

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

Ira Rahmawati, Muhammad Syahidul Alam, Yuliana, Miftahul Huda, Adri Farisi, Elsi Ariani

Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten, Indonesia

Penulis korespondensi : Ira Rahmawati

E-mail : 241720003.irarahmawati@uinbanten.ac.id

Diterima: 22 Juni 2026 | Direvisi: 20 Agustus 2026 | Disetujui: 22 Agustus 2026 | Online: 29 Agustus 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Pemanfaatan energi terbarukan merupakan salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai sumber energi yang ramah lingkungan. Kecamatan Padarincang memiliki potensi energi angin dan energi air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro. Mitra sasaran kegiatan adalah masyarakat Kecamatan Padarincang dengan jumlah peserta sebanyak 20 orang yang terdiri atas anak-anak dan remaja. Kegiatan dilaksanakan melalui perancangan prototipe, pembuatan alat, pengujian kinerja, demonstrasi, dan edukasi mengenai pemanfaatan energi terbarukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa turbin angin menghasilkan daya maksimum sebesar 2,43 W, sedangkan turbin mikrohidro menghasilkan daya maksimum sebesar 2,53 W. Berdasarkan penjumlahan daya kedua sumber pada waktu pengukuran yang sama, diperoleh daya gabungan hasil perhitungan maksimum sebesar 4,96 W. Selanjutnya, hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat pemahaman peserta terhadap materi energi terbarukan mencapai 80–90%, sedangkan minat untuk mempelajari energi terbarukan lebih lanjut mencapai 95%. Kegiatan ini membuktikan bahwa HYDROWIND dapat digunakan sebagai media edukasi untuk membantu peserta memahami konsep energi terbarukan dan pemanfaatan sumber energi lokal.

Kata kunci: HYDROWIND; energi terbarukan; media edukasi; sistem *hybrid*; mikrohidro.

Abstract

The utilization of renewable energy is one of the efforts to reduce dependence on fossil fuels while increasing public awareness of environmentally friendly energy sources. Padarincang District has the potential for wind and water energy that can be utilized as alternative energy sources. This community service activity aimed to design and implement the HYDROWIND prototype as an educational medium for renewable energy based on a hybrid wind and micro-hydro system. The target participants were 20 community members in Padarincang District, consisting of children and adolescents. The activity was carried out through prototype design, device construction, performance testing, demonstrations, and educational sessions on renewable energy utilization. The testing results showed that the wind turbine generated a maximum electrical power of 2.43 W, while the micro-hydro turbine generated a maximum electrical power of 2.53 W. Based on the summation of the power generated by both sources at the same measurement time, the maximum combined calculated power was 4.96 W. Evaluation results indicated that participants' understanding of renewable energy concepts reached 80–90%, while their interest in learning more about renewable energy reached 95%. These findings indicate that HYDROWIND can be

used as an educational medium to help participants understand renewable energy concepts and the utilization of local energy resources.

Keywords: HYDROWIND; renewable energy; educational media; hybrid system; micro-hydro.

PENDAHULUAN

Kebutuhan daya listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, kemajuan teknologi, dan tingginya aktivitas masyarakat. Hingga saat ini, mayoritas kebutuhan energi masih bergantung pada bahan bakar fosil, termasuk minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Ketergantungan pada bahan bakar fosil menimbulkan berbagai masalah, seperti cadangan energi yang terbatas, peningkatan emisi gas rumah kaca, dan dampak merugikan bagi ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan inisiatif untuk mengembangkan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Pambudi et al., 2025).

Energi terbarukan adalah sumber energi yang diperoleh dari proses alami yang dapat diperbarui secara berkelanjutan. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang besar, mencakup energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Penggunaan energi terbarukan berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan meningkatkan ketahanan energi nasional dengan memanfaatkan sumber daya lokal dari berbagai daerah (Pambudi et al., 2023).

Energi angin adalah sumber terbarukan yang dapat digunakan untuk menyediakan daya listrik. Energi angin memanfaatkan energi kinetik dari massa udara, yang diubah menjadi energi mekanik melalui turbin dan selanjutnya disalurkan menjadi daya listrik melalui generator. Energi angin secara inheren dapat diakses dan tidak menghasilkan polusi selama produksinya. Energi angin sangat dipengaruhi oleh kondisi meteorologis, yang mengakibatkan pembangkitan daya yang bervariasi (Hassan et al., 2023).

Selain energi angin, tenaga air memiliki potensi signifikan untuk dikembangkan sebagai sumber daya listrik melalui teknologi mikrohidro. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro memanfaatkan energi potensial dan kinetik dari aliran air untuk menggerakkan turbin yang terhubung ke generator. Metode ini memiliki biaya operasional yang relatif rendah, berkelanjutan secara ekologis, dan tepat untuk diterapkan di wilayah dengan sumber daya air yang memadai. Berbagai studi menunjukkan bahwa mikrohidro memiliki potensi signifikan untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif di Indonesia (Hadi & Syaukani, 2025; Hendrasari & Nurlaeli, 2024).

Kendala yang melekat pada setiap sumber energi terbarukan dapat dimitigasi dengan menggunakan sistem hibrida. Sistem hibrida adalah mekanisme pembangkitan tenaga listrik yang menggabungkan dua atau lebih sumber energi ke dalam sistem terintegrasi tunggal. Integrasi energi angin dan mikrohidro meningkatkan stabilitas pasokan daya listrik, karena sumber-sumber ini dapat saling mengompensasi ketika salah satunya mengalami penurunan *output*. Studi-studi terdahulu menunjukkan bahwa sistem hibrida dapat meningkatkan keandalan dan kontinuitas pasokan daya listrik dibandingkan dengan pemanfaatan satu sumber energi saja (Artiyasa et al., 2025; Emamipour et al., 2025; Hassan et al., 2023).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa energi mikrohidro dan sistem *hybrid* memiliki potensi yang baik untuk mendukung penyediaan daya listrik berkelanjutan. Shofiyah et al. (2023) melaporkan bahwa pembangkit listrik tenaga mikrohidro efektif dikembangkan sebagai penyedia energi berbasis komunitas. Selain itu, Hassan et al., (2023) serta Artiyasa et al. (2025) menunjukkan bahwa sistem hibrida meningkatkan keandalan pasokan energi dibandingkan dengan ketergantungan pada satu sumber energi saja. Namun, mayoritas studi tersebut dominan berkonsentrasi pada dimensi teknis desain dan efikasi sistem, sedangkan inisiatif edukasi masyarakat mengenai penggunaan energi terbarukan melalui prototipe masih sangat jarang. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan akan media edukasi yang dapat secara efektif menyampaikan gagasan energi terbarukan dengan cara yang lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat.

Kecamatan Padarincang, Kabupaten Serang, merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi sumber daya alam berupa aliran air dan kondisi lingkungan yang mendukung pemanfaatan

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

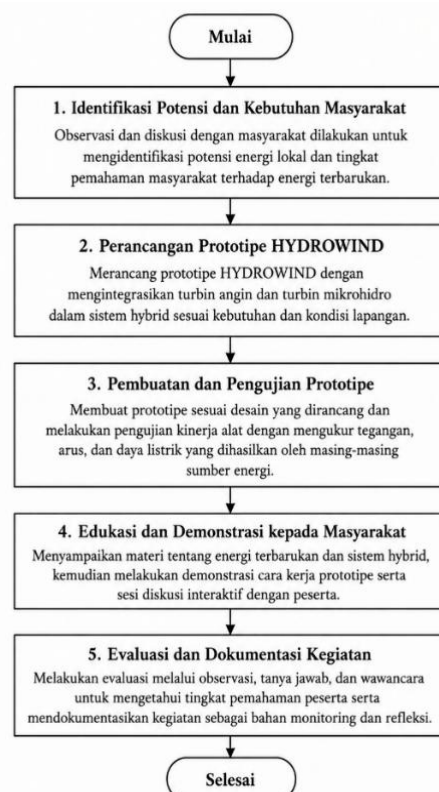
energi angin skala kecil sebagai alternatif penyedia energi yang berkelanjutan (Pambudi et al., 2025; Umam et al., 2024). Potensi ini dapat menjadi sumber energi alternatif yang berasal dari sumber daya terbarukan. Namun, penyebaran teknologi energi terbarukan di tingkat masyarakat masih relatif terbatas karena kurangnya pemahaman mengenai prinsip operasional, manfaat, dan penerapan praktisnya dalam kehidupan sehari-hari.

