IMPLEMENTASI PLTS OFF-GRID UNTUK KETAHANAN ENERGI DESA GIRIMOYO

Aguk Sridaryono[1)] ,Sulistiyowati[2)] dan Choirul Rio Prabowo[3)]
[1) 2) 3)] Politeknik Angkatan Darat
agukerfa@gmail.com
sulistiyowat28@gmail.com
choirul.rio.p@poltekad.ac.id

Abstract: This Community Service Program (CSP) aims to enhance the electrical energy self-sufficiency of the community in Girimoyo Village, Karangploso District, Malang Regency, through the implementation of an off-grid solar power system . The installed system comprises four 450 Wp photovoltaic (PV) modules configured in a 2-series, 2-parallel (2S2P) arrangement, a Kenika 60A MPPT solar charge controller, 1 kW pure sine wave inverter (24 VDC–220 VAC), and two 24 V 80 Ah LiFePO4 batteries connected in parallel to yield a total energy storage capacity of 24 V 160 Ah. The project stages included site surveys, system design, equipment installation, performance testing, and community training on operation and maintenance. Implementation results demonstrate that the system generates a peak power of approximately 1.8 kWp with efficient battery charging and reliably supplies electricity to both households and public facilities. Beyond improving energy supply reliability, the initiative has also increased community knowledge regarding renewable energy, thereby supporting a reduction in reliance on the conventional power grid..
.

Keywords: *Community Service, Off-Grid PV System, Solar Energy, MPPT, LiFePO₄, Girimoyo Village*

Abstrak : Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan meningkatkan kemandirian energi listrik masyarakat Desa Girimoyo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang melalui implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off-grid. Sistem yang diterapkan terdiri dari empat modul fotovoltaik (PV) berkapasitas 450 Wp yang dikonfigurasi 2 seri dan 2 paralel (2S2P), Solar Charge Controller MPPT Kenika 60A, inverter gelombang sinus murni 24 VDC–220 VAC berkapasitas 1 kW, serta dua baterai LiFePO4 (Lipo04) 24 V 80 Ah yang dipasang secara paralel sehingga menghasilkan kapasitas penyimpanan energi sebesar 24 V 160 Ah. Tahapan kegiatan meliputi survei lokasi, perancangan sistem, instalasi perangkat, pengujian performa, serta pelatihan operasi dan pemeliharaan kepada masyarakat. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan daya puncak sekitar 1,8 kWp dengan efisiensi pengisian baterai yang baik serta mampu menyuplai beban listrik rumah tangga dan fasilitas umum secara berkelanjutan. Selain meningkatkan keandalan pasokan energi, kegiatan ini juga meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai energi terbarukan sehingga mendukung pengurangan ketergantungan terhadap jaringan listrik konvensional.

Kata Knci: Pengabdian kepada Masyarakat, Sistem PV Off-Grid, Energi Surya, MPPT, LiFePO₄, Desa Girimoyo.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama masyarakat dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Peningkatan konsumsi energi setiap tahun menuntut adanya sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena berada di wilayah khatulistiwa dengan intensitas

penyinaran rata-rata 4,5–5,5 kWh/m²/hari. Potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, terutama di wilayah pedesaan.

Desa Girimoyo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi energi matahari yang cukup baik. Meskipun telah terjangkau jaringan listrik, kebutuhan masyarakat terhadap sumber energi cadangan yang andal masih cukup tinggi, terutama ketika terjadi gangguan pasokan listrik. Selain itu, pemanfaatan energi terbarukan di desa tersebut masih relatif rendah akibat keterbatasan pengetahuan masyarakat mengenai teknologi PLTS.

Melalui kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM), dilakukan implementasi sistem PLTS off-grid sebagai media edukasi sekaligus penyedia energi listrik alternatif. Sistem dirancang menggunakan empat modul surya 450 Wp dengan konfigurasi 2S2P, Solar Charge Controller MPPT Kenika 60A, serta dua baterai $LiFePO_4$ 24 V 80 Ah yang dipasang paralel. Selain pemasangan sistem, masyarakat juga diberikan pelatihan mengenai pengoperasian, pemantauan, dan pemeliharaan PLTS agar sistem dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan..

2. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan hasil survei lapangan yang dilakukan di Desa Girimoyo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, diperoleh informasi bahwa pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif masih sangat rendah. Meskipun wilayah desa memiliki potensi penyinaran matahari yang cukup baik, masyarakat masih bergantung pada pasokan listrik dari jaringan PLN untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari. Potensi energi surya yang tersedia belum dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan informasi dan belum adanya penerapan teknologi energi terbarukan di lingkungan masyarakat.

