

PEMBUATAN POMPA TENAGA SURYA DAN SISTEM PENGISIAN TANDON OTOMATIS PADA PONDOK PESANTREN KALIMASADA JOMBANG

Achmad Safi'i¹, Dityo Kreshna Argeshwara², Mokh. Sholihul Hadi³, Muhammad Alfian Mizar⁴, Dito Valentino⁵, M. Farrel Akbar Firzatullah⁶, Fido Arya Kusuma⁷, Lisma Hafifatul Aprilia⁸

^{1,2,3,5,6}Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Negeri Malang

⁴Departemen Teknik Mesin dan Industri, Teknik Universitas Negeri Malang

¹safiiachmad@um.ac.id, ²dityo.kreshna.2105348@students.um.ac.id,

³mokh.sholihul.ft@um.ac.id, ⁴alfianmizar@um.ac.id

⁵dito.valentino.2005325@students.um.ac.id, ⁶m.farrel.2005325@students.um.ac.id,

⁷fido.arya.2005325@students.um.ac.id, ⁸lisma.hafifatul.2305346@students.um.ac.id

Abstract

Our community service project was conducted at Pondok Pesantren Kalimasada, a boarding school in Jombang, East Java, that combines traditional Islamic education with a modern curriculum. Although the school is well-established, it faced a significant challenge: high electricity costs due to the manual operation of its water pumps. To address this issue, we proposed installing solar panels and an automated water tank filling system. After discussions with the school, we identified several key areas where we could provide assistance, including infrastructure improvements, practical applications of science, and educational materials. Our solution involved replacing the manual water pumps with solar-powered ones to reduce electricity consumption and providing training to students on solar panel technology. Once our proposal was approved, we moved forward with the project, which included designing, testing, and installing the system, as well as conducting training sessions. Evaluation and monitoring were also carried out for 1 month where the automatic reservoir filling system with solar power worked well as evidenced by the increase in savings from the cottage's electricity bill by 10-20% and the increasing curiosity of students about renewable technology delivered by the cottage leadership at the kalimasada Jombang boarding school.

Keywords: Pondok Pesantren Kalimasada; Automatic Pump; Solar Energy; Training

Abstrak

Pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Pondok Pesantren Kalimasada, Jombang, Jawa Timur, sebuah lembaga pendidikan yang menggabungkan pendidikan formal dan pondok. Meskipun sudah memiliki legalitas dan pendidikan formal, pondok pesantren ini dihadapkan pada beberapa permasalahan, terutama tingginya biaya listrik akibat penggunaan pompa air manual. Solusi yang diusulkan adalah penerapan teknologi panel surya dan sistem pengisian tandon otomatis. Diskusi dengan pihak pondok pesantren mengidentifikasi permasalahan mitra, mencakup aspek sarana dan prasana, praktikum dan keilmuan, serta materi pembelajaran. Solusi ini melibatkan implementasi pompa tenaga surya untuk mengurangi biaya listrik dan pelatihan mengenai teknologi panel surya untuk meningkatkan pemahaman santri. Setelah solusi telah disepakati, dilakukan implementasi dari solusi dengan tahap perancangan, uji coba, pelatihan, serah terima dan publikasi. Kemudian juga dilakukan evaluasi dan monitoring selama 1 bulan dimana sistem pengisian tandon otomatis dengan tenaga surya bekerja dengan baik dibuktikan dengan peningkatan penghematan dari tagihan listrik pondok sebesar 10-20% dan bertambahnya rasa keingintahuan santri mengenai teknologi terbarukan yang disampaikan oleh pimpinan pondok di pondok pesantren kalimasada Jombang.

Kata Kunci: Pondok Pesantren Kalimasada; Pompa Otomatis; Tenaga Surya; Pelatihan

1. PENDAHULUAN (Introduction)

a. Latar Belakang termasuk Problems Statement/ State of The Arts

Pondok Pesantren Kalimasada merupakan salah satu pondok pesantren yang beralamat di Dusun Brumbung Desa Bangsri Kecamatan Plandaan Kabupaten Jombang Jawa Timur (Aprilyanto & Setyaedhi, 2020; Fadhilah & Surur, 2024). Sebagai pondok yang menjunjung

tinggi agama, pada pondok pesantren kalimasada juga terdapat sekolah (Pendidikan formal) seperti MTs dan MA (Setyowati, 2022). Keberadaan sekolah formal ini sudah memiliki legalitas yayasan dibawah naungan Kemenag. Walaupun sudah memiliki legalitas dan mempunyai pendidikan formal dan pendidikan pondok, pondok pesantren kalimasada memberikan pembebasan biaya pondok, sehingga para santri ataupun orang tua tidak perlu khawatir untuk memikirkan biaya pondok (Usman, Sauri, & Fath, 2022; YOGI, n.d.).

