

Penerapan PLTS pada Kawasan Agro-Eko-Eduwisata Undana Farm Oenitu

Don E.D.G. Pollo^{#1}, Samy Y. Doo², Hendrik J. Djahi³, Frans J. Likadja⁴,
Dantje A.T. Sina⁵, Dominggus G.H. Adoe⁶

[#]Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

¹don_pollo@staf.undana.ac.id, ²samyeferson@staf.undana.ac.id, ³hdjahi@staf.undana.ac.id,
⁴frankylikadja@yahoo.com, ⁵dantje_sina@yahoo.com, ⁶godliefmesin@gmail.com

Abstrak

Undana Farm Oenitu merupakan kawasan Agro-Eko-Eduwisata Universitas Nusa Cendana yang berfungsi sebagai sarana pendidikan, penelitian, pertanian, dan wisata. Pengembangan kawasan ini memerlukan dukungan infrastruktur kelistrikan yang andal untuk menunjang kegiatan operasional serta meningkatkan kualitas pelayanan kepada pengunjung. Salah satu kendala yang dihadapi adalah terbatasnya pasokan listrik, terutama untuk penerangan area perkemahan dan kebun pada malam hari sehingga aktivitas dan kenyamanan pengunjung belum optimal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan menerapkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai solusi penyediaan energi listrik berbasis energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Metode pelaksanaan meliputi survei lokasi dan analisis kebutuhan energi, perancangan sistem PLTS, sosialisasi dan edukasi mengenai energi terbarukan, instalasi perangkat, pelatihan operasional dan perawatan bagi mitra, serta monitoring dan evaluasi terhadap kinerja sistem. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem PLTS yang dipasang mampu menyediakan penerangan yang memadai pada area perkemahan dan kebun sehingga meningkatkan keamanan, kenyamanan, serta mendukung aktivitas pada malam hari. Selain itu, kegiatan ini meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam pengoperasian serta perawatan sistem PLTS, sekaligus mendorong kesadaran akan pentingnya pemanfaatan energi bersih. Penerapan PLTS juga berpotensi meningkatkan efisiensi biaya operasional dan memperkuat daya dukung fasilitas Undana Farm. Dengan demikian, PLTS layak diterapkan sebagai solusi energi berkelanjutan pada kawasan pendidikan, pertanian, dan wisata, khususnya di wilayah lahan kering kepulauan.

Kata kunci: PLTS, energi terbarukan, Agro-Eko-Eduwisata, Undana Farm, lahan kering kepulauan.

Abstract

Undana Farm Oenitu is an Agro-Eco-Edu-tourism area managed by the University of Nusa Cendana, functioning as a dedicated facility for education, research, agricultural development, and tourism. The further development of this site requires reliable electrical infrastructure to support daily operations and enhance service quality for visitors. A key constraint currently faced is limited electricity supply, particularly for lighting camping areas and plantation grounds after dark, which hinders activities and compromises visitor comfort. This community service program aims to deploy Solar Photovoltaic Power Systems (Pembangkit Listrik Tenaga Surya / PLTS) as an eco-friendly, sustainable renewable energy solution.

Implementation procedures included site surveys and energy demand assessment, PLTS system design, renewable energy outreach and education, equipment installation, partner training on system operation and maintenance, plus post-installation monitoring and performance evaluation. The results confirm that the installed PLTS system delivers sufficient lighting for camping and plantation areas, improving safety, comfort, and enabling extended nighttime activities. The program also enhanced partners' knowledge and practical skills in PLTS operation and upkeep, while raising awareness of clean energy benefits. Adopting PLTS is expected to lower long-term operational costs and strengthen Undana Farm's service

capacity. In conclusion, PLTS is a highly suitable sustainable energy solution for integrated educational, agricultural, and tourism sites, especially in dryland island regions.

Keywords: *Solar Photovoltaic Power Systems, PLTS, Renewable Energy, Undana Farm, Community Service, Dryland Island*

1. PENDAHULUAN

Wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) dikenal dengan kondisi geografisnya yang didominasi oleh lahan kering dan kepulauan. Sebagai universitas yang berada di wilayah ini, Universitas Nusa Cendana (Undana) memiliki fokus pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang relevan dengan kondisi alam setempat, seperti pertanian lahan kering, pengelolaan sumber daya alam, dan adaptasi terhadap lingkungan kepulauan. Selain itu NTT juga terkenal dengan potensi pariwisatanya yang besar, seperti destinasi wisata alam contohnya Pulau Komodo di Flores, Nembrala di Rote Ndao dan Sumba iconic island. Karena itu Undana juga memberi perhatian pada pengembangan pariwisata berkelanjutan, manajemen destinasi wisata, atau studi budaya yang mendukung sektor pariwisata [1].

Salah satu implementasi konsep Budaya lahan kering kepulauan dan pariwisata adalah Undana Farm. Kompleks Agro-Eko-Edu-Wisata ini menempati area seluas 4,2 hektar yang berada di Oenitu, Desa Mata Air, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang. Posisi Undana Farm berada di perbatasan Kota Kupang dan Kabupaten Kupang sehingga mudah diakses oleh warga dari kedua tempat tersebut. Sekeliling area dipadati oleh banyak pepohonan sehingga memberi kesan alam yang asri dan udara sejuk yang tidak terkontaminasi asap kendaraan [1].

Destinasi belajar dan wisata ini dimaksudkan sebagai tempat wisata sekaligus menjadi tempat belajar tentang pertanian. Pengunjungnya berasal dari perorangan, keluarga, maupun komunitas tertentu. Undana Farm juga memfasilitasi dosen-dosen Undana untuk meneliti dan memproduksi komoditi-komoditi spesifik lokal seperti tanaman pangan (jagung, kacang hijau), tanaman hortikultura (cabai, tomat, pare), tanaman buah (buah naga, pepaya California), pakan ternak (rumput gajah, lamtoro, kaliandra), tanaman konservasi (cendana, mahoni), tanaman obat (lidah buaya, sirih), dan tanaman endemik NTT (lontar, gamal).



Gambar 1 Lokasi Undana Farm



Gambar 2 Fasilitas kolam renang



Gambar 3 Labolatorium kebun outdoor

Untuk memberikan layanan yang optimal kepada pengunjung Undana Farm tentunya diperlukan dukungan fasilitas yang memadai diantaranya kecukupan pasokan tenaga listrik baik untuk mengoperasikan fasilitas yang ada maupun untuk penerangan di malam hari. Inilah yang menjadi permasalahan di Undana Farm yaitu masih terbatasnya ketersediaan tenaga listrik. Hal ini berdampak setidaknya kepada dua hal berikut: pertama, tidak optimalnya penyediaan fasilitas dan layanan di Undana Farm dan kedua, menurunnya minat masyarakat untuk berkunjung. Sebagai contoh salah satu fasilitas yang cukup digemari masyarakat adalah areal perkemahan dengan luasan sekitar setengah hektar. Kurangnya pasokan listrik mengakibatkan minimnya penerangan terutama di malam hari sehingga pengunjung merasa kurang nyaman.



Gambar 4 Lokasi area perkemahan

Sementara itu potensi pemanfaatan energi matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik di Undana Farm cukup menjanjikan [2]. Hal ini didukung oleh beberapa faktor sebagai berikut:

1. Potensi insolasi matahari: Oenitu dimana Undana Farm berada memiliki intensitas sinar matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun, dengan curah hujan yang relatif rendah. Ini berarti adanya potensi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Rata-rata insolasi matahari mencapai 5–6 kWh/m²/hari dimana termasuk kategori sangat baik untuk menghasilkan energi listrik dari panel surya.
2. Lahan yang tersedia: Undana Farm memiliki lahan yang cukup luas, yang dapat dimanfaatkan untuk instalasi panel surya dalam skala kecil maupun menengah [1].
3. Kebutuhan energi yang berkelanjutan: Sebagai kawasan pendidikan dan pertanian, Undana Farm membutuhkan pasokan listrik yang stabil untuk mendukung kegiatan operasional, penelitian, dan pengembangan kedepan. Dengan memanfaatkan energi matahari, Undana Farm dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menciptakan sistem energi yang lebih ramah lingkungan.

Untuk itu melalui kegiatan pengabdian ini bertujuan memberikan solusi menyediakan penerangan berupa lampu panel surya memanfaatkan energi matahari yang tersedia secara memadai di kawasan Undana Farm. Titik penerangan difokuskan pada area perkemahan dan kebun [2,3,4,5,6].

