



Jurnal Lentera Karya Edukasi

Journal homepage:
<http://ejournal.upi.edu/index.php/lentera/index>



Peningkatan Kemampuan Pemeliharaan dan Penggunaan PLTS Atap untuk Pengembangan Agro Edu Wisata Baruimun-Hill

Erna Garnia¹, Rudy Gunawan², Wisnu Wijaya³, Siti Riyyan Lisaumi⁴, Faiza Aghniya Kamila⁵, Hilmi Yusuf Adyanto⁶, Rendy Kodiansyah⁷, Adit Gustiansyah⁸, Rangga Febriansyah⁹, Azhar Didan Awalun Hamka¹⁰, Marshal Rifaldhi Matin¹¹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11} Universitas Sangga Buana

E-mail Korespondensi: erna.garnia@usbypkp.ac.id

ABSTRACT

This community service activity aims to provide training on maintenance and use of rooftop Solar Power Plants (PLTS) to the Millennial Farmers Group (Kelompok Tani Milenial Makmur) in Sindulang Village, Cimanggung District, Sumedang Regency. The main problem identified is the lack of knowledge and technical skills among farmers in operating and maintaining renewable energy systems, despite the availability of installed infrastructure. The training method includes socialization, technical demonstration, hands-on practice, and intensive mentoring conducted by experts from Sangga Buana University. The PLTS system installed has a capacity of 3.45 kWp with 6 monocrystalline bifacial dual glass solar panel modules (575 Wp each), a 6,200 W hybrid inverter with MPPT technology (98% efficiency), 48 VDC battery system (7.2 kWh capacity), and complete protection system. The results show that training participants successfully understood PLTS operating procedures, performed routine maintenance independently, identified common problems through monitoring system, and formed a structured local management team with clear division of responsibilities. Post-training monitoring showed the system generates an average of 100.71 W per day with daily energy of 1,261.36 Wh, supporting smart watering systems, lighting for 14 units (140 W total), and two televisions (130 W total) operating 24 hours. This program has succeeded in increasing farmer capacity in managing renewable energy technology, supporting the development of Baruimun-Hill agro-edu tourism as a sustainable smart village model.

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received 17 Dec 2025

First Revised 12 January 2026

Accepted 10 March 2026

First Available online 1 April 2026

Publication Date 1 April 2026

Keyword:

rooftop solar power plant training;
renewable energy maintenance;
millennial farmers capacity building;
agro-edu tourism development;
sustainable smart village.

Kata Kunci:

pelatihan pembangkit listrik tenaga surya atap;
pemeliharaan energi terbarukan;
peningkatan kapasitas petani milenial;
pengembangan pariwisata agro-edukatif;
desa pintar berkelanjutan.

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memberikan pelatihan pemeliharaan dan penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap kepada Kelompok Tani Milenial Makmur di Desa Sindulang, Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Sumedang. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan teknis petani dalam mengoperasikan dan merawat sistem energi terbarukan, meskipun infrastruktur telah tersedia. Metode pelatihan meliputi sosialisasi, demonstrasi teknis, praktik langsung, dan pendampingan intensif yang dilakukan oleh pakar dari Universitas Sangga Buana. Sistem PLTS yang telah terpasang memiliki kapasitas 3,45 kWp dengan 6 modul panel surya monocrystalline bifacial dual glass (575 Wp per modul), inverter hybrid 6.200 W dengan teknologi MPPT (efisiensi 98%), sistem baterai 48 VDC (kapasitas 7,2 kWh), dan sistem proteksi lengkap. Hasil menunjukkan peserta pelatihan berhasil memahami prosedur pengoperasian PLTS, melakukan perawatan rutin secara mandiri, mengidentifikasi masalah umum melalui sistem monitoring, dan membentuk tim pengelola lokal yang terstruktur dengan pembagian tanggung jawab yang jelas. Monitoring pasca pelatihan menunjukkan sistem menghasilkan rata-rata 100,71 W per hari dengan energi harian 1.261,36 Wh, mendukung sistem smart watering, penerangan untuk 14 unit lampu (total 140 W), dan dua unit televisi (total 130 W) yang beroperasi 24 jam. Program ini telah berhasil meningkatkan kapasitas petani dalam mengelola teknologi energi terbarukan, mendukung pengembangan agro edu wisata Baruimun-Hill sebagai model smart village berkelanjutan.

Copyright © 2026 Universitas Pendidikan Indonesia

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris dengan sebagian besar wilayah berupa daerah pedesaan memiliki potensi besar untuk pengembangan pertanian modern berbasis teknologi (Sudarwati & Nasution, 2024). Dengan lebih dari 66% wilayah Indonesia yang terdiri dari daerah pedesaan, sektor pertanian menjadi tulang punggung ekonomi nasional dan sumber penghidupan utama bagi mayoritas Masyarakat (Hasibuan et al., 2024). Namun demikian, keterbatasan infrastruktur kelistrikan menjadi penghambat utama dalam implementasi teknologi pertanian, khususnya di daerah dengan akses listrik yang terbatas atau tidak stabil (Asari et al., 2025).



Gambar 1. Layout Agro Edu Wisata

Sumber: Dokumentasi Tim PKM Universitas Sangga Buana, 2025

Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menunjukkan bahwa meskipun rasio elektrifikasi nasional telah mencapai di atas 99%, kualitas pasokan listrik di daerah perdesaan masih menjadi permasalahan serius dengan sering terjadinya pemadaman bergilir dan fluktuasi tegangan yang dapat merusak peralatan elektronik. Kondisi ini menyebabkan potensi besar yang dimiliki sektor pertanian belum dapat dioptimalkan secara maksimal, terutama dalam mengadopsi teknologi pertanian modern yang memerlukan pasokan energi listrik yang andal dan berkelanjutan (Simorangkir et al., 2025).

Pemanfaatan energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi strategis untuk mengatasi permasalahan tersebut (Aksa et al., 2024; Simamora et al., 2025). Indonesia memiliki potensi energi matahari yang sangat besar dengan intensitas radiasi rata-rata mencapai 4,5-4,8 kWh/m² per hari karena terletak di garis khatulistiwa. Posisi geografis ini memberikan keuntungan signifikan dalam hal penerimaan sinar matahari sepanjang tahun dengan durasi penyinaran yang relatif stabil, berkisar antara 10-12 jam per hari (Ridlo et al., 2025; Supriyono et al., 2025). Meskipun potensi ini sangat besar, pemanfaatan energi surya di Indonesia, khususnya di daerah pedesaan, masih sangat terbatas.

Desa Sindulang di Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Sumedang, merupakan daerah dengan potensi pertanian yang cukup besar, khususnya di kawasan Baruimun-Hill yang telah dikembangkan sebagai agro edu wisata (Garnia et al., 2024). Kawasan ini memiliki lahan pertanian seluas kurang lebih 3 hektar yang ditanami berbagai jenis sayuran. Meskipun demikian, keterbatasan akses listrik menjadi kendala utama dalam pengembangan fasilitas dan aktivitas operasional. Pasokan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang tidak stabil dan sering mengalami pemadaman bergilir menyebabkan terhambatnya operasional harian, terutama untuk penerangan, peralatan elektronik, dan sistem irigasi modern (Kojoh, 2025).



Gambar 2. Implementasi Sistem PLTS Atap

Sumber: Dokumentasi Tim PKM Universitas Sangga Buana, 2025

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, telah diimplementasikan sistem PLTS atap berkapasitas 3,45 kWp yang menggunakan 6 modul panel surya monocrystalline dengan teknologi bifacial dual glass dari merek Trina Solar model Vertex TSM-575DEG19RC.20. Sistem ini dilengkapi dengan inverter hybrid SAMOTO IHF6200 berkapasitas 6.200 VA yang telah terintegrasi dengan teknologi MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dan sistem baterai 48 VDC dengan kapasitas 7,2 kWh. PLTS ini dirancang khusus untuk mendukung operasional sistem *smart watering*, penerangan area wisata, dan kebutuhan energi listrik lainnya dalam kegiatan pertanian dan pariwisata (Roziqin et al., 2022; Ulfah et al., 2023).

Meskipun infrastruktur PLTS telah tersedia, Kelompok Tani Milenial Makmur sebagai pengelola utama menghadapi tantangan dalam hal pengetahuan dan keterampilan teknis untuk mengoperasikan dan memelihara sistem tersebut. Sebagian besar anggota kelompok tani memiliki latar belakang pendidikan dan pengalaman di bidang pertanian tradisional, dengan pengetahuan terbatas tentang sistem kelistrikan dan teknologi energi terbarukan, sehingga memerlukan pelatihan khusus untuk dapat menguasai teknologi yang relatif baru bagi mereka (Rahmaniar, 2025).

Penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi energi terbarukan tidak hanya bergantung pada ketersediaan infrastruktur, tetapi juga pada kapasitas sumber daya manusia dalam mengelola dan merawat sistem secara berkelanjutan (Koerniawan & Hasanah, 2018; Setyawan & Ulinuha, 2022). Tanpa pemahaman yang memadai tentang prinsip kerja sistem, prosedur operasional standar, dan teknik perawatan yang benar, sistem PLTS yang telah diinstalasi berisiko tidak dapat beroperasi secara optimal atau bahkan mengalami kerusakan dini akibat kesalahan operasional atau kurangnya perawatan (Aldo et al., 2024). Kerusakan akibat kesalahan operasional dapat mencakup kerusakan pada inverter akibat prosedur startup yang salah, kerusakan pada baterai akibat *overcharge* atau *over-discharge* yang berulang, penurunan efisiensi panel surya akibat kotoran atau debu yang tidak dibersihkan secara berkala, atau kerusakan pada sistem proteksi akibat tidak terdeteksinya gangguan pada tahap awal (Asepta Surya Wardhana et al., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada penyelenggaraan pelatihan pemeliharaan dan penggunaan PLTS atap bagi mitra Kelompok Tani Milenial Makmur (Sukahir et al., 2024). Target utama adalah meningkatkan pengetahuan teknis anggota kelompok tani tentang sistem PLTS, membekali keterampilan praktis dalam pengoperasian dan perawatan rutin, membentuk tim pengelola lokal yang terstruktur, dan

memastikan keberlanjutan operasional sistem PLTS untuk mendukung pengembangan agro edu wisata Baruimun-Hill.

2. METODE PENELITIAN

Kegiatan pelatihan pemeliharaan dan penggunaan PLTS atap dilaksanakan di kawasan agro edu wisata Baruimun-Hill, Desa Sindulang, pada periode pelaksanaan program PKM tahun 2025. Sasaran pelatihan adalah anggota mitra Kelompok Tani Milenial Makmur yang akan menjadi pengelola dan operator sistem PLTS. Metode pelaksanaan dirancang dengan pendekatan partisipatif yang mengombinasikan teori dan praktik langsung di lapangan.

Tahap Pelaksanaan

2.1. Tahap Persiapan dan Koordinasi

Tahap awal dimulai dengan koordinasi bersama Kepala Desa Sindulang dan pengurus Kelompok Tani Milenial Makmur untuk memastikan kesesuaian program dengan kebutuhan mitra. Kegiatan penandatanganan kontrak dilaksanakan pada tanggal 13 Juni 2025 sebagai landasan hukum dan komitmen bersama. Pada tanggal 30 Juni 2025 dilakukan peletakan batu pertama pembuatan struktur PLTS Atap yang dihadiri oleh Kepala Desa dan tim pelaksana sebagai simbol dimulainya program.

2.2. Tahap Sosialisasi Program

Sosialisasi dilakukan untuk memberikan pemahaman mengenai konsep energi terbarukan, manfaat PLTS untuk pertanian dan pariwisata, serta pengenalan komponen-komponen sistem PLTS yang akan digunakan. Kegiatan ini bertujuan membangun kesadaran dan minat peserta terhadap teknologi energi surya sebagai solusi kemandirian energi desa.

2.3. Tahap Pelatihan Teknis

Pelatihan teknis dipandu oleh Bapak Kusmadi, ST., MT., dosen Teknik Elektro Universitas Sangga Buana Bandung, yang memiliki keahlian di bidang sistem kelistrikan dan energi terbarukan. Materi pelatihan mencakup: **Pengenalan Sistem PLTS Off-Grid:** (1) Penjelasan tentang sistem PLTS off-grid dengan konfigurasi DC coupling, (2) Fungsi dan spesifikasi setiap komponen utama sistem, (3) Prinsip kerja konversi energi matahari menjadi listrik. **Komponen-Komponen Sistem:** (1) Modul Panel Surya: 6 unit panel monocrystalline bifacial dual glass Trina Solar (575 Wp per modul) dengan efisiensi hingga 21,3%, susunan 3S2P (3 seri 2 paralel), (2) Inverter Hybrid SAMOTO IHF6200: kapasitas 6.200 VA dengan teknologi MPPT (efisiensi 98%), efisiensi konversi 93%, output pure sine wave, (3) Sistem Baterai: 4 unit baterai Deep Cycle Gel SMT12150 (12V 150Ah per unit) tersusun seri membentuk sistem 48 VDC dengan kapasitas total 7,2 kWh, (4) Sistem Kabel: PV1-F 4 mm² untuk koneksi panel-SCC, NYAF 25 mm² untuk baterai-inverter, kabel serabut 2×1,5 mm² untuk distribusi AC, kabel grounding 6 mm², (5) Sistem Proteksi: MCB DC (20A, 40A, 125A), MCB AC (2A, 6A, 16A, 25A), SPD DC dan AC untuk proteksi sambaran petir. **Prosedur Pengoperasian Aman.** Pelatihan prosedur menyalakan sistem dilakukan dengan tahapan: (1) Menggunakan APD lengkap (sarung tangan isolasi, sepatu safety, kaca mata pelindung), (2) Mengaktifkan sistem baterai dengan menyalakan MCB DC 40A antara baterai dan inverter, (3) Menyalakan inverter SAMOTO IHF6200 dengan menekan tombol ON selama ±2 detik, (4) Mengaktifkan input panel surya dengan menyalakan MCB DC 20A di masing-masing string panel, kemudian MCB DC 40A utama, (5) Mengaktifkan output beban AC secara bertahap: MCB AC 25A utama, lalu MCB AC 16A (pompa & IoT), MCB AC 6A (coffee shop), MCB AC 2A (lampu), (6) Verifikasi melalui monitoring LCD inverter. Sedangkan prosedur mematikan sistem dilakukan dengan urutan terbalik: (1) Mematikan MCB AC secara bertahap dari beban terkecil ke terbesar, (2) Memutus input panel surya dengan menurunkan MCB DC 40A dan MCB DC 20A, (3) Mematikan inverter

dengan menekan tombol OFF selama ± 2 detik, (4) Menurunkan MCB DC 40A antara baterai dan inverter. Sistem Monitoring dan Pembacaan Data. Peserta dilatih membaca dan memahami informasi pada layar LCD inverter yang menampilkan: (1) Inverter Page: model, suhu komponen, status program, versi sistem; (2) PV Page: tegangan, arus, daya input panel surya, dan pembangkit daya harian/bulanan/tahunan; (3) Battery Page: tegangan baterai, arus pengisian/pengosongan, tegangan BUS, status aktif; (4) BMS Page: protokol BMS, SOC, batas tegangan dan arus; (5) Load Page: mode output, tegangan, frekuensi, daya aktif dan reaktif; (6) Main Page: frekuensi, tegangan, dan daya dari jaringan listrik.

Tabel 1. Jadwal dan Jenis Perawatan

Perawatan Mingguan

Komponen	Pemeriksaan/Tindakan
Panel Surya	Pemeriksaan visual panel dari kotoran, dedaunan, atau bayangan
Inverter	Cek indikator status/alarm di layar LCD
Baterai	Pantau tegangan di layar inverter/SCC
MCB & Proteksi	Pastikan semua MCB dalam posisi aman (tidak longgar/lepas)
Sistem Beban	Cek fungsi beban

Perawatan Bulanan

Komponen	Pemeriksaan/Tindakan
Panel Surya	Bersihkan permukaan panel dengan air bersih & kain lembut
Kabel DC & AC	Periksa kelonggaran terminal & kondisi isolasi
Grounding Sistem	Periksa kekencangan kabel grounding dan titik tanam
Baterai (visual)	Periksa fisik baterai dari kebocoran, korosi terminal, dll
Catat di Logbook	Simpan catatan tegangan baterai, output PV, dan beban harian

Perawatan Per 6 Bulan

Komponen	Pemeriksaan/Tindakan
Baterai GEL	Cek dan bersihkan terminal dengan cairan anti-korosi jika perlu
Panel Surya	Periksa mounting, sekrup, dan arah kemiringan panel
MCB/SPD	Uji fungsi pemutusan MCB & periksa kondisi SPD
Inverter	Bersihkan ventilasi inverter dari debu
Evaluasi Kinerja	Analisis data system: total energi PV, status pengisian, efisiensi
Uji Fungsi Keselamatan	Simulasikan kondisi gangguan untuk menguji respons proteksi

2.4. Tahap Praktik Lapangan

Setelah pemaparan materi, peserta melakukan praktik langsung di lokasi instalasi PLTS dengan bimbingan instruktur. Setiap peserta diberikan kesempatan untuk: (1) Melakukan prosedur menyalakan dan mematikan sistem secara bergantian, (2) Membaca dan menginterpretasikan data monitoring pada layar LCD inverter, (3) Melakukan pembersihan panel surya dengan teknik yang benar, (4) Memeriksa kondisi kabel, terminal, dan sistem proteksi, (5) Mencatat hasil pemeriksaan dalam formulir logbook perawatan.

2.5. Tahap Troubleshooting dan Keselamatan Kerja

Peserta dibekali pengetahuan tentang: (1) Identifikasi masalah umum berdasarkan kode kesalahan dan peringatan pada inverter, (2) Langkah-langkah pemecahan masalah dasar yang dapat dilakukan mandiri, (3) Kondisi yang memerlukan bantuan teknisi profesional, (4) Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang tepat, (5) Prosedur keselamatan kerja sesuai UU RI No. 1 Tahun 1970.

2.6. Tahap Pendampingan dan Evaluasi

Setelah pelatihan formal, dilakukan pendampingan intensif selama periode awal operasional untuk memastikan peserta dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh. Evaluasi dilakukan melalui observasi praktik kerja, wawancara pemahaman konsep, dan penilaian kemampuan mengidentifikasi serta mengatasi masalah sederhana.

2.7. Materi Pendukung & Indikator Keberhasilan

Peserta pelatihan diberikan Manual Book PLTS yang berisi panduan lengkap mengenai spesifikasi sistem, komponen, prosedur operasional, pemeliharaan, troubleshooting, dan keselamatan kerja. Manual Book ini disusun dengan bahasa yang mudah dipahami dan dilengkapi dengan diagram, foto, dan tabel untuk memudahkan peserta dalam memahami dan menerapkan prosedur yang telah diajarkan.

Keberhasilan pelatihan diukur berdasarkan: (1) Tingkat pemahaman peserta terhadap konsep dan prinsip kerja PLTS (diukur melalui pre-test dan post-test), (2) Kemampuan peserta melakukan prosedur operasional standar (SOP) secara mandiri, (3) Keterampilan peserta dalam melakukan perawatan rutin, (4) Kemampuan identifikasi masalah dan troubleshooting dasar, (5) Terbentuknya tim pengelola lokal yang terstruktur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pelaksanaan Pelatihan

Pelatihan Penggunaan dan Pemeliharaan PLTS Atap telah dilaksanakan dengan melibatkan seluruh anggota Kelompok Tani Milenial Makmur sebagai peserta aktif. Kegiatan dipandu oleh Bapak Kusmadi, ST., MT. dari Teknik Elektro Universitas Sangga Buana Bandung yang menyampaikan materi secara komprehensif dengan metode ceramah interaktif, demonstrasi langsung di lokasi instalasi, dan praktik hands-on yang melibatkan seluruh peserta.



Gambar 3. Pelatihan Penggunaan dan Pemeliharaan PLTS Atap Oleh Bapak Kusmadi, ST., MT
Sumber: Dokumentasi Tim PKM Universitas Sangga Buana, 2025

Sistem PLTS yang menjadi objek pelatihan merupakan instalasi hybrid off-grid dengan spesifikasi teknis yang telah disesuaikan dengan kebutuhan operasional agro edu wisata dan sistem pertanian modern (Koerniawan & Hasanah, 2018; Mahfud et al., 2025). Total kapasitas sistem mencapai 3.450 Wp (3,45 kWp) yang dihasilkan dari 6 modul panel surya monocrystalline bifacial dual glass Trina Solar model Vertex TSM-575DEG19RC.20 dengan konfigurasi 3S2P. Setiap modul memiliki daya puncak 575 Wp dengan efisiensi mencapai

21,3%, tegangan maksimum pada titik daya maksimum (VMPP) 46,0 volt, dan arus maksimum (IMPP) 14,97 ampere.

3.2. Pemahaman Komponen dan Sistem

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa peserta berhasil memahami fungsi dan karakteristik setiap komponen sistem PLTS. Inverter hybrid SAMOTO IHF6200 dengan kapasitas 6.200 VA yang terintegrasi dengan teknologi MPPT memiliki efisiensi 98% dalam menyerap daya dari panel surya dan efisiensi konversi 93% dalam mengubah arus DC menjadi AC (Abidin et al., 2025). Dengan konfigurasi ini, dari total daya panel 3.450 W, daya aktual yang diterima inverter adalah 3.381 W, kemudian dikonversi menjadi daya output nominal 5.766 W yang mampu memasok seluruh kebutuhan beban di lokasi.

