

Pendampingan Perencanaan Sistem Plts *Off grid* Sebagai Upaya Mendukung Kemandirian Energi di Pesantren Baituss Sa'adah, Desa Sukarahayu, Kecamatan Tambelang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat

Slamet Purwo Santosa^{1*}, Lukman Aditya², Ujang Wiharja³, Bilal Al Hafidz⁴, Muhammad Aziz Aditya⁵, Muhammad Rizal Mauludi⁶

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia

*e-mail: slametpurwo@unkris.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan energi listrik di Indonesia terus meningkat, sementara keterbatasan pasokan listrik masih menjadi kendala khususnya di Pesantren Baitussa'adah, Desa Sukarahayu, Kabupaten Bekasi. Dimana daya listrik terpasang dari PLN yang hanya sebesar 450 VA belum mampu memenuhi kebutuhan operasional, sehingga sering terjadi kelebihan beban saat kegiatan malam hari. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengidentifikasi potensi dan menyusun perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off grid sebagai upaya mendukung kemandirian energi pesantren. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, analisis kebutuhan energi listrik, pengukuran potensi radiasi matahari, dan perancangan teknis sistem PLTS. Hasil menunjukkan potensi energi surya sebesar 1.664,2 kWh/m²/tahun dengan kebutuhan energi harian 2,88 kWh. Sistem yang direkomendasikan terdiri atas 6 panel surya 200 Wp, 4 baterai 12 V/100 Ah, dan 11 lampu DC 12 V/20 W dengan estimasi investasi Rp17.831.000,00. Selain memberikan alternatif penyediaan energi yang andal bagi pesantren, kegiatan ini juga meningkatkan pemahaman pengelola dan masyarakat sekitar mengenai pemanfaatan energi surya, membuka peluang penghematan biaya listrik, mengurangi ketergantungan terhadap pasokan listrik konvensional, serta mendorong terbentuknya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengembangan energi bersih yang berkelanjutan. Dengan demikian, Pesantren Baituss Sa'adah berpotensi menjadi pusat edukasi dan model percontohan penerapan energi terbarukan bagi masyarakat pedesaan di Desa Sukarahayu dan wilayah sekitarnya.

Kata kunci: Energi Terbarukan, Listrik, Off-grid, PLTS

Abstract

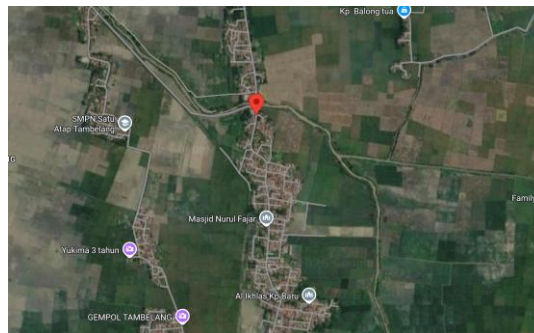
The need for electrical energy in Indonesia continues to increase, while limited electricity supply remains an obstacle, especially in the Baitussa'adah Islamic Boarding School, Sukarahayu Village, Bekasi Regency. Where the installed electricity capacity from PLN is only 450 VA, it is not able to meet operational needs, so that overloads often occur during night activities. This community service activity aims to identify the potential and prepare a plan for an off grid Solar Power Plant (PLTS) as an effort to support the energy independence of the Islamic boarding school. The methods used include field surveys, analysis of electrical energy needs, measurement of solar radiation potential, and technical design of the PLTS system. The results show a solar energy potential of 1,664.2 kWh/m²/year with a daily energy requirement of 2.88 kWh. The recommended system consists of 6 200 Wp solar panels, 4 12 V/100 Ah batteries, and 11 12 V/20 W DC lamps with an estimated investment of Rp17,831,000.00. In addition to providing a reliable alternative energy source for the Islamic boarding school, this activity also increases the understanding of the management and surrounding community regarding the use of solar energy, opens up opportunities for electricity cost savings, reduces dependence on conventional electricity supplies, and encourages public awareness and participation in the development of sustainable clean energy. Thus, the Baituss Sa'adah Islamic Boarding School has the potential to become an educational center and a pilot model for the application of renewable energy for rural communities in Sukarahayu Village and the surrounding area.

Keywords: Electricity, Off-Grid, Renewable Energy, Solar Power Plant

1. PENDAHULUAN

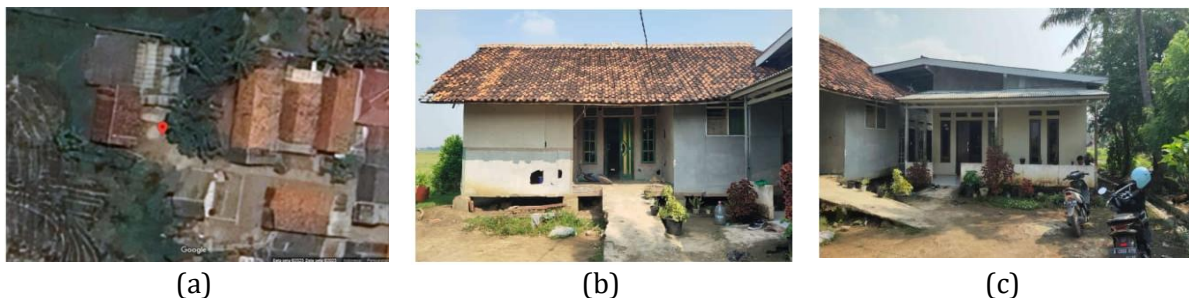
Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan sektor pendidikan, serta meningkatnya aktivitas ekonomi masyarakat. Di sisi lain, ketergantungan terhadap energi fosil masih menjadi tantangan dalam mewujudkan ketahanan energi nasional dan pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, pemanfaatan energi

baru dan terbarukan (EBT) menjadi salah satu strategi yang terus didorong pemerintah, khususnya melalui pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Ipung & Thamrin, 2023). Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena berada di wilayah khatulistiwa dengan intensitas penyinaran matahari yang relatif tinggi sepanjang tahun (Kharisma et al., 2024). Potensi tersebut membuka peluang pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, ekonomis, dan mudah diterapkan pada berbagai sektor, termasuk lembaga pendidikan khususnya pesantren yang berada di pedesaan (Rahardjo & Fitriana, 2005). Salah satu pesantren yang memiliki potensi untuk pengembangan PLTS adalah Pesantren Baituss Sa'adah dalam hal ini sebagai mitra pengabdian masyarakat prodi teknik elektro UNKRIS yang berlokasi di Desa Sukarahayu, Kecamatan Tambelang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Untuk kondisi pesantren. Untuk lokasi pesantren Baitus Sa'adah seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pesantren Baitus Sa'adah, Desa Sukarahayu, Rt.01 Rw.04 No.23, Kecamatan Tambelang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat

Pesantren Baituss memiliki potensi yang baik untuk pengembangan PLTS karena didukung kondisi lingkungan yang terbuka dengan tingkat radiasi matahari yang relatif tinggi. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) lokasi pondok pesantren Baituss Sa'adah. (b) dan (c) foto pondok pesantren Baituss Sa'adah

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pengurus pesantren, diketahui bahwa daya listrik terpasang dari jaringan PLN hanya sebesar 450 VA. Kapasitas tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan operasional pesantren, terutama pada malam hari ketika semua kegiatan berlangsung secara bersamaan. Kondisi tersebut menyebabkan beban listrik sering melebihi kapasitas sehingga *Miniature Circuit Breaker* (MCB) kerap mengalami trip. Akibatnya, penggunaan peralatan listrik harus dibatasi dan pengurus pesantren belum dapat menambah fasilitas penerangan maupun peralatan penunjang pembelajaran (Iskandar & Haryadi, 2021). Selain keterbatasan kapasitas listrik, pengurus pesantren juga menyampaikan belum memiliki pengetahuan yang memadai mengenai potensi energi surya, perencanaan sistem PLTS, kebutuhan investasi, maupun tahapan implementasi yang sesuai dengan kondisi pesantren. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan yang tidak hanya menghasilkan rekomendasi teknis, tetapi

juga meningkatkan pemahaman mitra mengenai pemanfaatan energi terbarukan sebagai solusi penyediaan energi listrik (Asrul et al., 2024).

Berdasarkan kondisi tersebut, tim pengabdian kepada masyarakat dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Krisnadwipayana melaksanakan kegiatan pendampingan perencanaan sistem PLTS *off grid* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Kegiatan ini meliputi identifikasi kebutuhan energi listrik, survei potensi energi surya, sosialisasi konsep dasar PLTS, perhitungan kebutuhan komponen sistem, penyusunan estimasi biaya investasi, serta penyampaian rekomendasi implementasi kepada pengurus pesantren (Fauzsan et al., 2025; Jannah et al., 2025). Pendekatan ini dipilih agar sistem yang direncanakan sesuai dengan kebutuhan riil dan kemampuan pendanaan mitra.



Gambar 3. Tim Pengabdian Masyarakat prodi Teknik Elektro UNKRIS bersama pimpinan pesantren Baitus Sa'adah Ust. Darman syhabudin

Tujuan kegiatan ini adalah mengidentifikasi potensi pemanfaatan energi surya, menyusun perencanaan teknis sistem PLTS *off-grid*, serta meningkatkan pengetahuan dan kapasitas pengurus pesantren dalam merencanakan kemandirian energi berbasis energi terbarukan. Melalui kegiatan ini diharapkan pengurus pesantren memiliki acuan teknis dalam pengembangan PLTS secara bertahap sesuai kemampuan pendanaan, sekaligus meningkatkan literasi energi terbarukan di lingkungan pesantren. Selain memberikan manfaat bagi mitra berupa alternatif penyediaan energi listrik yang lebih andal, kegiatan ini juga diharapkan mampu menjadikan Pesantren Baituss Sa'adah sebagai pusat edukasi dan model percontohan penerapan energi terbarukan bagi masyarakat Desa Sukarahayu dan wilayah sekitarnya (Siswiyanti & Jahi, 2006).

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Pesantren Baituss Sa'adah, Desa Sukarahayu, Kecamatan Tambelang, Kabupaten Bekasi, pada bulan Juli–Agustus 2025. Mitra kegiatan terdiri atas pengurus pesantren, ustadz, dan santri dengan jumlah peserta sebanyak 10 orang yang mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA) yang menempatkan mitra sebagai subjek utama dalam setiap tahapan kegiatan (Azman et al., 2023). Melalui pendekatan ini, pengurus pesantren dilibatkan secara aktif dalam mengidentifikasi permasalahan, menentukan kebutuhan energi listrik, menyusun prioritas beban, hingga merumuskan rekomendasi penerapan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off grid* yang sesuai dengan kondisi dan kemampuan mitra.