Peningkatan pemahaman publik mengenai energi terbarukan dapat dicapai melalui inisiatif edukasi yang berpusat pada demonstrasi dan pengalaman langsung. Pemanfaatan media pengajaran berbentuk prototipe memungkinkan pelajar untuk segera mengamati konversi energi angin dan air menjadi daya listrik. Pendekatan ini menyederhanakan penjelasan prinsip-prinsip energi terbarukan yang abstrak, sehingga membuatnya lebih mudah dipahami oleh masyarakat.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang. Prototipe yang dikembangkan terdiri atas turbin angin, turbin mikrohidro, modul charger TP4056, baterai 18650, dan beban berupa lampu LED DC. Modul TP4056 digunakan sebagai bagian dari rangkaian pengisian baterai, sedangkan baterai 18650 berfungsi sebagai media penyimpanan daya listrik. Beban yang digunakan berupa LED DC sehingga sistem tidak memerlukan inverter. Melalui kegiatan ini, diharapkan masyarakat dapat memahami konsep energi terbarukan, proses konversi energi, serta potensi pemanfaatan sumber energi lokal sebagai alternatif penyedia energi yang berkelanjutan.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Kecamatan Padarincang, Kabupaten Serang, Banten pada tahun 2026. Sasaran kegiatan adalah masyarakat setempat yang terdiri atas anak-anak dan remaja dengan jumlah peserta sebanyak 20 orang. Kegiatan ini bertujuan untuk memperkenalkan dan membantu masyarakat memahami konsep energi terbarukan melalui pemanfaatan prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi berbasis sistem *hybrid* energi angin dan mikrohidro.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan.

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode edukasi partisipatif melalui demonstrasi dan praktik langsung. Metode ini memungkinkan peserta memahami konsep energi terbarukan secara lebih mudah melalui pengamatan terhadap proses kerja alat secara langsung. Pelaksanaan kegiatan meliputi tahap identifikasi kebutuhan masyarakat, perancangan prototipe, pembuatan dan pengujian alat, pelaksanaan edukasi dan demonstrasi, serta evaluasi kegiatan.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Identifikasi Potensi dan Kebutuhan Masyarakat

Tahap awal dilakukan melalui observasi dan diskusi dengan masyarakat untuk mengidentifikasi potensi energi lokal yang tersedia di wilayah Padarincang. Selain itu, dilakukan pengumpulan informasi mengenai tingkat pemahaman masyarakat terhadap energi terbarukan serta peluang pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa wilayah Padarincang memiliki potensi energi air dan energi angin yang cukup baik, namun pemanfaatannya masih belum optimal karena keterbatasan pengetahuan masyarakat mengenai teknologi energi terbarukan.

Perancangan Prototipe HYDROWIND

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, dilakukan perancangan prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan. Prototipe dirancang dengan memanfaatkan turbin angin dan turbin mikrohidro sebagai sumber daya listrik. Komponen pendukung yang digunakan meliputi modul charger TP4056, baterai Li-ion 18650, dioda, sakelar, kabel penghubung, serta lampu LED DC sebagai beban. Modul charger TP4056 digunakan sebagai bagian dari rangkaian pengisian baterai, sedangkan baterai Li-ion 18650 digunakan sebagai media penyimpanan daya listrik. Karena beban yang digunakan berupa LED DC, prototipe tidak menggunakan inverter.

Pembuatan dan Pengujian Prototipe

Prototipe HYDROWIND dibuat sesuai dengan desain yang telah dirancang. Setelah proses perakitan selesai, dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik keluaran listrik dari turbin angin dan turbin mikrohidro. Pengujian dilakukan secara terpisah pada masing-masing turbin dengan prosedur pengukuran yang sama. Pada setiap waktu pengujian, tegangan (V) dan arus listrik (I) keluaran masing-masing turbin diukur menggunakan multimeter dengan interval pengukuran 30 menit, mulai pukul 08.00 hingga 11.30.

Hasil pengukuran tegangan dan arus digunakan untuk menghitung daya listrik yang dihasilkan oleh masing-masing turbin menggunakan Persamaan (1).

$$P = V \times I \quad \dots (1)$$

Dengan P merupakan daya listrik (W), V merupakan tegangan listrik (V), dan I merupakan arus listrik (A). Selanjutnya, nilai daya turbin angin dan turbin mikrohidro pada waktu pengukuran yang sama dijumlahkan untuk memperoleh daya gabungan hasil perhitungan sebagai gambaran kontribusi kedua sumber energi.

Edukasi dan Demonstrasi kepada Masyarakat

Kegiatan edukasi dilakukan melalui penyampaian materi mengenai energi terbarukan, sistem *hybrid*, dan prinsip kerja prototipe HYDROWIND. Selanjutnya dilakukan demonstrasi cara kerja alat sehingga peserta dapat mengamati secara langsung proses perubahan energi angin dan energi air menjadi daya listrik. Peserta juga diberikan kesempatan untuk berdiskusi dan mengajukan pertanyaan terkait pemanfaatan energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari.

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

Evaluasi dan Dokumentasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan setelah kegiatan edukasi dan demonstrasi prototipe HYDROWIND untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang disampaikan serta respons peserta terhadap penggunaan prototipe sebagai media edukasi energi terbarukan. Evaluasi dilakukan terhadap 20 peserta berdasarkan enam indikator, yaitu pemahaman konsep energi terbarukan, pemahaman prinsip kerja energi angin, pemahaman prinsip kerja energi mikrohidro, pemahaman konsep sistem hybrid, pemahaman cara kerja prototipe HYDROWIND, dan ketertarikan untuk mempelajari energi terbarukan lebih lanjut.

Penilaian dilakukan melalui observasi selama kegiatan, sesi tanya jawab, dan wawancara singkat setelah demonstrasi. Setiap peserta dinilai berdasarkan keterpenuhan masing-masing indikator. Peserta yang menunjukkan pemahaman atau respons sesuai dengan indikator dicatat sebagai peserta yang memenuhi indikator tersebut.

Persentase capaian setiap indikator dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$P_e = \frac{n}{N} \times 100\% \quad \dots (2)$$

dengan P_e adalah persentase capaian indikator, n adalah jumlah peserta yang memenuhi indikator, dan N merupakan jumlah seluruh peserta. Jumlah peserta yang dievaluasi sebanyak 20 orang. Dengan demikian, persentase 80% menunjukkan bahwa 16 dari 20 peserta memenuhi indikator, sedangkan persentase 95% menunjukkan bahwa 19 dari 20 peserta memenuhi indikator. Data hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan tingkat pemahaman dan respons peserta terhadap kegiatan edukasi menggunakan prototipe HYDROWIND.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Prototipe HYDROWIND

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Generator turbin angin	DC Motor Generator 12 V 300 RPM	1
2	Turbin mikrohidro	Kincir air mini berbahan stik es krim dan kardus	1
3	Modul Charger	TP4056 18650	1
4	Baterai	Li-ion 18650 3,7 V	1
5	Dioda	Dioda 1 A	1
6	Multimeter	Digital Multimeter DT-830D	1
7	Lampu LED	Lampu LED DC 3 V, 1 W	2
8	Kabel penghubung	Kabel NYAF 1 x 1,5 mm ²	2 m
9	Sakelar	Toggle Switch ON/OFF 250 V 3 A	2
10	Rangka prototipe	Triplek 30 cm x 15 cm	1

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan terdiri atas data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin dan turbin mikrohidro. Data kualitatif diperoleh melalui observasi, sesi tanya jawab, wawancara singkat, dan dokumentasi selama kegiatan berlangsung. Data kuantitatif dianalisis berdasarkan hubungan tegangan dan arus menggunakan Persamaan (1), sedangkan data evaluasi peserta dianalisis secara deskriptif berdasarkan persentase ketercapaian setiap indikator menggunakan Persamaan (2).

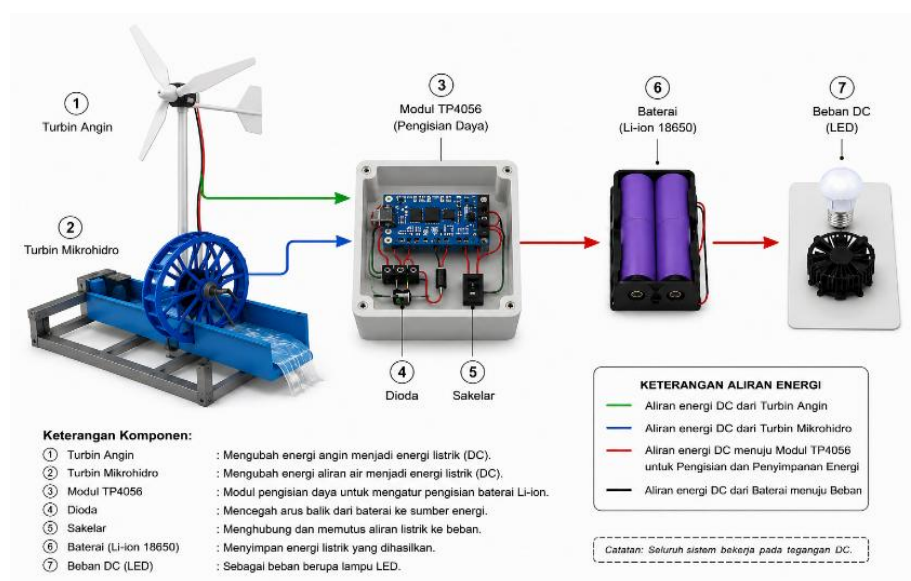
Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Prototipe HYDROWIND

Prototipe HYDROWIND dirancang sebagai media edukasi energi terbarukan yang memanfaatkan dua sumber energi, yaitu energi angin dan energi air melalui turbin angin dan turbin mikrohidro. Komponen pendukung prototipe terdiri atas modul charger TP4056, baterai Li-ion 18650, dioda, sakelar, serta lampu LED DC sebagai beban. Modul charger TP4056 digunakan sebagai bagian dari rangkaian pengisian baterai, sedangkan baterai Li-ion 18650 berfungsi sebagai media penyimpanan daya listrik. Karena beban yang digunakan berupa LED DC, prototipe tidak menggunakan inverter.

Penggunaan dua sumber energi dalam satu prototipe ditujukan untuk memperkenalkan konsep pemanfaatan sumber energi terbarukan berbasis potensi lokal. Masing-masing sumber energi diuji untuk mengetahui karakteristik tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan (Adam et al., 2024; Hassan et al., 2023; Leksana et al., 2023).



Gambar 2. Desain Prototipe HYDROWIND

Berdasarkan Gambar 2, prototipe HYDROWIND memanfaatkan turbin angin dan turbin mikrohidro sebagai dua sumber energi terbarukan. Daya listrik dari masing-masing sumber digunakan dalam rangkaian prototipe yang melibatkan modul charger TP4056 dan baterai Li-ion 18650 sebagai media penyimpanan energi. Daya listrik yang tersedia kemudian dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban berupa LED DC. Karena beban yang digunakan merupakan beban arus searah, sistem tidak memerlukan inverter. Rancangan tersebut digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan proses konversi energi angin dan air menjadi daya listrik serta konsep pemanfaatan dua sumber energi terbarukan dalam satu prototipe (Rochman & Hermawan, 2022; Sinaga et al., 2025).

Pembuatan dan Pengujian Prototipe HYDROWIND

Setelah proses perancangan selesai, dilakukan pembuatan prototipe HYDROWIND sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Prototipe yang telah dibuat kemudian diuji untuk mengetahui karakteristik keluaran listrik dari masing-masing sumber energi, yaitu turbin angin dan turbin mikrohidro. Pengujian dilakukan secara berkala dengan mengukur tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan oleh masing-masing turbin. Selanjutnya, daya listrik dihitung berdasarkan hasil pengukuran tegangan dan arus menggunakan Persamaan (1) (Alimani et al., 2025; Hidayat & Choifin, 2025).

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarancang



Gambar 3. Prototipe HYDROWIND

Pengujian turbin angin menghasilkan data tegangan, arus, dan daya pada setiap waktu pengamatan. Hasil pengukuran dan perhitungan daya turbin angin disajikan pada Tabel 2.



Gambar 4. Pengujian Prototipe HYDROWIND dan Pengukuran Tegangan Menggunakan Multimeter

Tabel 2. Hasil Pengukuran Turbin Angin

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
08.00	4,32	0,47	2,03
08.30	4,58	0,50	2,29
09.00	4,41	0,48	2,12
09.30	4,76	0,51	2,43
10.00	4,55	0,49	2,23
10.30	4,68	0,51	2,39
11.00	4,37	0,47	2,05
11.30	4,62	0,50	2,31

Berdasarkan Tabel 2, tegangan yang dihasilkan turbin angin berkisar antara 4,32–4,76 V dengan arus sebesar 0,47–0,51 A. Daya listrik yang dihasilkan berada pada rentang 2,03–2,43 W. Fluktuasi tegangan dan arus menunjukkan adanya perubahan keluaran listrik selama proses pengujian yang dapat dipengaruhi oleh kondisi hembusan angin. Daya tertinggi diperoleh pada pukul 09.30 sebesar 2,43 W.

Pengujian turbin mikrohidro menghasilkan data tegangan, arus, dan daya pada setiap waktu pengamatan. Hasil pengukuran dan perhitungan daya turbin mikrohidro disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Turbin Mikrohidro

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
08.00	3,02	0,74	2,23
08.30	3,18	0,79	2,51
09.00	3,10	0,76	2,36
09.30	3,20	0,79	2,53

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarancang

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	3,08	0,75	2,31
10.30	3,15	0,78	2,46
11.00	3,05	0,74	2,26
11.30	3,12	0,77	2,40

Berdasarkan Tabel 3, turbin mikrohidro menghasilkan tegangan sebesar 3,02–3,20 V dengan arus sebesar 0,74–0,79 A. Daya listrik yang dihasilkan berada pada rentang 2,23–2,53 W. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa keluaran listrik turbin mikrohidro memiliki variasi yang relatif kecil selama periode pengujian. Daya tertinggi diperoleh pada pukul 09.30 sebesar 2,53 W.

Tabel 4. Daya Gabungan Turbin Angin dan Turbin Mikrohidro Berdasarkan Hasil Perhitungan

Waktu	Daya Turbin Angin (W)	Daya Turbin Mikrohidro (W)	Daya Gabungan Hasil Perhitungan (W)
08.00	2,03	2,23	4,26
08.30	2,29	2,51	4,80
09.00	2,12	2,36	4,48
09.30	2,43	2,53	4,96
10.00	2,23	2,31	4,54
10.30	2,39	2,46	4,85
11.00	2,05	2,26	4,31
11.30	2,31	2,40	4,71

Berdasarkan Tabel 4, daya gabungan turbin angin dan turbin mikrohidro diperoleh melalui penjumlahan daya listrik masing-masing sumber pada waktu pengukuran yang sama. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya gabungan berada pada rentang 4,26–4,96 W. Nilai tertinggi diperoleh pada pukul 09.30 sebesar 4,96 W, yang merupakan hasil penjumlahan daya turbin angin sebesar 2,43 W dan turbin mikrohidro sebesar 2,53 W.

Nilai daya gabungan pada Tabel 4 merupakan hasil perhitungan berdasarkan data pengukuran masing-masing sumber dan bukan hasil pengukuran langsung pada satu titik keluaran sistem hybrid setelah melalui rangkaian penyimpanan dan beban. Oleh karena itu, nilai 4,96 W tidak dinyatakan sebagai daya keluaran aktual sistem hybrid terintegrasi, tetapi sebagai gambaran daya gabungan berdasarkan hasil pengukuran masing-masing sumber energi (Emamipour et al., 2025; Hidayat & Choifin, 2025)

Implementasi HYDROWIND sebagai Media Edukasi Energi Terbarukan

Setelah proses pengujian selesai, prototipe HYDROWIND digunakan sebagai media edukasi dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Kecamatan Padarincang. Kegiatan ini diikuti oleh 20 peserta yang terdiri atas anak-anak dan remaja setempat.

Pada kegiatan ini, peserta diberikan penjelasan mengenai konsep energi terbarukan, sistem hybrid, serta proses perubahan energi angin dan energi air menjadi daya listrik. Demonstrasi secara langsung membantu peserta memahami prinsip kerja pembangkit listrik terbarukan secara lebih mudah dibandingkan dengan hanya melalui penjelasan teoritis. Peserta juga diberikan kesempatan untuk mengamati cara kerja prototipe dan berdiskusi mengenai pemanfaatan energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan media pembelajaran berbasis prototipe dapat membantu meningkatkan pemahaman peserta terhadap konsep energi terbarukan karena peserta dapat

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

mengamati secara langsung proses konversi energi yang terjadi (Hidayat & Choifin, 2025; Shofiyah et al., 2023)



Gambar 5. Kegiatan Edukasi dan Demonstrasi Prototipe HYDROWIND kepada Masyarakat

Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan terhadap 20 peserta untuk mengetahui tingkat pemahaman dan respons peserta setelah mengikuti kegiatan edukasi dan demonstrasi prototipe HYDROWIND. Penilaian dilakukan berdasarkan enam indikator, yaitu pemahaman konsep energi terbarukan, prinsip kerja energi angin, prinsip kerja energi mikrohidro, konsep sistem hybrid, cara kerja prototipe HYDROWIND, serta ketertarikan untuk mempelajari energi terbarukan lebih lanjut.

Persentase setiap indikator diperoleh dari jumlah peserta yang memenuhi indikator dibandingkan dengan jumlah keseluruhan peserta, yaitu 20 orang. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 17 peserta atau 85% memahami konsep energi terbarukan. Sebanyak 16 peserta atau 80% memahami prinsip kerja energi angin, sedangkan 17 peserta atau 85% memahami prinsip kerja energi mikrohidro. Pemahaman terhadap konsep sistem hybrid dicapai oleh 16 peserta atau 80%, sementara 18 peserta atau 90% memahami cara kerja prototipe HYDROWIND. Ketertarikan untuk mempelajari energi terbarukan lebih lanjut ditunjukkan oleh 19 peserta atau 95%.

