

## RANCANG BANGUN PLTMH SKALA KECIL DENGAN SISTEM ON-GRID UNTUK RESPONS DINAMIS TERHADAP PERUBAHAN BEBAN LISTRIK

Feliks Eldad Larobu<sup>\*1</sup>, Yuliadi Erdani<sup>2</sup>, Bahdin Ahad Badia<sup>3</sup>,  
La Ode Muhamad Fathur Rachim<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> Politeknik Tridaya Virtu Morosi, Konawe, Indonesia

<sup>2</sup> Politeknik Manufaktur Bandung, Bandung, Indonesia

Corresponding Author: [Kendari.robotik@gmail.com](mailto:Kendari.robotik@gmail.com)

<p><b>Info Article</b></p> <p>Received : 05 Desember 2024</p> <p>Revised : 26 Januari 2025</p> <p>Accepted : 02 Februari 2025</p> <p>Publication : 30 Maret 2025</p>	<p><b>Abstract.</b> <i>This research aims to design and develop a small-scale micro-hydro power plant that is directly connected to the electrical grid (on-grid system). The system is specifically engineered to respond quickly to changes in power demand, thereby helping to maintain the stability of the electrical network. The micro-hydro power plant utilizes water resources by harnessing river flow to generate clean and renewable electrical energy. The study focuses on evaluating the technical design, system performance, and response time to power fluctuations. Results from the experimental testing indicate that an increase in the rotational speed of the turbine shaft leads to a corresponding increase in electrical output. Furthermore, the testing location plays a significant role in the system's efficiency. The first location demonstrated superior turbine performance, producing an output of 27.52 Watts, while the second location yielded a significantly lower power output of only 5.68 Watts. This research offers an efficient and sustainable solution for small-scale electricity generation.</i></p>
<p><b>Keywords:</b> Design, Micro Hydro Power Plant, Direct Connection (On Grid), Electric Power</p> <p><b>Kata Kunci :</b> Rancang Bangun, PLTMH, On-Grid, Daya Listrik</p>	<p><b>Abstrak:</b> Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk merancang dan mengembangkan sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) skala kecil yang dapat terhubung langsung ke jaringan listrik atau sistem on-grid. Sistem ini dirancang secara khusus agar mampu merespons perubahan beban daya secara cepat, sehingga diharapkan dapat berkontribusi dalam menjaga kestabilan jaringan distribusi listrik secara keseluruhan. Energi yang digunakan bersumber dari aliran air sungai, sehingga sistem ini memanfaatkan sumber daya alam yang bersih, ramah lingkungan, dan bersifat terbarukan. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengevaluasi desain teknis, performa sistem, serta kecepatan respons terhadap fluktuasi beban daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan putaran pada poros turbin berkorelasi positif dengan peningkatan daya listrik yang dihasilkan. Selain itu, lokasi uji coba juga memengaruhi efisiensi sistem, di mana lokasi pertama menunjukkan kinerja yang lebih unggul dengan menghasilkan daya sebesar 27,52 Watt, sedangkan lokasi kedua hanya mampu menghasilkan 5,68 Watt.</p>
<p><b>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</b></p> 	

## INTRODUCTION

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia modern. Keberadaannya menjadi penopang utama dalam berbagai sektor, seperti rumah tangga, industri, pendidikan, kesehatan, dan transportasi. Di Indonesia, peningkatan kebutuhan energi seiring pertumbuhan ekonomi dan populasi menuntut sistem penyediaan energi yang andal, efisien, dan berkelanjutan (Sari et al., 2018). Namun demikian, tantangan dalam pemerataan distribusi energi masih menjadi persoalan utama, terutama di daerah pedesaan dan terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik utama atau PLN.

Di sisi lain, Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya adalah tenaga air. Energi air yang berasal dari aliran sungai, irigasi, dan saluran air lainnya dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi listrik melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH merupakan teknologi pembangkit listrik skala kecil, dengan kapasitas kurang dari 100 kW, yang memanfaatkan energi potensial air untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik (Kementerian ESDM, 2021). Teknologi ini dinilai sangat cocok untuk diterapkan di wilayah-wilayah dengan akses listrik terbatas namun memiliki potensi aliran air yang memadai.

Kebutuhan energi listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan populasi, industrialisasi, serta peningkatan taraf hidup masyarakat. Energi telah menjadi tulang punggung pembangunan ekonomi dan sosial, baik di kawasan perkotaan maupun pedesaan. Di Indonesia, meskipun akses listrik nasional telah mencapai lebih dari 99% (ESDM, 2021), masih terdapat tantangan besar dalam hal keandalan pasokan dan pemerataan distribusi energi terutama di daerah terpencil dan kepulauan yang jauh dari pusat jaringan distribusi utama.

Permasalahan ini memicu urgensi dalam pemanfaatan energi terbarukan lokal sebagai solusi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu potensi besar di Indonesia yang belum sepenuhnya dimanfaatkan adalah energi air, khususnya dalam skala kecil melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH adalah sistem pembangkit dengan kapasitas kurang dari 100 kW yang memanfaatkan aliran air alami, seperti sungai, saluran irigasi, atau air terjun kecil, untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik (Putra & Abdullah, 2019). Teknologi ini tidak hanya efisien, tetapi juga memiliki dampak lingkungan yang relatif kecil, karena tidak memerlukan bendungan besar atau lahan luas.

Salah satu keunggulan utama PLTMH adalah kesesuaian teknologinya dengan kondisi pedesaan. PLTMH dapat dibangun dengan biaya yang relatif rendah, menggunakan teknologi yang sederhana, dan dikelola oleh masyarakat lokal. Hal ini menjadikannya solusi tepat guna dalam mendukung elektrifikasi desa serta pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Namun, dalam perkembangannya, tantangan muncul ketika PLTMH diintegrasikan dengan sistem jaringan listrik utama (*on-grid*).

Sistem *on-grid* memungkinkan pembangkit listrik skala kecil untuk menyuplai daya langsung ke jaringan distribusi. Model ini memberikan keuntungan dalam hal efisiensi dan penghematan biaya penyimpanan daya, namun juga menimbulkan persoalan teknis, salah satunya adalah ketidakstabilan daya akibat fluktuasi beban (Widiyanto & Gunawan, 2020). Dalam sistem grid, beban listrik dapat berubah dengan sangat cepat tergantung pada konsumsi pengguna, yang jika tidak ditangani dengan baik, dapat menyebabkan ketidakseimbangan tegangan dan frekuensi, bahkan gangguan sistem pembangkit.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan sistem PLTMH yang tidak hanya menghasilkan daya listrik, tetapi juga memiliki kemampuan beradaptasi terhadap dinamika beban secara otomatis dan real-time. Kemampuan ini dapat dicapai melalui penggunaan sistem kendali adaptif yang melibatkan kombinasi sensor, mikrokontroler, serta inverter jenis *grid-tie* (Zahra et al., 2022). Inverter ini berperan penting dalam menyesuaikan output daya listrik dari pembangkit agar sesuai dengan standar tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan jaringan.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan sistem kendali berbasis mikrokontroler untuk PLTMH dapat meningkatkan efisiensi dan respons sistem terhadap beban variatif (Wicaksono & Nugraha, 2021). Selain itu, integrasi sensor arus dan tegangan dapat memungkinkan sistem melakukan pemantauan dan penyesuaian otomatis, sehingga fluktuasi daya dapat diatasi dengan cepat dan akurat. Pengembangan sistem seperti ini sejalan dengan arah transformasi energi global menuju pembangkitan terdesentralisasi yang cerdas (*smart decentralized energy systems*).

Dalam konteks ini, penelitian ini difokuskan pada rancang bangun sistem PLTMH skala kecil yang terintegrasi dengan sistem *on-grid* dan dilengkapi dengan kemampuan respons dinamis terhadap perubahan beban listrik. Pengembangan ini diharapkan dapat menghasilkan *prototipe* yang tidak hanya efisien dalam menghasilkan energi, tetapi juga stabil dalam menghadapi kondisi beban yang berubah-ubah. Sistem ini akan diuji

dengan berbagai variasi beban untuk mengevaluasi performa waktu respons, kestabilan tegangan, dan efisiensi konversi energi.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi mikrohidro yang lebih adaptif, serta mendorong pemanfaatan energi air secara optimal di wilayah pedesaan Indonesia. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga berpotensi untuk diintegrasikan ke dalam *smart grid* atau digunakan sebagai model pembelajaran dan edukasi energi terbarukan.

## **METHOD**

### **1. Jenis dan Pendekatan Penelitian**

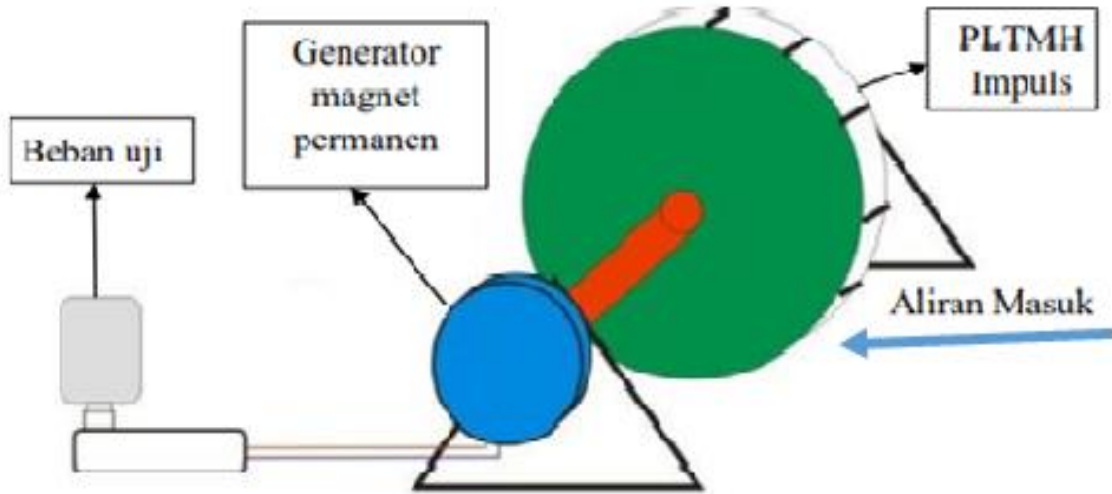
Penelitian ini merupakan jenis penelitian rekayasa atau eksperimental, di mana fokus utama adalah pada proses perancangan, pembangunan, dan pengujian sistem PLTMH skala kecil yang terhubung ke jaringan listrik (*on-grid*) dengan kemampuan merespons dinamika beban secara otomatis. Pendekatan ini digunakan untuk menghasilkan solusi teknis terhadap permasalahan nyata, yakni fluktuasi beban listrik pada sistem mikrohidro berbasis *grid*.

Dalam pendekatan eksperimental, proses penelitian melibatkan tahapan desain perangkat keras (*hardware*), pemrograman sistem kontrol (*software*), serta uji performa untuk mengevaluasi kestabilan dan efisiensi sistem terhadap berbagai skenario beban. Penelitian juga menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, waktu respons, serta efisiensi sistem.

### **2. Perancangan Sistem PLTMH *On-Grid***

Rancang bangun sistem dimulai dari identifikasi kebutuhan komponen dan karakteristik sistem, yaitu:

- a. Sistem pembangkit dirancang untuk memanfaatkan potensi aliran air simulatif yang disesuaikan dengan kondisi sungai skala kecil.
- b. Sistem dirancang menghasilkan daya 50 watt, cukup untuk menyalakan beban rumah tangga ringan.
- c. Sistem *on-grid* dipilih untuk memungkinkan energi yang dihasilkan dapat disalurkan ke jaringan mini-grid atau sistem lokal komunitas.



Gambar 1. Skematik Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Skala Kecil

### 3. Komponen dan Alat Penunjang

Tabel 1. Komponen Alat Penunjang

No	Komponen	Fungsi
1.	Turbin	Mengkonversi energi potensial air menjadi energi mekanik
2.	Generator DC	Mengubah energi mekanik listrik (arus searah)
3.	Inverter	Mengubah DC Menjadi AC dan menyesuaikan output agar sinkron dengan grid
4.	Sensor tegangan arus	Mendeteksi perubahan arus
5.	Beban <i>variative</i> (lampu)	Simulasi perubahan konsumsi daya
6.	Multimeter	Mengukur parameter kelistrikan
7.	Mikrokontroler	Maenagtur system control dan pengolahan sinyal dari sensor

### 4. Prosedur Penelitian

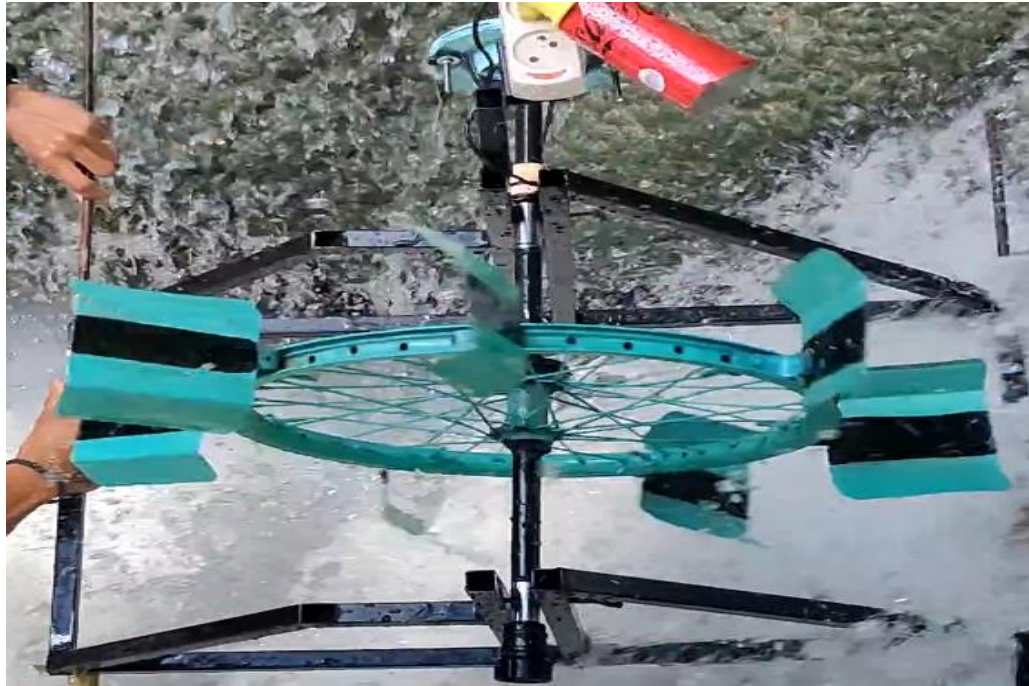
#### a. Studi Literatur

Studi dilakukan untuk memahami konsep PLTMH, sistem on-grid, komponen *inverter*, teknik pengendalian daya adaptif, serta penelitian serupa sebagai dasar perancangan sistem.

#### b. Desain Sistem

Sistem dirancang dengan pendekatan modular, terdiri dari:

1. Unit pembangkitan (*turbin-generator*)
2. Unit konversi daya (*inverter*)
3. Unit kendali (mikrokontroler dan sensor)
4. Unit beban uji (simulasi perubahan beban)



**Gambar 2. Hasil Rancang Bangun PLTMH on grid**

c. Pembangunan dan Integrasi *Prototipe*

1. Merakit turbin dan generator untuk mensimulasikan pembangkitan energi dari air.
2. Menghubungkan generator ke *inverter* dan sistem kontrol.
3. Memasang sensor arus dan tegangan sebagai input ke mikrokontroler.
4. Menghubungkan mikrokontroler dengan sistem pemrosesan sinyal dan *relay* beban.

**5. Pengujian Sistem**

Pengujian alat dan pengambilan data, metode yang digunakan adalah *main power generator*. Dimana generataor magnet permanen berperan sebagai pembangkit utama dan listrik yang dihasilkan akan langsung dihubungkan ke terminal listrik (*on grid*) selanjutnya beban akan terhubung ke terminal listrik.

Analisis Efisiensi dan Produktivitas Data yang diperoleh dari pengujian dianalisis untuk menghitung efisiensi keseluruhan sistem pembangkit mikro hidro, serta mengestimasi produktivitas energi listrik yang dapat dihasilkan dalam jangka waktu tertentu (Hussin et al, 2022)

Untuk menentukan daya listrik digunakan persamaan:

$$P = V.I \dots\dots\dots(1)$$

Dimana P adalah daya listrik (Watt), V adalah tegangan (Volt) dan I adalah amper (Ampere).

## 6. Pengumpulan Data

Data dicatat secara manual menggunakan multimeter digital serta direkam menggunakan data *logger* dan *oscilloscope* sederhana untuk pemantauan waktu respons.

## 7. Analisis Data

Data dianalisis secara kuantitatif, membandingkan performa sistem dalam kondisi beban konstan vs beban variatif. Parameter utama yang menjadi perhatian adalah kestabilan tegangan output, kecepatan respons terhadap perubahan beban, dan efisiensi sistem konversi daya.

## RESULTS AND DISCUSSION

Lokasi dan Sumber Air Penelitian ini dilakukan pada 2 lokasi berbeda di Provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia. Lokasi pertama adalah Air Jatuh Sungai Nanga-nanga Kota Kendari, yang memiliki kecepatan aliran rata-rata sekitar 0,36 m/s. Lokasi kedua di Sungai di Desa Wisata Sumber Sari Kabupaten Konawe Selatan Nanga-Nanga, yang memiliki kecepatan aliran rata-rata sekitar 0,93 m/s.

Berdasarkan primer pemanfaat sungai, kedua lokasi penelitian dimanfaatkan oleh masyarakat di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk kebutuhan sehari-hari dalam berbagai peruntukan, diantaranya adalah untuk kegiatan pertanian, perkebunan, dan peternakan.

Lokasi dan Sumber Air Penelitian ini dilakukan di sebuah daerah pedesaan di Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia. Sumber air yang dimanfaatkan adalah Air Jatuh Sungai Nanga-nanga yang memiliki kecepatan aliran rata-rata sekitar 0,36 m/s.

Berdasarkan model rancang bangun PLTMH maka diperoleh hasil percobaan dan perhitungan di 2 lokasi yang berbeda. Pengambilan data dilakukan setiap selisih 1 jam, dimulai pada pukul 10:00-16:00 WITA sehingga diperoleh 8 jumlah percobaan. Spesifikasi PLTMH dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Spesifikasi Rancang Bangun PLTMH**

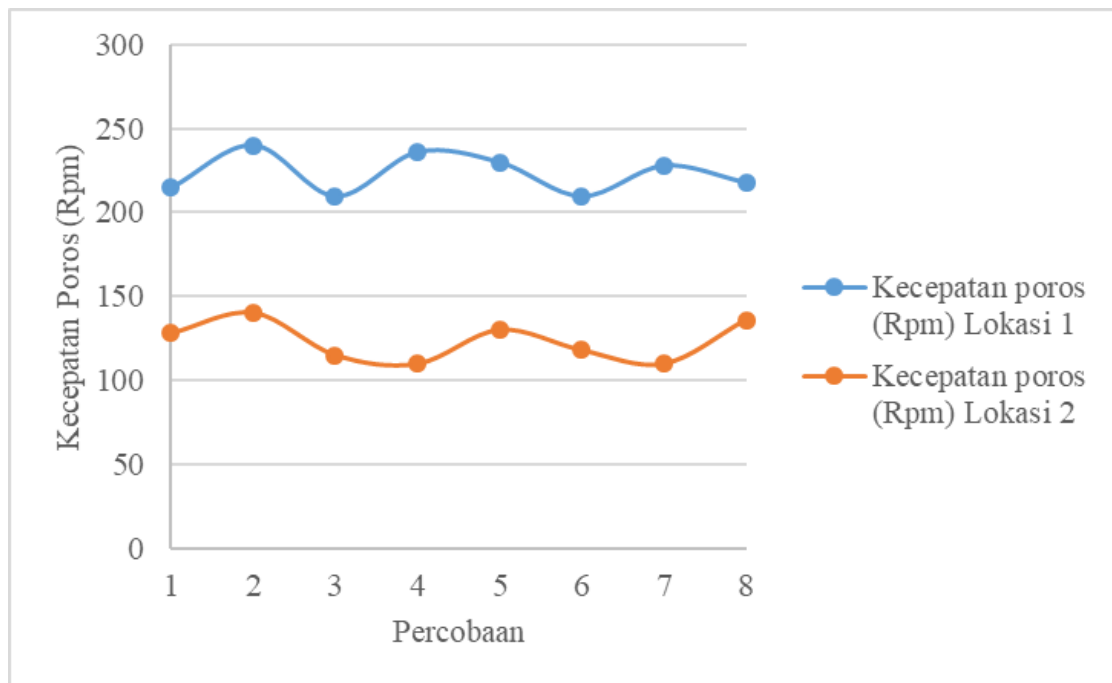
No.	Spesifikasi Alat	Ukuran
1.	Panjang rangka	0,4 m
2.	Lebar rangka	0,4 m
3.	Tinggi rangka	1,5 m
4.	Diameter kincir	0,2 m
5.	Panjang sudu kincir	0,8 m
6.	Lebar sudu kincir	0,27 m
7.	Diameter generator	0,4 m
8.	Beban uji	3 watt

Berdasarkan spesifikasi rancang bangun PLTMH yang telah diuji pada 2 lokasi, maka diperoleh distribusi hasil data berupa tegangan, arus, kecepatan poros (lihat Tabel 2).

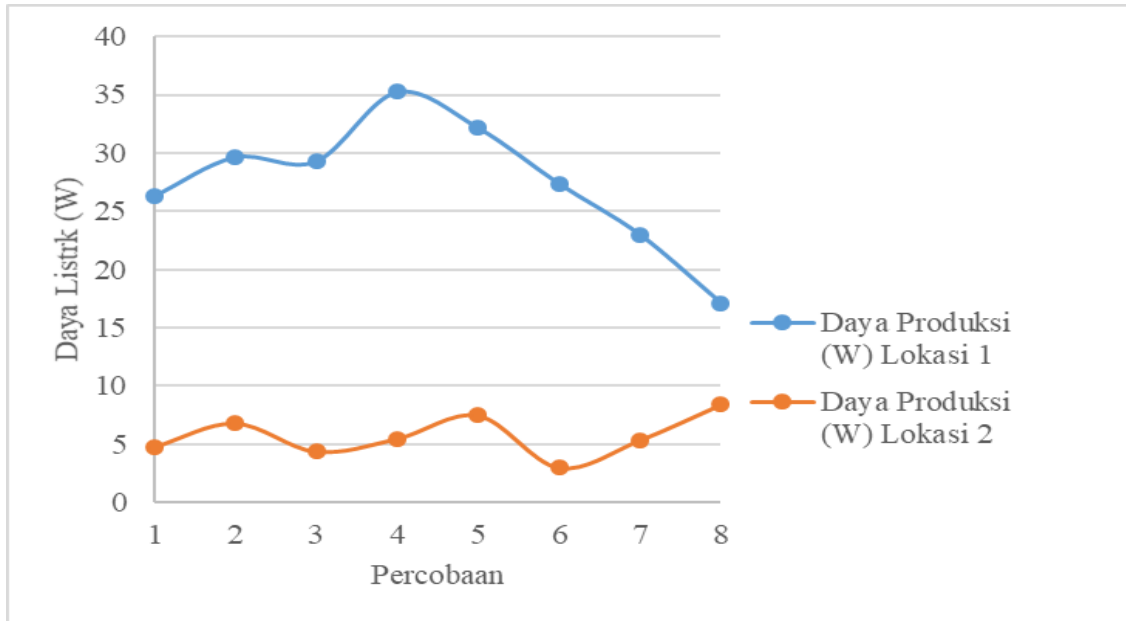
**Tabel 2. Distribusi Hasil Data Pada Tiap Lokasi**

Pengujian ke	Tegangan (V)		Arus (A)		Kecepatan poros (Rpm)		Beban uji
	Lokasi		Lokasi		Lokasi		
	1	2	1	2	1	2	
1	67,40	19,68	0,39	0,24	215	128	On
2	70,60	20,57	0,42	0,33	240	140	On
3	65,10	17,39	0,45	0,25	210	115	On
4	70,50	15,12	0,50	0,36	236	110	On
5	70,00	20,14	0,46	0,37	230	130	On
6	66,80	18,44	0,41	0,16	210	118	On
7	69,70	16,64	0,33	0,32	228	110	On
8	68,50	20,46	0,25	0,41	218	136	On

Berdasarkan Tabel 2, hasil data yang diperoleh di lokasi berbeda bertujuan untuk melihat perubahan kinerja PLTMH terhadap respon waktu pengambilan data. Hal ini disebabkan kecepatan aliran tidak konstan sehingga mengakibatkan ragam data. Dalam kecepatan aliran tidak konstan, proses pengukuran putaran poros (Rpm) dari waktu ke waktu mengalami perubahan besar sehingga mempengaruhi nilai pengukuran tegangan (V) dan arus (A) (lihat Gambar 3 dan 4).

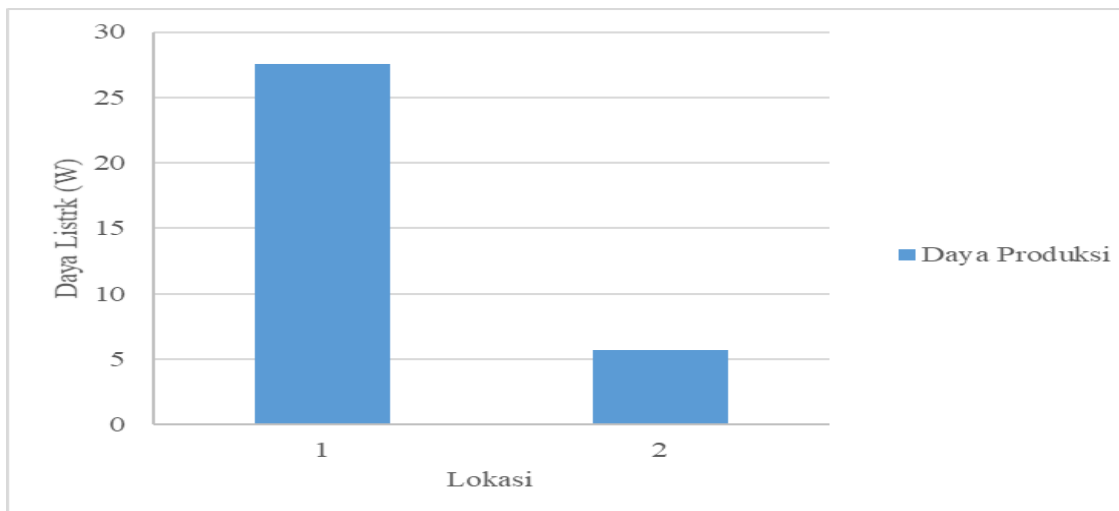


**Gambar 3. Perubahan Rpm Turbin pada Tiap Lokasi Terhadap Waktu Percobaan**



**Gambar 4. Grafik Perubahan Daya Listrik pada Tiap Lokasi Terhadap Waktu Percobaan**

Mengacu pada Gambar 3 dan 5 dapat diketahui bahwa pada kondisi dalam waktu yang berbeda di 2 lokasi menunjukkan bahwa putaran poros yang dihasilkan sangat mempengaruhi nilai daya optimal yang diperoleh nilai tertinggi pada masing-masing percobaan terjadi di lokasi pertama dengan perolehan putaran poros (Rpm) tertinggi 240 Rpm dan daya tertinggi 35,25 Watt. Sedangkan di lokasi kedua memperoleh putaran poros (Rpm) tertinggi sebesar 140 Rpm dan daya tertinggi sebesar 8,39 Watt. Perolehan nilai ini menjelaskan bahwa, jika kecepatan aliran air besar maka akan menyebabkan putaran poros besar dimana akan semakin besar pula momen yang diterima. Hal ini juga akan berpengaruh daya optimal yang dihasilkan PLTMH. Berikut daya listrik rata-rata yang diperoleh dari dari 2 lokasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Perubahan Daya Listrik pada Tiap Lokasi**

Gambar 5 merupakan perbandingan hasil nilai rata-rata daya listrik antara lokasi 1 dan 2 penelitian, diperoleh bahwa nilai lokasi pertama daya listrik sebesar 27,52 Watt dan lokasi kedua sebesar 5,68 Watt. Berdasarkan daya optimal PLTMH maka lokasi pertama memberikan kinerja lebih baik dengan potensi daya yang mampu dibangkitkan lebih besar dibandingkan lokasi kedua.

Dalam penelitian (Setiawan et al, 2021), mengemukakan bahwa putaran rotor turbin dipengaruhi oleh besarnya debit alir. Hal inilah yang mendasari kinerja PLTMH pada lokasi pertama disebabkan debit air yang mampu mereduksi kecepatan aliran air lebih besar sehingga besar pula momen yang diterima oleh sudut turbin, ini menyebabkan putaran turbin lebih ringan dan turbin akan berputar lebih cepat. Hal ini memungkinkan daya yang dihasilkan pada lokasi pertama lebih besar dibandingkan lokasi kedua. Yang menunjukkan bahwa potensi listrik PLTMH merupakan fungsi dari putaran jika putaran kincir cepat maka daya yang dihasilkan juga semakin besar.

## **CONCLUSION**

Berdasarkan rangkaian pengujian dan analisis yang dilakukan terhadap sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berbasis on-grid, dapat disimpulkan bahwa desain dan implementasi sistem yang telah dirancang menunjukkan performa yang cukup baik dalam menghasilkan energi listrik dari sumber air alami. Prototipe yang dikembangkan mampu merespons aliran air dan menghasilkan daya secara stabil sesuai dengan karakteristik kecepatan poros turbin yang diterima dari debit air di masing-masing lokasi.

Perbandingan antara dua lokasi yang diuji memberikan gambaran yang cukup jelas mengenai perbedaan performa sistem. Pada lokasi pertama, yang memiliki aliran air lebih stabil dan kondisi jatuhnya air yang lebih optimal, daya listrik maksimum yang dihasilkan mencapai sekitar 27,52 Watt. Sementara itu, pada lokasi kedua, yang memiliki karakteristik aliran berbeda dan tekanan air lebih rendah, daya yang dibangkitkan tercatat sebesar 5,68 Watt. Perbedaan ini memperkuat pentingnya pemilihan lokasi dengan kondisi aliran air yang sesuai untuk mengoptimalkan kinerja sistem PLTMH, terutama dalam penerapan di wilayah pedesaan yang memiliki potensi energi air.

**REFERENCES**

- Ardiansyah, M., Nurdin, Z., & Purwadi, A. (2020). ADAPTIVE LOAD CONTROL IN MICRO-HYDRO POWER PLANT FOR ON-GRID STABILITY. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 8(3), 154–162.
- Badia, B. A., Sudia, B., Mangalla, L. K., Gunawan, Y., Aksar, P., Samhuddin, S., Putra, M. I., Larobu, F. E., Darwin, D., Efendi, R., Defi, S., Gamsir, L. O. A., & Darwis, M. (2024). ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK TERMAL BRIKET ARANG PELEPAH SAGU SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.35308/jmekanova.v3i1.9208>
- Defi, S., Pagiling, L., Larobu, F. E., Jalil, A., & Nur, M. N. A., Badia, B. A., (2024). RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM KONTROL AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) MENGGUNAKAN SMS (SHORT MESSAGE SERVICE) BERBASIS PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER). *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.35308/jmekanova.v10i1.9283>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). POTENSI DAN STRATEGI ENERGI TERBARUKAN NASIONAL. Jakarta: Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE).
- M. Hussain, S. A. Chowdhury, and M. A. H. Mallick, "DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF MICRO HYDRO POWER PLANT FOR RURAL ELECTRIFICATION," in 2022 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICECCE54776.2022.9745857.
- Nasution, A., & Abdullah, A. (2017). INTEGRASI SISTEM PLTMH DAN PLTS UNTUK PENINGKATAN KESTABILAN LISTRIK DESA. *Jurnal Energi Terbarukan*, 6(2), 121–130.
- Putra, A. F., & Abdullah, M. (2019). STUDI IMPLEMENTASI PLTMH DI WILAYAH TERPENCIL. *Jurnal Rekayasa Energi*, 5(1), 33–41
- Rahman, M. T., & Setyawan, B. (2016). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO: STUDI KASUS DI KABUPATEN LUWU. *Jurnal Teknologi Energi*, 4(2), 59–66.

- Sari, A. P., Widodo, S., & Nugroho, R. A. (2018). ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI NASIONAL DAN SKENARIO PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN. *Jurnal Keteknikan Energi*, 7(1), 10–20.
- Setiawan, Y., Wijianti, E.S., Saparin, Wibowo, B.S., & Prayitnadi, P. (2021). KINERJA PUTARAN ROTOR TURBIN AIR SCREW ARCHIMEDES DENGAN VARIASI KEMIRINGAN SUDUT TURBIN. *Machine; Jurnal Teknik Mesin*, 7(2). <https://doi.org/10.33019/jm.v7i2.2780>.
- Widiyanto, A., & Gunawan, R. (2020). EFISIENSI SISTEM PLTMH ON-GRID DENGAN KENDALI BEBAN ADAPTIF. *Jurnal Sains dan Teknologi Energi*, 3(2), 78–84.
- Wicaksono, D. R., & Nugraha, H. (2021). PENGGUNAAN SENSOR BEBAN UNTUK PENGATURAN DAYA LISTRIK PLTMH. *Jurnal Instrumentasi dan Energi*, 4(2), 88–95.
- Yuliana, A. N., & Saputra, R. (2019). PERANCANGAN SISTEM MONITORING PLTMH BERBASIS MIKROKONTROLER. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(3), 144–150.
- Zahra, N., Faiz, M., & Arifin, M. (2022). SMART INVERTER CONTROL FOR DYNAMIC LOAD RESPONSE IN MICRO HYDRO POWER SYSTEMS. *Indonesian Journal of Renewable Energy*, 9(1), 45–5