



DESAIN PROTEKSI DAN GROUNDING HYBRID PV-HYDRO MENUJU PESANTREN MANDIRI ENERGI

Oleh

Priya Surya H¹, Bakti Indra Kurniawan², Satria Luthfi Hermawan³, Imron Ridzki⁴,
Mohammad Noor Hidayat⁵

^{1,2,3,4,5}Politeknik Negeri Malang

E-mail: ¹priya.surya@polinema.ac.id, ²baktiindrakurniawan@gmail.com,

³satrialuthfihermawan@polinema.ac.id, ⁴imron.ridzki@polinema.ac.id,

⁵Mohammadnoorhidayat@gmail.com

Article History:

Received: 11-09-2025

Revised: 29-09-2025

Accepted: 14-10-2025

Keywords:

Desain, Proteksi, Hybrid
PV-Hydro, Pesantren
Mandiri Energi

Abstract: Program pengabdian ini berfokus pada isu kemandirian energi dan keselamatan kelistrikan di PPYD Al-Ikhlas, lembaga sosial-pendidikan yang melayani anak yatim dan dhuafa. Tujuannya adalah merancang dan mengimplementasikan sistem proteksi serta pentanahan yang andal pada pembangkit hybrid Photovoltaic (PV)-Hydro, guna meningkatkan keandalan sistem listrik dan mengurangi ketergantungan pada PLN. Pendekatan yang digunakan ialah partisipatif dan teknis-aplikatif, melibatkan komunitas dalam setiap tahap mulai dari analisis kebutuhan, desain sistem proteksi sesuai PUIL dan SNI, instalasi lapangan, hingga pelatihan perawatan sistem. Strategi riset dilakukan melalui pengukuran resistansi tanah, perancangan box proteksi, serta uji kinerja sistem menggunakan metode paralel empat batang elektroda. Hasil pengabdian menunjukkan penurunan resistansi tanah di bawah 5 Ohm, peningkatan keamanan dan efisiensi energi, serta terbentuknya kapasitas teknis komunitas menuju kemandirian energi berkelanjutan berbasis partisipasi sosial.

PENDAHULUAN

PPYD Al-Ikhlas di Singosari merupakan lembaga sosial-pendidikan yang menampung sekitar **1.000 santri**, dengan **50% berasal dari wilayah Indonesia Timur**. Kebutuhan listrik tinggi untuk kegiatan belajar-mengajar dan ibadah masih bergantung pada PLN, menyebabkan **biaya operasional signifikan** dan keterbatasan anggaran untuk kegiatan pendidikan. Lokasi pesantren yang memiliki potensi geografis berupa **aliran sungai dan intensitas matahari tinggi** menjadikannya ideal untuk pengembangan **pembangkit hybrid Photovoltaic (PV)-Hydro**. Namun, sistem eksisting belum memiliki **proteksi dan pentanahan** yang sesuai **standar PUIL dan SNI**, menimbulkan risiko keselamatan bagi santri dan kerusakan peralatan. Berdasarkan studi sebelumnya, penerapan sistem grounding paralel empat batang dengan bahan aditif (garam, bentonite, arang) terbukti menurunkan resistansi tanah hingga **<5 Ohm** (Hardjowigeno, 2010; Wesley, 1977). Oleh karena itu, program ini difokuskan pada **pembangunan sistem proteksi dan grounding yang aman dan efisien** guna mewujudkan **kemandirian energi dan transformasi sosial** menuju pesantren berkelanjutan dan ramah energi.



METODE

Subyek pengabdian adalah **PPYD Al-Ikhlas**, lembaga sosial-pendidikan yang berlokasi di **Desa Banjarejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang**, dengan jumlah santri mencapai **1.000 orang**. Tim pengabdian dari **Politeknik Negeri Malang** melibatkan pengurus pesantren, guru, dan perwakilan santri sebagai **subyek dampingan aktif** dalam seluruh tahapan perencanaan.

Proses pengorganisasian dimulai dengan **diskusi awal (FGD)** untuk mengidentifikasi kebutuhan energi dan permasalahan keselamatan listrik. Selanjutnya dilakukan **observasi lapangan** dan **pengukuran resistansi tanah** untuk dasar perancangan sistem proteksi dan grounding sesuai **standar PUIL dan SNI**. Metode yang digunakan adalah **partisipatif-teknis**, yang menekankan kolaborasi antara tim teknis dan komunitas mitra.

Tahapan kegiatan meliputi:

1. Analisis kebutuhan dan identifikasi masalah.
2. Desain sistem proteksi dan grounding.
3. Implementasi dan uji lapangan.
4. Pelatihan perawatan sistem.
5. Evaluasi dan refleksi bersama komunitas.

Pada tahap awal Untuk bisa mengetahui secara langsung pengambilan data yang dibutuhkan terkait perencanaan dan pemasangan sistem pembumian paralel 4 batang pentanahan pada. Data yang bisa diambil dari metode ini berupa struktur tanah, nilai resistansi tanah, dan nilai resistansi pentanahan. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi lebih akurat dari penanggung jawab tempat yang bersangkutan untuk memudahkan dalam pemahaman terkait masalah yang akan di bahas beserta data yang diperlukan Metode ini dilakukan setelah selesai melakukan proses pemasangan sistem pembumian. Penguji dilakukan secara mandiri dan digunakan untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan pada sistem pembumian paralel 4 batang. Pemilihan komponen system pembumian dilakukan setelah mendapatkan data dan melakukan perhitungan data agar komponen yang akan dipakai tepat. Setelah mendapat komponen yang direncanakan maka selanjutnya dalah melakukan pemasangan, pengujian dan pengukuran pada sistem pembumian. Pengukuran pada sistem pembumian menggunakan alat ukur Earth Tester dan Clamp Earth tester. Subyek pengabdian adalah PPYD Al-Ikhlas, sebuah lembaga sosial di Desa Banjarejo, Singosari, Kabupaten Malang. Lembaga ini melayani sekitar 1.000 santri yang sebagian besar berasal dari wilayah Indonesia Timur. Lokasi pengabdian terletak di area dengan potensi geografis tinggi untuk pemanfaatan energi baru terbarukan, termasuk aliran sungai dan paparan sinar matahari yang intens.

Proses pengorganisasian dimulai dengan diskusi awal antara tim pengabdian dari Politeknik Negeri Malang dan pihak PPYD Al-Ikhlas. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi kebutuhan melalui wawancara dan observasi langsung, melibatkan pengurus, guru, dan perwakilan santri. Subyek dampingan berperan aktif dalam merumuskan prioritas permasalahan, seperti kebutuhan akan sistem proteksi dan grounding untuk pembangkit listrik hybrid Photovoltaic (PV) dan hidro. Hasil diskusi dijadikan dasar dalam merancang aksi kolaboratif, memastikan solusi yang ditawarkan relevan dan dapat diimplementasikan. Proses perencanaan menggunakan pendekatan partisipatif, melibatkan subyek dampingan dalam setiap tahapan. Metode riset yang digunakan meliputi:



1. Analisis Situasi

- Observasi kondisi fisik lokasi (topografi, resistansi tanah, keberadaan pembangkit).
- Pengumpulan data historis penggunaan energi dan biaya operasional listrik.

2. Wawancara dan Focus Group Discussion (FGD)

- Dilakukan untuk memahami permasalahan dan kebutuhan dari perspektif komunitas.
- Wawancara dengan pengurus PPYD Al-Ikhlas dan teknisi.

3. Pengujian Lapangan

- Mengukur resistansi tanah menggunakan Earth Tester dan Clamp Earth Tester.
- Evaluasi kondisi panel proteksi dan sistem grounding eksisting.

HASIL DAN PEMBAHASAN

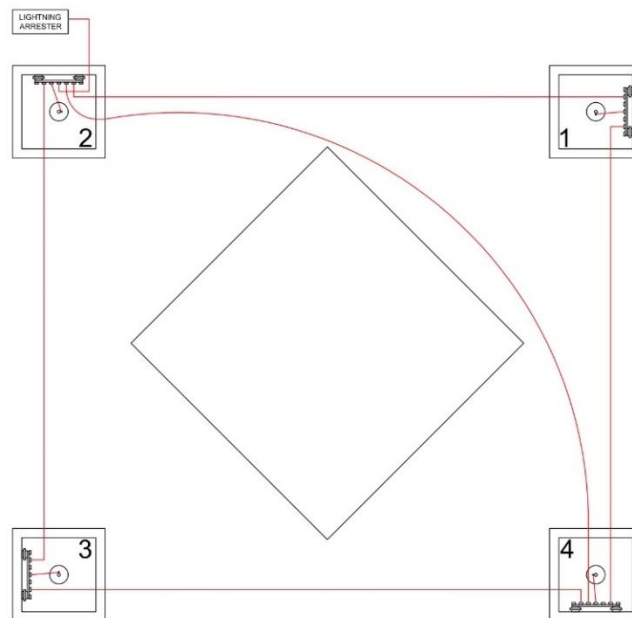
Diskusi dimulai dengan analisis kebutuhan komunitas yang menjadi subyek pengabdian. PPYD Al-Ikhlas berada di Desa Banjarejo, Singosari, Malang, sebuah wilayah dengan potensi geografis tinggi untuk energi terbarukan. Dengan lebih dari 1.000 santri, kebutuhan energi lembaga ini terus meningkat. Saat ini, listrik untuk operasionalnya sebagian besar bergantung pada PLN, menyebabkan tagihan listrik yang signifikan.

Meskipun PPYD Al-Ikhlas telah memiliki pembangkit hybrid PV dan hidro dengan kapasitas 1.600 W, sistem ini belum dilengkapi dengan perangkat proteksi dan grounding yang memadai. Resistansi tanah yang tinggi dan lingkungan sekitar yang sering digunakan oleh anak-anak menambah urgensi untuk menciptakan sistem kelistrikan yang aman dan andal. Solusi yang ditawarkan mencakup pemasangan sistem grounding dengan konfigurasi paralel 4 batang elektroda yang dioptimalkan menggunakan material seperti garam, bentonite, dan arang. Langkah ini dirancang untuk menurunkan resistansi tanah hingga di bawah 5 Ohm, sesuai standar keselamatan kelistrikan.

Box proteksi juga dirancang untuk melindungi pembangkit dari gangguan arus lebih atau tegangan lebih. Perangkat yang dipasang meliputi Automatic Transfer Switch (ATS) untuk mengalihkan sumber daya secara otomatis, Miniature Circuit Breaker (MCB) untuk melindungi peralatan dari arus berlebih, dan inverter untuk mengubah daya DC menjadi AC. Setelah pemasangan, pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja optimal, termasuk simulasi untuk mengevaluasi performa proteksi terhadap gangguan listrik.

Perencanaan Teknologi

Perencanaan wiring dari pemasangan grounding meliputi penempatan dari masing-masing bak kontrol dan wiring paralel 1 sampai 4 batang grounding



Gambar 1 Desain Wiring Pengukuran Grounding

Segala kebutuhan anggaran dari perencanaan sistem grounding dapat dilihat pada Rancangan Anggaran Biaya berikut :

Tabel 1 Rancangan Anggaran Biaya

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
SISTEM PENTANAHAN PARALEL 4 BATANG PENTANAHAN					
No	Nama Barang	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	Busbar	5	Buah	Rp. 25.000	Rp. 125.000
2	Skun Kabel 6 mm	30	Buah	Rp. 1.500	Rp. 45.000
3	Kabel Bare Cooper 16mm	45	Meter	Rp. 18.000	Rp. 810.000
4	Batang Rod 1,5 m	5	Buah	Rp. 50.000	Rp. 250.000
5	Mur Baut	5	Buah	Rp. 1.500	Rp. 7.500
7	Ring	10	Buah	Rp. 500	Rp. 5.000
Total					Rp. 1.242.500

5.2. Hasil Pengukuran

Pemasangan grounding menggunakan tambahan metode treatment dengan tujuan menurunkan nilai resistansi tanah. Bahan dari treatment yang digunakan meliputi :