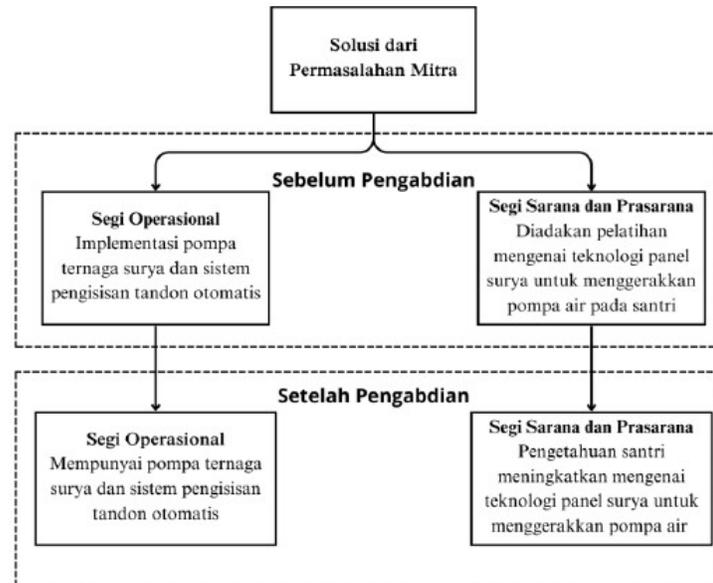
Semakin bertambahnya tahun pondok pesantren kalimasada semakin dikenal oleh banyak orang. Selain karena prestasi akademik yang dihasilkan oleh para santrinya, prestasi para guru dan ustadz juga meningkatkan kualitas dan nama baik dari pondok sehingga banyak masyarakat yang antusias untuk belajar di pondok ini. Terbukti dari wawancara yang telah dilakukan dengan pihak pondok pesantren dimana peserta pondok yang tadinya hanya 30 santri hingga sekarang jumlah santri bertambah hingga lebih dari 300 santri. Dengan penambahan santri yang semakin banyak tentu pondok terus meningkatkan layanan serta fasilitas untuk menjaga keberlanjutan pondok pesantren. Dalam menjaga keberlanjutan pondok pesantren, perlu mempertimbangkan aspek pengelolaan sumber daya, terutama dalam hal penggunaan energi listrik untuk pompa air. Saat ini, pengisian tandon air masih mengandalkan pompa listrik yang berkontribusi pada tingginya biaya listrik. Kebutuhan ini muncul karena pengisian tandon air masih dilakukan secara manual, dan pompa listrik tidak otomatis (Gusti, 2021).

Keberlanjutan pondok pesantren Kalimasada dapat ditingkatkan dengan memperkenalkan teknologi panel surya untuk menggerakkan pompa air. Dengan menggantikan sumber listrik PLN dengan tenaga surya, biaya listrik dapat dikurangi secara signifikan (Abrori, Sugiyanto, & Niyartama, 2017; Haryanto, 2018; Sulistiawati & Yuwono, 2019). Selain itu, implementasi sistem otomatis pada pompa air akan mempermudah pengisian tandon secara efisien tanpa perlu campur tangan manual (Aviv, Wardayanti, Budiningsih, Fimani, & Suhardi, 2016; Bayuzi, 2024; Putranto, Antono, Handoko, & Istiadi, 2018; Triyono et al., 2018).

Dengan membuat dan memperkenalkan teknologi panel surya, serta pembuatan sistem pengisian tandon otomatis, diharapkan pondok pesantren Kalimasada dapat mengatasi masalah biaya listrik yang tinggi dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya. Selain itu, penerapan teknologi panel surya juga dapat menjadi langkah inovatif dan berkelanjutan dalam mendukung keberlanjutan pondok pesantren secara menyeluruh.

b. Rumusan Masalah/Tujuan

Pondok Pesantren Kalimasada menghadapi dua permasalahan utama, yaitu dari segi operasional dan sarana prasarana. Dari segi operasional, pondok pesantren sangat bergantung pada listrik untuk pengisian tandon air yang menggunakan pompa listrik. Ketergantungan ini menyebabkan biaya operasional listrik yang tinggi, terutama ketika kebutuhan air meningkat, sehingga dapat membebani anggaran pondok. Dari segi sarana dan prasarana, pondok pesantren belum memiliki teknologi ramah lingkungan seperti panel surya. Saat ini belum tersedia media pembelajaran yang memadai untuk memperkenalkan teknologi panel surya kepada para santri, padahal teknologi ini berpotensi mengurangi ketergantungan pada listrik. Penggunaan panel surya untuk menggerakkan pompa air dapat memberikan penghematan biaya listrik yang signifikan serta mendukung upaya pelestarian lingkungan.



Gambar 1. Tabel Solusi dari Permasalahan Mitra

c. Manfaat

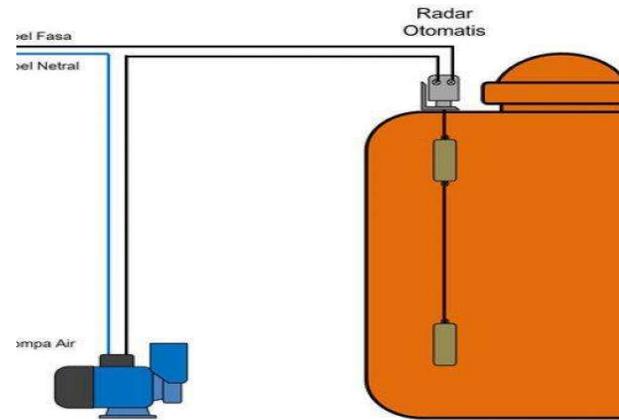
Target dari program pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan terjadi perubahan signifikan pada Pondok Pesantren Kalimasada dalam dua aspek utama. Dari segi operasional, pondok pesantren telah berhasil mengembangkan infrastruktur dengan adanya pompa tenaga surya dan sistem pengisian tandon otomatis yang berfungsi dengan baik. Hal ini mengatasi masalah ketergantungan pada listrik PLN dan meningkatkan efisiensi pengisian tandon air. Dari segi sarana dan prasarana, kapasitas sumber daya manusia juga mengalami peningkatan. Melalui pelatihan yang telah diberikan, para santri kini memiliki pengetahuan yang lebih baik tentang teknologi panel surya dan mampu mengoperasikan serta merawat sistem tersebut secara mandiri.

2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

Bagian ini menjelaskan mengenai dasar teori yang berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di pondok pesantren Kalimasada Jombang. Akan dijelaskan beberapa bagian pada tinjauan literatur antara lain sistem pengisian tandon otomatis serta pompa tenaga surya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut.

a. Sistem Pengisian Tandon Otomatis

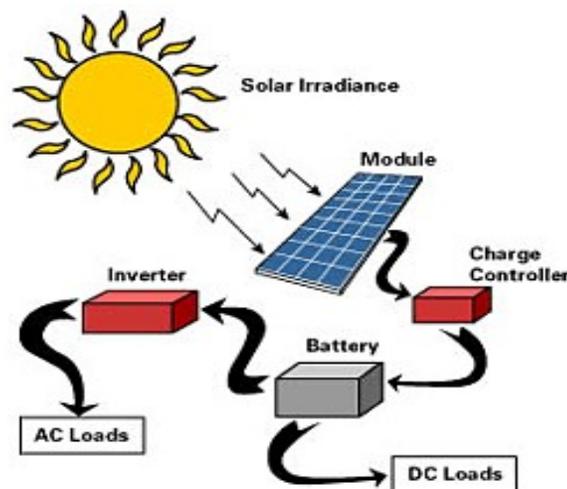
Sistem pengisian tandon (penampungan air) otomatis adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mengisi tandon air secara mandiri tanpa perlu campur tangan manusia. Sistem ini bekerja dengan menggunakan berbagai sensor dan komponen elektronik untuk memantau level air dalam tandon dan mengontrol pompa air agar menyala atau mati secara otomatis. Komponen utama dari sistem pengisian tandon otomatis antara lain sensor level air, pompa air, serta sumber daya. Cara kerja dari sistem ini sensor akan memutus arus listrik ketika kondisi air mencapai batas atas tandon (air terisi penuh) namun jika tandon kosong maka pompa akan terus menyala untuk mengisi tandon.



Gambar 2. Sistem Otomatis Tandon, Sumber : (INVIRO, 2024)

a. Pompa Tenaga Surya

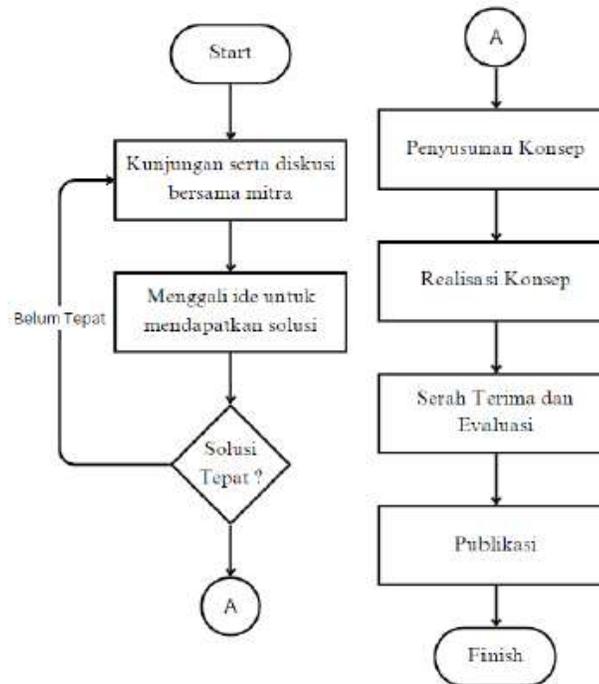
Pompa tenaga surya adalah jenis pompa air yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya utamanya. Alih-alih menggunakan listrik DC langsung dari panel surya, pompa ini dilengkapi dengan inverter yang mengubah arus DC menjadi arus AC. Hal ini memungkinkan pompa air tersebut dapat dioperasikan dengan berbagai jenis peralatan listrik rumah tangga biasa yang menggunakan listrik AC. Cara kerja dari pompa tenaga surya yaitu panel surya akan menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik DC. Energi DC ini kemudian dialirkan ke inverter. Inverter akan mengubah arus DC menjadi arus AC dengan frekuensi dan tegangan yang sesuai untuk mengoperasikan pompa air. Pompa air AC ini kemudian akan memompa air dari sumber air ke tempat yang diinginkan, seperti tandon atau sistem irigasi.



Gambar 3. Sistem Pompa Tenaga Surya,
Sumber : (“Konsep Kerja Sistem PLTS,” 2011)

3. METODE PELAKSANAAN (*Materials and Method*)

Dalam menunjang pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini, diterapkan beberapa metode kegiatan seperti berdiskusi dengan mitra mencari solusi dari permasalahan yang ditemukan. Setelah didapatkan analisa yang matang dilanjutkan dengan membuat sistem pengisian tandon otomatis bertenaga surya dan pelatihan teknologi panel surya yang digunakan untuk Pondok Pesantren Kalimasada Jombang, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

Metode yang akan diterapkan dalam kegiatan ini adalah yang pertama dengan membuat kerangka kerja, dimana kerangka kerja tersebut akan menjelaskan secara garis besar urutan yang akan dilaksanakan, kemudian dilaksanakan pemasangan alat. Secara umum, pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini adalah sebagai berikut:

a. Kunjungan dan Diskusi Bersama Mitra

Pada tahap ini dilakukan diskusi Bersama mitra untuk menggali permasalahan yang dihadapi oleh mitra Pondok Pesantren Kalimasada Jombang. Dari diskusi tersebut diperoleh beberapa masalah yang terdapat pada mitra yaitu (1) Pengisian tandon air masih mengandalkan pompa listrik yang berkontribusi pada tingginya biaya listrik; (2) Belum ada media pembelajaran kepada santri tentang teknologi panel surya untuk menggerakkan pompa air.

b. Menggali Ide untuk Mendapatkan Solusi

Dari permasalahan yang didapat setelah dilakukan diskusi lanjutan dengan pihak mitra untuk menggali ide dan mendapatkan solusi dari permasalahan yang sedang terjadi di mitra dan didapatkan beberapa solusi yaitu (1) Pembuatan pompa tenaga surya dan sistem pengisian tandon otomatis; (2) Diadakan pelatihan mengenai teknologi panel surya untuk menggerakkan pompa air.

c. Penyusunan Konsep Solusi

Setelah ditemukan ide berupa solusi dari permasalahan maka dilanjutkan dengan tahap penyusunan konsep yang berupa penyalarsan kebutuhan mitra dengan solusi yang akan direalisasikan. Pada tahap ini dilakukan perencanaan dan koordinasi dengan mitra agar solusi yang direalisasikan dapat dengan tepat menyelesaikan permasalahan mitra.

d. Realisasi Konsep

Setelah penyusunan konsep solusi dilakukan kemudian dilanjutkan dengan realisasi konsep sesuai dengan konsep yang telah dirancang. Pada tahap ini, perancangan sistem pompa tenaga surya dan diadakan pelatihan mengenai teknologi panel surya untuk

menggerakkan pompa air.

e. Serah Terima dan Evaluasi

Setelah alat berhasil dibuat dan pelatihan sudah dilaksanakan, maka dilakukan serah terima dan evaluasi terhadap solusi yang diterapkan. Serah terima dilakukan untuk menyerahkan alat pompa tenaga surya kepada mitra dan kegiatan pelatihan mengenai teknologi panel surya untuk menggerakkan pompa air dilakukan ketika serah terima alat berlangsung. Kegiatan ini melibatkan pengelola Pondok Pesantren Kalimasada. Setelah alat diserahkan maka dilakukan koordinasi secara berkala untuk dapat mengetahui seberapa besar manfaat yang didapatkan dengan solusi yang di realisasikan.

f. Publikasi

Kemudian dilakukan drafting hingga publikasi sesuai dengan luaran yang di janjikan. Publikasi dilakukan dengan mempertimbangkan hasil evaluasi. Publikasi akan di unggah ke jurnal nasional minimal sinta 5 atau pemakalah seminar nasional. Kemudian, dari kegiatan ini juga dibuat HKI dari website yang dibuat. Selain itu kegiatan ini juga akan dipublikasikan di media massa terpercaya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)

a. Diskusi Awal, Penggalan Ide Serta Penentuan Solusi

Pada tahap awal pelaksanaan kegiatan pengabdian ini, tim pengabdian melakukan diskusi dengan pengelola dari pondok pesantren untuk menggali masalah-masalah yang dihadapi oleh Pondok Pesantren Kalimasada Jombang. Kegiatan ini meliputi survei lokasi pondok, diskusi intensif bersama pengelola pondok pesantren. Kegiatan diskusi dapat dilihat pada gambar 5.

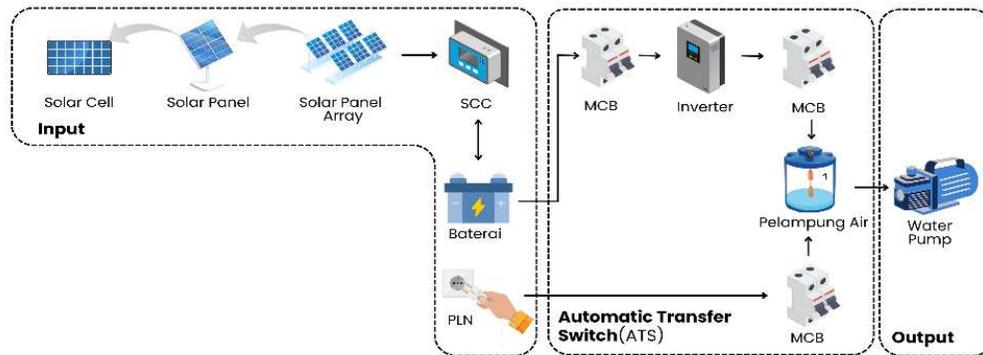


Gambar 5. Diskusi Dengan Pengelola Pondok Pesantren

Dari diskusi diperoleh permasalahan yaitu: (1) pengisian tandon air masih mengandalkan pompa listrik yang berkontribusi pada tingginya biaya listrik; (2) belum ada media pembelajaran kepada santri tentang teknologi panel surya untuk menggerakkan pompa air. Dari permasalahan tersebut didapatkan beberapa solusi yaitu: (1) pembuatan pompa tenaga surya dan sistem pengisian tandon otomatis; (2) diadakan pelatihan mengenai teknologi panel surya untuk menggerakkan pompa air. Harapannya dengan solusi yang ditawarkan yaitu: (1) pemasangan pompa air tenaga surya dapat mengurangi ketergantungan pondok terhadap listrik dari PLN, pompa air ini dirancang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi utama, yang diharapkan dapat mengurangi biaya operasional listrik PLN secara signifikan; (2) dengan adanya pelatihan mengenai teknologi panel surya kepada pengelola dan santri pondok memberikan pengetahuan baru terkait penggunaan energi terbarukan yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

b. Penyusunan Konsep, Realisaasi Konsep (Perancangan dan Uji Coba Alat)

Pada tahap ini dilakukan perancangan dalam pembuatan pompa air tenaga surya. Bahan yang digunakan adalah panel surya 100Wp, SCC, Baterai VRLA 12V/100Ah, MCB, Inverter 1000Watt, *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan pompa listrik. Perancangan pembuatan pompa air tenaga surya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Pompa Air Tenaga Surya di Pondok Kalimasada



(a)

(b)

Gambar 7. (a) Arus AC yang dibutuhkan pompa; (b) Arus DC yang dibutuhkan pompa

Untuk mempersiapkan pemasangan pompa air bertenaga surya, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah memperhitungkan daya panel surya agar mampu menghasilkan energi yang cukup untuk mengoperasikan pompa. Berdasarkan pengujian pada gambar 7, arus AC yang dibutuhkan pompa listrik ketika aktif adalah 2,76 ampere, sementara arus DC pada baterai ketika pompa aktif adalah 55,7 ampere. Sehingga ketika pompa menyala membutuhkan daya listrik sebesar ± 660 Watt. Dalam hal ini, pemilihan inverter dan kontroler/SCC (*Solar Charge Controler*) yang tepat sangat penting untuk memastikan konversi energi yang efisien dan stabil. Inverter berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) dari panel surya atau baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang diperlukan oleh pompa. Sementara itu, kontroler digunakan untuk mengatur aliran energi dari panel surya ke baterai dan pompa, sehingga menghindari kelebihan

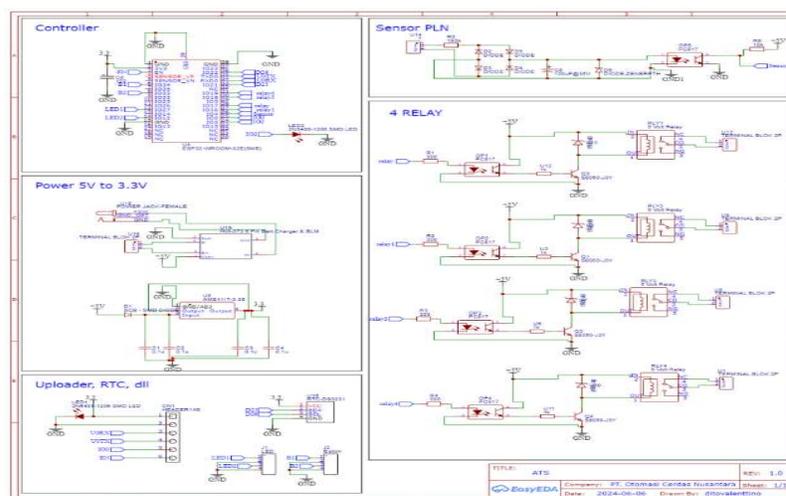
muatan yang dapat merusak sistem.



Gambar 8. Diskusi Penempatan Panel Surya dengan Mitra

Penempatan panel surya harus direncanakan dengan cermat untuk memastikan efisiensi maksimal. Panel surya akan ditempatkan di atas masjid pondok pesantren karena lokasi ini bebas dari halangan seperti pohon atau bangunan lain, sehingga menerima sinar matahari penuh sepanjang hari. Pemasangan panel surya ditempat yang strategis ini akan memastikan bahwa panel surya dapat menangkap energi matahari secara optimal. Selain itu, posisi panel yang dekat dengan pompa air juga memungkinkan koneksi yang lebih efisien, mengurangi panjang kabel yang diperlukan dan meminimalkan kehilangan daya selama transmisi energi.

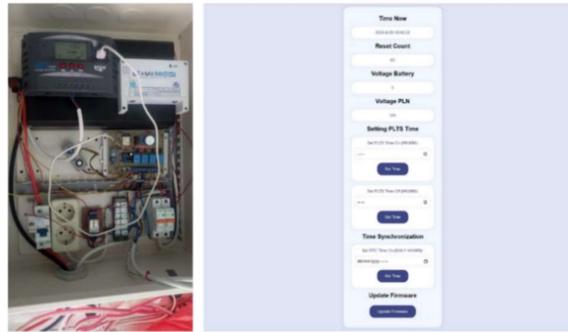
Selanjutnya adalah pembuatan Automatic Transfer Switch (ATS). ATS berfungsi sebagai pemindah sumber listrik dari PLN atau dari panel surya. Menyusun seluruh komponen elektronik yang diperlukan untuk kontrol pergantian sumber listrik dari sumber PLN dan Sumber dari panel surya. Ini mencakup relay yang terhubung ke microcontroller, yang bertugas mengalihkan sumber daya antara PLN dan panel surya sesuai kebutuhan. Dalam desain ini, relay akan dikendalikan oleh mikrokontroler yang memantau tegangan dari kedua sumber listrik. Ketika tegangan dari panel surya cukup untuk mengoperasikan pompa, microcontroller akan memerintahkan relay untuk beralih ke sumber daya dari panel surya. Sebaliknya, jika tegangan dari panel surya tidak mencukupi, sistem akan otomatis beralih ke sumber listrik dari PLN.



Gambar 9. Skematik *Automatic Transfer Switch (ATS)*

Selain itu, ATS ini juga memungkinkan pengaturan penggunaan sumber daya dari panel surya berdasarkan jadwal yang dapat disesuaikan. Melalui web server yang terhubung dengan

microkontroler, pengguna dapat mengatur jam operasional pompa dengan menggunakan daya dari panel surya. Misalnya, pompa dapat diatur untuk menggunakan energi surya pada jam-jam tertentu ketika sinar matahari paling kuat, dan beralih ke sumber listrik PLN di luar jam tersebut. Fitur ini memberikan fleksibilitas tambahan dalam pengelolaan energi dan memastikan penggunaan sumber daya yang efisien.



(a)

(b)

Gambar 10. (a) Instalasi Rangkaian ATS; (b) Web Server ATS

Setelah tahap perancangan dan pembuatan selesai, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba rangkaian untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pengujian dimulai dengan memeriksa tegangan dan arus dari panel surya serta sumber listrik PLN untuk memastikan bahwa sistem dapat membaca nilai-nilai ini dengan akurat menggunakan multimeter. Selanjutnya, fungsi relay diuji untuk memastikan bahwa relay dapat beralih antar sumber daya dengan benar berdasarkan kondisi tegangan yang terdeteksi. Sistem juga diuji dalam kondisi dimana tegangan dari panel surya tidak mencukupi untuk memastikan bahwa relay secara otomatis beralih ke sumber listrik PLN, dan sebaliknya, kembali ke panel surya saat tegangan mencukupi.

c. Pemasangan, Pelatihan dan Serah Terima Alat

Setelah melakukan uji coba rangkaian untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, tahap selanjutnya adalah kegiatan pemasangan panel surya. Kegiatan ini dimulai dengan persiapan lokasi pemasangan, yang meliputi pembersihan area di atas atap masjid dari debu dan kotoran untuk memastikan bahwa panel surya dapat dipasang dengan kokoh dan efisien. Tim instalasi kemudian memasang panel surya dihubungkan satu sama lain dalam konfigurasi paralel, sesuai dengan perhitungan kebutuhan daya yang telah dilakukan sebelumnya, lalu posisi panel menghadap timur disesuaikan dengan sudut optimal penangkapan sinar matahari untuk lokasi Pondok Pesantren Kalimasada Jombang, dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pemasangan Panel Surya

Setelah pemasangan panel surya selesai dan terhubung dalam konfigurasi paralel yang telah ditentukan, langkah berikutnya adalah pemasangan panel box untuk sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan penempatan baterai, dapat dilihat pada gambar 12. Panel box sistem ATS ini berfungsi sebagai pusat kendali otomatis yang akan mengatur perpindahan sumber daya listrik dari panel surya ke baterai jika terjadi gangguan pada jaringan listrik utama.



Gambar 12. Pemasangan Panel Box

Setelah alat terpasang dan sistem mulai berjalan dengan baik, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan kepada warga pondok termasuk santri dan pengurus pondok. Kegiatan pelatihan ini dibarengi dengan kegiatan serah terima alat dan foto bersama. Kegiatan pelatihan alat bersama pengelola dan santri pondok dapat dilihat pada gambar 13 dan kegiatan serah terima serta foto bersama dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 13. Pelatihan Alat Kepada Pengelola dan Santri Pondok



Gambar 14. Foto bersama Warga Pondok dan Serah Terima Alat

5. KESIMPULAN (*Conclusions*)

Kegiatan pengabdian masyarakat ini memberikan solusi inovatif bagi Pondok Pesantren Kalimasada, Jombang, dengan mengurangi biaya operasional listrik melalui penggunaan teknologi panel surya dan sistem pengisian tandon air otomatis. Sistem ini terdiri dari panel surya, inverter, kontroler/SCC, dan *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang bekerja otomatis mengalihkan sumber daya antara listrik PLN dan energi matahari, sehingga mampu menjaga kontinuitas pasokan air, dan menurunkan biaya listrik secara signifikan. Implementasi sistem energi terbarukan ini membuat pondok pesantren lebih mandiri dalam pengelolaan energi dan air, mengurangi ketergantungan pada listrik PLN, serta meningkatkan efisiensi operasional.