Sistem baterai yang terdiri dari 4 unit Deep Cycle Gel SMT12150 (12V 150Ah per unit) disusun secara seri membentuk sistem penyimpanan 48 VDC dengan kapasitas total 7.200 Wh (7,2 kWh). Peserta memahami bahwa pengisian baterai dilakukan dengan tegangan konstan pada rentang 14,4V-15,0V dalam mode cycle use dan 13,5V-13,8V dalam mode standby use, dengan arus pengisian awal maksimum 45 A per unit. Kapasitas penyimpanan ini memungkinkan sistem tetap beroperasi saat panel tidak menghasilkan energi, terutama pada malam hari atau kondisi cuaca mendung (Adli et al., 2022).



Gambar 4. Kegiatan Pelatihan Pengoperasian Sistem Bersama Mitra
Sumber: Dokumentasi Tim PKM Universitas Sangga Buana, 2025

3.3. Penguasaan Prosedur Operasional

Peserta pelatihan menunjukkan kemampuan yang baik dalam melakukan prosedur pengoperasian sistem PLTS sesuai dengan Standard Operating Procedure (SOP). Dalam prosedur menyalakan sistem, peserta telah memahami pentingnya menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap berupa sarung tangan isolasi, sepatu safety, dan kaca mata pelindung sebelum memulai operasi. Urutan aktivasi sistem dimulai dari mengaktifkan MCB DC 125A dari baterai ke inverter, dilanjutkan dengan menyalakan kedua MCB DC 20A di samping SPD, kemudian MCB DC 40A yang terletak paling kiri, dan terakhir mengaktifkan MCB AC secara berurutan dari paling kiri ke kanan.

Prosedur mematikan sistem dilakukan dengan urutan terbalik, dimulai dari mematikan MCB AC berurutan, diikuti MCB DC 40A, kedua MCB DC 20A, dan terakhir MCB DC 125A dari baterai ke inverter. Peserta memahami bahwa untuk operasional harian, inverter tidak perlu dimatikan total, cukup dengan menurunkan MCB beban dan PV jika ingin menghentikan aliran

listrik sementara, sedangkan shutdown penuh termasuk baterai hanya dilakukan saat perawatan atau sistem tidak digunakan dalam waktu lama.

3.4. Kemampuan Monitoring dan Interpretasi Data

Salah satu aspek penting yang dikuasai peserta adalah kemampuan membaca dan menginterpretasikan data monitoring sistem melalui layar LCD inverter. Peserta dapat memahami informasi pada Inverter Page yang menampilkan model mesin, suhu komponen (tabung booster, mesin, MPPT, inverter), status program, dan nomor versi sistem. Pada PV Page, peserta mampu membaca tegangan input, arus, dan daya dari panel surya fotovoltaik, serta mencatat pembangkit daya harian, bulanan, tahunan, dan total pembangkit daya fotovoltaik.

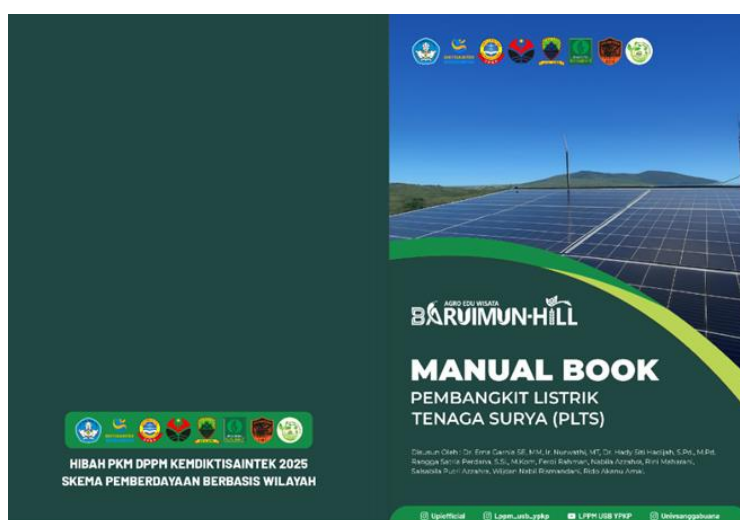
Battery Page memberikan informasi detail tentang tipe baterai, status komunikasi BMS, tegangan baterai, arus pengisian dan pengosongan, tegangan BUS, serta status aktif baterai. Peserta juga memahami informasi pada *Load Page* yang menampilkan mode output, tegangan output, frekuensi keluaran, arus induktif, daya aktif, dan daya reaktif. Kemampuan interpretasi data ini penting untuk memantau kinerja sistem dan mengidentifikasi potensi masalah sejak dini.

3.5. Keterampilan Perawatan Rutin

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa peserta mampu melakukan berbagai jenis perawatan rutin sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Untuk perawatan mingguan, peserta dapat melakukan pemeriksaan visual panel dari kotoran, dedaunan, atau bayangan; mengecek indikator status atau alarm di layar LCD inverter; memantau tegangan baterai; memastikan semua MCB dalam posisi aman; dan mengecek fungsi beban.

Perawatan bulanan yang dikuasai peserta meliputi pembersihan permukaan panel dengan air bersih dan kain lembut, pemeriksaan kelonggaran terminal dan kondisi isolasi kabel DC & AC, pengecekan kekencangan kabel grounding dan titik tanam, inspeksi fisik baterai dari kebocoran atau korosi terminal, serta pencatatan data tegangan baterai, output PV, dan beban harian dalam logbook.

Untuk perawatan per 6 bulan, peserta dibekali kemampuan mengecek dan membersihkan terminal baterai dengan cairan anti-korosi jika perlu, memeriksa mounting dan sekrup panel serta arah kemiringan, menguji fungsi pemutusan MCB dan memeriksa kondisi SPD, membersihkan ventilasi inverter dari debu, melakukan evaluasi kinerja sistem berdasarkan data yang tercatat, dan menguji fungsi keselamatan melalui simulasi kondisi gangguan untuk menguji respons proteksi.



Gambar5. Tampilan Manual Book PLTS

3.6. Pengenalan Troubleshooting Dasar

Peserta dibekali pengetahuan tentang kode kesalahan dan peringatan yang mungkin muncul pada sistem, serta langkah-langkah pemecahan masalah dasar. Kode kesalahan yang dikenalkan antara lain kode 01 (kipas terkunci), 02 (suhu berlebih atau NTC tidak terhubung), 03 (tegangan baterai terlalu tinggi), 04 (tegangan baterai terlalu rendah), 05 (output hubung singkat atau suhu berlebih komponen konverter), 06 (tegangan keluaran terlalu tinggi), 07 (batas waktu kelebihan beban), dan kode-kode lainnya hingga kode 59 (tegangan PV melebihi batas).

Peserta juga memahami berbagai kode peringatan seperti kode 01 (kipas terkunci saat inverter menyala dengan bunyi bip tiga kali setiap detik), kode 02 (suhu berlebih tanpa alarm suara), kode 03 (baterai terlalu banyak diisi daya dengan bunyi bip sekali setiap detik), kode 04 (baterai lemah), kode 07 (kelebihan beban), kode 10 (pengurangan daya output), hingga kode bP (baterai tidak terhubung).

Untuk masalah umum seperti unit mati otomatis selama startup karena tegangan baterai terlalu rendah, peserta diajarkan untuk mengisi ulang atau mengganti baterai. Jika listrik utama ada tetapi unit beroperasi dalam mode baterai, peserta dapat memeriksa apakah pemutus sirkuit AC terputus atau kabel AC terhubung dengan baik. Untuk masalah buzzer berbunyi terus-menerus dengan LED merah menyala dan kode kesalahan 07, peserta diajarkan mengurangi beban terhubung atau mengurangi jumlah modul PV yang terhubung secara seri.

3.7. Pemahaman Keselamatan Kerja

Aspek keselamatan kerja menjadi prioritas dalam pelatihan, mengacu pada Undang-Undang RI Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja. Peserta memahami bahwa keselamatan kerja bertujuan menjamin keutuhan dan kesempurnaan, baik jasmani maupun rohani manusia, serta hasil kerja dan budaya yang tertuju pada kesejahteraan Masyarakat (Winarno et al., 2024).

Peserta dilatih menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang terdiri dari alat pelindung kepala (safety helmet untuk melindungi dari kejatuhan benda atau paparan aliran listrik, kacamata pelindung untuk melindungi mata, ear plug untuk mengurangi intensitas suara, masker dan respirator untuk melindungi alat pernafasan) dan alat pelindung anggota badan (sarung tangan untuk melindungi tangan dari kontak bahan kimia atau benda tajam, sepatu pelindung untuk melindungi kaki dari kejatuhan benda atau aliran listrik).

Peserta juga memahami prosedur keselamatan dalam pengoperasian PLTS, yaitu tidak bekerja sendirian karena dapat terpapar kondisi elektrik berbahaya, memahami bahwa kontak dengan konduktor hidup akan menyebabkan luka bakar dan sengatan listrik berbahaya, memasang peralatan dan ground sesuai instruksi manual, memeriksa secara berkala sumber kabel dan terminal, melepaskan semua sumber listrik sebelum menghubungkan/melepaskan baterai atau beban, dan memahami bahwa kapasitor dalam inverter harus dilepaskan oleh petugas servis untuk mengurangi risiko sengatan listrik.

3.8. Pembentukan Tim Pengelola Lokal

Salah satu keberhasilan signifikan dari pelatihan ini adalah terbentuknya struktur organisasi pengelola PLTS yang terstruktur dan jelas pembagian tugasnya. Tim pengelola lokal dibentuk dengan mempertimbangkan prinsip *the right man on the right place*, dimana setiap anggota ditempatkan sesuai dengan kemampuan dan minatnya (Bahrian, 2024). Struktur organisasi ini meliputi koordinator teknis yang bertanggung jawab atas supervisi operasional sistem, operator harian yang bertugas melakukan monitoring rutin dan pencatatan data, teknisi perawatan yang menangani pemeliharaan berkala, dan administrator logbook yang mengelola dokumentasi dan pelaporan.

Pembentukan tim pengelola yang terstruktur ini penting untuk memastikan keberlanjutan operasional sistem PLTS. Dengan pembagian tugas yang jelas, setiap anggota memiliki tanggung jawab spesifik dan dapat fokus pada aspek pengelolaan yang menjadi kewenangannya, sehingga sistem dapat dirawat dan dioperasikan secara optimal dalam jangka panjang (Wijayanti et al., 2024).

3.9. Dampak Pelatihan terhadap Operasional Sistem

Hasil monitoring pasca pelatihan menunjukkan bahwa sistem PLTS mampu menghasilkan rata-rata 100,71 W per hari dengan energi harian 1.261,36 Wh. Sistem ini mendukung operasional berbagai beban di kawasan agro edu wisata Baruimun-Hill, termasuk sistem *smart watering* dengan sprinkler big gun yang dapat menyirami area hingga 1.000 m², penerangan untuk 14 unit lampu dengan total daya 140 W yang beroperasi 11 jam per hari, dan dua unit televisi dengan kapasitas total 130 W yang beroperasi 24 jam untuk informasi dan hiburan pengunjung.

Dengan kemampuan yang diperoleh dari pelatihan, tim pengelola lokal dapat memastikan sistem beroperasi secara optimal dan melakukan intervensi dini jika terjadi masalah. Hal ini berkontribusi pada peningkatan keandalan pasokan listrik untuk mendukung kegiatan pertanian modern dan operasional agro edu wisata (Kartikasari et al., 2024), sekaligus memberikan pengalaman edukatif kepada pengunjung tentang pemanfaatan energi terbarukan dalam pertanian.

3.10. Tantangan dan Strategi Keberlanjutan

Meskipun pelatihan telah berhasil meningkatkan kapasitas peserta, beberapa tantangan masih perlu diantisipasi untuk memastikan keberlanjutan program. Tantangan utama adalah menjaga konsistensi pelaksanaan perawatan rutin sesuai jadwal yang telah ditetapkan, terutama dalam jangka panjang ketika tidak ada lagi pendampingan intensif dari tim pelaksana.

Untuk mengatasi hal tersebut, telah disusun sistem logbook perawatan yang harus diisi secara rutin dan dievaluasi setiap bulan. Selain itu, dibentuk sistem komunikasi berkelanjutan antara tim pengelola lokal dengan narasumber pelatihan melalui grup komunikasi digital, sehingga tim lokal dapat berkonsultasi jika menghadapi masalah teknis yang belum pernah dihadapi sebelumnya.

Aspek keberlanjutan juga didukung oleh komitmen pemerintah desa dan pengelola agro edu wisata untuk perawatan sistem PLTS. Dengan dukungan kebijakan yang memadai, sistem PLTS diharapkan dapat beroperasi optimal untuk mendukung pengembangan agro edu wisata dan pertanian modern di Desa Sindulang dalam jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat "Pelatihan Pemeliharaan dan Penggunaan PLTS Atap untuk Mendukung Pengembangan Agro Edu Wisata Baruimun-Hill di Desa Sindulang" telah mencapai hasil yang signifikan dalam meningkatkan kapasitas masyarakat lokal dalam pengelolaan energi terbarukan. Hasil evaluasi menunjukkan seluruh peserta pelatihan (100%) berhasil menguasai konsep dan prinsip kerja sistem PLTS off-grid 3,45 kWp dengan peningkatan pemahaman yang terukur melalui pre-test dan post-test, mampu melakukan prosedur operasi aman, monitoring melalui LCD inverter, dan perawatan rutin secara mandiri. Sistem PLTS menunjukkan kinerja optimal dengan menghasilkan rata-rata 100,71 W per hari dan energi harian 1.261,36 Wh, mendukung kebutuhan operasional *smart watering* untuk irigasi area 1.000 m², penerangan 14 unit lampu (140 W, 11 jam/hari), dan dua unit televisi (130 W, 24 jam/hari) secara konsisten. Keberhasilan program juga ditandai dengan terbentuknya tim pengelola lokal yang terstruktur meliputi koordinator teknis, operator

harian, teknisi perawatan, dan administrator logbook, yang memastikan keberlanjutan operasional sistem dalam jangka panjang dan menciptakan sense of ownership di kalangan masyarakat lokal.

Untuk memastikan keberlanjutan program, diperlukan komitmen pemerintah desa dan kelompok tani dalam pelaksanaan perawatan rutin, pengalokasian anggaran untuk spare part, komunikasi berkelanjutan dengan narasumber, serta pengembangan sistem melalui ekspansi kapasitas PLTS dan integrasi monitoring berbasis IoT. Model pelatihan partisipatif ini dapat direplikasi di desa-desa lain dengan adaptasi materi sesuai karakteristik lokal dan pendampingan intensif minimal 3 bulan pasca pelatihan. Program ini telah membuktikan bahwa pendekatan pelatihan partisipatif efektif dalam meningkatkan kapasitas masyarakat lokal mengelola teknologi energi terbarukan, menjadi rujukan pengembangan smart village berkelanjutan berbasis kemandirian energi dan penguatan kapasitas SDM lokal, serta menunjukkan potensi besar integrasi teknologi PLTS, pertanian modern, dan pariwisata edukatif sebagai model pembangunan pedesaan yang inklusif, berkelanjutan, dan mandiri energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) KEMDIKTISAINTEK atas dukungan dan pemberian dana untuk “Program Pengabdian kepada Masyarakat” tahun pendanaan 2025 ini. Penghargaan juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Sindulang, mitra Kelompok Tani Milenial Makmur, pengelola agro edu wisata Baruimun-Hill, dan seluruh Dosen dan Mahasiswa yang telah berpartisipasi aktif dalam program ini.

REFERENSI

- Adli, M., Husna, N. F., & Ratama, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai 48 Volt 12 Ah dengan Sumber Kombinasi Panel Surya dan Listrik PLN. *Jurnal Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik*.
- Aksa, M., Radhiah, & Safitri, N. (2024). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Lahan Pertanian sebagai Alternatif Sumber Energi. *Jurnal Elektro*, 8(2), 239–242.
- Aldo, D., Ginting, M. B., Annisa, N., Tanjung, F., Yasin, F., Sulaeman, G., Pangestu, F. A., & Kunci, K. (2024). Penerapan Teknologi IoT dan Energi Terbarukan untuk Meningkatkan Efisiensi Budidaya Ikan di Desa Kasegeran. *Jurnal JPM: Pemberdayaan, Inovasi Dan Perubahan*, 4(5), 96–104. <https://doi.org/10.59818/jpm.v4i5.836>
- Asari, A. A. A., Virgono, A., & Saputra, R. E. (2025). Tantangan Peneydiaan Listrik di Lahan Pertanian Terbatas: Keseimbangan Antara Kebutuhan Energi dan Luasa Lahan. *E-Poroceeding of Engineering*, 12(5), 7924–7927.
- Asepta Surya Wardhana, Ayende, A., Pujiyanto, P., Roni Heru Triyanto, & Astrie Kusuma Dewi. (2023). Pemanfaatan Panel Surya Untuk Pompa Irigasi Tanaman di Area Perhutani Jatirejo Cepu. *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, 2(4), 547–557. <https://doi.org/10.55123/abdikan.v2i4.2691>
- Bahrian. (2024). Studi Tentang Prinsip-Prinsip Penempatan Pegawai Pada Kantor Kelurahan Air Putih Samarinda Ulu. *EJournal Administrasi Negara*, 5, 1773–1786.
- Garnia, E., Satria Perdana, R., Siti Hadijah, H., Riyyan Lisaumi, S., Sri Wahyuni, A., & Pitra Jaelani, M. (2024). Agro Edu Wisata dalam Mewujudkan Smart Village yang Berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (AJPKM)*, 8(2), 410–422. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v>

- Hasibuan, A. M., Sugiharto, B., Hayati, N. F., Dewita, T. A., & Bayati, T. (2024). Meningkatkan Kesejahteraan Petani : Menuju Sektor Pertanian yang Tangguh dan Berdaya Saing di Indonesia. *JLEB: Journal of Law Education and Business*, 2(2), 1365–1371.
- Kartikasari, P., Hatuwe, A. N., & Lilipaly, E. (2024). Perancangan Teoritis PLTS Terpusat sebagai Alternatif Suplai Listrik Kebutuhan Sucker Rod Pump. *Journal Mechanical Engineering (JME)*, 2(2), 105–114.
- Koerniawan, T., & Hasanah, A. W. (2018). Kajian Sistem Kinerja PLTS Off-Grid 1 kWp di STT-PLN. *Jurnal Ilmiah Energi & Kelistrikan*, 10(1).
- Kojoh, A. E. (2025). Analisis Stabilitas Gangguan Transient Pada Jaringan Distribusi di Wilayah Ulp. Manado Utara. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 5(4), 1763–1771.
- Mahfud, A. U., Sutarto, Saefudin, S., Nugroho, H. A., Pujiyanto, M. E., Subri, M., Muntasiroh, L., & Afif, I. Y. (2025). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Menggunakan Sistem Off-Grid untuk Meningkatkan Kemandirian Energi Masyarakat. *JPMT Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, 7, 137–142. <https://doi.org/10.24853/jpmt.7.2.137-142>
- Rahmaniar, I. D. (2025). Implementasi Program Agripreneur untuk Petani Milenial sebagai Upaya Penguatan Ketahanan Pangan di Kabupaten Mojokerto. *PRAJA Observer: Jurnal Penelitian Administrasi Publik*, 5(01), 186–193.
- Ridlo, D. T., Tola, Y., Styana, U. I. F., & Kurniawan, A. (2025). Dampak Variasi Kondisi Cuaca (Suhu, Cahaya, Kelembapan) Terhadap Unjuk Kerja dan Daya Output Sistem PLTS. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 25(2), 10–15.
- Roziqin, M., Kabes, A. F., & Haq, S. Z. N. (2022). Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Cabe Otomatis Menggunakan Esp32 dan Sensor Kelembapan Tanah. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(3), 1–8.
- Setyawan, A., & Ulinuha, A. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid untuk Supply Charge Station. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 1, 23–28.
- Simamora, Y., Dewy, M. S., Silitonga, A. I., & Immanuel, M. F. (2025). Penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis tenaga surya bagi petani kancang panjang di Desa Kota Datar. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 9, 2352–2363.
- Simorangkir, A., Halim, L., & Arthaya, B. (2025). Perancangan PLTS pada Smart Greenhouse di Lahan Pertanian Wijaya Farm , Lembang , Bandung. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(7), 1641–1650.
- Sudarwati, L., & Nasution, N. F. (2024). Upaya Pemerintah dan Teknologi Pertanian dalam Meningkatkan Pembangunan dan Kesejahteraan Petani di Indonesia. *JKAKP Jurnal Kajian Agraria Dan Kedaulatan Pangan*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.32734/jkakup.v3i1.15847>
- Sukahir, Soleh, A. M., Callista, A. B., & Alamsyah, M. (2024). Edukasi dan Pelatihan Instalasi Panel Surya Sebagai Solusi Energi Berkelanjutan. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian Dalam Penerbangan*, 5, 54–60.
- Supriyono, Purwiyanto, Riyanto, S. D., & Kurniawan, I. (2025). Perancangan dan Simulasi Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap On Grid Pada Gedung Kuliah dan Laboratorium. *Infotekmesin*, 16(02), 471–476. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v16i2.2800>
- Ulfah, M., Irtawaty, A. S., Armin, Sari, D. H., & Khairiyah, N. M. (2023). Penerapan Sistem Solar Cell untuk Penerangan Lampu Jalan dan Peningkatan Potensi Usaha Mikro Kecil Menengah untuk Mendukung Ketahanan Energi dan Ekonomi Masyarakat Kelurahan Manggar Balikpapan. *Abdimas Universal*, 5(2), 245–251.
- Wijayanti, K. R., Sugiyanto, & Wahyu, N. T. (2024). Persepsi Petani Terhadap Regenerasi Petani Muda di Era Modern. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(4), 1409–1416.

Winarno, H., Kapuji, A., Antoni, M. B., Azhara, S. U., & Putri, D. F. (2024). Pelatihan Kegiatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja bagi Mahasiswa Teknik Industri di PT Kemalir Prima Abadi. *Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat*, 2(4), 87–97.