2. LANDASAN TEORI DAN METODE

2.1. Landasan teori

Potensi Energi Terbarukan di Nusa Tenggara Timur

Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki karakteristik geografis dan iklim yang unik dengan potensi energi terbarukan yang sangat besar, khususnya energi surya. Berdasarkan analisis klimatologi, wilayah kepulauan di NTT, termasuk wilayah Laut Sawu, memiliki intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun yang sangat potensial untuk dikonversi menjadi energi listrik [2]. Hal ini didukung oleh kajian yang menyatakan bahwa pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di wilayah kepulauan NTT sangat layak secara teknis dan ketersediaan sumber daya, bahkan untuk skala kecil seperti pada kapal nelayan maupun fasilitas darat [3]. Optimalisasi pemanfaatan energi surya ini menjadi solusi strategis untuk mengatasi masalah elektrifikasi di daerah kepulauan yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional (PLN) [8].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang mengubah energi foton dari cahaya matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Komponen utama dalam sistem ini meliputi panel surya, *Solar Charge Controller* (SCC), baterai (penyimpan energi), dan inverter (pengubah arus DC ke AC) [4]. Sebagai energi masa depan, PLTS menawarkan keunggulan berupa sumber energi yang bersih, tidak habis, dan minim perawatan jika diinstalasi dengan benar [9].

Dalam konteks kemandirian energi nasional, transisi ke energi terbarukan seperti PLTS bukan hanya soal teknologi, melainkan strategi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan PLTU Batubara skala kecil yang kurang efisien dan polutif [5, 6]. Untuk skala penerapan terbatas (seperti fasilitas umum atau pertanian), instalasi PLTS kapasitas 450 Watt hingga skala kW dapat dirancang secara mandiri (*off-grid*) untuk memenuhi kebutuhan beban penerangan dan peralatan elektronik dasar [7].

Konteks Mitra: Undana Farm dan Rencana Strategis

Universitas Nusa Cendana (Undana) memiliki unit usaha dan fasilitas pembelajaran seperti Undana Farm yang berfokus pada pengembangan peternakan dan pertanian terpadu [1]. Pengelolaan fasilitas ini memerlukan dukungan infrastruktur yang memadai, termasuk ketersediaan energi listrik yang stabil. Hal ini sejalan dengan Rencana Strategis (Renstra) Undana 2020-2024 yang menekankan pada pengembangan aset dan unit bisnis universitas untuk mendukung kemandirian lembaga serta hilirisasi riset kepada masyarakat [10]. Penerapan teknologi tepat guna berbasis energi terbarukan di lingkungan Undana Farm menjadi wujud nyata implementasi Renstra tersebut.

Standar Instalasi dan Keamanan

Keberhasilan implementasi PLTS sangat bergantung pada prosedur instalasi yang tepat. Panduan teknis *Dos and Don'ts* sangat krusial untuk memastikan keselamatan (*safety*), efisiensi sistem, dan umur pakai komponen. Kesalahan umum seperti *shading* (bayangan) pada panel, ukuran kabel yang tidak sesuai, dan ventilasi baterai yang buruk harus dihindari [11].

2.2. Metode pelaksanaan

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) dan transfer teknologi, di mana mitra dilibatkan secara aktif mulai dari perencanaan hingga pemeliharaan. Berikut adalah tahapan pelaksanaannya:

1. Tahap Persiapan dan Survei Awal

Pada tahap persiapan, dilakukan studi pustaka dan survei lapangan untuk menganalisis kebutuhan daya listrik di lokasi mitra serta mengidentifikasi potensi radiasi matahari sebagai sumber energi utama bagi sistem PLTS [1,2]. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam perancangan sistem PLTS yang meliputi penentuan spesifikasi teknis, seperti jumlah panel surya, kapasitas baterai, kapasitas inverter, serta komponen pendukung lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan beban listrik di Undana Farm [7,11]. Perancangan ini bertujuan agar sistem yang dibangun mampu memenuhi kebutuhan energi secara optimal, efisien, dan berkelanjutan.

2. Tahap Sosialisasi dan Edukasi
Memberikan penyuluhan mengenai urgensi energi terbarukan dan pengenalan komponen dasar PLTS kepada pengelola mitra dan masyarakat sasaran. Materi merujuk pada buku panduan PLTS yang mudah dipahami [4, 9].
3. Tahap Instalasi dan Penerapan IPTEK
Melakukan pemasangan instalasi PLTS di lokasi mitra dengan mematuhi standar keamanan teknis [11]. Proses ini melibatkan tim dosen dan mahasiswa untuk pembelajaran langsung (*learning by doing*).
4. Tahap Pelatihan Operasional dan Perawatan (*Maintenance*)
Memberikan pelatihan khusus kepada operator mitra mengenai cara pengoperasian (SOP), pembersihan panel, pengecekan baterai, dan troubleshooting ringan untuk menjamin keberlanjutan sistem [12].
5. Monitoring dan Evaluasi (Monev)
Tahap ini bertujuan mengukur keberhasilan kegiatan berdasarkan indikator yang ditetapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan sebagai berikut [4,5,7,8,9,11] :

1. Tahap Persiapan
 - a. Survei lokasi: melakukan kunjungan ke lokasi untuk mengidentifikasi area yang cocok untuk pemasangan panel surya (terbuka, terkena sinar matahari langsung); menghitung luas area yang dibutuhkan untuk instalasi panel surya.
 - b. Analisis kebutuhan energi: menghitung total kebutuhan listrik (misalnya, untuk penerangan, charging station, dan peralatan lainnya); menentukan kapasitas PLTS yang dibutuhkan (dalam watt peak/WP).
 - c. Penyusunan rencana instalasi PLTS: meliputi komponen PLTS, biaya instalasi, dan perawatan.
2. Pemilihan Komponen PLTS
 - a. Panel surya: memilih panel surya dengan efisiensi tinggi dan daya tahan terhadap cuaca ekstrem.
 - b. Baterai penyimpanan: memilih baterai deep cycle yang sesuai dengan kapasitas PLTS.
 - c. Inverter: memilih inverter dengan kapasitas yang sesuai untuk mengubah arus DC ke AC.
 - d. Charge controller: memilih charge controller yang sesuai untuk mengatur pengisian baterai.
 - e. Struktur pemasangan: menyiapkan tiang atau rangka untuk menopang panel surya.
3. Instalasi PLTS
 - a. Pemasangan struktur penopang: membangun tiang atau rangka yang kokoh untuk menempatkan panel surya, memastikan struktur aman dan tahan terhadap cuaca ekstrem.
 - b. Pemasangan panel surya: memasang panel surya pada struktur penopang dengan sudut kemiringan optimal (biasanya 15-30 derajat) untuk menangkap sinar matahari maksimal, memastikan panel surya terpasang dengan kuat dan rapi.
 - c. Pemasangan baterai dan inverter: menempatkan baterai dan inverter di lokasi yang aman dan terlindung dari cuaca; menghubungkan panel surya ke charge controller, baterai, dan inverter dengan kabel yang sesuai.
 - d. Penyambungan kabel: menyambungkan kabel dari panel surya ke charge controller, kemudian ke baterai, dan akhirnya ke inverter.
 - e. Instalasi sistem distribusi listrik: menghubungkan inverter ke sistem distribusi listrik di area perkemahan (misalnya, ke lampu LED, stop kontak, atau peralatan lainnya).
4. Pengujian dan komisioning
 - a. Pengujian sistem: memeriksa apakah panel surya menghasilkan listrik sesuai dengan kapasitas yang diharapkan; memastikan charge controller bekerja dengan baik untuk mengatur pengisian baterai; menguji inverter untuk memastikan konversi arus DC ke AC berfungsi dengan baik.
 - b. Pengujian beban: menghubungkan peralatan listrik (seperti lampu atau charger) untuk memastikan sistem bekerja dengan baik.

- c. Pengecekan keamanan: memastikan semua komponen terpasang dengan aman dan tidak ada kabel yang terbuka.
5. Operasional dan perawatan
 - a. Pelatihan pengelola: memberikan pelatihan kepada pengelola Undana Farm tentang cara mengoperasikan dan merawat sistem PLTS.
 - b. Perawatan rutin: membersihkan panel surya secara berkala dari debu, daun, atau kotoran lainnya; memeriksa kondisi baterai, kabel, dan komponen lainnya secara rutin.
 - c. Monitoring performa: memantau performa sistem PLTS secara berkala untuk memastikan efisiensi dan keandalan.
6. Dokumentasi dan laporan
 - a. Dokumentasi instalasi: mencatat semua tahapan instalasi, termasuk foto dan spesifikasi komponen yang digunakan.
 - b. Laporan akhir: membuat laporan lengkap tentang kapasitas PLTS, biaya instalasi, dan rekomendasi perawatan.
7. Selama pelaksanaan kegiatan tidak ditemukan kendala teknis maupun nonteknis yang signifikan. Meskipun demikian, keberlanjutan pemanfaatan sistem PLTS memerlukan komitmen pengelola dalam melakukan perawatan berkala, seperti pembersihan panel surya, pemeriksaan baterai, dan pemantauan kinerja sistem. Selain itu, peningkatan kapasitas PLTS pada masa mendatang dapat dipertimbangkan untuk mendukung kebutuhan listrik fasilitas lain di kawasan Undana Farm seiring dengan meningkatnya aktivitas pendidikan, pertanian, dan wisata.



