



Implementasi dan Evaluasi Awal Pemanfaatan PLTS untuk Irigasi Pertanian: Efisiensi Biaya Energi dan Kesiapan Keberlanjutan Kelompok Tani di Kabupaten Blora

Wazirul Luthfi*, Edi Arto, Ulil Masruroh, Muhammad Fikri Farras Zuhdi

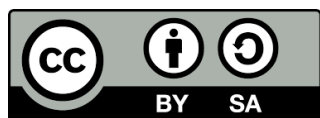
PT Pertamina EP Cepu Field – Zona 11 Regional 4, Indonesia

Email : wazirul.luthfi@pertamina.com*, edi.arto1@pertamina.com,

mk.ulil.masruroh@pertamina.com, mk.muhammad.farras@mitrakerja.pertamina.com

Keywords:

Solar Photovoltaic; Irrigation; Energy Efficiency; Farmers Group; Sustainability



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Riviera Publishing

Kata Kunci:

PLTS, Irigasi, Efisiensi Energi, Kelompok Tani, Keberlanjutan

Abstract

Energy expenditure for irrigation can constrain agricultural efficiency, while the sustainability of solar photovoltaic systems depends on farmers' management capacity. This study evaluated the initial implementation of solar irrigation, electricity expenditure savings, and sustainability readiness of the Jemari Agung Farmers Group in Sidorejo Village, Blora Regency, Indonesia. A mixed methods case study employed concurrent triangulation, combining quantitative records from January to September 2026 with interviews involving 15 purposively selected informants, observations, and focus group discussions. Quantitative data were analyzed descriptively through normalized cost comparisons, while qualitative data underwent thematic analysis across institutional, financial, technical, and social dimensions. A 10 kWp photovoltaic system installed in August 2026 supplied seven groundwater pumps serving seven hectares of rice fields. During August and September, monthly prepaid electricity purchases declined from approximately IDR 170,000 to zero, indicating elimination of token expenditure during monitoring. However, maintenance and component replacement costs remained unaccounted for. Shared responsibilities, monthly member contributions of IDR 5,000, basic operational skills, and positive acceptance supported initial sustainability readiness. Technical independence and replacement reserves remained limited. Solar irrigation therefore demonstrated initial electricity expenditure savings, but sustained benefits require stronger maintenance financing, technical training, formalized responsibilities, and longer monitoring to establish performance across cultivation cycles.

Abstrak

Biaya energi untuk irigasi dapat membatasi efisiensi usaha tani, sedangkan keberlanjutan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) bergantung pada kapasitas pengelolaan petani. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi implementasi awal PLTS untuk irigasi, penghematan pengeluaran listrik, dan kesiapan keberlanjutan Kelompok Tani Jemari Agung di Desa Sidorejo, Kabupaten Blora. Penelitian menggunakan studi kasus metode campuran dengan desain triangulasi konkuren. Data kuantitatif periode Januari hingga September 2026 dipadukan dengan wawancara terhadap 15 informan yang dipilih secara purposif, observasi, dan diskusi kelompok terfokus. Analisis kuantitatif dilakukan secara deskriptif melalui perbandingan biaya yang dinormalkan, sedangkan analisis kualitatif menggunakan tema kelembagaan, keuangan, teknis, dan sosial. Hasil menunjukkan bahwa PLTS berkapasitas 10 kWp yang dipasang pada Agustus 2026 memasok

tujuh pompa sumur dalam untuk mengairi tujuh hektare sawah. Selama Agustus hingga September, pembelian token listrik menurun dari rata-rata sekitar Rp170.000 menjadi Rp0 per bulan. Temuan ini menunjukkan penghapusan pengeluaran token selama pemantauan awal, tetapi belum memperhitungkan biaya pemeliharaan dan penggantian komponen. Pembagian peran, iuran anggota Rp5.000 per bulan, kemampuan operasional dasar, serta penerimaan positif mendukung kesiapan awal kelompok. Namun, kemandirian teknis dan dana cadangan masih terbatas. Disimpulkan bahwa PLTS memberikan penghematan awal pengeluaran listrik, sementara keberlanjutannya memerlukan penguatan pembiayaan pemeliharaan, pelatihan teknis, aturan pengelolaan, dan pemantauan sepanjang siklus budidaya secara menyeluruh.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian masih menjadi tumpuan perekonomian di wilayah pedesaan Indonesia, tetapi keberlanjutannya seringkali dihadapkan pada biaya produksi yang tinggi, termasuk pada input yang bergantung pada energi. Salah satunya adalah energi untuk pengairan pada lahan yang mengandalkan pompa air. Pada pengairan sawah seluas 60 hektare di Desa Kubang Puji, misalnya, pompa bermesin diesel memerlukan biaya operasional dan perawatan sekitar Rp83 juta per tahun (Raymond et al., 2024). Pompa yang memiliki bahan bakar fosil maupun listrik jaringan pasti akan dianggap sebagai beban rutin yang rentan terhadap perubahan harga energi, dan bagi kelompok tani skala kecil beban ini dapat melemahkan kemampuan bertahan secara mandiri (Alam et al., 2023; Falchetta et al., 2023; Pambudi et al., 2023; Terang & Baruah, 2023; Yudiartono et al., 2023).