Hasil observasi dan wawancara dengan perangkat desa serta warga menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan masyarakat mengenai sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) masih relatif rendah. Sebagian besar masyarakat belum memahami prinsip kerja, manfaat, maupun keunggulan PLTS sebagai sumber energi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Selain itu, pengetahuan mengenai instalasi, pengoperasian, serta perawatan sistem PLTS juga masih terbatas, sehingga masyarakat belum memiliki kemampuan untuk mengembangkan maupun memelihara sistem tersebut secara mandiri.

Permasalahan lain yang ditemukan adalah belum tersedianya sistem energi cadangan yang dapat dimanfaatkan saat terjadi pemadaman listrik dari jaringan PLN. Kondisi tersebut berpotensi mengganggu aktivitas masyarakat yang memerlukan pasokan listrik secara berkelanjutan. Selain itu, belum adanya contoh implementasi teknologi energi terbarukan sebagai media pembelajaran menyebabkan proses sosialisasi dan transfer teknologi belum berjalan secara optimal. Oleh karena itu, melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat ini dilakukan implementasi sistem PLTS off-grid yang diharapkan mampu menjadi sumber energi alternatif sekaligus sarana edukasi untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan energi baru terbarukan.].

3. METODELOGI PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu survei lokasi, perancangan sistem, instalasi, pelatihan, dan evaluasi. Tahap survei dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan energi listrik masyarakat serta menentukan lokasi yang sesuai untuk pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

ISSN: 2622-5646 (Online)
ISSN: 2721-0448 (Print)

Selain itu, dilakukan pengukuran intensitas penyinaran matahari dan evaluasi kondisi lingkungan sekitar, seperti arah datang sinar matahari, potensi bayangan, serta faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kinerja sistem PLTS. Data hasil survei menjadi dasar dalam menentukan kapasitas sistem dan konfigurasi instalasi yang akan diterapkan.

Spesifikasi sistem PLTS yang dirancang adalah sebagai berikut.

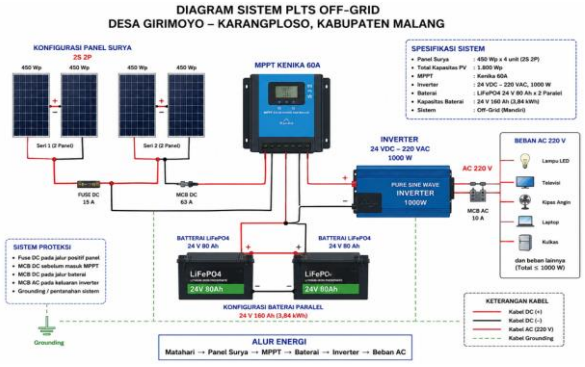
Komponen	Spesifikasi
Panel Surya	450 Wp × 4 unit
Konfigurasi PV	2 Seri × 2 Paralel (2S2P)
Total Kapasitas PV	1.800 Wp
Solar Charge Controller	MPPT Kenika 60 A
Inverter	Pure Sine Wave 24 VDC–220 VAC, 1000 Watt
Baterai	LiFePO4 (Lipo04) 24 V 80 Ah ×2 Paralel
Kapasitas Baterai	24 V 160 Ah (3,84 kWh)

Berdasarkan hasil survei, dirancang sistem PLTS off-grid dengan kapasitas total panel surya sebesar 1.800 Wp yang terdiri atas empat modul fotovoltaik monokristalin berkapasitas 450 Wp dengan konfigurasi 2 seri × 2 paralel (2S2P). Konfigurasi tersebut dipilih agar tegangan keluaran panel sesuai dengan rentang kerja MPPT Kenika 60 A, sehingga proses Maximum Power Point Tracking dapat berlangsung secara optimal dan menghasilkan efisiensi pengisian yang tinggi. Sistem penyimpanan energi menggunakan dua baterai $LiFePO_4$ 24 V 80 Ah yang dipasang secara paralel sehingga menghasilkan kapasitas total 24 V 160 Ah dengan energi tersimpan sekitar 3,84 kWh. Selanjutnya, energi listrik dikonversi menjadi arus bolak-balik menggunakan inverter Pure Sine Wave 24 V. Tahap instalasi meliputi pemasangan rangka panel surya, modul fotovoltaik, instalasi kabel DC, pemasangan MPPT, baterai, inverter, sistem proteksi berupa MCB dan fuse, serta pengujian seluruh rangkaian untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan perancangan.