Pengabdian telah terlaksana dengan baik dan mendapat respon positif dari mitra. Diharapkan, penerapan teknologi ini dapat diadopsi oleh institusi lain yang menghadapi tantangan serupa, mendukung efisiensi biaya, dan berkontribusi pada pengelolaan lingkungan yang lebih baik di masa depan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgement*)

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Negeri Malang yang telah mendanai kegiatan ini dan pemilik Pondok Pesantren Kalimasada Jombang yang telah memberikan izin kepada kami untuk melakukan kolaborasi sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

7. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- Abrori, M., Sugiyanto, S., & Niyartama, T. F. (2017). Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif dan Media Pembelajaran Praktikum Siswa Di Pondok Pesantren “Nurul Iman” Sorogenen Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta Menuju Pondok Mandiri Energi. *Jurnal Bakti Sainstek: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, 1(1), 17–26.
- Aprilyanto, D. D., & Setyaedhi, H. S. (2020). RELEVANSI SISTEM PENDIDIKAN PONDOK PESANTREN KALIMASADA JOMBANG DI ERA MODERNISASI. *Jurnal..... Volume.... Nomor..... Tahun*, 0–9.
- Aviv, A. S., Wardayanti, A., Budiningsih, E., Fimani, A. K., & Suhardi, B. (2016). Water level

- control sistem otomatis sederhana pada tandon air di kawasan perumahan. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 15(2). Retrieved from <http://jurnal.uns.ac.id/performa/article/view/9864>
- Bayuzi, D. (2024). *RANCANG BANGUN ALAT KONTROL POMPA AIR OTOMATIS DENGAN 2 OUTPUT* (PhD Thesis, Politeknik Caltex Riau). Politeknik Caltex Riau. Retrieved from <https://repository.lib.pcr.ac.id/id/eprint/1788/>
- Fadhilah, A. N., & Surur, S. (2024). IMPLEMENTASI PENDIDIKAN ROHANI DALAM PENINGKATAN MENTAL SPIRITUAL SANTRI DI PONDOK PESANTREN KALIMASADA BANGSRI PLANDAAN JOMBANG. *Education, Learning, and Islamic Journal*, 6(1), 60–79.
- Gusti, R. R. (2021). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT) SEBAGAI MANAJEMEN PENYEDIAAN AIR BERSIH DI LINGKUNGAN PONDOK PESANTREN KEDUNGLO AL MUNADHDHOROH KOTA KEDIRI. *TFLASH*, 2(1), 1–4.
- Haryanto, B. (2018). *Optimasi Pembangkit Hybrid PLN-Solar Cell Pada Aplikasi Home Industry*. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/10694>
- INVIRO, F. (2024, August 19). Cara Kerja Tangki Air Pengatur Level Air Terbaru 2024. Retrieved September 11, 2024, from INVIRO website: <https://inviro.co.id/tandon/cara-kerja-tangki-air-pengatur-level-air/>
- Konsep Kerja Sistem PLTS. (2011, December 15). Retrieved September 11, 2024, from Pusat listrik tenaga surya website: <https://tenagamatahari.wordpress.com/beranda/konsep-kerja-sistem-plts/>
- Putranto, D. W., Antono, F. B., Handoko, R., & Istiadi, I. (2018). Perancangan Sistem Irigasi Otomatis Dengan Wireless Sensor Network (Wsn) Berbasis Energi Surya. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(2), 825–832.
- Setyowati, W. (2022). Implementasi Program Unggulan Madrasah Dalam Pembentukan Life Skill Peserta Didik. *THE JOER: Journal Of Education Research*, 2(1), 162–169.
- Sulistiawati, E., & Yuwono, B. E. (2019). Analisis tingkat efisiensi energi dalam penerapan solar panel pada atap rumah tinggal. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(2). Retrieved from <https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/sim/article/download/6658/5050>
- Triyono, L., Ramadhan, D., Wardany, H. I., Setyowati, K. A., Setyani, N., & Kurniawati, R. (2018). APLIKASI “ROMO GILA” MONITORING DAN PENGENDALI VOLUME TANDON AIR BERBASIS MOBILE. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 14(1). Retrieved from <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/1156>
- Usman, D. H., Sauri, S., & Fath, A. F. (2022). Dampak kebijakan pendidikan gratis bagi kualitas pendidikan di Pesantren Fath. *Ta'dibuna: Jurnal Pendidikan Islam*, 11(4), 589–600.
- YOGI, Y. F. (n.d.). *MANAJEMEN KEUANGAN DALAM KEBIJAKAN PENDIDIKAN*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/232189721.pdf>