum secara kuantitatif dalam dokumentasi hasil yang tersedia. Dokumentasi proses pemasangan panel serta integrasi perangkat proteksi, baterai, inverter, dan mesin penggiling disajikan pada Gambar 4.



(a) (b)

Gambar 4. Proses perakitan sistem: (a) pemasangan panel surya portabel; (b) integrasi PLTS dan mesin penggiling padi.

Tahap penerapan teknologi di lapangan dilaksanakan secara partisipatif melalui perakitan dan instalasi langsung sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) bersama mitra pengelola penggilingan padi. Gambar 4(a) memperlihatkan proses pengangkatan dan penyesuaian posisi modul panel surya pada struktur rangka portabel berroda yang dirancang khusus untuk memfasilitasi mobilitas serta fleksibilitas lokasi pengisian energi. Sementara itu, Gambar 4(b) menampilkan penataan area kerja integrasi sistem, mencakup perakitan mekanis mesin penggiling padi, penyiapan komponen inverter dan baterai, serta pengecekan jalur pengabelan sebelum dilakukan uji pembebanan. Pendekatan instalasi secara langsung ini memberikan kesempatan bagi operator lokal untuk mengenali tata letak fisik dan konfigurasi kelistrikan sistem melalui keterlibatan dalam proses pemasangan. Kegiatan tersebut merupakan bagian dari pendampingan teknis, tetapi belum menjadi bukti bahwa operator telah memiliki keterampilan pengoperasian dan perawatan secara mandiri.

Berdasarkan hasil implementasi yang terdokumentasi, luaran teknis utama kegiatan adalah terpasangnya sistem PLTS dan tersedianya mesin penggiling padi listrik tambahan. Namun, data kuantitatif mengenai daya awal motor, daya operasi stabil, durasi penggilingan, dan jumlah gabah yang diproses masih diperlukan untuk menentukan batas kemampuan sistem. Dengan demikian, hasil instalasi dan pengujian fungsi awal belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa PLTS 600 Wp mampu mendukung pengoperasian motor 2 HP secara terus-menerus atau mencapai kapasitas penggilingan nominal 150–250 kg/jam**.**

3.2. Hasil Pelatihan dan Evaluasi Formatif

Evaluasi ketercapaian pelatihan teknis dan keselamatan kerja diukur secara kuantitatif melalui instrumen *pretest* dan *posttest* yang diikuti oleh 11 peserta (pengelola RMU, operator

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475

mesin penggiling, dan teknisi pembantu). Statistik deskriptif skor disajikan pada Tabel 1, hasil uji normalitas skor selisih pada Tabel 2, dan hasil uji t berpasangan pada Tabel 3. Perubahan skor individu dan distribusi skor sebelum serta sesudah pelatihan diilustrasikan pada Gambar 4(a) dan Gambar 4(b). Evaluasi ini menggunakan pengukuran berpasangan pada kelompok peserta yang sama dan difokuskan pada perubahan pengetahuan, bukan keterampilan praktik pengoperasian alat.

Tabel 1. Hasil *Pretest* dan *Posttest* Peserta Pelatihan (n = 11)

Parameter	*Pretest*	*Posttest*
Jumlah peserta (n)	11	11
Rata-rata (*mean*)	80,00	95,91
Simpangan baku (SD)	9,22	4,37
Median	80,00	95,00

Tabel 2. Uji Normalitas

Test of Normality (Shapiro-Wilk)				
			W	**P**
Pretest	-	Postest	0.912	0.256

Note. Significant results suggest a deviation from normality.

Tabel 3. Uji Paired t test

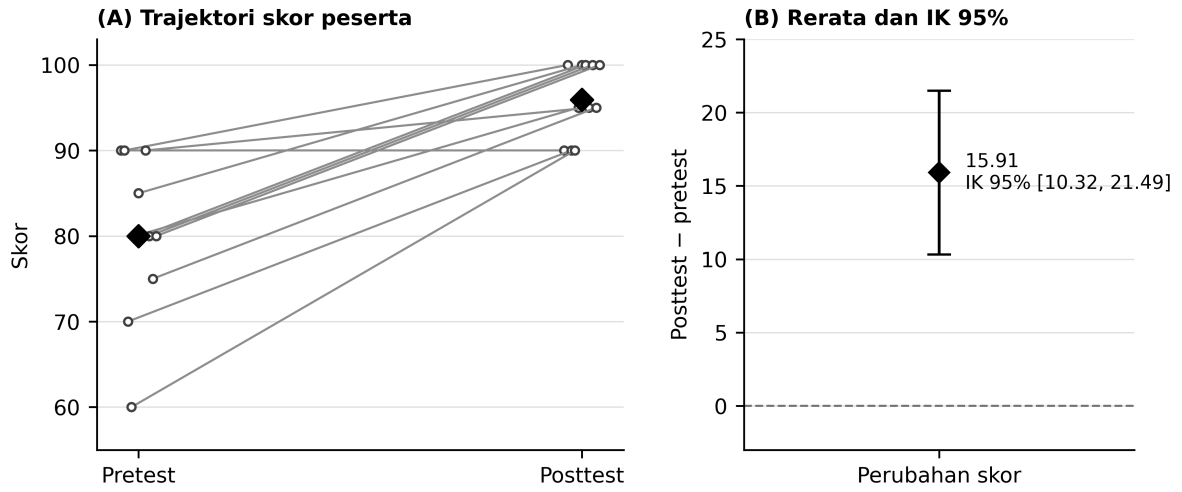
Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Posttest	-15.909	8.312	2.506	-21.493	-10.325	-6.348	10	.0001

Tabel 1 menyajikan statistik deskriptif pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan ($n = 11$). Terdapat peningkatan rata-rata skor sebesar 15,91 poin, dari 80,00 ($SD = 9{,}22$) pada *pretest* menjadi 95,91 ($SD = 4{,}37$) pada *posttest*, seiring dengan kenaikan median dari 80,00 menjadi 95,00. Penurunan nilai simpangan baku secara nyata mengindikasikan bahwa variansi skor peserta menjadi lebih homogen pascapelatihan. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, prasyarat normalitas diuji menggunakan *Shapiro-Wilk* (Tabel 2). Hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi $p = 0{,}256$ ($p > 0{,}05$), yang berarti data terdistribusi secara normal, sehingga penggunaan statistik parametrik *paired sample t-test* memenuhi syarat untuk dilanjutkan.

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor *pretest* dan *posttest*, $t(10) = -6{,}348$, $p < 0{,}001$. Rata-rata selisih skor (*mean difference*) sebesar -15,909 mempertegas terjadinya peningkatan capaian secara nyata. Signifikansi ini didukung oleh rentang interval kepercayaan 95% yang berada pada -21,493 hingga -10,325. Karena interval tersebut tidak memuat angka nol, hipotesis nol (H_0) ditolak. Selain itu, perhitungan ukuran efek (*Cohen's d* = 1,91) menunjukkan bahwa peningkatan skor yang terjadi berada pada kategori efek yang besar (*large effect size*). Berdasarkan temuan empiris tersebut, dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diimplementasikan terbukti memberikan pengaruh yang positif dan signifikan terhadap peningkatan skor responden."

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475



(a) (b)

Gambar 4. Evaluasi pengetahuan operator sebelum dan sesudah pelatihan: (a) trajektori skor individu dan rerata; (b) distribusi *boxplot* dan sebaran data individu.

Gambar 4(a) memperlihatkan lintasan perubahan skor individu (*individual trajectories*) seluruh peserta beserta pergeseran rerata kelompok. Sebanyak 10 peserta menunjukkan peningkatan skor, sedangkan satu peserta mempertahankan skor yang sama antara pretest dan posttest. Skor rata-rata peserta meningkat secara signifikan dari 80,00 (SD = 9,22) pada *pretest* menjadi 95,91 (SD = 4,37) pada *posttest*, dengan kenaikan rerata sebesar 15,91 poin. Pengujian hipotesis parametrik menggunakan *paired t-test* menunjukkan perbedaan skor yang signifikan ($t(10) = 6{,}348$; $p = 0{,}000084$). Gambar 4(b) memperlihatkan kenaikan nilai median dari 80,00 menjadi 95,00 dan sebaran skor posttest yang lebih terkonsentrasi pada nilai tinggi. Sebanyak lima dari sebelas peserta mencapai skor 100 setelah pelatihan. Hasil uji nonparametrik Wilcoxon *signed-rank* ($W = 0$; $p = 0{,}002$, eksak dua sisi) mendukung arah peningkatan skor yang sama. Temuan tersebut menggambarkan peningkatan pengetahuan peserta mengenai materi pelatihan PLTS dan keselamatan kerja, tetapi belum dapat digunakan untuk menyimpulkan peningkatan keterampilan praktik atau kemampuan pengoperasian mandiri tanpa penilaian langsung.

Hasil pelatihan ini mencerminkan indikasi penguatan dimensi *software*, khususnya pengetahuan teknis peserta, dalam pilar sosio-teknis (Zurhalki et al., 2026). Peningkatan skor kognitif tersebut relevan dengan pentingnya pelatihan keselamatan dan pengenalan komponen dalam pengembangan kapasitas sumber daya manusia di bidang energi terbarukan (Hafez et al., 2023). Peningkatan literasi energi merupakan salah satu prasyarat penting untuk mendukung penerapan teknologi pada masyarakat, sebagaimana dibahas dalam kajian adopsi teknologi pertanian dan pengelolaan energi perdesaan. Namun, penguasaan keterampilan pengoperasian, kepatuhan terhadap prosedur K3, dan kemampuan mendeteksi gangguan listrik belum dievaluasi secara terpisah. Oleh karena itu, perubahan skor yang diperoleh lebih tepat ditafsirkan sebagai peningkatan pengetahuan jangka pendek setelah pelatihan.

3.3. Keberlanjutan dan Peluang Pengembangan

Keberlanjutan pemanfaatan sistem PLTS didukung oleh penyerahan dokumen SOP operasional dan perawatan, *checklist* inspeksi, serta panduan *troubleshooting* sederhana kepada mitra, sebagai acuan bagi operator dalam melakukan perawatan ringan seperti pembersihan panel dan inspeksi koneksi. Dokumen tersebut menjadi luaran awal penguatan tata kelola, tetapi efektivitas penerapannya dan kemampuan operator melakukan perawatan secara mandiri masih memerlukan evaluasi lanjutan. Meskipun demikian, penghematan biaya operasional secara eksplisit masih memerlukan data pemantauan jangka panjang (*longitudinal*). Pengukuran kWh harian yang dihasilkan sistem, pola pemakaian, dan estimasi penghematan biaya energi direkomendasikan sebagai agenda pemantauan lanjutan. Kajian ekonomi pemanfaatan energi surya pada berbagai aplikasi pertanian dan penggunaan energi lainnya menunjukkan pentingnya

evaluasi biaya berdasarkan karakteristik teknologi serta profil beban masing-masing sistem. Oleh karena itu, hasil studi tersebut tidak dapat langsung digunakan untuk menyimpulkan periode pengembalian investasi PLTS penggilingan padi mitra(Chaudhary et al., 2026; Opoku et al., 2025; Zurhalki et al., 2026).

Pemantauan operasional secara berkala juga diperlukan untuk menilai hubungan antara pemanfaatan PLTS dan perubahan konsumsi bahan bakar diesel, sebagaimana menjadi perhatian dalam evaluasi sistem energi surya perdesaan. Pada unit mitra, evaluasi lanjutan sebaiknya mencatat energi listrik yang dihasilkan dan digunakan (kWh), durasi penggilingan menggunakan mesin listrik, jumlah gabah yang diproses, serta konsumsi solar mesin diesel pada periode pembanding yang setara. Data tersebut diperlukan sebelum menghitung penghematan energi, biaya operasional, atau kelayakan ekonomi secara lebih andal.

Dari sisi keunggulan, sistem PLTS *off-grid* yang diterapkan memberikan sumber energi alternatif yang tidak bergantung secara langsung pada ketersediaan dan harga solar untuk mendukung pengoperasian mesin listrik tambahan pada kondisi beban yang sesuai. Pemanfaatan sistem ini berpotensi mengurangi frekuensi penggunaan mesin diesel untuk kebutuhan penggilingan skala kecil. Namun, pengurangan konsumsi solar, emisi, kebisingan, dan panas belum diukur secara khusus sehingga tidak dapat dinyatakan sebagai dampak yang telah terbukti. Kajian pemanfaatan energi surya pada irigasi pertanian dan pengolahan hasil samping padi memberikan konteks mengenai potensi manfaat lingkungan, tetapi hasilnya tidak dapat langsung digeneralisasikan pada penggilingan padi mitra (Chaudhary et al., 2026; Raj et al., 2026).

Dari sisi kelemahan, kapasitas panel surya 600 Wp lebih kecil daripada daya mekanis nominal motor penggiling 2 HP (±1,49 kW). Oleh karena itu, pengoperasian mesin memerlukan dukungan energi dari baterai, sementara kecukupan daya listrik dan durasi penggilingan harus dipastikan melalui pengukuran aktual. Mesin diesel tetap dipertahankan sebagai unit penggilingan utama untuk kapasitas besar, bukan sebagai sumber cadangan listrik yang secara langsung terhubung dengan PLTS. Pertimbangan keseimbangan kapasitas pembangkit, penyimpanan energi, karakteristik beban, dan kontinuitas layanan juga relevan dalam pengembangan sistem fotovoltaik mandiri untuk aplikasi pertanian maupun *microgrid* perdesaan (Sharafeldin et al., 2025). Keterbatasan yang belum terkuantifikasi adalah durasi operasi motor pada kondisi baterai dan penyinaran yang berbeda.

Peluang pengembangan ke depan meliputi penambahan kapasitas panel surya secara bertahap setelah dilakukan evaluasi profil beban dan kebutuhan energi aktual (Norasing & Abe, 2025), penguatan sistem pemantauan energi berbasis data menggunakan integrasi Internet of Things (IoT) berbasis mikrokontroler untuk memantau tegangan, arus, daya, energi listrik, dan kondisi baterai secara *real-time* (Deleña et al., 2026; Praveen & M., 2025; Singgeta et al., 2025), serta replikasi model pendampingan ini pada unit penggilingan padi lain di wilayah sekitar Desa Palumbonsari. Pengembangan tersebut perlu didahului evaluasi teknis dan ekonomi pada unit mitra agar rekomendasi peningkatan kapasitas maupun replikasi didasarkan pada bukti kinerja operasional yang memadai.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian ini telah mengimplementasikan sistem PLTS *off-grid* 600 Wp sebagai sumber energi pendukung bagi mesin penggiling padi baru Pro-Quip QMH-350 berpenggerak motor listrik 2 HP (220 V AC) pada mitra RMU di Desa Palumbonsari, Karawang, melalui tahapan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, dan evaluasi. Mesin diesel 16 PK tetap dipertahankan untuk kebutuhan penggilingan berkapasitas besar. Luaran yang terverifikasi meliputi instalasi sistem beserta komponen proteksinya, pelaksanaan pelatihan teknis dan keselamatan kerja bagi 11 peserta, penyusunan SOP operasi-perawatan, modul pelatihan, serta *logbook* pemantauan awal. Evaluasi formatif menunjukkan peningkatan rata-rata skor peserta secara signifikan dari 80,00 menjadi 95,91, dengan nilai median meningkat dari 80,00 menjadi 95,00. Uji statistik Wilcoxon signed-rank ($W = 0$; $p = 0{,}002$, eksak dua sisi) dan *paired t-test* ($t(10) = 6{,}348$; $p < 0{,}001$) menunjukkan peningkatan skor pengetahuan peserta setelah pelatihan, tetapi belum

membuktikan peningkatan keterampilan pengoperasian secara mandiri. Kelebihan program ini terletak pada tersedianya sumber energi alternatif untuk mendukung kebutuhan penggilingan skala kecil, dengan potensi mengurangi penggunaan mesin diesel pada beban tertentu. Namun, penghematan solar, penurunan emisi, serta perbaikan keselamatan dan kenyamanan kerja belum dievaluasi secara khusus. Kekurangannya terletak pada belum tersedianya data pengujian beban yang lengkap untuk memastikan kemampuan suplai dan durasi pengoperasian motor 2 HP menggunakan PLTS 600 Wp dan baterai 24 V 100 Ah sehingga memerlukan pemantauan energi jangka panjang. Pengembangan lanjutan yang disarankan meliputi pengukuran kinerja sistem dan evaluasi kebutuhan energi sebagai dasar penambahan kapasitas PLTS secara bertahap, penguatan sistem pemantauan berbasis IoT, serta replikasi model pendampingan pada unit penggilingan padi lain di wilayah sekitar setelah diperoleh bukti manfaat operasional yang memadai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Jakarta atas dukungan pendanaan pengabdian kepada masyarakat melalui skema wilayah binaan unggulan universitas berdasarkan Nomor Kontrak 105/PPM-WBU/LPPM/III/2026, serta kepada Kelurahan Desa Palumbosari, pengelola dan operator penggilingan padi di Desa Palumbonsari, Kecamatan Karawang Timur, atas kerja sama dan partisipasi aktif selama kegiatan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, Z., Kunaifi, Wenda, A., Ismaredah, E., & Anjarjati, W. (2021). Solar Irrigation System in Indonesia: Practical Assessment and Evaluation for Converting Fossil Fuels with Solar Energy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *927*(1), 012022. https://doi.org/10.1088/1755-1315/927/1/012022

Aliyu, A., & Kanya, R. A. (2024). Reducing Carbon Footprint in Rural Communities: A Case Study of Omupo Solar Rice Mill. *IEEE PES/IAS PowerAfrica,* 1–6. https://doi.org/10.1109/PowerAfrica61624.2024.10759521

Altouni, A., Gorjian, S., & Banakar, A. (2022). Development and performance evaluation of a photovoltaic-powered induction cooker (PV-IC): An approach for promoting clean production in rural areas. *Cleaner Engineering and Technology*, *6*, 100373. https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100373

Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. (2025). *Luas panen dan produksi padi di Provinsi Jawa Barat 2024 (Hasil kegiatan pendataan statistik pertanian tanaman pangan terintegrasi dengan metode kerangka sampel area)* (32000.25043, Vol. 4). BPS Provinsi Jawa Barat. https://jabar.bps.go.id/id/publication/2025/09/16/0118f49939684b25a3b5f022/luas-panen-dan-produksi-padi-di-provinsi-jawa-barat-2024.html

Chaudhary, V. P., Singh, V. K., Rai, P., Gupta, A., & Sawant, C. P. (2026). Solar photovoltaic irrigation systems improve water-energy-economy-environment nexus in rice-based cropping systems of Udham Singh Nagar and Haridwar districts of Uttarakhand, India. *Results in Engineering*, *31*, 111642. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2026.111642

Chiloane, L. L., Aswat, M., Yen, Y.-C. J., & Cronje, W. A. (2023). A PV-Supplied Cooking Solution using a Hybrid Electric-Thermal Energy Storage System. *2023 31st Southern African Universities Power Engineering Conference (SAUPEC)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/SAUPEC57889.2023.10057833

Dalman, A. M., Jimena, D. M. L., Soliman, C. M., & Bocobo, A. E. (2024). Impact Assessment of the Government-installed Solar-Powered Irrigation Systems in Agusan del Sur. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *107*(4), 512–520.

Deleña, R. D., Pantaleon, J. M. M., Balleras, G. D., Amor D. Domo, L. M., & Endonela, L. E. (2026). An IoT-powered smart system for real-time climate and edaphic data collection and visualization in rice farming. *Procedia Computer Science, The Eighth Information Systems International Conference*, *284*, 899–909. https://doi.org/10.1016/j.procs.2026.07.076

Hafez, H., El-Baz, M. M., Elbasaty, A., & Awad, H. (2023). A Training Program to Develop Concepts and Skills Related to Occupational Health and Safety Issues for Workers in Photovoltaic Power Plants. *Port Said Journal of Educational Research*. https://doi.org/10.21608/psjer.2023.186840.1015

Handajani, M., Nugroho, A. K., & Setiawan, M. I. (2026). Implementasi Teknologi Penggilingan Padi Portabel Berbasis IoT untuk Meningkatkan Efisiensi Pasca Panen di Desa Tamangede. *Archive: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *5*(2), 340–354. https://doi.org/10.55506/arch.v5i2.265

Laksono, D. T., Pratama, L. A. C. P., Ubaidillah, A., Fahmi, M. F., & Laksono, D. T. (2025). Simulasi dan Perancangan PLTS Offgrid 3 kW Menggunakan Software PVsyst. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, *9*(2), 581–588. https://doi.org/10.36277/jteuniba.v9i2.1264

Norasing, A., & Abe, N. (2025). Scenario Analysis of Electricity Demand Growth with Rural Electrification for the Evaluation of the Reliability and Sustainability of an off-Grid Microgrid System: A Case Study in Lao PDR. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, *20*(12), 2073–2089. https://doi.org/10.1002/tee.70047

Nramat, W., Songkroh, E., Boonma, P., Traiphat, W., Martwong, E., Thararattanasuwan, K., & Thiabgoh, O. (2026). Implementation of a Wireless Sensor Network for Agro-Environmental Monitoring and Growing Degree Day-Based Rice Growth Assessment. *Eng*, *7*(2), 82. https://doi.org/10.3390/eng7020082

Opoku, R., Odoi-Yorke, F., Adjei, E. A., Sekyere, C. K. K., Davis, F., Obeng, G. Y., Commeh, M. K., Forson, F. K., & Kwofie, S. (2025). Experimental analysis of an institutional solar PV-powered steam cooker with sand-based thermal energy storage. *Solar Energy*, *270*, 112390. https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.112390

Praveen, K., & M., V. K. D. (2025). An IoT-Enabled Solar-Powered Multi-Crop Thresher with Real-Time Efficiency Monitoring: Design and Development. *2025 5th International Conference on Evolutionary Computing and Mobile Sustainable Networks (ICECMSN)*, 1501–1506. https://doi.org/10.1109/ICECMSN68058.2025.11383069

Raj, R. S., Jain, S., Sharma, A. K., & Patel, A. (2026). Biochar Production from Rice Husk: A Comparative Life Cycle Assessment of Grid, Biomass, and Solar-Powered Pyrolysis. *Energies*, *19*(5), 1344. https://doi.org/10.3390/en19051344

Sharafeldin, Y., Bakeer, G. A., Omran, M., El-Ghetany, H., & Abdelraouf, R. E. (2025). Field evaluation and PVsyst modelling of a mobile photovoltaic water-pumping system for smallholder irrigation in Egypt. *Egyptian Journal of Soil Science*, *65*(1), 12–25. https://doi.org/10.21608/ejss.2024.10500

Singgeta, R. L., Rompis, L., & Honandar, I. R. (2025). Design and Implementation of an IoT-Based AWD Irrigation Monitoring Prototype for a Rice Field in Minahasa, Indonesia. *ITEGAM-JETIA*, *11*(56), 351–359. https://doi.org/10.5935/jetia.v11i56.2886

Siregar, M. I. H. M., Bukhari, Abdilah, T., Irawan, T., Pane, A. H., & Saktisahdan, T. J. (2023). Rancang Bangun Mesin Penggilingan Padi Rumahan dengan Penggerak Dinamo Pompa Air. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, *8*(1), 155–164. https://doi.org/10.33379/gtech.v8i1.3563

Wigenaputra, D. H., Rahmi, M., Komara, A. I., Ramdan, A., Pratiwi, W. P., Permana, S., & Yusuf, M. H. (2025). *Peningkatan Produktivitas Petani dengan Optimalisasi Sumber Tenaga Mesin Penggiling dan Penghancur Kulit Padi di Desa Lebak Muncang*. *6*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.53696/27214834.1208

Zurhalki, M., Hassan, N., Prasetiadi, A., Wang, X., Saha, J., & Wahyono, N. D. (2026). Design and Techno-Economic Evaluation of a Solar Photovoltaic Groundwater Pumping System for

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6543-6554
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3475

Irrigation and Rural Water Supply in Punjab, India. *Energy for Sustainable Development*, *85*, 101650. https://doi.org/10.1016/j.esd.2025.101650