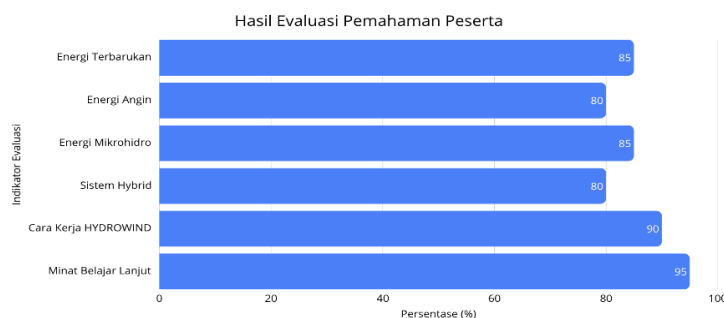
Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta dapat memahami materi yang disampaikan dan memberikan respons positif terhadap penggunaan prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Pemahaman dan Respons Peserta

No	Indikator Evaluasi	Jumlah Peserta Memenuhi Indikator (orang)	Persentase (%)
1	Memahami konsep energi terbarukan	17	85
2	Memahami prinsip kerja energi angin	16	80
3	Memahami prinsip kerja energi mikrohidro	17	85
4	Memahami konsep sistem hybrid	16	80
5	Memahami cara kerja prototipe HYDROWIND	18	90
6	Tertarik mempelajari energi terbarukan lebih lanjut	19	95

Data pada Tabel 5 kemudian disajikan dalam bentuk diagram batang untuk memudahkan interpretasi hasil evaluasi peserta.

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarancang



Gambar 6. Diagram Hasil Evaluasi Pemahaman Peserta

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 6, hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat pemahaman peserta terhadap materi energi terbarukan berada pada rentang 80–90%. Sebanyak 17 dari 20 peserta atau 85% memenuhi indikator pemahaman konsep energi terbarukan. Pemahaman terhadap prinsip kerja energi angin dan konsep sistem hybrid masing-masing mencapai 80%, sedangkan pemahaman terhadap prinsip kerja energi mikrohidro mencapai 85%. Pemahaman terhadap cara kerja prototipe HYDROWIND mencapai 90% atau 18 dari 20 peserta. Hasil tersebut menunjukkan bahwa demonstrasi menggunakan alat dapat membantu peserta menghubungkan materi yang disampaikan dengan proses konversi energi yang diamati secara langsung. Indikator ketertarikan untuk mempelajari energi terbarukan lebih lanjut memperoleh persentase tertinggi, yaitu 95% atau 19 dari 20 peserta. Hasil tersebut menunjukkan adanya respons positif peserta terhadap kegiatan edukasi dan penggunaan prototipe HYDROWIND sebagai media pembelajaran.

Meskipun demikian, hasil evaluasi dalam kegiatan ini bersifat deskriptif dan menggambarkan capaian peserta setelah mengikuti kegiatan. Persentase tersebut tidak digunakan untuk menyatakan peningkatan pemahaman secara statistik karena kegiatan ini tidak menggunakan desain pre-test dan post-test. Dengan demikian, hasil evaluasi digunakan untuk menggambarkan tingkat pemahaman dan respons peserta terhadap kegiatan edukasi yang telah dilaksanakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pemanfaatan prototipe HYDROWIND dapat digunakan sebagai media edukasi untuk memperkenalkan konsep energi terbarukan berbasis energi angin dan mikrohidro kepada masyarakat di Kecamatan Padarincang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa turbin angin menghasilkan daya maksimum sebesar 2,43 W, sedangkan turbin mikrohidro menghasilkan daya maksimum sebesar 2,53 W. Berdasarkan penjumlahan daya kedua sumber pada waktu pengukuran yang sama, diperoleh daya gabungan hasil perhitungan maksimum sebesar 4,96 W. Nilai tersebut merupakan hasil perhitungan berdasarkan pengukuran masing-masing sumber dan bukan hasil pengukuran langsung pada keluaran sistem *hybrid* yang terintegrasi.

Hasil evaluasi terhadap 20 peserta menunjukkan bahwa tingkat pemahaman peserta terhadap indikator yang dievaluasi berada pada rentang 80–90%, sedangkan ketertarikan untuk mempelajari energi terbarukan lebih lanjut mencapai 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa prototipe HYDROWIND dapat dimanfaatkan sebagai media edukasi yang membantu peserta memahami konsep energi terbarukan melalui demonstrasi dan pengamatan langsung. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran keluaran gabungan secara langsung pada sistem yang terintegrasi, menambahkan sistem monitoring digital, meningkatkan kapasitas prototipe, serta memperluas sasaran kegiatan edukasi agar pemanfaatan HYDROWIND sebagai media pembelajaran energi terbarukan dapat dikembangkan lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, masyarakat Kecamatan Padarincang, serta seluruh anggota

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang

tim yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian ini sehingga dapat berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR RUJUKAN

- Adam, K. B., Raharjo, J., Silalahi, D. K., Aprilia, B. S., & Igpo Indra Wijaya. (2024). Integrative analysis of diverse hybrid power systems for sustainable energy in underdeveloped regions: A case study in Indonesia. *AIMS Energy*, 12(1), 304–320. <https://doi.org/10.3934/energy.2024015>
- Alimani, H. N., Iskahar, I., & Marhendi, T. (2025). Analisis Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dusun Rinjing, Desa Gununglurah Kec. Cilongok, Kab. Banyumas, Jawa Tengah. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.30595/civeng.v6i1.20780>
- Artiyasa, M., Suryana, A., Pradiftha, A., Narputro, P., & Wibowo, A. D. (2025). *Comparative Analysis of Microhydro-PV-Diesel-Wind Hybrid Systems for Rural Electrification in Ujung Genteng*. 8(2).
- Emamipour, H., Eshghi, M. J., & Khan, A. A. (2025). Design of a Hybrid Wind and Micro-Hydro System for Sustainable Water Treatment. *Energies*, 18(18), 4870. <https://doi.org/10.3390/en18184870>
- Hadi, M., & Syaekani, I. (2025). Perencanaan dan Optimasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Indonesia: Tinjauan Literatur. . . P., 4(2).
- Hassan, Q., Algburi, S., Sameen, A. Z., Salman, H. M., & Jaszczur, M. (2023). A review of hybrid renewable energy systems: Solar and wind-powered solutions: Challenges, opportunities, and policy implications. *Results in Engineering*, 20, 101621. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101621>
- Hendrasari, R. S., & Nurlaeli, M. (2024). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Ciseel. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 7(2), 145–152. <https://doi.org/10.38043/telsinas.v7i2.5494>
- Hidayat, A. T., & Choifin, M. (2025). Rancang bangun trainer pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan turbin pelton. *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 4(2), 106. <https://doi.org/10.26760/JREM.v4i2.106>
- Leksana, R., Widodo, B., Silalahi, E. M., & Nempung, J. I. (2023). Perancangan Pembangkit Listrik Mikrohidro 30 Kw Untuk Suplai Listrik Area Wisata di Desa Girimulyo Ngargoyoso, Karang Anyar, Jawa Tengah. *Lektrokom: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(1), 46–53. <https://doi.org/10.33541/lektrokom.v6i1.5004>
- Pambudi, N. A., Firdaus, R. A., Rizkiana, R., Ulfa, D. K., Salsabila, M. S., Suharno, & Sukatiman. (2023). Renewable Energy in Indonesia: Current Status, Potential, and Future Development. *Sustainability*, 15(3), 2342. <https://doi.org/10.3390/su15032342>
- Pambudi, N. A., Ulfa, D. K., Nanda, I. R., Gandidi, I. M., Wiyono, A., Biddinika, M. K., Rudiyanto, B., & Saw, L. H. (2025). The Future of Wind Power Plants in Indonesia: Potential, Challenges, and Policies. *Sustainability*, 17(3), 1312. <https://doi.org/10.3390/su17031312>
- Rochman, S., & Hermawan, A. (2022). Design and Construction of Screw Type Micro Hydro Power Plant. *BEST: Journal of Applied Electrical, Science, & Technology*, 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.36456/best.vol4.no1.5444>
- Shofiyah, O., Gunandar, C. M., & Ariyanti, V. T. D. (2023). Efektivitas pembangkit listrik tenaga mikrohidro sebagai penyedia energi baru terbarukan berbasis komunitas: (Studi Kasus: PLTMH Anggi, Kabupaten Pegunungan Arfak dan PLTMH Kali Ombak, Kabupaten Maybrat, Papua Barat). *Social, Ecology, Economy for Sustainable Development Goals Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.61511/seesdgj.v1i1.2023.260>
- Sinaga, R., Roza, I., & Yanie, A. (2025). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). 8(2). <https://doi.org/10.31289/jesce.v8i2.12864>
- Umam, F., Wahyu, F. M., Efendi, M. Y., Amir, N., Gozan, M., & Asmara, Y. P. (2024). *Techno-Economic and Environmental Analysis of an On-Grid and Off-Grid Renewable Energy Hybrid System in an Energy-Rich Rural Area: A Case in Indonesia*. 5(5). <https://doi.org/10.18196/jrc.v5i5.22633>

Rancang bangun dan implementasi prototipe HYDROWIND sebagai media edukasi energi terbarukan berbasis sistem *hybrid* angin dan mikrohidro bagi masyarakat di Kecamatan Padarincang