Kabupaten Blora, Jawa Tengah, merupakan wilayah agraris dengan lebih dari 60% penduduk bekerja di sektor pertanian. Melalui Program PUSAKA Blora, PT Pertamina EP Cepu Field mendampingi petani di lima desa binaan beralih ke pertanian organik, dengan hasil berupa penurunan penggunaan pupuk kimia sebesar 80–85% dan peningkatan produktivitas dari sekitar 3 ton/ha menjadi 7,8 ton/ha (Masruroh et al., 2025). Setelah biaya input pupuk ditekan, komponen biaya lain, termasuk energi untuk pengairan, menjadi perhatian berikutnya dalam upaya meningkatkan efisiensi usaha tani. Pada Kelompok Tani Jemari Agung di Desa Sidorejo, Kecamatan Kedungtuban, pengairan lahan padi seluas 7 hektare menggunakan tujuh pompa sumur dalam yang semula memakai listrik Prabayar (token). Pada Agustus 2026, sistem ini dialihkan ke PLTS berkapasitas 10.000 watt (Elnozahy et al., 2024; Huda et al., 2024; Majeed et al., 2023; Poonia et al., 2022; Rahman et al., 2022).

Pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT), khususnya tenaga surya, dipandang sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan berpotensi menurunkan emisi gas rumah kaca (Sudana & Ristiati, 2024), sehingga sejalan dengan SDG 7 dan SDG 13. Di Indonesia, perencanaan konversi pompa diesel ke PLTS pada sawah di Kubang Puji memperkirakan penurunan biaya operasional dan modal kembali pada tahun ketiga dari rencana proyek 20 tahun (Raymond et al., 2024). Penerapan PLTS untuk pompa air pada Kelompok Tani Wanita Adelweis di Kota Palopo dinilai strategis untuk memperkuat ketahanan pangan dan memperbaiki taraf ekonomi kelompok (Rahmawati et al., 2025), sedangkan pada kelompok tani di Desa Karangjoho pompa surya diperkenalkan untuk mengatasi kesulitan pengairan pada musim kemarau (Apribowo et al., 2019).

Meskipun demikian, keberhasilan teknologi surya di tingkat petani tidak ditentukan oleh aspek teknis semata, dan efisiensi biaya tidak otomatis tercapai. Di Desa Sambilawang, Kabupaten Serang, pompa irigasi surya yang telah diadopsi kelompok tani dilaporkan belum dimanfaatkan secara optimal, dengan masalah antara lain ketidaksesuaian spesifikasi pompa dan daya luaran panel (Hardianto et al., 2026). Dari sisi pengelolaan, kemampuan teknis mengoperasikan dan memelihara sistem PLTS menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan pada kelompok tani (Rahmawati et al., 2025). Hal ini sejalan dengan temuan Maharani et al. (2024) dan (Nurhidayati et al., 2024; Parmila, 2022; Prayogi, 2025) bahwa faktor kelembagaan dan sosial-ekonomi menentukan keberlanjutan inovasi pertanian di tingkat lokal. Oleh karena itu, evaluasi awal penggunaan PLTS untuk irigasi perlu menilai efisiensi biaya energi sekaligus kesiapan kelompok tani mempertahankan sistemnya.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus implementasi dan evaluasi awal dengan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dan desain triangulasi konkuren, yaitu data kuantitatif dan kualitatif dikumpulkan pada periode yang sama, dianalisis secara terpisah, lalu dibandingkan dan diintegrasikan pada tahap pembahasan (Sugiyono, 2019). Karena PLTS baru dipasang pada Agustus 2026, analisis kuantitatif menggunakan tiga lapis data, yaitu data aktual sebelum PLTS (*baseline*, awal tahun sampai Juli 2026), data awal pemantauan setelah PLTS (Agustus sampai September 2026), dan proyeksi untuk satu musim tanam penuh. Data kuantitatif digunakan untuk mendeskripsikan realisasi pemasangan PLTS dan menganalisis efisiensi biaya energi (tujuan pertama dan kedua), sedangkan data kualitatif digunakan untuk menilai kesiapan keberlanjutan kelompok tani (tujuan ketiga). Konteks penelitian dibatasi pada satu kasus, yaitu pengairan berbasis PLTS pada kelompok tani binaan Program PUSAKA Blora, yang pada tahap sebelumnya telah dikaji dengan pendekatan kualitatif studi kasus (Masruroh et al., 2025). Penelitian ini melanjutkan kajian tersebut dengan fokus yang lebih sempit pada aspek energi pengairan.

Lokasi, Waktu, dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Kelompok Tani Jemari Agung di Desa Sidorejo, Kecamatan Kedungtuban, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Desa ini merupakan salah satu dari lima desa binaan Program PUSAKA Blora (Sidorejo, Wado, Pulo, Sumber, dan Mojorembun) dan dipilih sebagai proyek percontohan (*pilot project*) pemanfaatan PLTS untuk irigasi pertanian karena berfungsi sebagai pusat pembelajaran bagi kelompok tani di sekitarnya.

Objek penelitian adalah sistem pengairan lahan padi seluas 7 hektare yang menggunakan 7 pompa sumur dalam berdaya 250–500 watt. Sebelum Agustus 2026, pompa menggunakan listrik Prabayar (token), dan pada Agustus 2026 dipasang PLTS berkapasitas 10.000 watt untuk menggerakkan pompa tersebut. Pengumpulan data kuantitatif dilakukan pada Januari sampai September 2026. Periode *baseline* mencakup Januari sampai Juli 2026, termasuk musim tanam 2 (April sampai Juli 2026), ketika pengairan masih memakai listrik token. Periode pemantauan awal setelah PLTS mencakup Agustus sampai September 2026. Wawancara, observasi, dan diskusi kelompok terfokus dilaksanakan pada September, 2026.

Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang dikumpulkan secara bersamaan sesuai desain triangulasi konkuren.

Data kuantitatif mencakup pembelian token listrik dan konsumsi listrik pompa (dalam rupiah dan kWh), jam operasi pompa, luas lahan terairi, serta total biaya produksi usaha tani. Data ini diperoleh dari catatan keuangan kelompok, catatan pembelian token, pembacaan kWh meter, dan dokumen serah terima aset program. Data realisasi pemasangan meliputi spesifikasi sistem, waktu pemasangan, dan proses pelaksanaan, yang diperoleh dari dokumen program dan wawancara dengan pelaksana. Data teknis berupa produksi energi PLTS diambil dari sistem pemantauan *inverter*, konsumsi listrik pompa dan jam operasi pompa dicatat oleh operator kelompok.

Data kualitatif mencakup pengelolaan sistem, pembagian peran, aturan iuran dan perawatan, kendala operasional, serta penerimaan anggota terhadap penggunaan PLTS. Data ini dikumpulkan melalui tiga teknik. Wawancara mendalam dilakukan dengan anggota dan pengurus kelompok tani menggunakan panduan wawancara semiterstruktur. Observasi partisipatif dilakukan pada kegiatan pengoperasian dan perawatan sistem serta pertemuan kelompok. Diskusi kelompok terfokus (FGD) dilakukan untuk menggali pandangan kolektif anggota mengenai manfaat, tantangan, dan rencana keberlanjutan penggunaan PLTS.

Data sekunder diperoleh dari dokumen resmi program, antara lain laporan kegiatan Program PUSAKA Blora, spesifikasi teknis PLTS, dan arsip perusahaan, serta data statistik Badan Pusat Statistik (BPS) dan literatur akademik yang relevan. Data sekunder melengkapi dan membandingkan data primer sehingga analisis menjadi lebih komprehensif.

Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh anggota kelompok tani pengguna sistem pengairan PLTS dan pihak yang terlibat dalam pengelolaannya. Informan dipilih secara *purposive sampling*, yaitu berdasarkan keterlibatan langsung dan relevansi dengan pengoperasian dan pengelolaan sistem, seperti pada tahap penelitian sebelumnya. Jumlah informan sebanyak 15 orang yang tergabung ke dalam anggota kelompok tani. Pengumpulan data dihentikan ketika informasi yang diperoleh sudah berulang dan tidak memunculkan temuan baru (kejenuhan data). Data kuantitatif diambil dari seluruh catatan kelompok pada periode *baseline* dan periode pemantauan awal sehingga tidak memerlukan pengambilan sampel.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam empat tahap. Pertama, peneliti mengumpulkan dokumen program dan spesifikasi teknis PLTS serta menginventarisasi catatan biaya pengairan pada periode *baseline*. Kedua, peneliti memverifikasi data biaya dengan mencocokkan catatan kelompok dan dokumen program, mencatat realisasi pemasangan, dan mengambil data pemantauan awal PLTS. Ketiga, peneliti melakukan wawancara, observasi, dan FGD secara bersamaan dengan pengumpulan data kuantitatif. Keempat, data kuantitatif dan kualitatif dianalisis secara terpisah, kemudian diintegrasikan.

Analisis Efisiensi Biaya Energi

Biaya energi *baseline* dihitung dari konsumsi listrik pompa dan pembelian token pada periode sebelum PLTS, dan dibandingkan dengan estimasi kebutuhan energi, yaitu total daya pompa dikalikan total jam operasi, dengan rentang daya 250–500 watt per pompa. Karena periode setelah PLTS (dua bulan) lebih pendek daripada satu musim tanam, perbandingan

dilakukan pada basis yang dinormalkan, yaitu biaya energi per bulan operasi, biaya per kWh, dan konsumsi energi per jam operasi per hektare, bukan total per musim. Periode *baseline* yang dibandingkan dipilih pada fase budidaya yang sebanding dengan periode setelah PLTS pada awal 1-2 bulan fase budidaya untuk mengurangi pengaruh perbedaan kebutuhan air antarfase pertumbuhan padi. Pada periode setelah PLTS, kontribusi PLTS dihitung sebagai proporsi energi PLTS yang terpakai pompa terhadap total kebutuhan energi pompa, dan hasilnya disajikan sebagai hasil awal, bukan hasil satu musim tanam penuh. Konsumsi energi dihitung dari pembacaan kWh meter dan data *inverter*, bukan dari nominal pembelian token, karena waktu pembelian token tidak selalu sama dengan waktu pemakaian.

Proyeksi satu musim tanam penuh disusun dengan skenario kontribusi PLTS sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Penghematan diproyeksikan sebagai biaya energi *baseline* dikalikan kontribusi PLTS, dikurangi biaya operasional dan perawatan PLTS. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap daya pompa (250 dan 500 watt), jam operasi, tarif listrik, kontribusi PLTS, dan biaya penggantian komponen utama. Kesesuaian kapasitas dinilai melalui rasio kapasitas PLTS terhadap total daya pompa. Dampak terhadap biaya produksi dinyatakan sebagai proporsi biaya energi pengairan terhadap total biaya produksi usahatani.

Analisis Kesiapan Keberlanjutan Kelompok Tani

Kesiapan keberlanjutan kelompok dianalisis secara kualitatif pada empat dimensi: (1) kelembagaan, yaitu pembagian peran dan aturan pengelolaan; (2) keuangan, yaitu iuran, dana perawatan, dan dana cadangan penggantian komponen; (3) teknis, yaitu kemampuan mengoperasikan dan memelihara sistem; dan (4) sosial, yaitu partisipasi dan penerimaan anggota. Analisis data mengikuti model Miles dan Huberman (1992), yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi, dengan kode tematik berdasarkan keempat dimensi tersebut. Hasilnya kemudian dipadukan dengan hasil analisis biaya untuk menilai apakah proyeksi penghematan cukup menopang pengelolaan sistem oleh kelompok.

Keabsahan Data

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan metode. Data wawancara dibandingkan dengan hasil observasi dan dokumentasi, sedangkan data biaya dari catatan kelompok diverifikasi terhadap dokumen program dan data produksi PLTS diverifikasi terhadap catatan operator. Hasil wawancara dikonfirmasi kembali kepada informan (*member check*) untuk memastikan akurasi informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Pemasangan PLTS

Pada Agustus 2026, Program PUSAKA Blora memasang PLTS berkapasitas 10.000 watt (10 kWp) pada sistem pengairan Kelompok Tani Jemari Agung yang sebelumnya memakai listrik token. Sistem terdiri atas panel surya 10 kWp, 2 set *inverter* 5 kWp, dan dilengkapi dengan baterai. digunakan untuk 7 pompa sumur dalam berdaya 250–500 watt pada lahan 7 hektare. Proses implementasi kegiatan dimulai dengan sosialisasi kepada kelompok penerima manfaat, pemasangan alat dan juga pelatihan perawatan inventer. Kapasitas PLTS sekitar 2,9–5,7 kali total daya pompa (1,75–3,5 kW), sehingga pada jam matahari efektif PLTS secara teknis mampu menutup seluruh beban pompa.

Kebutuhan dan Biaya Energi Pengairan Sebelum PLTS

Selama periode *baseline* yakni Januari sampai Juli 2026, pompa beroperasi rata-rata 180 jam per bulan dengan konsumsi actual 315-630 kWh per bulan dan pembelian token Rp 455.000-910.000 per bulan atau Rp 113.750-227.000 per hektare per bulan). Sebagai pembandingan, kebutuhan energi diestimasi dari spesifikasi pompa.

Pompa sumur dalam berdaya 250–500 watt (0,25–0,5 kW) sebanyak 7 unit menghasilkan total daya terpasang 1,75 kW ($7 \times 0,25$ kW) sampai 3,5 kW ($7 \times 0,5$ kW). Dengan skenario pengairan setiap 4 hari selama musim tanam 120 hari (± 30 kali) dan durasi 6 jam per pengairan, total waktu operasi 180 jam per musim. Kebutuhan energi berkisar 315–630 kWh per musim atau 45–90 kWh/ha/musim.

Tabel 1. Estimasi Kebutuhan Energi Pengairan/Ha

Komponen	Nilai
Jumlah dan jenis pompa	7 unit pompa sumur dalam
Daya per pompa	250–500 watt (0,25–0,5 kW)
Total daya terpasang	1,75–3,5 kW
Interval pengairan	4 hari sekali
Periode musim tanam	120 hari
Frekuensi pengairan	± 30 kali/musim
Durasi setiap pengairan	6 jam
Total waktu operasi	180 jam/musim
Kebutuhan energi total	± 315 –630 kWh/musim
Kebutuhan energi per hektare	± 45 –90 kWh/ha/musim
Tarif Listrik	Rp1.444, 70/kWh
Biaya Energi	$\pm$ Rp455.000,- – Rp910.000,- per musim atau Rp113.750,- – Rp227.000,- per bulan.

Biaya energi aktual rata-rata Rp170.000,- per bulan, yakni berada dalam rentang estimasi biaya. Selisih dengan estimasi dapat berasal dari jam operasi sebenarnya, kondisi sumur, serta komponen pajak dan biaya pada pembelian token. Besaran biaya energi yang relatif kecil menunjukkan bahwa ruang penghematan dari penggantian sumber listrik ke PLTS terbatas pada kisaran tersebut, sehingga manfaat PLTS perlu dinilai tidak hanya dari penghematan token, tetapi juga dari aspek keberlanjutan pengelolaan sistem.

Hasil Awal Setelah PLTS (Agustus–September 2026)

Tabel 2. Perbandingan Periode Sebelum dan Setelah PLTS (basis per bulan)

Indikator	Baseline	Setelah PLTS
Fase budidaya pembandingan	2 bulan pertama	2 bulan pertama
Jam operasi pompa (jam/bulan)	45 Jam/Bulan	45 Jam/Bulan
Konsumsi listrik pompa (kWh/bulan)	$\pm 78,75$ –157,50 kWh/bulan	$\pm 78,75$ –157,50 kWh/bulan
Produksi PLTS (kWh/bulan)	0	± 1.000 –1.300 kWh
Kontribusi PLTS (%)	0	$\pm 6,35$ –12,70%
Pembelian token (Rp/bulan)	$\pm$ Rp113.750–Rp227.500	0
Konsumsi per jam operasi per ha (kWh)	$\pm 0,25$ –0,50 kWh/jam/ha	$\pm 0,25$ –0,50 kWh/jam/ha

Pada periode setelah PLTS, pembelian token tercatat sebesar Rp0 per bulan, sehingga biaya energi pengairan berubah dari Rp113.750–Rp227.500 menjadi Rp0 per bulan, atau

menghasilkan penghematan sebesar 100%. Hal ini tidak berarti sistem tanpa biaya, karena perawatan panel dan *inverter*, serta penggantian komponen tetap perlu diperhitungkan. Meskipun saat ini biaya perawatan masih belum dapat terlihat karena sistem masih dalam tahap awal implementasi dan pemantauan dilakukan oleh pendamping program. Hasil ini merupakan hasil awal selama dua bulan (Agustus–September 2026) dan dibandingkan pada fase budidaya yang sebanding, sehingga belum dapat digeneralisasi untuk menggambarkan penghematan selama satu musim tanam penuh (120 hari).

Kesiapan Keberlanjutan Kelompok Tani

Hasil wawancara dengan 15 informan, observasi, dan *Focus Group Discussion* (FGD) menunjukkan bahwa kesiapan keberlanjutan kelompok tani dalam mengelola sistem PLTS untuk mendukung pengairan sawah dapat dilihat melalui empat dimensi, yaitu kelembagaan, keuangan, teknis, dan sosial. Keempat dimensi tersebut menunjukkan bahwa keberlanjutan program tidak hanya ditentukan oleh keberhasilan teknologi dalam menyediakan energi, tetapi juga oleh kemampuan kelompok dalam mengelola sarana, membiayai pemeliharaan, meningkatkan kapasitas teknis, dan menjaga partisipasi anggota.

1. Dimensi Kelembagaan

Pada dimensi kelembagaan, kelompok tani telah memiliki pembagian peran dalam pengelolaan sistem PLTS dan sarana pengairan. Pengurus kelompok berperan dalam mengoordinasikan penggunaan pompa, mengatur jadwal pengairan, mengomunikasikan kebutuhan anggota, serta melakukan koordinasi dengan pihak pendamping apabila terdapat kendala. Sementara itu, anggota kelompok berperan dalam menggunakan fasilitas sesuai kesepakatan, menjaga sarana yang tersedia, serta terlibat dalam kegiatan pemeliharaan sederhana.

Pembagian peran tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan sistem mulai diarahkan menjadi tanggung jawab bersama dan tidak sepenuhnya bergantung pada pihak perusahaan. Namun, pada tahap awal implementasi, koordinasi dan pengawasan masih membutuhkan keterlibatan pengurus serta pendamping dari pihak perusahaan agar operasional berjalan sesuai prosedur. Ke depan, pembagian tugas tersebut perlu diperkuat melalui aturan kelompok dan mekanisme regenerasi pengurus sehingga pengelolaan sistem dapat berjalan secara berkelanjutan.

2. Dimensi Keuangan

Pada dimensi keuangan, kelompok telah memiliki mekanisme iuran anggota sebesar Rp5.000 per anggota per bulan yang telah menjadi bagian dari kas kelompok. Iuran tersebut tidak secara khusus dibentuk hanya untuk sistem PLTS, tetapi menjadi sumber dana bersama yang dapat mendukung kebutuhan kelompok, termasuk kebutuhan pemeliharaan apabila diperlukan.

Keberadaan kas kelompok menjadi modal awal dalam membangun mekanisme pembiayaan keberlanjutan. Dengan adanya dana yang dikumpulkan secara rutin, kelompok memiliki sumber pembiayaan internal yang dapat digunakan untuk kebutuhan operasional dan pemeliharaan ringan tanpa sepenuhnya bergantung pada bantuan eksternal. Namun, untuk kebutuhan yang lebih besar seperti penggantian *inverter*, baterai apabila digunakan, maupun komponen utama lainnya, dana kas

kelompok kemungkinan belum mencukupi sehingga tetap diperlukan perencanaan dana cadangan dan mekanisme pembiayaan jangka panjang.

Dengan demikian, dari sisi keuangan, kelompok telah memiliki mekanisme dasar pembiayaan internal, tetapi masih perlu dikembangkan menjadi sistem pemeliharaan dan dana cadangan yang lebih terencana. Hal ini penting agar manfaat penghematan biaya listrik yang diperoleh dari PLTS dapat sebagian dialihkan untuk menjamin keberlangsungan aset dalam jangka panjang.

3. Dimensi Teknis

Pada dimensi teknis, anggota kelompok telah memiliki kemampuan dasar untuk mengoperasikan sistem pompa dan memahami mekanisme penggunaan sarana pengairan. Pengoperasian rutin dapat dilakukan oleh kelompok sesuai dengan kebutuhan pengairan dan jadwal yang telah disepakati. Anggota juga mulai memahami pentingnya menjaga kondisi fasilitas, termasuk kebersihan dan keamanan perangkat.

Meskipun demikian, kemampuan teknis kelompok saat ini masih dalam tahap pengembangan. Untuk pekerjaan yang bersifat kompleks, seperti pemeriksaan sistem kelistrikan, *troubleshooting*, perbaikan *inverter*, maupun gangguan pada komponen utama PLTS, kelompok masih membutuhkan dukungan tenaga teknis. Pada tahap awal ini, sistem masih mendapatkan pemantauan dari pihak pusat/perusahaan melalui tenaga pendamping yang membantu memastikan sistem berjalan dengan baik sekaligus memberikan arahan kepada kelompok apabila terjadi kendala.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kelompok sudah memiliki kemampuan operasional dasar, tetapi belum sepenuhnya mandiri dalam aspek teknis. Oleh karena itu, keberlanjutan program perlu didukung dengan peningkatan kapasitas anggota, terutama terkait pemeriksaan rutin, pemeliharaan dasar, identifikasi gangguan, serta prosedur pelaporan kerusakan. Dengan meningkatnya kemampuan tersebut, ketergantungan terhadap tenaga teknis eksternal dapat dikurangi secara bertahap.

4. Dimensi Sosial

Pada dimensi sosial, penerimaan anggota terhadap program menunjukkan kecenderungan positif. PLTS dipandang memberikan manfaat langsung bagi kegiatan pengairan sawah, terutama melalui berkurangnya kebutuhan pembelian token listrik. Manfaat tersebut menjadi faktor penting dalam membangun penerimaan dan dukungan anggota terhadap keberadaan program.

Partisipasi anggota juga terlihat melalui keterlibatan dalam penggunaan fasilitas, mengikuti kesepakatan jadwal pengairan, menjaga sarana bersama, serta berkontribusi melalui iuran kelompok. Adanya iuran rutin sebesar Rp5.000 per bulan menunjukkan bahwa anggota tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga mulai memiliki kontribusi terhadap keberlangsungan kelembagaan kelompok.

Namun demikian, keberlanjutan sosial tetap membutuhkan penguatan rasa memiliki (*sense of ownership*) terhadap fasilitas PLTS. Sistem perlu dipandang sebagai aset bersama yang harus dijaga dan dikelola oleh kelompok, bukan semata-mata sebagai bantuan dari perusahaan. Oleh karena itu, keterlibatan anggota dalam pengambilan keputusan, pengelolaan kas, pemeliharaan, dan penyelesaian permasalahan menjadi penting untuk menjaga komitmen dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, hasil wawancara, observasi, dan FGD menunjukkan bahwa kesiapan keberlanjutan kelompok tani telah mulai terbentuk pada aspek kelembagaan, keuangan, teknis, dan sosial. Kelompok telah memiliki pembagian peran, mekanisme iuran rutin sebesar Rp5.000 per bulan yang terintegrasi dalam kas kelompok, kemampuan dasar dalam mengoperasikan sarana, serta penerimaan yang positif terhadap pemanfaatan PLTS. Meskipun demikian, aspek yang masih perlu diperkuat adalah kemandirian teknis, perencanaan dana pemeliharaan dan penggantian komponen, serta pelebagaan pembagian tanggung jawab. Pendampingan dari pihak perusahaan pada tahap awal menjadi faktor pendukung penting, namun dalam jangka panjang diharapkan kelompok semakin mampu mengelola sistem secara mandiri.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan PLTS berkapasitas 10 kWp pada sistem pengairan Kelompok Tani Jemari Agung di Desa Sidorejo berhasil menekan biaya energi secara signifikan. Sebelum PLTS, biaya energi pengairan rata-rata mencapai Rp170.000 per bulan, sedangkan setelah PLTS biaya token listrik turun menjadi Rp0 per bulan. Hal ini membuktikan bahwa PLTS mampu menghilangkan beban biaya rutin energi, meskipun biaya perawatan dan penggantian komponen tetap perlu diperhitungkan dalam jangka panjang.

Selain aspek efisiensi energi, keberlanjutan sistem sangat ditentukan oleh kesiapan kelembagaan, keuangan, teknis, dan sosial kelompok tani. Kelompok telah memiliki mekanisme iuran rutin, pembagian peran, serta penerimaan positif terhadap program. Namun, kemandirian teknis dan perencanaan dana cadangan masih perlu diperkuat agar sistem dapat dikelola secara mandiri tanpa ketergantungan pada pendamping eksternal.

Dengan demikian, manfaat utama PLTS bukan hanya pada penghematan biaya token listrik, tetapi juga pada peningkatan kapasitas kelembagaan dan partisipasi anggota dalam mengelola aset bersama. Pendampingan lanjutan dan penguatan mekanisme internal akan menjadi kunci bagi keberlanjutan program dalam mendukung efisiensi usaha tani dan ketahanan pangan di tingkat lokal.

PENDANAAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada dukungan finansial yang diterima untuk pelaksanaan penelitian ini dan/atau penerbitan artikel ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa penelitian ini dilakukan tanpa adanya hubungan komersial atau finansial yang dapat ditafsirkan sebagai potensi konflik kepentingan.

KONTRIBUSI PENULIS

Seluruh penulis berkontribusi dalam penyusunan artikel ini. Wazirul Luthfi, Edi Arto, Ulil Masruroh, Muhammad Fikri Farras Zuhdi berperan dalam konseptualisasi penelitian, berperan dalam pengumpulan dan analisis data, berperan dalam interpretasi hasil dan penyusunan naskah, sedangkan penulis lainnya berkontribusi dalam peninjauan, penyuntingan, dan persetujuan akhir naskah.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Penulis menyatakan bahwa kecerdasan artifisial (AI) generatif digunakan dalam penyusunan manuskrip ini. Penulis mengakui penggunaan AI generatif untuk membantu meningkatkan kejelasan bahasa dan memperbaiki struktur tata bahasa manuskrip. Penggunaan tersebut dilakukan dengan mematuhi pedoman etika yang berlaku mengenai penggunaan dan pengungkapan AI generatif dalam penelitian ilmiah. Setiap penulis telah memberikan kontribusi intelektual yang substansial terhadap karya ini. Seluruh isi manuskrip telah ditelaah secara cermat untuk memastikan keakuratannya, dan penulis bertanggung jawab sepenuhnya atas integritas serta isi akhir manuskrip.

REFERENSI

- Alam, I. F., Azis, A., & Perawati. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk pompa irigasi sawah di Desa Ulak Aurstading Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Surya Energy*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.32502/jse.v8i1.6093>
- Apribowo, C. H. B., Sarwito, S., & Handani, S. S. (2019). Penerapan pompa air tenaga surya untuk irigasi lahan pertanian di Desa Karangjoho. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 25(2).
- Elnozahy, A., Abdel-Salam, M., & Abo-Elyousr, F. K. (2024). Optimal techno-economic energy coordination of solar PV water pumping irrigation systems. *Energy*, 288, 129817. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129817>
- Falchetta, G., Semeria, F., Tuninetti, M., Giordano, V., Pachauri, S., & Byers, E. (2023). Solar irrigation in sub-Saharan Africa: Economic feasibility and development potential. *Environmental Research Letters*, 18(9), 94044. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acefe5>
- Hardianto, R., Saputra, A. A., & Tasqdisillah, D. (2026). Penyuluhan teknis optimalisasi pompa irigasi berbasis energi surya di Desa Sambilawang Kabupaten Serang. *Jurnal TNSL*, 3–5.
- Huda, A., Kurniawan, I., Purba, K. F., Ichwani, R., Aryansyah, & Fionasari, R. (2024). Techno-economic assessment of residential and farm-based photovoltaic systems. *Renewable Energy*, 222, 119886. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119886>
- Majeed, Y., Khan, M. U., Waseem, M., Zahid, U., Mahmood, F., Majeed, F., Sultan, M., & Raza, A. (2023). Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. *Energy Reports*, 10, 344–359. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.06.032>
- Nurhidayati, N., Maharani, E., & Pebrian, S. (2024). Evaluasi multidimensi keberlanjutan usahatani padi sawah serta karakteristik petani di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 10(2), 1250–1265.
- Pambudi, N. A., Firdaus, R. A., Rizkiana, R., Ulfa, D. K., Salsabila, M. S., Suharno, & Sukatiman. (2023). Renewable energy in Indonesia: Current status, potential, and future development. *Sustainability*, 15(3), 2342. <https://doi.org/10.3390/su15032342>
- Parmila, I. P. (2022). *Studi pertanian organik dalam upaya perumusan kebijakan pembangunan pertanian berkelanjutan di Kabupaten Buleleng* (Kajian Potensi Pertanian Organik Menuju Bali Pulau Organik). Bappeda Kabupaten Buleleng.
- Poonia, S., Jat, N. K., Santra, P., Singh, A. K., Jain, D., & Meena, H. M. (2022). Techno-economic evaluation of different agri-voltaic designs for the hot arid ecosystem India. *Renewable Energy*, 184, 149–163. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.074>
- Prayogi, S. (2025). Sinergi energi terbarukan dan pertanian modern: Penerapan PLTS untuk meningkatkan kinerja usaha hidroponik di Pagifarm Bogor. *I-Com: Indonesian*

- Community Journal*, 5(2), 1001–1010.
- Rahman, M. M., Khan, I., Field, D. L., Techato, K., & Alameh, K. (2022). Powering agriculture: Present status, future potential, and challenges of renewable energy applications. *Renewable Energy*, 188, 731–749. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.02.065>
- Rahmawati, H., Suhardi, S., Sohriati, E., & Hijra, H. (2025). *Implementasi pompa air tenaga surya untuk meningkatkan ketahanan pangan dan pendapatan: Kasus kelompok tani wanita Adelweis, Kelompok Mawa, Kota Palopo*. ResearchGate.
- Sudana, I. M., & Ristiati, N. P. (2024). Potensi penggunaan energi terbarukan dalam alat dan mesin pertanian di Indonesia: Literatur review. *Callus: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 3(2), 75–84.
- Terang, B., & Baruah, D. C. (2023). Techno-economic and environmental assessment of solar photovoltaic, diesel, and electric water pumps for irrigation in Assam, India. *Energy Policy*, 183, 113807. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113807>
- Yudiartono, Y., Windarta, J., & Adiarso, A. (2023). Sustainable long-term energy supply and demand: The gradual transition to a new and renewable energy system in Indonesia by 2050. *International Journal of Renewable Energy Development*, 12(2), 419–429. <https://doi.org/10.14710/ijred.2023.50361>