Pelaksanaan kegiatan dirancang tidak hanya menghasilkan rekomendasi teknis, tetapi juga meningkatkan pemahaman dan kapasitas pengurus pesantren mengenai pemanfaatan energi terbarukan sebagai alternatif penyediaan energi listrik. Untuk mencapai tujuan tersebut, kegiatan dilaksanakan secara bertahap yang meliputi: identifikasi permasalahan dan koordinasi dengan

mitra, survei lapangan dan pengumpulan data kebutuhan energi listrik, sosialisasi dan edukasi mengenai pemanfaatan PLTS off-grid, pendampingan penyusunan perencanaan sistem PLTS, pendampingan penyusunan estimasi biaya investasi dan rekomendasi implementasi, serta evaluasi kegiatan (Mahfud et al., 2025).

2.1. Koordinasi dan Identifikasi Permasalahan

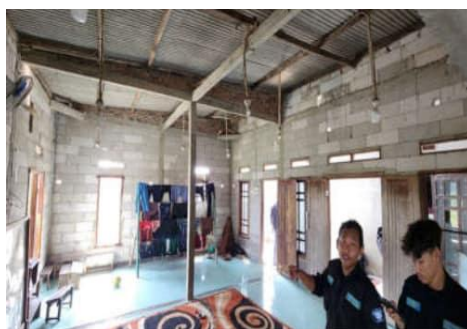
Tahapan awal kegiatan dimulai dengan persiapan administrasi khususnya masalah perizinan, kemudian dilakukan diskusi dengan pengurus pesantren tentang kondisi eksisting kebutuhan listrik. Setelah dilakukan identifikasi dan wawancara ternyata kapasitas listrik atau daya yang dipergunakan oleh pondok pesantren hanya 450 VA. Dimana dengan kapasitas 450 VA tidaklah cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik pondok pesantren. Hal ini ditandai seringnya terjadi trip pada MCB khususnya pada malam hari, untuk mengatasi permasalahan tersebut tim pengmas dari prodi teknik elektro Universitas Krisnadwipayana akan membuat perencanaan sistem PLTS. Untuk instalasi sistem PLTS yang digunakan adalah sistem sistem *off-grid*. Dimana pada sistem *off-grid* ini sistem PLTS terpisah dari sistem kelistrikan PLN (Fauzsan et al., 2025). Harapan dari pondok pesantren terhadap pemanfaatan energi tenaga surya ini dapat memenuhi kebutuhan listrik pondok pesantren (Mahfud et al., 2025; Triwijaya et al., 2021).

2.2. Survei Lapangan dan Pengumpulan Data

Kegiatan survei lapangan diawali dengan koordinasi bersama pengurus Pesantren Baituss Sa'adah untuk mengidentifikasi kondisi eksisting serta memperoleh gambaran kebutuhan energi listrik yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Melalui diskusi dan wawancara, diperoleh informasi mengenai penggunaan energi untuk penerangan, kegiatan belajar mengajar, ibadah, serta sarana pendukung lainnya. Pada tahap ini, pengurus pesantren juga menyampaikan berbagai kendala yang dihadapi, seperti keterbatasan daya listrik terpasang sebesar 450 VA yang belum mampu memenuhi kebutuhan operasional, terutama pada malam hari ketika beberapa aktivitas berlangsung secara bersamaan (Marausna et al., 2024).

Selanjutnya dilakukan observasi kondisi fisik lokasi untuk menilai kelayakan penerapan sistem PLTS off-grid. Observasi meliputi pengukuran luas atap yang berpotensi digunakan sebagai lokasi pemasangan panel surya, orientasi bangunan terhadap arah datangnya sinar matahari, serta identifikasi potensi gangguan (*shading*) yang berasal dari pepohonan maupun bangunan di sekitar lokasi. Hasil observasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan lokasi pemasangan panel surya yang mampu menghasilkan energi secara optimal (Nugraha et al., 2021; Sisworo et al., 2025).

Selain data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pengurus pesantren, kegiatan ini juga memanfaatkan data sekunder berupa potensi radiasi matahari yang diperoleh dari Global Solar Atlas serta citra lokasi dari Google Earth. Data tersebut digunakan untuk menganalisis potensi energi surya di lokasi mitra dan mendukung proses perencanaan sistem PLTS yang sesuai dengan kebutuhan energi pesantren. Dokumentasi kegiatan survei lapangan ditunjukkan pada Gambar 3 (Kalbasi et al., 2019; Pebriyanto et al., 2023).



(a)



(b)

Gambar 4. (a) dan (b), survey lokasi pondok pesantren Baituss Sa'adah ditemani santri dari pesantren Baitus Sa'adah

2.3. Sosialisasi dan Edukasi PLTS

Kegiatan selanjutnya adalah kegiatan sosialisasi dilaksanakan melalui penyampaian materi, diskusi, dan sesi tanya jawab kepada peserta. Materi yang diberikan meliputi konsep dasar energi baru terbarukan, prinsip kerja PLTS off-grid, komponen utama sistem PLTS, manfaat penerapan energi surya, aspek keselamatan instalasi, serta peluang pengembangan PLTS di lingkungan pesantren (Moh. Syaiful Anwar, n.d.). Penyampaian materi dilakukan menggunakan presentasi singkat. Disini tim pengmas prodi elektro UNKRIS juga mengundang beberapa peserta yang sebagian besar berasal dari warga sekitar untuk berdiskusi dan mengedukasi tentang PLTS khususnya PLTS yang akan dirancang di Pesantren Baitus Sa'adah. Untuk pemaparan materi PLTS kepada peserta seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. (a), (b) persiapan sosialisasi kepada masyarakat sekitar tentang PLTS, (c),(d) Pemaparan materi PLTS oleh dosen program studi teknik elektro UNKRIS, (e) peserta yang mengikuti sosialisasi

2.4. Pendampingan Perencanaan Sistem

Setelah kegiatan sosialisasi, tahap selanjutnya adalah pendampingan perencanaan sistem PLTS *off grid* yang dilakukan berdasarkan hasil survei lapangan, potensi radiasi matahari, dan kebutuhan energi listrik Pesantren Baituss Sa'adah. Pada tahap ini, tim pengabdian menerapkan pendekatan partisipatif dengan melibatkan pengurus pesantren dalam setiap proses pengambilan keputusan, sehingga rancangan sistem yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan operasional dan kemampuan pendanaan mitra.

Kegiatan diawali dengan penyampaian hasil survei lapangan yang meliputi kondisi bangunan, luas dan orientasi atap, potensi penyinaran matahari, serta lokasi yang paling sesuai untuk pemasangan panel surya. Tim juga memaparkan hasil analisis potensi energi surya berdasarkan data Global Solar Atlas dan menjelaskan pengaruh orientasi panel, kemiringan pemasangan, serta kemungkinan adanya bayangan (*shading*) terhadap kinerja sistem PLTS. Penyampaian hasil survei dilakukan melalui diskusi interaktif agar pengurus pesantren memahami dasar pertimbangan teknis dalam menentukan lokasi pemasangan panel surya.

Tahap berikutnya adalah inventarisasi kebutuhan energi listrik yang dilakukan bersama pengurus pesantren. Seluruh beban listrik yang digunakan di lingkungan pesantren diidentifikasi, meliputi jumlah peralatan, kapasitas daya, lama penggunaan, serta tingkat kepentingannya terhadap aktivitas pendidikan dan ibadah. Berdasarkan hasil diskusi, disepakati bahwa sistem PLTS pada tahap awal difokuskan untuk menyuplai beban prioritas, yaitu penerangan ruang taklim, ruang santri, dan rumah ustadz yang digunakan setiap malam. Penentuan beban prioritas ini bertujuan agar kapasitas sistem yang dirancang sesuai dengan kebutuhan paling mendesak sekaligus menyesuaikan kemampuan investasi pesantren.

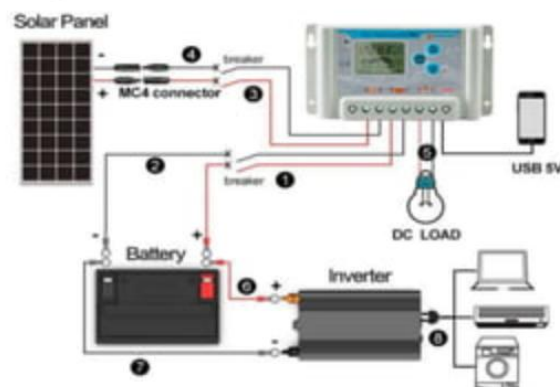
Berdasarkan kebutuhan energi yang telah disepakati, tim selanjutnya melakukan pendampingan dalam proses perhitungan kapasitas komponen utama PLTS, meliputi kebutuhan panel surya, kapasitas baterai, *Solar Charge Controller (SCC)*, serta sistem distribusi listrik DC. Selama proses tersebut, pengurus pesantren diberikan penjelasan mengenai dasar perhitungan kapasitas setiap komponen, faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem, serta hubungan antara kebutuhan energi harian dengan kapasitas panel surya dan baterai. Pendampingan ini bertujuan agar mitra tidak hanya menerima hasil perhitungan, tetapi juga memahami proses perencanaan sistem sehingga dapat menjadi bekal dalam pengembangan PLTS di masa mendatang (Hayusman, 2022).

Sebagai hasil dari kegiatan pendampingan, diperoleh rancangan awal sistem PLTS *off grid* yang disesuaikan dengan kebutuhan energi prioritas sebesar 2,88 kWh per hari. Rancangan tersebut kemudian menjadi dasar dalam penyusunan konfigurasi sistem, estimasi kebutuhan komponen, serta perhitungan biaya investasi yang akan dibahas pada tahap berikutnya.

2.5. Pendampingan menghitung kapasitas kebutuhan Listrik

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan energi listrik dan potensi energi surya di Pesantren Baituss Sa'adah, sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off grid* dipilih sebagai solusi yang paling sesuai dengan kondisi mitra. Pemilihan sistem *off grid* didasarkan pada keterbatasan daya listrik terpasang dari jaringan PLN yang hanya sebesar 450 VA, sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan penerangan pada saat kegiatan belajar, mengaji, dan ibadah berlangsung secara bersamaan pada malam hari. Dengan sistem *off-grid*, energi listrik yang dihasilkan panel surya dapat dimanfaatkan secara mandiri tanpa bergantung pada pasokan listrik PLN untuk melayani beban prioritas.

Hasil perhitungan tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas panel surya, baterai, *Solar Charge Controller (SCC)*, serta komponen pendukung lainnya. Selama proses ini, tim menjelaskan fungsi masing-masing komponen, prinsip kerja sistem PLTS *off-grid*, serta faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan kapasitas, seperti intensitas radiasi matahari, efisiensi sistem, *depth of discharge* baterai, dan kemungkinan peningkatan kebutuhan energi pada masa mendatang (M. Ziaul Fikar & Sofyan Winardin, 2025).



Gambar 7. Sistem Instalasi PLTS *Off-grid*

2.6. Pendampingan dalam penyusunan estimasi biaya investasi

Tahap pendampingan selanjutnya difokuskan pada penyusunan estimasi biaya investasi sebagai dasar perencanaan implementasi sistem PLTS *off grid* di Pesantren Baituss Sa'adah. Kegiatan ini dilakukan melalui diskusi bersama pengurus pesantren dengan mempertimbangkan hasil identifikasi kebutuhan energi, spesifikasi komponen yang direkomendasikan, serta kemampuan pendanaan yang dimiliki oleh mitra. Pengurus pesantren dilibatkan secara aktif dalam menentukan prioritas komponen yang akan dipasang pada tahap awal sehingga sistem yang direncanakan dapat direalisasikan secara bertahap sesuai kondisi keuangan pesantren (Aditya et al., 2026).

Estimasi biaya investasi mencakup kebutuhan pengadaan enam unit panel surya monokristalin berkapasitas 200 Wp, empat unit baterai 12 V/100 Ah, satu unit *Solar Charge Controller* (SCC), sebelas unit lampu DC 12 V/20 W, struktur penyangga panel surya, kabel instalasi, panel distribusi, perangkat pengaman, konektor, serta biaya pemasangan dan pengujian sistem. Penyusunan estimasi biaya dilakukan berdasarkan harga pasar pada saat kegiatan berlangsung sehingga dapat menjadi gambaran awal kebutuhan anggaran bagi pengurus pesantren.

Selama proses pendampingan, tim juga memberikan penjelasan mengenai strategi implementasi PLTS secara bertahap, dimulai dari pemenuhan kebutuhan penerangan sebagai beban prioritas, kemudian dikembangkan untuk melayani beban lain sesuai ketersediaan anggaran. Pendekatan ini dipilih agar investasi yang diperlukan tidak menjadi beban yang terlalu besar bagi pesantren, namun tetap mampu memberikan manfaat nyata terhadap peningkatan keandalan pasokan listrik.

Selain aspek teknis dan finansial, tim juga mendiskusikan berbagai alternatif sumber pendanaan yang berpotensi dimanfaatkan oleh pesantren, seperti bantuan pemerintah, program *Corporate Social Responsibility* (CSR) perusahaan, lembaga zakat, wakaf produktif, maupun donatur masyarakat. Diskusi ini bertujuan agar pengurus memiliki gambaran mengenai peluang pendanaan serta dapat menyusun rencana implementasi yang lebih realistis dan berkelanjutan.

Sebagai luaran kegiatan, tim menyerahkan dokumen rekomendasi perencanaan sistem PLTS *off grid* kepada pengurus pesantren. Dokumen tersebut memuat hasil identifikasi kebutuhan energi, spesifikasi komponen utama, konfigurasi sistem, single line diagram instalasi, estimasi biaya investasi, serta rekomendasi tahapan implementasi dan pemeliharaan sistem. Melalui dokumen tersebut, pengurus pesantren diharapkan memiliki pedoman teknis dalam merealisasikan pembangunan PLTS secara bertahap sesuai kemampuan pendanaan. Selain menjadi acuan implementasi, dokumen rekomendasi ini juga dapat digunakan sebagai dokumen pendukung dalam pengajuan proposal pendanaan kepada pemerintah, perusahaan, maupun lembaga donor, sehingga mendukung terwujudnya kemandirian energi berbasis energi terbarukan di Pesantren Baituss Sa'adah.

2.7. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan pada akhir pelaksanaan pengabdian untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta serta penerimaan mitra terhadap rencana penerapan PLTS *off grid* di Pesantren Baituss Sa'adah. Evaluasi dilaksanakan melalui diskusi, sesi tanya jawab, dan penyebaran kuesioner kepada pengurus pesantren, ustadz, dan santri yang mengikuti kegiatan.

Aspek yang dievaluasi meliputi pemahaman peserta mengenai konsep dasar energi terbarukan, prinsip kerja PLTS off-grid, manfaat penerapan PLTS, kemampuan mengidentifikasi kebutuhan energi listrik, serta pemahaman terhadap tahapan perencanaan dan estimasi biaya investasi. Selain itu, evaluasi juga dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan mitra terhadap rekomendasi sistem PLTS yang telah disusun.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta memperoleh peningkatan pemahaman mengenai pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif. Pengurus pesantren telah memahami kebutuhan energi prioritas, komponen utama sistem PLTS, serta tahapan implementasi yang dapat dilakukan secara bertahap sesuai kemampuan pendanaan. Berdasarkan hasil diskusi, pengurus pesantren menyatakan bahwa rekomendasi teknis yang diberikan sesuai

dengan kebutuhan operasional pesantren dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan sistem PLTS di masa mendatang.

Secara umum, kegiatan pengabdian mendapat tanggapan positif dari mitra karena tidak hanya menghasilkan dokumen rekomendasi teknis, tetapi juga meningkatkan kapasitas pengurus pesantren dalam merencanakan kemandirian energi berbasis energi terbarukan. Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa pendekatan pendampingan partisipatif mampu meningkatkan pemahaman, kepercayaan, dan kesiapan mitra dalam mendukung implementasi PLTS di lingkungan pesantren.

3. HASIL KEGIATAN PENGABDIAN

3.1 Hasil Identifikasi Permasalahan Pesantren Baitus Sa'adah

Kegiatan diawali dengan observasi lapangan dan diskusi bersama pimpinan serta pengurus Pesantren Baituss Sa'adah untuk mengidentifikasi kebutuhan energi listrik. Hasil observasi menunjukkan bahwa kapasitas listrik yang tersedia dari jaringan PLN hanya sebesar 450 VA, sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan operasional pesantren, terutama pada malam hari ketika kegiatan belajar, mengaji, dan ibadah berlangsung secara bersamaan. Kondisi tersebut menyebabkan Miniature Circuit Breaker (MCB) sering mengalami trip sehingga penggunaan peralatan listrik harus dibatasi. Pengurus pesantren juga menyampaikan bahwa keterbatasan daya listrik menghambat penambahan fasilitas penerangan dan belum memiliki informasi mengenai pemanfaatan energi surya sebagai alternatif penyediaan energi. Berdasarkan hasil diskusi tersebut disepakati bahwa prioritas penyediaan energi melalui PLTS difokuskan pada sistem penerangan ruang taklim, ruang santri, dan rumah ustadz karena merupakan beban yang digunakan setiap malam.

3.2 Hasil Pendampingan dan Edukasi

Kegiatan sosialisasi diikuti oleh pengurus pesantren, ustadz, dan santri. Materi yang disampaikan meliputi potensi energi surya di Indonesia, prinsip kerja PLTS off-grid, komponen utama sistem, manfaat ekonomi dan lingkungan, serta tahapan implementasi PLTS di lingkungan pesantren. Selama kegiatan berlangsung peserta aktif berdiskusi mengenai kebutuhan energi, biaya investasi, perawatan sistem, dan peluang memperoleh pendanaan melalui program pemerintah maupun program dari pihak swasta.

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan kuesioner setelah kegiatan, sebagian besar peserta menyatakan telah memahami prinsip dasar PLTS, manfaat energi terbarukan, serta tahapan perencanaan sistem. Pengurus pesantren juga menyatakan bahwa kegiatan pendampingan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kebutuhan investasi, kapasitas sistem, serta langkah-langkah yang harus dipersiapkan apabila PLTS akan direalisasikan pada masa mendatang.

3.3 Potensi Energi Surya di Desa Sukarahayu

Potensi energi surya yang didapat dari data yang diperoleh dari situs Global Solar Atlas, wilayah Desa Sukarahayu, Kecamatan Tambelang, Kabupaten Bekasi memiliki nilai-nilai seperti yang ada di tabel 1.

Hasil data pada tabel 1 menunjukkan bahwa lokasi pesantren memiliki potensi energi surya yang baik dengan nilai *Global Horizontal Irradiation* (GHI) sebesar 1.664,2 kWh/m²/tahun sehingga layak dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.

Inventarisasi beban listrik menunjukkan bahwa kebutuhan awal seluruh sistem penerangan sebesar 4,32 kWh/hari. Namun, setelah dilakukan diskusi bersama pengurus pesantren ditetapkan bahwa tahap awal implementasi PLTS hanya difokuskan pada beban prioritas, yaitu penerangan yang digunakan secara rutin setiap malam. Berdasarkan penyesuaian tersebut kebutuhan energi yang menjadi dasar perancangan sistem PLTS adalah sebesar 2,88 kWh/hari.

Tabel 1. Besaran tingkat kuat radiasi cahaya matahari di desa sukarahayu, Kec. Tambelang, Kab. Bekasi.

Data	Singkatan	Besaran	Satuan
Specific PV Power Out	PVout Specific	1333,7	kWh/kWp
Direct Normal Irradiation	DNI	899,3	kWh/m ²
Global Horizontal Irradiation	GHI	1664,2	kWh/m ²
Global Tilt Irradiation	GTI _{opta}	1681,6	kWh/m ²
Optimum Angle	OPTA	10 / 0	°
Optimum Tilt of PV modules	Temp	26,2	°C
Air TEMPERATURE	Ele	-	-
Terrain elevation			

Penyesuaian ini dilakukan untuk menyesuaikan kemampuan investasi mitra tanpa mengurangi fungsi utama sistem sebagai penyedia penerangan pada area prioritas. Untuk titik-titik lampu yang akan dipasang sebagai prioritas PLTS dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah titik lampu yang akan dipasang dipondok pesantren.

Lokasi	Jumlah Lampu	Daya (W)	Durasi (Jam)	Energi (kWh)
Ruang Taklim	8	20	12	1,92
Ruang Santri	3	20	12	0,72
Rumah Ustadz	1	20	12	0,24
Total				2,88

Berdasarkan kebutuhan energi tersebut diperoleh konfigurasi sistem PLTS berupa 6 unit panel surya monokristalin berkapasitas 200 Wp, 4 unit baterai 12 V/100 Ah, 1 unit *Solar Charge Controller* (SCC), dan 11 unit lampu DC 12 V/20 W. Penggunaan lampu DC dipilih untuk mengurangi rugi-rugi konversi energi sehingga efisiensi sistem menjadi lebih baik.

Analisis biaya menunjukkan bahwa kebutuhan investasi untuk implementasi sistem sebesar Rp17.831.000,00. Menurut pengurus pesantren, nilai investasi tersebut masih memungkinkan direalisasikan secara bertahap apabila memperoleh dukungan dari pemerintah, program CSR perusahaan, maupun donatur. Untuk detail pembiayaan dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3.Total Biaya Investasi.

No	Komponen	Harga Satuan (Rp)	Jumlah	Harga Total (Rp)
1	Panel Surya 200 Wp Monocrystalline	1.200.000	6	7.200.000
2	Baterai 12 V / 100 Ah	2.000.000	4	8.000.000
3	<i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	300.000	1	300.000
4	Lampu DC 12V/20 W	21.000	11	231.000
5	Box Panel	300.000	1	300.000
6	Kabel NyAF 1,5 mm	300.000	1 roll	300.000
7	Jasa Instalasi	1.500.000	1 lot	1.500.000
Jumlah Total				Rp 17.831.000,00

3.4 Manfaat Kegiatan bagi Mitra

Selain menghasilkan dokumen rekomendasi teknis, kegiatan ini memberikan manfaat langsung bagi mitra berupa peningkatan pengetahuan mengenai pemanfaatan energi surya dan perencanaan sistem PLTS. Pengurus pesantren yang sebelumnya belum memahami tahapan perancangan PLTS kini telah mengetahui cara menentukan kebutuhan energi, memperkirakan kapasitas panel surya, menghitung kebutuhan baterai, serta menyusun estimasi biaya investasi.

Hasil diskusi menunjukkan bahwa pengurus pesantren menerima rekomendasi sistem PLTS yang disusun oleh tim dan berkomitmen menjadikannya sebagai acuan dalam pengembangan fasilitas energi secara bertahap. Pendampingan juga meningkatkan kesadaran peserta mengenai pentingnya penggunaan energi terbarukan sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan meningkatkan kemandirian energi pesantren.

3.5 Analisa Kelayakan PLTS di Desa Sukarahayu

Berdasarkan analisis kelayakan dari berbagai aspek, implementasi PLTS *Off grid* di Pesantren Baituss Sa'adah dinyatakan layak untuk diterapkan. Dari aspek teknis, potensi radiasi matahari yang tinggi dan ketersediaan lahan atap yang cukup menjadi faktor pendukung utama. Dari aspek ekonomi, biaya investasi yang terjangkau dengan potensi penghematan jangka panjang memberikan nilai tambah. Dari aspek lingkungan, penggunaan energi terbarukan mengurangi emisi karbon dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Dari aspek sosial, implementasi PLTS meningkatkan kesadaran masyarakat tentang energi terbarukan dan menjadikan pesantren sebagai model percontohan. Dari aspek operasional, sistem *Offgrid* mudah dioperasikan dengan perawatan rutin yang sederhana dan komponen yang tersedia di pasaran. Dengan demikian, proyek PLTS *Off grid* ini dapat mendukung kemandirian energi pesantren sekaligus menjadi model percontohan transisi energi bersih di wilayah pedesaan yang dapat direplikasi oleh pesantren-pesantren lain dan masyarakat sekitar.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa studi kelayakan dan edukasi pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *offgrid* di Pesantren Baituss Sa'adah telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Hasil kajian menunjukkan bahwa lokasi pesantren memiliki potensi energi surya yang cukup tinggi dengan nilai *Global Horizontal Irradiation* (GHI) sebesar 1664,2 kWh/m²/tahun sehingga sangat mendukung penerapan teknologi PLTS sebagai sumber energi alternatif. Kebutuhan energi listrik harian pesantren sebesar 2,88 kWh per hari dapat dipenuhi melalui sistem PLTS *offgrid* yang terdiri atas enam unit panel surya 200 Wp, empat unit baterai 12 V/100 Ah, dan satu unit *Solar Charge Controller* (SCC).

Kegiatan ini tidak hanya menghasilkan rekomendasi teknis mengenai rancangan sistem PLTS yang sesuai dengan kebutuhan pesantren, tetapi juga meningkatkan pemahaman dan kesadaran pengurus pesantren mengenai pentingnya pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, implementasi PLTS di Pesantren Baituss Sa'adah dinilai layak untuk diterapkan dengan estimasi biaya investasi sebesar Rp17.831.000. Penerapan sistem ini diharapkan dapat mendukung kemandirian energi pesantren, mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional, serta menjadi sarana edukasi dan percontohan pemanfaatan energi bersih bagi masyarakat sekitar. Kegiatan ini tidak hanya menghasilkan rekomendasi teknis mengenai rancangan sistem PLTS yang sesuai dengan kebutuhan pesantren, tetapi juga meningkatkan pemahaman dan kesadaran pengurus pesantren mengenai pentingnya pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, implementasi PLTS di Pesantren Baituss Sa'adah dinilai layak untuk diterapkan dengan estimasi biaya investasi sebesar Rp17.831.000. Penerapan sistem ini diharapkan dapat mendukung kemandirian energi pesantren, mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional, serta menjadi sarana edukasi dan percontohan pemanfaatan energi bersih bagi masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, L., Santosa, S. P., Kusumo, B., & Hakim, T. D. (2026). *Pendampingan Teknis Penyusunan Rencana Implementasi PLTS Atap On-Grid Pada Kantor Kelurahan Gedong, Jakarta Timur*. 6(1). <https://doi.org/DOI:%2520https://doi.org/10.52072/abdine.v6i1.1935>

- Asrul, J., Hendri, Z., & Putri, D. D. (2024). Rancang Bangun Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Metoda *Off grid* dan On Grid Sebagai Media Perkuliahan Sistem Pembangkit. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 19(1), 41–45. <https://doi.org/DOI:%252010.30630/jipr>
- Azman, H. A., Putri, S. L., & Sari, P. E. (2023). Strategi Pengembangan desa wisata dengan pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA) pada Nagari Talang. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Dharma Andalas*, 25(1), 140–152. <https://doi.org/10.47233/jebd.v25i1.745>
- Fauzsan, A. Y., Yunesti, P., Wardani, W. K., Soelami, F. N., Friansa, K., Persada, G. B., & Buana, S. W. (2025). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off grid* Pada Gedung Perkuliahan: Design of *Off grid* Solar Power Plant System (PLTS) in Lecture Building. *Journal of Community Development and Disaster Management*, 7(1), 311–325. <https://doi.org/DOI:%252010.37680/jcd.v7i1.6965>
- Hayusman, L. M. (2022). Studi perencanaan panel kendali PLTS-PLN berdasarkan kapasitas baterai untuk PLTS off-grid. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 8(1), 35–44. <https://doi.org/10.32487/jst.v8i1.1425>
- Hudayana, B., Kutaneegara, P. M., Setiadi, S., Indiyanto, A., Fauzanafi, Z., Nugraheni, M. D. F., Sushartami, W., & Yusuf, M. (2019). Participatory Rural Appraisal (PRA) untuk Pengembangan Desa Wisata di Pedukuhan Pucung, Desa Wukirsari, Bantul. *Bakti Budaya*, 2(2), 3.
- Ipung, M. S. A., & Thamrin, S. (2023). Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya sebagai alternatif energi masa depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(3), 2427–2435. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i2.1480>
- Iskandar, E., & Haryadi, R. (2021). Persepsi petani Desa Sukarahayu Kabupaten Bekasi tentang alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman. *Neo Politea*, 2(2), 32–49. <https://doi.org/10.53675/neopolitea.v2i2.453>
- Jannah, M., Hasibuan, A., Asran, A., Kartika, K., Siska, D., & Roid, F. (2025). Peningkatan Literasi dan Keterampilan Teknis Masyarakat melalui Pendampingan Instalasi Panel Surya Skala Rumah Tangga. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 5(3), 187–191.
- Kalbasi, R., Jahangiri, M., Nariman, A., & Yari, M. (2019). Optimal design and parametric assessment of grid-connected solar power plants in Iran, a review. *Journal of Solar Energy Research*, 4(2), 142–162. <https://doi.org/10.22059/jser.2019.282276.1114>
- Kharisma, A., Pinandita, S., & Jayanti, A. E. (2024). Literature Review: Kajian Potensi Energi Surya Alternatif Energi Listrik. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(2), 145–154. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.23956>
- M. Ziaul Fikar & Sofyan Winardin. (2025). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off grid* 500 Watt di Dusun Baku Desa Sumi Kecamatan Lambu: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(1), 1837–1841. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.1837>
- Mahfud, A. U., Saefudin, S., Nugroho, H. A., Pujiyanto, M. E., Subri, M., Muntasiroh, L., & Afif, I. Y. (2025). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Meningkatkan Kemandirian Energi Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, 7(2), 137–142.
- Marausna, G., Murdiyanto, A. W., Putra, I. R., Prasetyo, E. E., & Prabowo, F. Y. (2024). Penerapan teknologi pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber listrik cadangan di pondok pesantren hidayatullah yogyakarta. *Jurnal Berdaya Mandiri*, 6(3), 186–195.
- Moh. Syaiful Anwar, M. S. (n.d.). Peningkatan Literasi Energi Terbarukan melalui Sosialisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di PT. PLN Nusantara Power. *Al Yazidiy Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 6(1). <https://doi.org/10.59246/zec40v48>
- Pebriyanto, Y., Jefriyanto, W., Kurniati, E., Bryan, K., & Hipumi, N. P. (2023). Upgrade Sistem PLTS Atap Tipe Hybrid-*Off grid* Sebagai Sumber Energi Utama Dalam Budidaya Hidroponik Di Umkm Maestro Borneo Hidroponik Farm Palangka Raya. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(7). <https://doi.org/10.53625/j-abdi.v6i2>

- Rahardjo, I., & Fitriana, I. (2005). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia. *Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara Skala Kecil, PLTN, Dan Energi Terbarukan, P3TKKE, BPPT, Januari*, 43–52.
- Siswiyanti, Y., & Jahi, A. (2006). Mengembangkan Kapasitas Masyarakat Pedesaan Dalam Berswasembada Energi Melalui Pendidikan: Pengembangan Energi Hijau (Green Energy) sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Penyuluhan*, 2(2), 8586.
<https://doi.org/DOI:%252010.25015/penyuluhan.v2i2.2133>
- Sitohang, M. P. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat *Off grid* System. *Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*. <https://www.academia.edu/download/118347065/326815664.pdf>
- Triwijaya, S., Darmawan, A., Wibowo, A. P. E., Pradipta, A., Feryando, D. A., & Fikria, A. (2021). Penyuluhan Pemanfaatan Energi Matahari sebagai Energi Alternatif di Pondok Pesantren Subulul Huda. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Semangat Nyata Untuk Mengabdi (JKPM Senyum)*, 1(2), 67–72.