

Penerapan Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Pada Pondok Pesantren Sunan Pandanaran Lampung

Lukmanul Hakim^{(1)*}, Khairudin⁽¹⁾, Herri Gusmedi⁽¹⁾, Diah Permata⁽¹⁾, dan Septuri⁽²⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung

⁽²⁾Jurusan Manajemen Pendidikan Islam, UIN Raden Intan

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

Email: (*)lukmanul.hakim@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Pondok Pesantren Sunan Pandanaran Lampung didirikan tahun 2018 merupakan afiliasi Pondok Pesantren Sunan Pandanaran di Yogyakarta. Lokasinya di Desa Banding Agung, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran cukup jauh dari jalan utama sehingga penarikan saluran listrik tegangan rendah berjarak 2 km dari gardu distribusi PT. PLN (Persero) terdekat. Para santri yang berjumlah 22 orang sering mengalami kendala saat belajar dan mengulang hafalan Al Quran pada malam hari jika terjadi gangguan listrik PLN yang frekuensi pemadamannya agak sering pada musim hujan. Untuk itulah tim pengabdian menginstalasi sistem penerangan listrik tenaga surya pada posisi-posisi penting dalam menunjang aktivitas santri di malam hari. Pada kegiatan ini, 4 titik lampu DC 12 watt dengan panel surya berukuran 100 watt-peak dipasang lengkap dengan pengontrol cas dan baterai 12 volt. Hasil pemasangan panel surya dan lampu mendapat respon memuaskan dari pengelola pesantren dan para santri dimana cahaya lampu ini cukup untuk mendukung aktivitas santri pada saat malam.

Kata kunci:

Lampu DC, Listrik Tenaga Surya, Pesantren Sunan Pandanaran

ABSTRACT

Pondok Pesantren Sunan Pandanaran Lampung was established in 2018, which is an affiliate of Pondok Pesantren Sunan Pandanaran in Yogyakarta. Its location in the Banding Agung Village, Punduh Pidada District, Pesawaran is remote from the main road, consequently the installation of low-voltage electrical lines spans approximately 2 km from the nearest distribution substation of PT. PLN (Persero). The students, currently 22 persons, often encounter difficulties in studying and reciting The Quran at night whenever there are power outages from PLN. During the rainy season, these power outages occur more frequently. To address this issue, the team has installed a solar-powered lighting system in key areas to support the student's activities at night. In this project, 4 DC 12-watt lights with 100-watt peak solar panels were installed, complete with charge controllers and 12-volt batteries. The installation has received a positive response from the boarding school management and the students, as the light produced by these lamps is sufficient to support their activities during the night.

Keywords:

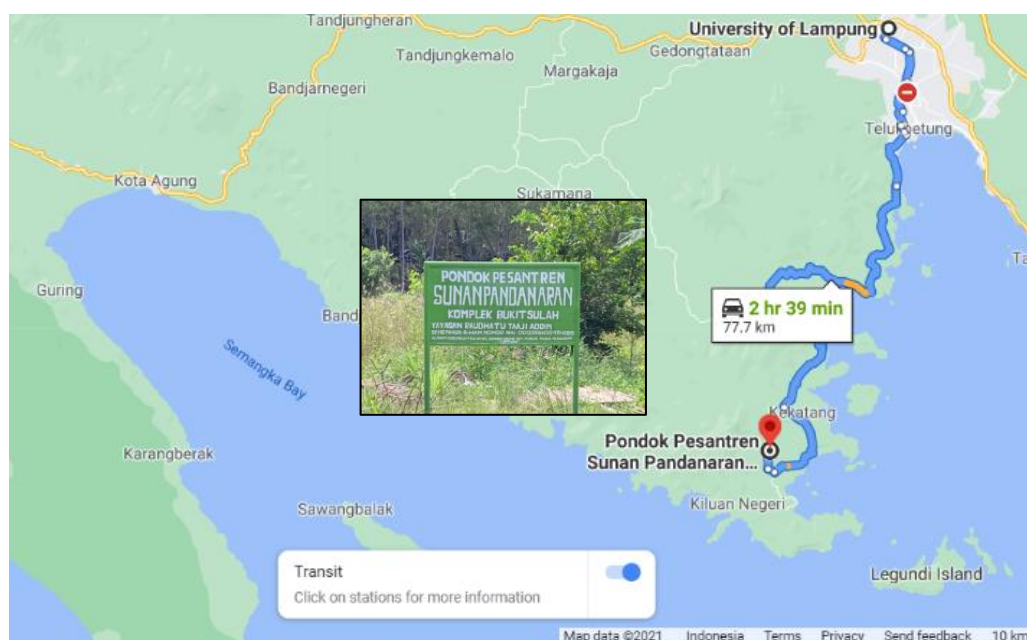
DC Lights, Solar Power, Sunan Pandanaran Islamic Boarding School

Submit:	Revised:	Accepted:	Available online:
17.07.2023	08.08.2023	06.10.2023	15.10.2023

PENDAHULUAN

Pondok pesantren sebagai ujung tombak pembinaan masyarakat, khususnya untuk umat Islam, seringkali berada pada lokasi yang sulit dijangkau mengingat ketersediaan lahan yang digunakan. Salah satunya adalah Pondok Pesantren Sunan Pandanaran yang berlokasi di Dusun Gunung Sulah, Desa Banding Agung, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran. Pesantren ini menerima siswa sejak tahun 2018, saat ini baru mampu menampung sekitar 22 siswa khusus untuk kelas penghafal Al Quran. Pesantren ini merupakan afiliasi dari Pondok Pesantren Sunan Pandanaran di Yogyakarta.

Lokasi pesantren yang cukup jauh dari jalan utama dan berada di pinggir hutan mengakibatkan letaknya jauh dari gardu distribusi listrik PLN. Peta jalan menuju lokasi dapat dilihat pada Gambar 1, dimana jarak tempuh dari Universitas Lampung menuju pesantren ini adalah 78 km. Sejauh 2 km saluran listrik tegangan rendah harus ditarik dari gardu terdekat melalui kebun dan hutan sehingga rawan gangguan, terutama sewaktu hujan. Seringkali pada musim hujan, pesantren mengalami pemadaman listrik yang berlangsung cukup lama sehingga mengganggu aktivitas pesantren khususnya pada waktu malam hari.



Gambar 1. Rute Lokasi dari Universitas Lampung

Sebelum pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, selain menggunakan listrik PLN dengan dua kWh-meter pra-bayar masing-masing berlangganan daya 1300VA, pesantren ini juga sempat menggunakan teknologi listrik mikrohidro (PLTMH) sebagai sumber listrik cadangannya. PLTMH dipilih sebagai tenaga cadangan dikarenakan kelebihanannya untuk menggunakan potensi dari air sungai sebagai pembangkit listrik (Ardiansyah, Sunaryatiningsih, & Sari, 2023). PLTMH dengan kapasitas 3000VA sudah dioperasikan selama lebih dari satu tahun dan cukup memberikan penerangan ketika listrik PLN mengalami pemadaman. Namun demikian, karena posisi unit PLTMH yang berada di bawah tebing dimana sulit dipantau secara terus menerus, maka pada saat libur menjelang Hari Raya Idul Fitri, unit PLTMH tersebut hilang dicuri.

Dengan kondisi yang seperti ini, dimana kebutuhan pasokan listrik untuk penerangan di beberapa titik agar membantu kegiatan pesantren di malam hari serta aspek kerawanan yang ada mengingat lokasi pesantren yang berada di pinggir hutan, maka tim pengabdian dari Universitas Lampung menganjurkan pemasangan listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi. Keunggulan PLTS yang pertama ialah dapat dipasang pada lokasi yang tergolong mudah diawasi, tergantung dengan skala kebutuhan pembangunan (Permana, Hadiani, & Solichin2, 2019). Kedua, PLTS bersifat *scalable*

yaitu dapat dibuat sesuai dengan skala yang dibutuhkan (Setiawan, et al., 2014). Ketiga, PLTS tidak sulit dalam pemeliharaan yaitu cukup memeriksa kebersihan permukaan panel surya (Yogianto, Ispranyoto, Emilia, & Sriyayi, 2021). Dari segi keselamatan, agar instalasinya tidak membahayakan, tim pengabdian menganjurkan penggunaan listrik arus searah yaitu 12 volt DC. Selain itu, arus listrik searah 12 volt DC dapat dihasilkan dari sumber energi terbaru seperti panel surya menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan (Myson & Aritonang, 2019). Pada saat instalasi, santri dilibatkan sambil dilakukan alih teknologi dan pembelajaran sehingga ke depan dapat menjamin keberlangsungan PLTS ini. Beberapa pesantren telah mencoba memanfaatkan listrik energi surya untuk mendukung aktivitasnya (Barri, Aprillia, Sugiana, & Adam, 2021; Ariawan & Sinaga, 2021).

IDENTIFIKASI MASALAH

Sistem penerangan tenaga surya yang diinstalasi pada Pondok Pesantren Sunan Pandanaran ini merupakan sistem sederhana saja dengan menggunakan tegangan 12 volt DC. Pertimbangan utama karena PLTS ini hanya melayani beban penerangan, dan penggunaan lampu LED 12 watt, 12 volt DC lebih dianjurkan dengan kelebihan efisiensi pencahayaan. Konfigurasi listrik tenaga surya sederhana yang akan dipasang dapat dilihat pada Gambar 2.

Pondok pesantren ini memiliki tiga bangunan utama meliputi mushola apung tempat aktivitas bersama dan sholat berjamaah, asrama putra dan asrama putri. Bangunan pendukung meliputi kamar mandi dan sawung-sawung kecil bagi santri jika melakukan muroja'ah mandiri secara terpisah.



Gambar 2. Konfigurasi Listrik Tenaga Surya yang Dipasang di Ponpes Sunan Pandanaran

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian diawali dengan survei dan diskusi awal ke lokasi pesantren. Diskusi berjalan lancar dan penuh rasa kekeluargaan seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam diskusi ini terungkap bahwa listrik dari PT. PLN (Persero) yang menjangkau daerah pelosok seperti pada pesantren ini tidak selalu dapat diandalkan karena sering terjadi pemadaman listrik. Selanjutnya tim pengabdian menyampaikan berbagai alternatif sumber listrik untuk memenuhi kebutuhan pesantren tersebut. Dari semua alternatif tersebut, listrik dari tenaga surya yang paling tepat digunakan di pesantren tersebut.



Gambar 3. Suasana Diskusi Tim Pengabdi dengan Pengurus Pesantren dan Para Santri

Setelah berdiskusi dengan pengelola pesantren, khususnya penanggung jawab sarana dan prasarana yaitu Ustadz Ahmad Suparno, maka diputuskan agar panel surya diletakkan di atas atap mushola apung dan kelengkapan *battery* dan *battery control unit* di dalam mushola apung. Penempatan perangkat ini dikarenakan mushola apung merupakan pusat kegiatan santri pada pondok pesantren. Oleh karena itu mushola apung ini perlu dilengkapi dengan alat penerangan yang cukup dengan sumber arus listrik yang memadai. Posisi dan bentuk fisik mushola apung ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mushola Apung yang Menjadi Pusat Kegiatan Santri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tim pengabdian bekerja dengan pengetahuan dan prosedur yang terstandarisasi agar hasil yang didapatkan sesuai kebutuhan dengan menerapkan prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) agar tidak menimbulkan kecelakaan kerja. Pertama-tama tim melakukan kalkulasi intensitas pencahayaan yang dibutuhkan untuk lokasi yang telah ditetapkan. Sesuai dengan SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung (Badan Standardisasi Nasional, 2001), kebutuhan tingkat pencahayaan untuk ruang kerja adalah 120 – 250 lux. Berdasarkan ketentuan tersebut, flux cahaya yang dibutuhkan dapat dihitung melalui flux cahaya desain menggunakan formula (1) dan flux cahaya teoritis menggunakan formula (2).

$$\Phi_D = \frac{\Phi_r}{K_D \times K_P} \quad (1)$$

$$\Phi_r = E \times A \quad (2)$$

di mana:

Φ_D = flux cahaya desain (*lumens*)

Φ_r = flux cahaya teoritis (*lumens*)

K_D = koefisien depresiasi lampu

K_P = koefisien penggunaan lampu

E = tingkat pencahayaan (*lux*)

A = luas lantai ruangan (m^2)

Luas lantai efektif mushola apung yang digunakan adalah 16 m² dengan $K_P = 0,85$ (tinggi lampu hanya sekitar 2,5 m dari lantai) dan $K_D = 0,9$ (karena lokasi di daerah perkebunan dan di pinggir hutan dengan udara yang cukup bersih dari debu) serta tingkat pencahayaan 120 lux, maka Φ_r adalah 1920 lumens. Untuk itu didapat Φ_D sebesar 2509,8 lumens. Untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan ini, maka dua buah lampu LED 12 watt dengan flux luminous masing-masing sebesar 1320 lumens dipasang di mushola apung. Dengan demikian total flux luminous menjadi 2640 lumens sesuai dengan SNI. Dua lampu lainnya dipasang di lorong antara bangunan pondok santri pria dengan santri wanita sekaligus menerangi lokasi kamar mandi.

Pemasangan instalasi panel surya di atap mushola apung merupakan tugas berikutnya. Tim berupaya menyelesaikan tugas ini dengan hati-hati dan terukur agar hasilnya sesuai yang diharapkan. Proses pemasangan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemasangan Panel PLTS di Atap Mushola Apung

Proses instalasi di dalam mushola dilaksanakan dengan melibatkan para santri dan pengurus pesantren bidang sarana prasarana seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Dengan cara ini secara bersamaan dilakukan alih teknologi dari tim pengabdian ke para santri dan pengurus pesantren.



Gambar 6. Pemasangan Instalasi Listrik dibantu Santri dan Pengurus Pesantren

Beberapa hari setelah sistem penerangan bertenaga surya dipasang di Ponpes Sunan Pandanaran, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran ini, tim pengabdian tetap melakukan komunikasi dengan pihak pengelola ponpes untuk memantau pemanfaatan teknologi yang sudah dipasang. Selama satu bulan pemantauan, ternyata telah terjadi beberapa pemadaman listrik di ponpes yang disebabkan oleh faktor cuaca. Dengan kondisi pemadaman pada malam hari ini, pihak ponpes menginformasikan manfaat yang dirasakan oleh pengelola ponpes dan terutama para santri yang tetap dapat berkegiatan di malam hari. Dari catatan pengelola ponpes, sistem PLTS sederhana yang sudah dipasang ini mampu memberikan pencahayaan sampai dengan waktu subuh, dengan catatan dari dua lampu yang dipasang di mushola apung, hanya satu lampu saja yang dinyalakan untuk penerangan hingga subuh. Sementara lampu satu lagi yang dipasang untuk menerangi lorong antara rumah santri putri dengan rumah santri putra sampai ke bangunan kamar mandi dan toilet serta tempat wudhu tetap dinyalakan.

Dari kondisi ini, maka *depth of discharge* (DOD) dari baterai yang digunakan dapat dievaluasi mengingat jenis baterai yang digunakan tidak diperbolehkan di-*discharge* lebih dari 30% kapasitas agar baterai tetap awet. Perhitungan DOD untuk kondisi saat terjadinya pemadaman listrik pada malam hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Penggunaan Lampu saat Pemadaman Listrik PLN

No.	Waktu	Konsumsi Energi (wh)	Lokasi Lampu
1	18:00 – 20:00	4 lampu, @12 watt, 4 jam, konsumsi energi 192 wh	2 lampu di mushola apung, dan 2 lampu di lorong antar bangunan
2	20:00 – 22:00	2 lampu, @12 watt, 2 jam, konsumsi energi 48 wh	1 lampu di mushola apung, dan 1 lampu di lorong antar bangunan
3	22:00 – 04:00	1 lampu, 12 watt, 6 jam, konsumsi energi 72 wh	1 lampu di mushola apung
4	04:00 – 05:00	2 lampu, @12 watt, selama 1 jam, konsumsi energi 24 wh	2 lampu, masing-masing 1 lampu di mushola apung dan 1 lampu di lorong
5	05:00 – 06:00	1 lampu, 12 watt, selama 1 jam, konsumsi energi 12 wh	1 lampu di mushola apung

Total konsumsi energi saat terjadinya pemadaman listrik seperti ditunjukkan pada Gambar 7, adalah 348 wh sementara kapasitas total baterai adalah 1200 wh. Dengan kondisi penggunaan energi seperti ini maka DOD baterai adalah 29%. Berdasarkan ketentuan yang telah diuraikan sebelumnya, tingkat DOD masih berada di bawah ambang batas maksimum. Oleh karena itu, diharapkan baterai yang telah terpasang akan dapat bertahan lama.



Gambar 7. Pemanfaatan Penerangan Tenaga Surya saat Terjadi Pemadaman Listrik PLN

Gambar 7 merupakan contoh aktivitas para santri pada malam hari saat terjadinya pemadaman listrik PLN. Mushola yang digunakan santri masih terlihat terang dengan pencahayaan lampu bertenaga baterai yang sumber listriknya berasal dari panel surya. Kendala listrik PLN yang padam selama ini di waktu malam hari sudah dapat diantisipasi dengan baik sehingga tidak menghalangi santri untuk beraktivitas di malam hari.

KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi khususnya untuk penerangan sangat mendesak dalam pelaksanaan kegiatan di Pondok Pesantren Sunan Pandanaran dan karenanya instalasi sistem penerangan berbasis listrik energi surya dinilai dapat memberikan manfaat dalam mendukung kegiatan di pondok pesantren tersebut hingga malam hari. Untuk saat ini, dengan sistem yang telah dipasang yaitu 4 lampu 12 watt dengan masing-masing *flux luminous* 1320 lumens sudah mampu memenuhi kebutuhan minimum penerangan untuk kegiatan pesantren di malam hari. Sebagai tindak lanjut kegiatan ini, tim pengabdian terus menjalin komunikasi dan memantau pemanfaatan peralatan yang sudah dipasang serta mengupayakan pengembangannya.

Ucapan Terima Kasih

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih atas dukungan pendanaan dari DIPA BLU Fakultas Teknik, Universitas Lampung dengan SK Penugasan Nomor 3824/UN26.1/PM/2021. Terima kasih juga ditujukan ke Pesantren Sunan Pandanaran Lampung yang telah bersedia menjadi tempat kegiatan pengabdian.

REFERENSI

- Ardiansyah, Sunaryatiningsih, I., & Sari, C. (2023). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Patihan Kabupaten Madiun. *Set-Up: Jurnal Keilmuan Teknik*, 1(2), 177-186.
- Ariawan, A. M., & Sinaga, N. (2021). Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Reaksi*, 19(1), 1-13. doi:10.30811/jstr.v19i01.2261
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 03-6575-2001 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. Diambil kembali dari PestaOnline: <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/6188-sni03-6575-2001>
- Barri, M. H., Aprillia, B. S., Sugiana, A., & Adam, K. B. (2021). Integrasi Modul Energi Surya untuk Membantu Sistem Kelistrikan di Pondok Pesantren Darul Bayan Kecamatan Jatinangor Kabupaten Bandung. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 117-122. doi:10.25047/j-dinamika.v6i1.2368
- Myson, & Aritonang, A. (2019). Generator DC 12 VOLT dengan Kapasitas 270 Watt untuk PLTMH Dijalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muara Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 16-20. doi:10.33087/jepca.v2i1.25
- Permana, H. S., Hadiani, R., & Solichin2. (2019). PEMANFAATAN WADUK BENING/ WIDAS SEBAGAI LOKASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret*, 65-71. doi:10.20961/jrrs.v2i2.28630
- Setiawan, S., Siahaan, S. H., Manalu, R., Pabeta, A. T., Asmara, A. Y., Alamsyah, P., & Maulana, Q. (2014). *Studi Model Bisnis dan Kemampuan Teknologi Industri PLTS Menuju Kemandirian Energi*. Jakarta: PAPPIPTEK-LIPI.
- Yogianto, A., Ispranyoto, E., Emilia, & Sriyayi. (2021). Sosialisasi Pemasangan, Pengoperasian dan Pemeliharaan Panel Surya Fotovoltaik di Pondok Pesantren Khoiru Ummah, Sumedang . *Terang: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 192-199.