Gambar 5 Penyiapan tiang penyangga



Gambar 6 Penyiapan dudukan tiang penyangga



Gambar 7 Perakitan lampu panel surya



Gambar 8 Pemasangan lampu panel surya



Gambar 9 Hasil Penerangan lampu panel surya

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Undana Farm Oenitu telah berhasil dilaksanakan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Sistem PLTS yang terpasang mampu menyediakan pasokan listrik untuk penerangan area perkemahan dan kebun, sehingga mendukung peningkatan aktivitas, keamanan, dan kenyamanan pengunjung, khususnya pada malam hari. Selain itu, kegiatan ini meningkatkan pengetahuan dan kesadaran mitra mengenai pemanfaatan energi terbarukan serta kemampuan dasar dalam pengoperasian dan perawatan sistem PLTS. Penerapan PLTS juga berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional dan menekan biaya operasional. Kedepan, pengembangan kapasitas PLTS dan pemanfaatannya sebagai sarana edukasi dan penelitian dapat dilakukan untuk meningkatkan keberlanjutan dan manfaat kawasan Undana Farm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Nusa Cendana yang telah mendanai pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui Surat Perjanjian Penugasan Nomor 168/UN15.22/PL/2025. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pengelola Undana Farm Oenitu atas kerja sama, dukungan, dan partisipasi aktif selama proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi kegiatan sehingga program ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undana Farm, *Profil Undana Farm*, Universitas Nusa Cendana, <https://bpu.undana.ac.id/2024/undana-farm/>, (23 Jan. 2025). (Link URL)
- [2] Setiawan, W. & Hermawan, R., *Analisis potensi angin dan cahaya matahari sebagai alternatif sumber tenaga listrik di wilayah Laut Sawu*, Jurnal Sains Terapan, **4**(1), p. 59, Apr. 2018. (Jurnal)
- [3] Nugraha, A.I.M., Serihollo, G.G.L. & Desnanjaya, M.N.I.G., *Kajian pemanfaatan dan ketersediaan PLTS sebagai sumber energi listrik pada kapal 5 GT di Nusa Tenggara Timur*, Jurnal Kelautan Nasional, **17**(2), p. 124, July 2022. (Jurnal)
- [4] Samsurizal, et al., *Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, Institut Teknologi PLN, Sep. 2021. (Buku)
- [5] Corio, D., et al., *Energi Indonesia: Masalah dan potensi pembangkit listrik dalam mewujudkan kemandirian energi*, Yayasan Kita Menulis, 2023. (Buku)
- [6] Rahardjo, I. & Fitriana, I., *Analisis potensi Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia*, Strategi Penyediaan Listrik Nasional, BPPT, https://www.oocities.org/markal_bppt/publish/pltkcl/plrahard.pdf, (23 Jan. 2025). (Link URL/Laporan)
- [7] Silaban, S. & Sitompul, P., *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya kapasitas 450 Watt*, Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, **4**(1), pp. 41-48, Feb. 2023. (Jurnal)
- [8] Corio, D., et al., *Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di daerah kepulauan*, Yayasan Kita Menulis, 2023. (Buku)

- [9] Rauf, R., et al., *Matahari sebagai energi masa depan: Panduan lengkap Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, Yayasan Kita Menulis, 2023. (Buku)
- [10] Universitas Nusa Cendana, *Peraturan Rektor Undana no 10 tahun 2020 tentang Rencana Strategis Dan Rencana Strategis Bisnis Universitas Nusa Cendana TAHUN 2020 – 2024*, Universitas Nusa Cendana, Kupang, 2020. (Laporan Teknis)
- [11] Ramadhani, B., *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Dos and Don'ts*, GIZ GmbH EnDev Indonesia, Jakarta, 2018. (Buku)
- [12] Haryanto, A., et al., *Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Instalasi dan Perawatan Panel Surya Skala Rumah Tangga*, Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM), 2023. (Jurnal)
- [13] IRENA, *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2022. (Laporan Teknis)