Tahap berikutnya adalah pelatihan kepada masyarakat mengenai prinsip kerja PLTS, pengoperasian MPPT, pemantauan kondisi baterai, prosedur keselamatan kerja instalasi listrik, serta teknik perawatan panel surya agar sistem dapat beroperasi secara optimal dan berumur panjang. Setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai dilaksanakan, dilakukan evaluasi terhadap kinerja sistem melalui pengukuran tegangan keluaran panel surya, arus pengisian baterai, daya keluaran sistem, efisiensi MPPT, serta kapasitas baterai selama proses pengoperasian. Selain evaluasi teknis, dilakukan pula penilaian terhadap tingkat pemahaman dan kepuasan masyarakat terhadap implementasi PLTS sebagai indikator keberhasilan kegiatan PKM dan sebagai dasar penyusunan rekomendasi untuk pengembangan program serupa di masa mendatang..

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

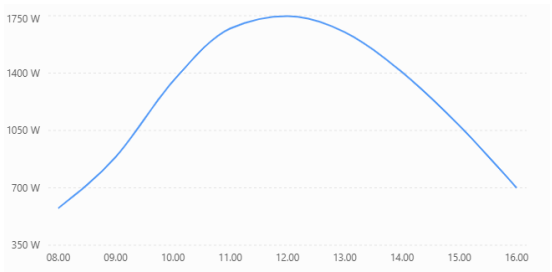
Implementasi sistem PLTS berhasil dilaksanakan sesuai dengan desain yang direncanakan. Empat panel surya berkapasitas 450 Wp dipasang menggunakan konfigurasi dua seri dan dua paralel sehingga menghasilkan kapasitas total sebesar 1,8 kWp. Konfigurasi ini memberikan keseimbangan antara tegangan dan arus masukan menuju MPPT Kenika 60A sehingga proses Maximum Power Point Tracking dapat berlangsung secara optimal.



Hasil Pengujian Panel Surya

Waktu	Tegangan PV (V)	Arus PV (A)	Daya PV (W)
08.00	72	8	576
09.00	74	12	888
10.00	75	18	1350
11.00	76	22	1672
12.00	76	23	1748
13.00	75	22	1650
14.00	74	19	1406
15.00	72	15	1080
16.00	70	10	700

Grafik Daya Panel Surya terhadap Waktu
Produksi Daya Panel Surya Harian



Hasil Pengisian Baterai Parameter	Nilai
Tegangan Baterai Awal	24,8 Volt
Tegangan Saat Charging	27,4 Volt
Arus Maksimum MPPT	58 A
Kapasitas Baterai	24 V 160 Ah
Energi Tersimpan	3,84 kWh

Dua baterai LiFePO4 24 V 80 Ah dipasang secara paralel sehingga menghasilkan kapasitas penyimpanan energi sebesar 24 V 160 Ah atau sekitar 3,84 kWh. Kapasitas tersebut mampu menyuplai beban listrik rumah tangga maupun fasilitas umum pada malam hari ketika panel surya tidak menghasilkan energi.

Beban	Daya (W)	Status
Lampu LED	100	Normal
Televisi	120	Normal
Laptop	90	Normal
Kipas Angin	70	Normal
Charger HP	20	Normal
Total Beban	400watt	Stabil

Penggunaan inverter pure sine wave 1000 Watt menghasilkan tegangan keluaran AC sebesar 220 Volt yang stabil sehingga dapat digunakan untuk berbagai peralatan elektronik seperti lampu LED, televisi, kipas angin, komputer, serta peralatan elektronik lainnya.

5. KESIMPULAN

Program Pengabdian Kepada Masyarakat berupa implementasi PLTS off-grid di Desa Girimoyo berhasil dilaksanakan dengan baik. Sistem yang terdiri atas panel surya 1.800 Wp, MPPT Kenika 60A, inverter 24 V 1000 Watt, serta baterai LiFePO4 24 V 160 Ah mampu menghasilkan energi listrik yang stabil dan andal.

Implementasi PLTS memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan ketahanan energi masyarakat, menyediakan sumber listrik alternatif, meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai energi terbarukan, serta mendukung upaya pengurangan penggunaan energi fosil. Program ini juga menunjukkan bahwa teknologi PLTS dapat diterapkan secara efektif sebagai solusi energi bersih di tingkat masyarakat.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Angkatan Darat Kodiklatad yang telah mendukung pelaksanaan Program Pengabdian Kepada Masyarakat. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Girimoyo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang beserta seluruh masyarakat yang telah memberikan dukungan, fasilitas, serta partisipasi aktif

selama kegiatan berlangsung sehingga program dapat terlaksana dengan baik.

7. REFERENSI

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). Statistik EBTKE Indonesia. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI IEC 62548: Persyaratan Instalasi Sistem Fotovoltaik.

International Energy Agency. (2023). Renewables 2023.

Messenger, R., & Ventre, J. (2017). Photovoltaic Systems Engineering. CRC Press.

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley.

Masters, G. M. (2014). Renewable and Efficient Electric Power Systems. Wiley.

Luque, A., & Hegedus, S. (2011). Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. Wiley.

Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan..