

RESEARCH ARTICLE

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Angin pada Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Husnul Khotimah, Kabupaten Kuningan

**Budi Prasetya^{1*}, Kris Sujatmoko², Dharu Arseno³, Yuyun Siti Rohmah⁴,
Tri Nopiani Damayanti⁵, Sugondo Hadiyoso⁶**

¹School of Electrical Engineering, ²School of Applied Science, Telkom University
Telecommunication Street, 40288, West Java, Indonesia

*Corresponding author: budiprasetya@telkomuniversity.ac.id / Telkom University
Received on (21/Februari/2025); accepted on (01/April/2025)

Abstrak

Pondok Pesantren (Ponpes) Husnul Khotimah (HK) dikenal sebagai lembaga pendidikan modern yang sudah mulai banyak mengenal teknologi, tidak hanya fokus ke pelajaran keagamaan saja, namun perhatian juga terhadap mata pelajaran eksak seperti Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Aktivitas ekstrakurikuler juga dikembangkan, sehingga bisa dikatakan jam operasional Pesantren adalah 24 jam. Akibat operasional selama 24 jam ini, maka biaya operasional Ponpes sangat tinggi terutama dalam penyediaan catu daya listrik. Selama ini belum dicoba alternatif pembangkitan catu daya karena keterbatasan pengetahuan dan anggaran pengadaan. Pada tahun 2023 sudah dimulai inisiasi kerjasama antara Telkom University dengan Ponpes HK, salah satu kebutuhan Ponpes HK yaitu pengadaan pembangkit listrik tenaga surya dan jika memungkinkan juga pembangkit listrik tenaga angin. Berdasarkan permintaan tersebut, maka kami tim dosen dari Fakultas Teknik Elektro dan Fakultas Ilmu Terapan menyambut baik permintaan tersebut dengan merencanakan kegiatan pengabdian Masyarakat dengan Mitra Sasar adalah Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Husnul Khotimah. Kegiatan telah dilakukan selama 2 semester dengan program implementasi pembangkit listrik tenaga surya dan angin di Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Husnul Khotimah. Kegiatan ini berkolaborasi dengan PT Sasamu Energy Perkasa (PT SEP). PT SEP adalah Perusahaan penyedia peralatan catu daya Listrik dari Jakarta, direktur dari PT SEP adalah alumni Universitas Telkom. Dengan adanya kolaborasi ini, manfaat yang dirasakan oleh Mitra Sasar menjadi lebih banyak, selain memperoleh alternatif catu daya Listrik, bisa juga sebagai bagian proses pembelajaran civitas akademika Madrasah Aliyah Ponpes HK.

Keywords: catu daya, pembangkit listrik, angin, surya.

Pendahuluan

Pondok Pesantren Husnul Khotimah yang telah berdiri sejak tahun 1994, di atas lahan 6 (enam hektar) dan berlokasi di desa maniskidul Kecamatan Jalaksana Kab. Kuningan Jawa Barat [1]. Pondok pesantren ini, berupaya memenuhi harapan dan kebutuhan tersebut dengan mengedepankan pola Tarbiyah Islamiyah yang modern, Sistematis dan terpadu, namun tanpa meninggalkan pola Salafiyah.

Yayasan Husnul Khotimah Kuningan adalah Lembaga Pendidikan Islam yang diwakafkan oleh salah satu pendirinya yaitu H. Sahal Suhana, SH dan keluarga, berdiri pada tahun 1994. Sejak awal berdiri telah berkonsentrasi di bidang pendidikan Islam dengan menyelenggarakan pendidikan tingkat Madrasah Tsanawiyah dan Aliyah. Hal ini dilakukan dalam rangka mencerdaskan bangsa dan turut serta menyukseskan dunia pendidikan di Negeri Indonesia yang tercinta ini.

Kegiatan Pondok Pesantren Husnul Khotimah dimulai sejak tahun ajaran 1994, dan sebagai Mudir/Pimpinan Pondok KH. Ade Syabul Huda, Lc. (alumnus Universitas Al-Azhar – Kairo) sampai dengan Agustus 1996, dan dilanjutkan oleh KH. Achidin Noor, MA. (alumnus Universitas Imam Muhammad Ibnu Saud Riyadh dan Madinah KSA) samapai dengan tahun 2006. Dari tgl 12 Juli 2006 sampai dengan 23 Oktober 2008 dipimpin oleh Ust. Sufyan Nur Lc. (alumnus LIPIA

Jakarta). Kemudian dilanjutkan oleh KH. Jajang Aisyul Muzakki, Lc., M.Pd.I. (alumni LIPIA Jakarta) sampai dengan tahun 2009. Dan tahun 2009 s.d. tahun 2010 dilanjutkan oleh KH. Mu'tamad, Lc., M.Pd. Al- Hafizh (alumni LIPIA Jakarta). Setelah itu dari tahun 2010 s.d. tahun 2015 dilanjutkan oleh KH. Amam Baruttamam, Lc. (alumni Universitas Al-Azhar – Kairo). Dan saat ini Pimpinan Pondok Pesantren dipimpin oleh KH. Mohammad Sabiqin, Lc. (alumnus LIPIA Jakarta).

Pada awalnya pendidikan di Pondok Pesantren Modern Husnul Khotimah baik yang intra ataupun ekstra merupakan suatu kesatuan yang integral yang tidak dapat terpisahkan, namun seiring dengan semakin banyaknya jumlah santri dan garapan, maka Yayasan Husnul Khotimah menginisiasi pembagian tugas dan wewenang agar segala permasalahan santri bisa terkelola dengan baik.

Berbagai aktivitas kegiatan civitas academica di Pondok Pesantren Modern Husnul Khotimah, baik intra maupun extra tentu saja memerlukan catu daya yang sangat besar. Untuk menghemat biaya pengeluaran tiap bulan khusus catu daya, sangat diperlukan alternatif catu daya yang sangat murah pengeluaran bulananannya. Kegiatan pengabdian masyarakat yang kami usulkan ini merupakan upaya membantu mitra masyarakat sasar untuk menyediakan catu daya alternatif yang murah.

Catu daya listrik yang mungkin menjadi alternatif dapat bersumber dari angin dan cahaya matahari [2]. Alternatif tersebut merupakan solusi penting dalam menghadapi kebutuhan energi global yang terus meningkat dan krisis bahan bakar fosil. Energi ini ramah lingkungan, terbarukan, dan memiliki potensi besar untuk menggantikan sumber energi konvensional yang berbasis bahan bakar fosil [3].

Energi angin dihasilkan melalui turbin angin yang memanfaatkan hembusan angin untuk menggerakkan generator [4], [5]. Teknologi ini dapat diaplikasikan baik di darat maupun di lepas Pantai [6]. Energi angin bebas emisi karbon dan ideal untuk daerah dengan hembusan angin stabil, seperti pesisir atau dataran tinggi yang akan cocok jika diimplementasikan di daerah Kuningan.

Energi matahari, di sisi lain, dikonversi menjadi listrik melalui panel surya atau teknologi fotovoltaik. Panel ini bekerja dengan menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik [7]. Energi yang dihasilkan dapat digunakan langsung atau disimpan dalam baterai untuk kebutuhan di malam hari atau kondisi cuaca mendung [8]. Dengan potensi sinar matahari yang melimpah, teknologi ini sangat cocok diterapkan di berbagai wilayah, termasuk Indonesia yang berada di jalur khatulistiwa yang dapat diimplementasikan di Kuningan, Jawa Barat.

Energi angin dan cahaya matahari ini memiliki keunggulan berupa ketersediaan yang tidak terbatas, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan fleksibilitas instalasi, baik di skala kecil maupun menengah [9]. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah biaya awal yang tinggi dan ketergantungan pada kondisi cuaca. Pemanfaatan energi angin dan matahari tidak hanya membantu memenuhi kebutuhan energi, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan [10].

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan terkait dengan kebutuhan energi listrik alternatif kemudian ditunjang dengan studi literatur tentang keunggulan energi angin dan cahaya, maka kegiatan masyarakat ini diusulkan program implementasi pembangkit listrik tenaga angin dan surya. Pembangkit listrik ini dipasang di area Pondok Pesantren Husnul Khotimah - Kuningan - Desa Maniskidul Kec. Jalaksana Kab. Kuningan [11]. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat menjadi tambahan sumber energi Listrik dalam pemenuhan kebutuhan listrik yang murah serta meningkatkan penghematan penggunaan energi listrik.

Potensi Pemberdayaan Masyarakat Sasar

Dalam pelaksanaan pembelajarannya terdapat kesulitan dalam pengelolaannya antara lain:

1. **Tingginya Biaya Pengeluaran Operasional Catu Daya**
Proses pembelajaran dilakukan berbasis kurikulum khusus yang dibuat oleh founder dan pengurus inti pesantren Husnul Khotimah. Kegiatan pembelajaran di pesantren bisa berlangsung selama 24 jam sehari dalam 7 hari, harus disupport dengan catu daya terus-menerus. Permasalahan yang timbul adalah biaya pengeluaran operasional catu daya, namun sampai saat ini belum ada upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut.
2. **Potensi Sinar Matahari dan Angin.**
Daerah Kuningan merupakan daerah dengan potensi sinar matahari dan angin yang ada terus-menerus yang berarti sangat melimpah. Namun belum banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan termasuk untuk pembangkit Listrik.
3. **Belum Faham Penerapan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Angin.**
Dengan pendanaan yang belum memadai dan pengetahuan alternatif penerapan teknologi pembangkit listrik tenaga surya dan angin, maka pengurus juga masih belum dapat memberikan alternatif teknologi catu daya. Selain itu pesantren Husnul Khotimah masih terbatasnya kerjasama dengan pihak lain termasuk perguruan tinggi, baru pada tahun

2023 Husnul Khotimah bekerja sama dengan Universitas Telkom.

Dengan penjelasan permasalahan yang dihadapi pesantren Husnul Khotimah, nampak secara jelas bahwa pesantren memerlukan sesegera mungkin bantuan alternatif catu daya dengan biaya operasional yang murah. Sebelum dilakukan pemasangan alternatif catu daya, diperlukan proses alih teknologi dan pembelajaran dengan materi alternatif catu daya.

Metodologi Pelaksanaan Program

Tahapan Pengabdian kepada Masyarakat

Berikut adalah tahapan pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini:

- a. Analisis kebutuhan, pada tahap ini, dilakukan proses pengumpulan data terkait biaya pengeluaran bulanan untuk operasional catu daya dan alternatif solusi yang dilakukan di Pondok Pesantren Husnul Khotimah Kuningan.
- b. Perancangan modul instalasi dan pengembangan pembangkit catu daya tenaga surya dan angin dilakukan berdasarkan data primer yang telah dikumpulkan.
- c. Pelaksanaan Pemasangan dan Instalasi di Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Husnul Khotimah Kuningan.
- d. Pendampingan dalam Pengembangan. Proses pendampingan dilakukan selama kurang lebih 3 bulan jika terjadi kerusakan dan pengadaan baru pembangkit catu daya tenaga surya dan angin.

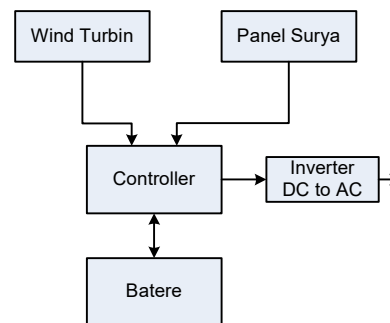
Bentuk Partisipasi Mitra

Berikut ini adalah partisipasi mitra pada program pengabdian masyarakat ini:

- a. Menjadi objek pada pemasangan dan pelatihan instalasi serta pengembangan pembangkit catu daya tenaga surya dan angin.
- b. Menjadi objek pendampingan jika terjadi kerusakan dan pengadaan baru pembangkit catu daya tenaga surya dan angin.

Rancangan Sistem Secara Umum

Dalam implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Angin, disesuaikan dengan kondisi lokasi pemasangan. Untuk pemasangan pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, instalasi ditempatkan di Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK. Gambar 1 menunjukkan rangkaian instansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Angin yang di pasang.



Gambar 1. Rangkaian instansi Pembangkit Listrik di Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK.

Gambar 2 menerangkan bahwa:

1. Panel Surya, berjumlah 2 set, dipasang secara serial merubah energi surya menjadi Listrik, energi Listrik yang dihasilkan dimasukkan ke controller.
2. *Wind Turbin* merubah energi surya menjadi Listrik, energi Listrik yang dihasilkan dimasukkan ke controller.
3. *Controller* mengkontrol aliran daya dari Panel Surya dan Wind

- Turbin untuk disimpan ke Batere atau bisa langsung dimanfaatkan untuk keperluan Madrasah Aliyah Ponpes HK.
4. *Controller* juga mengontrol aliran daya dari Batere penyimpan ke jaringan Listrik di Madrasah Aliyah Ponpes HK.
 5. Inverter berfungsi untuk merubah tegangan/arus DC menjadi AC. Tegangan/arus AC ini bisa masuk ke jaringan Listrik di Madrasah Aliyah Ponpes HK.

Spesifikasi perangkat yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat yang digunakan pada Pengmas ini.

Nama Perangkat	Spesifikasi	Volume
Panel Surya	Solar Panel 200wp Mono Solar Cell [12]	2
Wind Turbin	DC 12 volt, 5 amper, 60 W [13]	1
Controller	MPPT Techfine Pengisi Daya Surya 60A	1
Batere	Voz Baterai Deep Cycle 12V 80Ah	1
Inverter DC to AC	12V ke AC 220V 4000W	1

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan Kegiatan di Ponpes HK

Pada Hari Sabtu, tanggal 23 November 2024 sudah dilakukan pemasangan/instalasi Panel Surya, Wind Turbine, Controller, Baterai dan Inverter DC/AC. Selanjutnya dilakukan serah terima barang dan jasa Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Angin. Gambar 3, 4 dan 5 menunjukkan gambar dokumentasi kegiatan Pengmas Madrasah Aliyah Ponpes HK.



Gambar 2. Proses instalasi Pembangkit Listrik di Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK.



Gambar 3. Proses Serah Terima Wind Turbine (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) di Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK.



Gambar 4. Proses Serah Terima Panel Surya (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) di Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK.



Gambar 5. Foto Sesi bersama Kepala Sekolah Madrasah Aliyah Ponpes HK dan jajaran di Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK.

Penghematan Energi Listrik di Ponpes HK

Perhitungan energi Listrik menggunakan persamaan sebagai berikut [14]:

$$E = P \times t \quad (1)$$

Keterangan:

E = energi listrik (kWh = kilo Watt hour)

P = daya Listrik (Watt)

t = waktu (jam atau hour)

Perhitungan penghematan energi Listrik dalam rupiah mengacu pada Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2024 tentang Tarif Tenaga Listrik [15]. Ponpes HK termasuk golongan atau sektor sosial. Untuk keperluan pelayanan sosial tarif Listrik seperti ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2. Tarif Listrik golongan sosial

Golongan Sosial	Daya Listrik	Tarif Listrik per kWh
S-1/TR	450 VA	Rp 352
S-1/TR	900 VA	Rp 455
S-1/TR	1.300 VA	Rp 708
S-1/TR	2.200 VA	Rp 760
S-1/TR	3.500 VA – 200 kVA	Rp 900
S-2/TM	>200 kVA	Rp 925

Catatan: Instalasi Listrik saat ini di Gedung Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK menggunakan daya sebesar 10.600 VA, termasuk dalam golongan S-1/TR.

Setelah dilakukan pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Angin dengan rangkaian seperti pada gambar 2, dan spesifikasi perangkat seperti pada table 1 yang menggunakan 2 panel surya, maka bisa dihitung besarnya Energi Listrik yang bisa dihemat oleh Ponpes HK. Perhitungan penghematan energi listrik ditunjukkan

pada Tabel 3 sebagai berikut:

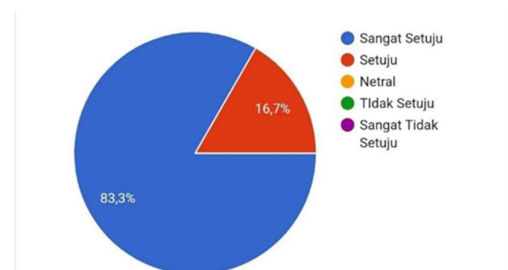
Tabel 3. Perhitungan penghematan energi listrik

Sumber Listrik	Daya yang dihasilkan (P)	Waktu operasi per hari (t)	Energi listrik ($E = P \times t$)
Panel Surya 1	200 W	8 jam	1.600 Wh
Panel Surya 2	200 W	8 jam	1.600 Wh
Win Turbin	60 W	24 jam	1.440 Wh
Jumlah Energi listrik yang dihasilkan per hari			4.640 Wh

Penghematan Energi listrik setelah dilakukan pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Angin pada Ponpes HK selama 30 hari adalah sebesar $30 \times 4.640 \text{ Wh} = 139.200 \text{ Wh} = 139,2 \text{ kWh}$. Instalasi Listrik di Gedung Laboratorium Fisika Madrasah Aliyah Ponpes HK termasuk dalam golongan S-1/TR dengan daya sebesar 10.600 VA. Berdasarkan tabel 2, maka tarif Listrik tarif Listrik golongan sosial tersebut sebesar = Rp 900,- per kWh. Jika dikonversikan ke dalam rupiah, maka potensi penghematan energi listrik sebesar $139,2 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 900,00 = \text{Rp. } 125.280,00$ per bulan.

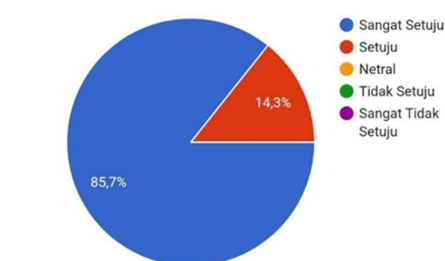
Umpun Balik Hasil Pengabdian Masyarakat

Setelah kegiatan selesai, untuk evaluasi dan perbaikan kegiatan Pengabdian Masyarakat di masa yang akan datang, diperlukan kuisisioner umpun balik hasil kegiatan. Responden kuisisioner adalah civitas academica Ponpes HK yang terdiri dari: guru, siswa, staf/laboran, pengurus serta pimpinan. Gambar-gambar berikut ini adalah hasil kuisisioner dari peserta kegiatan pengabdian masyarakat yang kami edarkan ke Mitra Sasar dengan menggunakan link google form.



Gambar 6. Rekapitulasi Kuisisioner Pertanyaan: Materi kegiatan sesuai dengan kebutuhan mitra/peserta

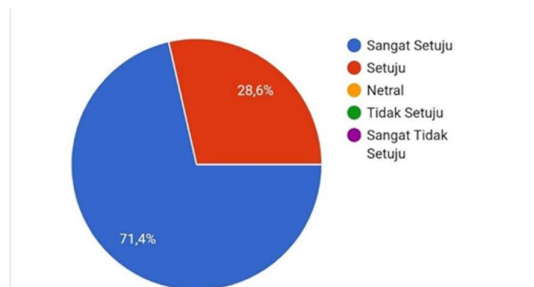
Gambar 6 menunjukkan bahwa program pengabdian masyarakat ini sudah sesuai dengan tujuan kegiatan itu sendiri, dan mitra berharap kegiatan ini dilanjutkan di masa mendatang, sebesar 16,7% responden dari peserta menjawab setuju dan 83,33% sangat setuju, tidak ada peserta yang menjawab netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju.



Gambar 7. Rekapitulasi Kuisisioner Pertanyaan: Materi/kegiatan yang disajikan jelas dan mudah dipahami

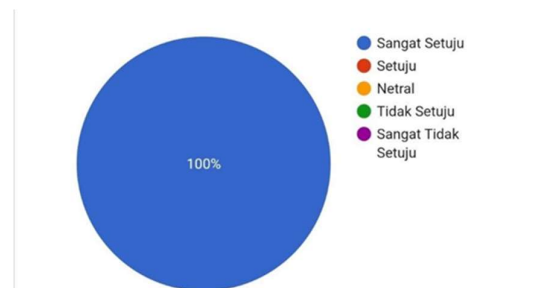
Gambar 7 menunjukkan bahwa Program pengabdian masyarakat ini sudah sesuai dengan kebutuhan masyarakat sasarnya, sebesar 14,3% responden dari peserta menjawab setuju dan 85,7% sangat setuju, tidak ada peserta yang menjawab netral, tidak setuju dan

sangat tidak setuju.



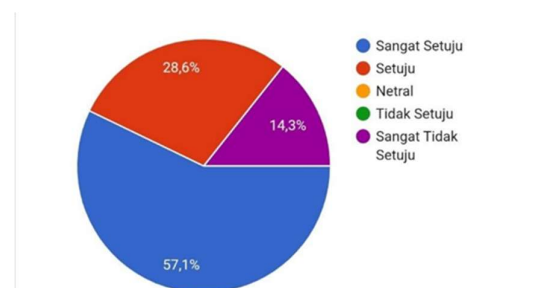
Gambar 8. Rekapitulasi Kuisisioner Pertanyaan: Waktu pelaksanaan kegiatan ini relatif sesuai dan cukup

Gambar 8 menunjukkan bahwa waktu pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini relatif telah mencukupi sesuai kebutuhan, sebesar 28,6% responden dari peserta menjawab setuju dan 71,4% sangat setuju, tidak ada peserta yang menjawab netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju.



Gambar 9. Rekapitulasi Kuisisioner Pertanyaan: Panitia memberikan pelayanan yang baik selama kegiatan

Gambar 9 menunjukkan bahwa pelayanan panitia yang terdiri dari dosen dan mahasiswa Universitas Telkom bersikap ramah, cepat dan tanggap membantu selama kegiatan, semua peserta responden menjawab 100% sangat setuju, tidak ada peserta yang menjawab setuju, netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju.



Gambar 10. Rekapitulasi Kuisisioner Pertanyaan: Masyarakat menerima dan berharap kegiatan-kegiatan seperti ini dilanjutkan di masa yang akan datang.

Gambar 10 menunjukkan bahwa masyarakat setempat menerima dan mengharapkan program pengabdian masyarakat Universitas Telkom saat ini dan masa yang akan datang, sebesar 28,6% responden dari peserta menjawab setuju, 57,1% sangat setuju, dan 14,3% sangat tidak setuju, tidak ada peserta yang menjawab netral dan tidak setuju.

Kesimpulan

Kesimpulan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah:

1. Pada kegiatan ini telah dilakukan implementasi tenaga listrik berbasis energi terbarukan, yaitu dari angin dan surya, di lingkungan Pondok Pesantren (Ponpes) Husnul Khotimah (HK).
2. Kegiatan ini menjadi wujud nyata sebagai langkah awal

- mendukung keberlanjutan energi dan memberikan penghematan energi sebesar 139,2 kWh perbulan.
3. Dengan adanya pembangkit listrik tenaga angin dan surya, operasional pesantren kini dapat berjalan lebih efisien, ramah lingkungan, dan hemat biaya jangka panjang yaitu setara dengan penghematan Rp. 125.280,00 per bulan.
 4. Program ini mampu menjadi bagian dari edukasi kepada santri mengenai pentingnya energi bersih dan konservasi lingkungan.
 5. Mitra masyarakat sasar sangat puas dengan pelaksanaan pengabdian masyarakat, hasil kuisioner yang sebagian besar sangat setuju dan setuju.

Saran

Saran dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah

1. Pekerjaan berikutnya adalah melakukan pemeliharaan rutin pada sistem pembangkit untuk memastikan keberlanjutan operasionalnya.
2. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap efisiensi sistem, serta eksplorasi kemungkinan pengembangan kapasitas energi yang lebih besar untuk mendukung kebutuhan masa depan pesantren.
3. Tidak kalah penting, perlu diadakan pelatihan bagi santri dan staf pesantren agar mereka memiliki pemahaman yang lebih baik tentang pengelolaan dan pemanfaatan energi terbarukan ini.
4. Perlu menindaklanjuti hasil kuisioner bahwa diperlukan lagi kegiatan Pengmas serupa pada tahun berikutnya.

Referensi

- [1] A. Y. Ridwan, M. F. Rizal, M. D. Akbar, Y. Siradj, and A. Kusnayat, "Implementasi Kurikulum Robotik di Madrasah Tsanawiyah Pondok Pesantren Husnul Khotimah 2 Kuningan," *Charity*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2020, doi: 10.25124/charity.v3i2.2539.
- [2] W. Setiawan, R. Hermawan, and S. Suardi, "Analisa Potensi Angin Dan Cahaya Matahari Sebagai Alternatif Sumber Tenaga Listrik Di Wilayah Laut Sawu," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 4, no. 1, pp. 57–62, Apr. 2018, doi: 10.32487/jst.v4i1.453.
- [3] V. Dwisari, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 2, pp. 376–384, 2023, doi: 10.37478/optika.v7i2.3322.
- [4] Mirza Mirza, Rakhmad Syafutra Lubis, and Mansur Gapy, "Pemanfaatan Alternator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. Vol. 4, No, no. 4, pp. 2252–7036, 2019.
- [5] Q. Aini and Sudarti, "Analisis Potensi Angin Menggunakan Turbin Angin Sebagai Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb)," *J. Multidisiplin Saintek*, vol. 01, no. 11, pp. 71–80, 2023.
- [6] Arnold and A. Saidah, "STUDI KELAYAKAN DAN DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN SUMBU VERTIKAL DI PANTAI MARUNDA JAKARTA UTARA," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 8–16, 2024.
- [7] Mardianto, A. Akmal, A. Hafid, and Adriani, "Perancangan Solar Cell Untuk Sumber Energi Listrik Mesin Pompa Air," *Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 15, pp. 48–56, 2023.
- [8] I. K. Mangelep, M. Rumbayan, and G. M. Ch Mangindaan, "Rooftop Solar Power Plants for Garden House Electrical Energy Sources," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 12, no. 3, pp. 167–174, 2023.
- [9] F. Pijoh, Brahmana Duta P. K, and Purba Parulian Lasman, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi RamahLingkungan yang Berkelanjutan," *Ind. Syst. Eng. Journals*, vol. 2, no. 2, pp. 201–207, 2024.
- [10] L. S. Paraschiv and S. Paraschiv, "Contribution of renewable energy (hydro, wind, solar and biomass) to decarbonization and transformation of the electricity generation sector for sustainable development," *Energy Reports*, vol. 9, pp. 535–544, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.egyr.2023.07.024.
- [11] G. Map, "Peta Lokasi Masyarakat Sasar." p. https://maps.app.goo.gl/pbEVTw2AAHJVDfgF7?g_st=aw, 2024, [Online]. Available: https://maps.app.goo.gl/pbEVTw2AAHJVDfgF7?g_st=aw.
- [12] T. Damanik and S. Silaban, "Penerapan Solar Cell 200 Wp Listrik Pada Listrik Rumah Tangga," *SINERGI POLMED J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 8–13, 2023, doi: 10.51510/sinergipolmed.v4i1.992.
- [13] F. T. Malau and A. Hamid, "Rancang Bangun Tiga Susun Turbin

- Angin Sumbu Vertikal Dengan Jumlah Sembilan Bilah Menggunakan Metode VDI," *J. New Energies Manuf.*, vol. 1, no. 2, pp. 47–58, 2022.
- [14] F. M. Farhan, E. Rosdiana, I. W. Fathonah, and R. A. Salam, "SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN DAYA LISTRIK SECARA REAL TIME BERBASIS MIKROKONTROLER," *Teknika*, vol. 7, no. 1, pp. 8–13, 2022.
 - [15] M. E. D. S. D. M. R. INDONESIA, "PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA NOMOR 7 TAHUN 2024." pp. 1–22, 2024.