- Non-treatment (tanah)
- Garam
- Bentonite
- Arang

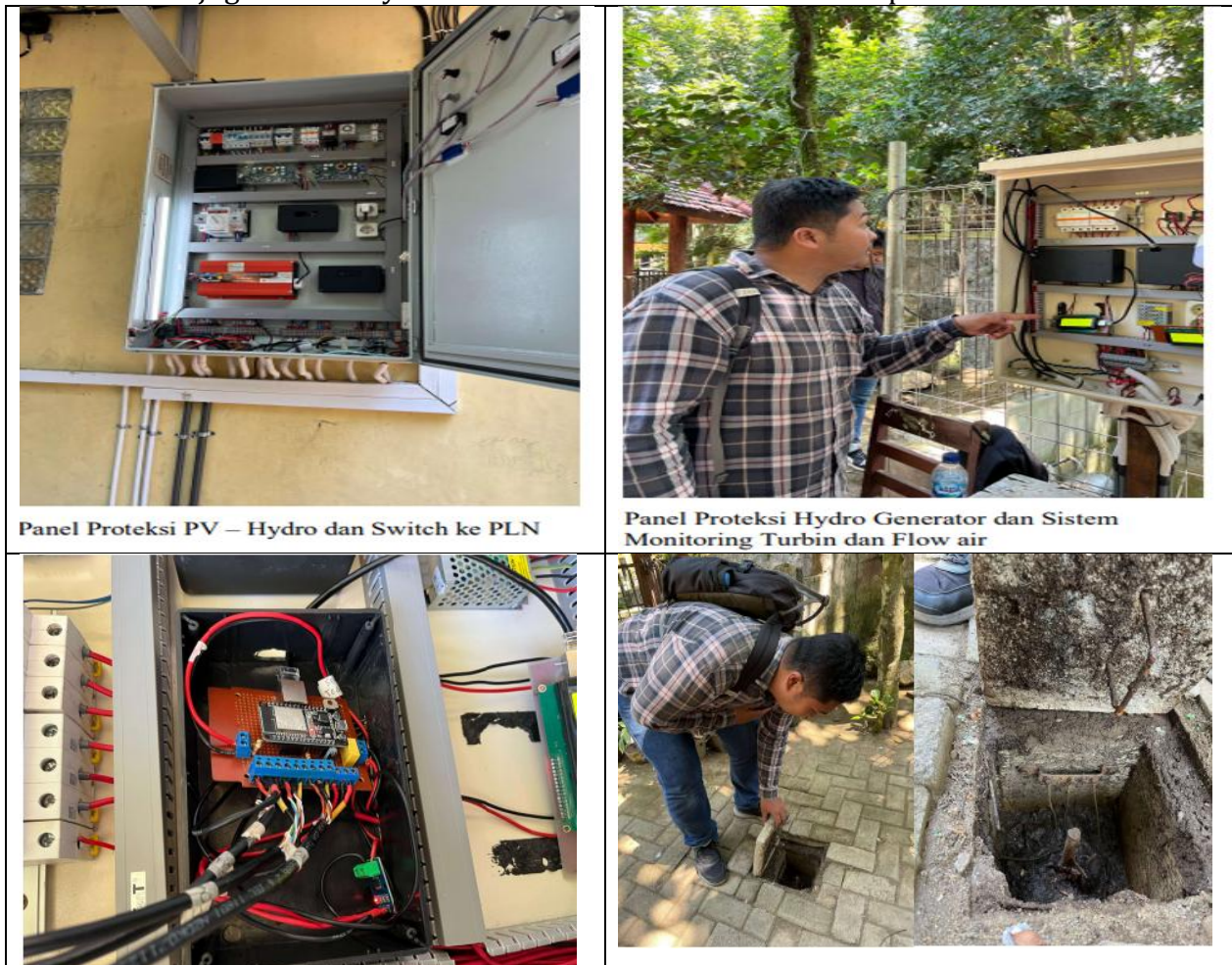
Pada saat mengambil data hasil pengukuran setelah dilakukan metode paralel, dilakukan 2 kali pengukuran di masing-masing paralel dalam waktu berbeda.

5.3. Kegiatan Pengabdian

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini berhubungan dengan pengembangan teknologi di bidang pembangkit listrik tenaga piko hidro khususnya pada sistem pembebanannya. Fokus invensi ini berhubungan dengan pembuatan desain panel dan wiring



panel pembebanan. Lalu terdapat perhitungan untuk komponen penghantar dan perhitungan untuk sistem proteksi serta pengujian performanya. Teknologi Perancangan Panel ini meliputi ATS yang berfungsi sebagai saklar yang beroperasi otomatis dan ATS bisa disupply dengan dua sumber. Inverter ini berfungsi sebagai mengubah sumber listrik DC menjadi sumber listrik AC. Kontrol Beban berfungsi sebagai pembagi beban sesuai dengan persentase baterai. MCB berfungsi untuk mengamankan arus lebih dan juga hubung singkat. Panel ini bertujuan untuk mengetahui performa dari sistem pembebanan pada PLTPH tipe crossflow dan juga bisa menyalurkan sumber listrik secara efektif pada beban outdoor.



Panel Proteksi PV – Hydro dan Switch ke PLN

Panel Proteksi Hydro Generator dan Sistem Monitoring Turbin dan Flow air

Gambar 2. Inspeksi Pekerjaan Panel Proteksi Hydro – PV sistem proteksi dan Monitoring

Pada kegiatan inspeksi ini didapati perangkat sudah berjalan sesuai dengan fungsi yang di harapkan, sehingga panel dapat di implementasikan dengan baik, Pada sisi proteksi arus lebih ini berhubungan dengan sistem pentanahan metode paralel 4 batang pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) merupakan inovasi penting untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem kelistrikan. Metode ini melibatkan penggunaan empat batang elektroda yang dipasang secara paralel untuk mengurangi resistansi pentanahan secara signifikan. Dengan menurunkan resistansi pentanahan, metode ini dapat mengalirkan arus gangguan ke tanah dengan lebih efektif, sehingga melindungi peralatan dari potensi bahaya



listrik akibat gangguan tanah atau tegangan lebih. Di desain sedemikian hingga menyesuaikan kebutuhan kondisi tanah yang berbatu sehingga memiliki nilai resistansi tanah yang besar. Metode treatment juga digunakan guna memberikan zat aditif yang mudah menangkap air sehingga menjaga resistansi pentanahan tetap rendah di kondisi kering.

Pengabdian masyarakat di PPYD Al-Ikhlas difokuskan pada pengembangan dan implementasi sistem proteksi dan grounding untuk pembangkit hybrid Photovoltaic (PV) dan hidro. Proses pendampingan melibatkan serangkaian kegiatan teknis dan edukatif yang dirancang untuk memecahkan permasalahan komunitas. Ragam kegiatan yang dilakukan meliputi analisis kebutuhan, desain dan instalasi sistem, pelatihan perawatan, hingga evaluasi dan refleksi hasil.

Secara teknis, kegiatan utama mencakup pemasangan box proteksi dan sistem grounding menggunakan metode paralel 4 batang elektroda. Proses instalasi dilakukan dengan perlakuan tanah menggunakan material seperti garam, bentonite, dan arang untuk menurunkan resistansi tanah hingga mencapai target ($< 5 \text{ Ohm}$). Box proteksi yang dipasang dilengkapi perangkat seperti MCB, Automatic Transfer Switch (ATS), dan inverter untuk memastikan keamanan dan efisiensi sistem. Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan semua komponen bekerja sesuai desain, termasuk simulasi gangguan listrik untuk mengevaluasi performa sistem proteksi.

Selain aksi teknis, kegiatan pendampingan juga mencakup pelatihan kepada pengurus dan santri PPYD Al-Ikhlas. Pelatihan ini meliputi pemahaman dasar tentang sistem grounding dan proteksi, cara menggunakan alat ukur kelistrikan, dan panduan perawatan sistem. Pendekatan ini tidak hanya membangun kapasitas teknis komunitas tetapi juga menciptakan rasa memiliki terhadap program yang telah dirancang.

Hasil dari kegiatan ini tidak hanya memberikan solusi teknis tetapi juga menghasilkan perubahan sosial yang signifikan. Pertama, peningkatan kapasitas teknis komunitas menciptakan pranata baru dalam manajemen energi di PPYD Al-Ikhlas, di mana pengurus dan santri mulai berperan aktif dalam memelihara dan mengelola sistem proteksi dan grounding. Kedua, kesadaran akan pentingnya keselamatan kelistrikan dan pemanfaatan energi terbarukan meningkat, ditunjukkan dengan partisipasi aktif komunitas dalam pelatihan dan diskusi.

Program ini juga memunculkan pemimpin lokal di kalangan pengurus yang bertanggung jawab atas keberlanjutan sistem. Mereka tidak hanya menjadi pengelola teknis tetapi juga agen perubahan yang menginspirasi komunitas untuk mengadopsi teknologi energi terbarukan. Dalam jangka panjang, program ini diharapkan mendorong transformasi sosial menuju kemandirian energi, pengurangan ketergantungan pada PLN, dan alokasi anggaran yang lebih besar untuk pendidikan dan kesejahteraan santri.

Dengan keberhasilan instalasi sistem proteksi dan grounding, serta keterlibatan aktif komunitas dalam perawatan dan pengelolaan, program ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis partisipasi dapat menciptakan solusi berkelanjutan untuk masalah komunitas sekaligus membawa perubahan sosial yang bermakna.

Artikel ini menggambarkan pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk meningkatkan kemandirian energi dan keselamatan kelistrikan di PPYD Al-Ikhlas, sebuah lembaga sosial dan pendidikan yang melayani anak yatim dan dhuafa. Fokus kegiatan adalah pada pengembangan dan implementasi sistem proteksi dan grounding yang dirancang untuk mendukung pembangkit hybrid Photovoltaic (PV) dan hidro. Artikel ini tidak hanya



membahas solusi teknis yang diimplementasikan tetapi juga dinamika sosial dan perubahan yang terjadi dalam komunitas dampingan selama proses pengabdian berlangsung.

DISKUSI

Pengabdian masyarakat di PPYD Al-Ikhlas telah berhasil menciptakan sistem proteksi dan grounding yang andal untuk mendukung pembangkit listrik hybrid Photovoltaic (PV) dan hidro. Program ini tidak hanya memberikan solusi teknis tetapi juga menghasilkan transformasi sosial yang signifikan melalui keterlibatan aktif komunitas. Dengan pendekatan partisipatif, pengurus dan santri PPYD Al-Ikhlas kini memiliki kapasitas teknis untuk merawat dan mengelola sistem yang dibangun, menciptakan model kemandirian energi berbasis komunitas.

Refleksi teoritis menunjukkan bahwa pendekatan berbasis partisipasi dan pemberdayaan komunitas dapat menjadi strategi efektif dalam pengabdian masyarakat. Program ini mengintegrasikan teori tentang energi terbarukan, keselamatan kelistrikan, dan pemberdayaan sosial, yang diterapkan melalui kolaborasi aktif antara tim pengabdian dan komunitas dampingan. Hasilnya, program ini berhasil menurunkan resistansi tanah ke tingkat aman ($< 5 \text{ Ohm}$), meningkatkan efisiensi pembangkit hybrid, dan mengurangi ketergantungan pada PLN, yang diharapkan dapat menurunkan biaya operasional lembaga secara signifikan.

KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat di PPYD Al-Ikhlas Singosari berhasil mewujudkan sinergi antara penerapan teknologi kelistrikan dan pemberdayaan komunitas. Melalui pendekatan **partisipatif-teknis**, tim pengabdian dari Politeknik Negeri Malang bersama komunitas mitra mampu merancang dan mengimplementasikan **sistem proteksi dan pentanahan** yang andal pada pembangkit **hybrid Photovoltaic (PV)-Hydro**. Sistem ini dirancang sesuai **standar PUIL dan SNI**, menggunakan konfigurasi paralel empat batang elektroda dengan material tambahan berupa garam, bentonite, dan arang untuk menurunkan resistansi tanah hingga **$< 5 \text{ Ohm}$** , meningkatkan keamanan dan efisiensi sistem.

Secara sosial, kegiatan ini menumbuhkan **kapasitas teknis dan kesadaran energi** di kalangan pengurus dan santri, mendorong terciptanya **budaya pemeliharaan mandiri** terhadap sistem yang dibangun. Hasil pengabdian menunjukkan adanya **penurunan biaya operasional listrik** dan peningkatan **keandalan pasokan energi**, sehingga dana lembaga dapat dialokasikan untuk kegiatan pendidikan dan kesejahteraan santri. Selain memberikan solusi teknis, kegiatan ini juga melahirkan **transformasi sosial menuju kemandirian energi berkelanjutan**, menjadikan PPYD Al-Ikhlas sebagai model pesantren ramah energi dan aman kelistrikan. Program ini membuktikan bahwa **teknologi dan partisipasi masyarakat** dapat berjalan seiring untuk mencapai tujuan keberlanjutan dan kesejahteraan bersama.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga kegiatan **"Pembuatan Box Panel Proteksi dan Sistem Pentanahan untuk Pembangkit Hybrid PV-Hydro di PPYD Al-Ikhlas Singosari"** dapat terlaksana



dengan baik dan mencapai hasil yang diharapkan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada **Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Malang** atas dukungan pendanaan melalui **DIPA Polinema Tahun Anggaran 2024**, yang menjadi landasan utama terselenggaranya kegiatan ini. Penghargaan juga diberikan kepada **pimpinan dan pengurus PPYD Al-Ikhlas Singosari**, yang telah memberikan kesempatan, dukungan, serta partisipasi aktif selama seluruh tahapan kegiatan berlangsung.

Kami juga berterima kasih kepada **rekan-rekan dosen dan mahasiswa Program Studi Teknik Listrik**, yang turut berkontribusi dalam proses perancangan, instalasi, serta pelatihan teknis bagi komunitas mitra. Tak lupa apresiasi disampaikan kepada **masyarakat sekitar Desa Banjarejo**, yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam menjaga keberlangsungan sistem yang dibangun. Semoga kolaborasi ini menjadi inspirasi bagi kegiatan pengabdian masyarakat lainnya dalam mewujudkan **kemandirian energi berbasis komunitas dan keberlanjutan sosial**

DAFTAR REFERENSI

- [1] Hardjowigeno, Sarwono. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akapres, 2010.
- [2] Wesley. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1977.
- [3] Prasetyo, Andi. *Menyalahkan Lampu dengan Arduino*. Yogyakarta: ANDI, 2013.
- [4] Syahwil, Muhamat. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino Uno*. Yogyakarta: Indonesia, 2013.
- [5] Saparinto, Cahyo. *Grow Your Own Vegetables: Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2013.
- [6] Winoto, Ardi. *Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika, 2010.
- [7] Harijanto, Priya Surya. "Analisis Perbaikan Sistem Pentanahan pada Tower Transmisi 150 kV terhadap Sambaran Petir Menggunakan Simulasi ATP." *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi* 3, no. 2 (2022): 61–68.
- [8] Kurniawan, Bakti Indra, dan Budi Eko Prasetyo. "Sistem Instalasi Pembangkit Pikohidro untuk Keluaran Listrik Arus Searah 12 Volt." *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan* 9, no. 3 (2022): 99–107.
- [9] Harijanto, Priya Surya, et al. "Monitoring Sun Tracking Solar Panel Statis Secara Real-Time Berbasis Website." *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan* 10, no. 3 (2023): 178–182.
- [10] Kurniawan, Bakti Indra, dan Satria Luthfi Hermawan. "Analisis Kinerja Sistem Proteksi Berdasarkan Peramalan Beban pada Penyulang Galunggung." *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan* 10, no. 3 (2023): 120–126.
- [11] Zoro, Reynaldo. *Proteksi Petir pada Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit ITB Press, 2015.
- [12] Suyono, Hadi, et al. "Renewable Energy Integration for Rural Electrification in Indonesia." *International Journal of Electrical Engineering and Applied Sciences* 3, no. 2 (2023): 45–53.
- [13] Harijanto, Priya Surya. "Bimbingan Teknis dan Pengadaan Instalasi Jam Digital Pengingat Waktu Sholat Otomatis Pondok Pesantren Tahfidzul Qur'an Al Falah Malang." *Jurnal Pengabdian Polinema kepada Masyarakat* 10, no. 2 (2023): 53–56.
- [14] Kadir, Abdul. *Distribusi dan Instalasi Listrik*. Jakarta: Erlangga, 2012.



- [15] Sutrisno, Bambang, dan Imron Ridzki. "Analisis Sistem Grounding pada Pembangkit Hybrid untuk Peningkatan Keandalan Energi." *Jurnal Energi dan Teknologi Terapan* 7, no. 1 (2022): 15-24.



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN