

Prototipe PLTPH Dengan Turbin Archimedes Screw Bilah Lima Berbasis IoT

Diah Ambarwati Pratomo^{1*}, Raya Fahreza¹, Zanu Saputra¹, Surojo¹

¹Politeknik Manufaktur Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : diahambarwati327@gmail.com

Received : 12 Januari 2024; Received in revised form : 15 Juli 2024;

Accepted : 20 Agustus 2024

Abstract

The use of Archimedes screw turbines in small-scale hydroelectric power plants is being developed as an option for renewable and environmentally friendly electricity sources with significant potential, particularly in remote areas. Another advantage is the ease of installation and maintenance of these turbines. The aim of this research is to generate environmentally friendly and sustainable electrical energy using water resources, leveraging the potential energy of water in our surroundings, and monitoring the small-scale hydroelectric power plant (PLTPH) system through a smartphone. Field testing results demonstrate a DC output voltage of approximately 21.50 volts at a 55° angle with a rotational speed of 600 rpm. Practical testing reveals an accuracy level of over 90% for the IoT monitoring values for rpm and water flow.

Keywords: Archimedes screw; Pico hydro power plant (PLTPH).

Abstrak

Penggunaan turbin Archimedes screw dalam pembangkit listrik tenaga piko hidro merupakan opsi yang sedang dikembangkan sebagai sumber energi listrik terbarukan yang ramah lingkungan dan memiliki potensi besar, terutama di daerah-daerah terpencil. Kelebihan lainnya adalah kemudahan pemasangan dan pemeliharaan turbin ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan energi listrik yang bersumber dari air secara ramah lingkungan dan berkelanjutan, dengan memanfaatkan potensi energi air yang ada di sekitar kita, serta memonitor sistem PLTPH melalui perangkat smartphone. Hasil pengujian lapangan menunjukkan tegangan output DC sekitar 21.50 Volt pada sudut 55° dengan kecepatan putar 600 rpm. Pengujian praktis menunjukkan akurasi nilai pemantauan IoT pada rpm dan aliran air di atas 90%.

Kata kunci: Archimedes screw; PLTPH.

1. PENDAHULUAN

Energi pikohidro merupakan salah satu bentuk sumber energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga pikohidro termasuk jenis pembangkit listrik yang mampu menghasilkan daya listrik kurang dari 5 kW, dan dapat digolongkan sebagai pembangkit listrik berskala kecil. Prinsip kerjanya dari pikohidro melibatkan konversi energi dari arus air pada ketinggian tertentu menjadi energi listrik melalui penggunaan turbin dan generator [1].

Salah satu alternatif yang sedang

dalam pengembangan untuk PLTPH adalah memanfaatkan turbin sekrup Archimedes. Ini dianggap sebagai sumber energi listrik terbarukan yang ramah lingkungan dan memiliki potensi besar di daerah-daerah terpencil. Kelebihan lainnya adalah kemudahan pemasangan dan perawatannya [2].

Dalam studi yang dilakukan oleh Dherry dan rekan pada tahun 2021, mereka merancang sebuah PLTPH yang dengan turbin Archimedes screw berbilah lima. Pembangkit tersebut dilengkapi dengan sistem pengontrolan inlet air dan sistem pemantauan berbasis IoT. Pembangkit listrik

ini diaplikasikan pada ketinggian rendah dengan menggunakan model turbin Archimedes Screw yang memiliki lima bilah, sudut ulir 28°, kemiringan turbin 32°, dan pengontrolan inlet air menggunakan Arduino. Monitoring kinerja pembangkit listrik tenaga pikohidro dapat dilakukan melalui smartphone yang berbasis IoT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi optimal, tegangan mencapai 45V AC pada putaran 620 rpm, sementara pada kondisi minimum, tegangan yang dihasilkan adalah 8V AC pada putaran 91 rpm [3].

Dalam studi yang dilakukan oleh Givy Dervira Ramady dan tim pada tahun 2021, mereka mengembangkan model prototipe PLTPH dengan memanfaatkan kontrol dari Arduino Uno. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi tegangan output yang dihasilkan oleh generator, yang dipengaruhi oleh jumlah air yang mengalir. Proses pemantauan dapat dilakukan secara real-time melalui layar LCD. Temuan penelitian menunjukkan bahwa debit air memiliki dampak signifikan terhadap tegangan output dari generator. Tegangan tertinggi, mencapai 17V, terjadi pada debit air sebesar 1,25 L/s, menghasilkan daya output sebesar 22-watt dan arus sebesar 1,33 ampere [4].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Millen Febiansyah dan Enaya Kafka Garuda Novtrianda pada tahun 2022, mereka merancang PLTPH di Embung Pelangi Ull. Sistem ini menggunakan turbin screw dan rangka besi yang memungkinkan penyesuaian ketinggian turbin. Hasil pengujian dengan merubah sudut kemiringan turbin terhadap permukaan air menunjukkan bahwa sudut turbin yang menghasilkan kecepatan putaran tertinggi adalah 289 rpm, dan sudut optimal turbin terletak di 17,157 derajat ° [5].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Maulana Abdul Jabar dan rekan pada tahun 2020, mereka melakukan analisis terhadap efisiensi output energi listrik dari prototype sistem pembangkit tenaga pikohidro yang menggunakan turbin Archimedes

screw dengan memvariasikan kemiringan turbin. Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi tercapai pada sudut kemiringan 35°, mencapai 16.05%, meskipun daya output terbesar ditemukan pada sudut kemiringan 55° [6].

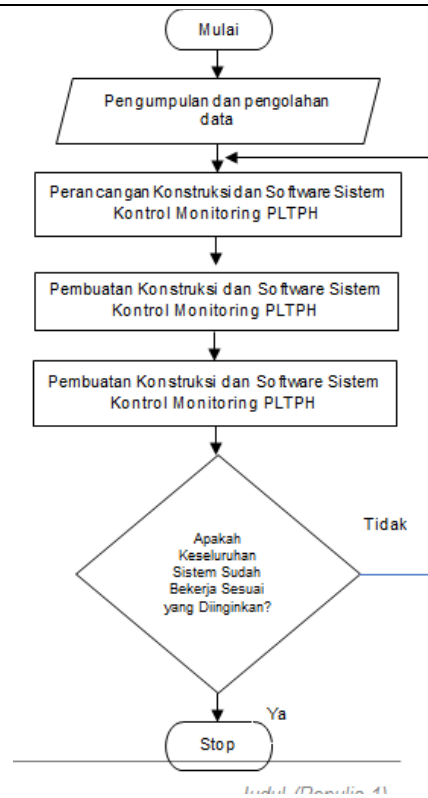
Dalam penelitian ini, turbin Archimedes screw dengan lima bilah digunakan. Hal ini dipilih karena dalam berbagai variasi bilah ulir Archimedes, termasuk 2 bilah, 3 bilah, 4 bilah, dan juga 5 bilah, turbin ulir dengan lima bilah memberikan daya yang paling besar [7].

Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka perlu dikembangkan sistem pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan ukuran yang lebih kecil sehingga dapat dipindah-pindahkan dengan mudah. Oleh karena itu penelitian kami yang berjudul "Prototype PLTPH menggunakan Turbin Archimedes Screw Bilah Lima Berbasis IoT" ini dirancang sehingga dapat mempermudah PLTPH dipindah-pindahkan ke tempat yang memiliki aliran air dan monitoring melalui smartphone.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data adalah suatu tahap dalam penelitian yang melibatkan pencarian dan pengumpulan informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Selanjutnya, data yang terkumpul tersebut dianalisis untuk menentukan konsep-konsep yang akan diterapkan pada penelitian.

Pada proses pengumpulan data, penulis melakukan studi pustaka, yang melibatkan pencarian, pembacaan, dan pemahaman referensi dari jurnal serta buku-buku yang berhubungan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh berbagai peneliti. Pencarian dilakukan dengan fokus pada topik-topik seperti turbin Archimedes screw, pembangkit listrik tenaga air berskala kecil, kontrol dan monitoring berbasis IoT, serta referensi lain yang mendukung dasar teori penelitian sesuai pada Gambar 1 diagram pelaksanaan.



Gambar 1. Diagram pelaksanaan

2.1 Perancangan Konstruksi PLTPH

Perancangan desain konstruksi PLTPH melibatkan pembuatan sketsa umum atau panduan dalam pembuatan perangkat

penelitian. Proses perancangan ini dilakukan menggunakan perangkat lunak khusus, dan bahan yang digunakan dalam konstruksi ini adalah besi. Desain konstruksi PLTPH dapat ditemukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain alat

2.2 Pembuatan Konstruksi PLTPH

Alat ini dibuat dengan merujuk pada data dari survei barang, perhitungan, dan desain yang telah dipersiapkan sebelumnya. Proses konstruksi melibatkan pembuatan

kerangka PLTPH, dan proses fabrikasi dilaksanakan di sebuah bengkel yang terletak di daerah Rambak. Rincian visual dari konstruksi yang telah dirancang dapat ditemukan pada Gambar 3.

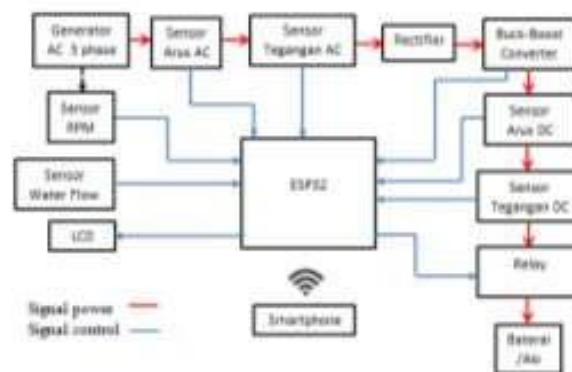


Gambar 3. Konstruksi PLTPH

2.3 Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring PLTPH

Sistem kontrol dan monitoring PLTPH dirancang dengan memanfaatkan teknologi IoT dan menggunakan perangkat lunak

Blynk. Data yang berasal dari sensor-sensor akan diproses oleh ESP32, lalu ditransfer ke smartphone sehingga dapat diakses oleh pengguna. Diagram blok sistem dapat ditemukan pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram sistem

Monitoring PLTPH berbasis IoT

1. Penggunaan generator AC 3 phase memiliki tujuan untuk mengubah energi kinetik air menjadi energi listrik.
2. Pemakaian sensor RPM bertujuan untuk memantau kecepatan putar pada generator.
3. Pemakaian sensor aliran air berfungsi untuk memantau debit air.
4. Sensor arus dan tegangan dipergunakan untuk memonitor arus, tegangan, dan daya output dari generator, serta arus, tegangan, dan daya dari buck-boost converter dalam proses pengisian baterai.
5. Rectifier berperan sebagai perangkat untuk penyearah arus listrik bolak-balik (AC) yang dihasilkan oleh generator menjadi arus searah (DC).
6. Buck-boost converter diaplikasikan sebagai pengatur tegangan sesuai kebutuhan.

7. Pemakaian relay bertujuan untuk memutus arus ketika baterai telah terisi penuh.
8. LCD digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan nilai monitoring output.
9. ESP32 berperan sebagai mikrokontroler serta sebagai perangkat penghubung antara alat dan smartphone melalui jaringan internet.

2.4 Pembuatan Sistem Monitoring

Sistem monitoring dibuat dengan memanfaatkan aplikasi Blynk. Tampilan dalam aplikasi Blynk disesuaikan dengan kebutuhan, mencakup nilai-nilai seperti tegangan, arus, daya AC, tegangan, arus, daya DC, RPM, dan debit air. Rincian visual dari desain sistem monitoring dalam aplikasi Blynk dapat ditemukan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem monitoring

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Monitoring di Blynk.

Pengujian dilakukan dengan maksud untuk

menilai tingkat ketepatan pembacaan antara informasi yang ditampilkan pada layar LCD dan aplikasi Blynk.

Tabel 1. Data Monitoring pada blynk

RPM	Ketepatan		Waterflow		Ketepatan IoT (%)
	LCD	IoT	LCD	IoT	
600	600	100	10.101	10.148	99,53
530	530	100	10.524	10.570	99,56
400	400	100	10.002	10.024	99,78

Dari Tabel 1, terlihat bahwa ketiga set data tersebut menunjukkan tingkat keakuratan rata-rata sebesar 99,81% antara pembacaan LCD dan tampilan pada aplikasi Blynk. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring melalui aplikasi Blynk dapat beroperasi dengan baik.

3.2 Pengujian Data Simulasi

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tegangan output yang dihasilkan oleh generator yang dioperasikan oleh turbin Archimedes screw. Pengambilan data diambil dilokasi kawasan depan kampus Polman Negeri Bangka Belitung, dengan menggunakan mesin robin sebagai sumber aliran arus air. Data hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Simulasi

Sudut (°)	Tegangan (V)		RPM		Ketepatan IoT (%)	Waterflow (mL/s)		Ketepatan IoT (%)
	AC	DC	LCD	IoT		LCD	IoT	
	1	18.55	21.50	600		600	100	
2	17.82	20.10	530	530	100	10.524	10.570	99,56
3	15.72	20.03	400	400	100	10.002	10.024	99,78
4	12.06	21.32	250	250	100	10.126	10.152	99,74
5	12.43	19.89	300	300	100	10.208	10.314	98,97
	Rata-rata				100	Rata-rata		99,4

Uji coba dilakukan dengan mengubah sudut sebanyak 5 derajat, dengan tetap menjaga debit air pada tingkat yang sama, yaitu 10

L/menit, dan menggunakan beban lampu DC sebesar 10-watt dengan tegangan 12V. Berdasarkan data pengujian di atas, pada

sudut 55° diperoleh tegangan tertinggi sekitar 21.50 Volt DC, dengan kecepatan putar sebesar 600 rpm. Selanjutnya, untuk tingkat akurasi rata-rata pada IoT pada putaran per menit (rpm) mencapai 100%, sedangkan untuk tingkat akurasi rata-rata pada sensor aliran air mencapai 99,4%.

4. SIMPULAN

Berdasarkan proses perencanaan, konstruksi, dan uji coba PLTPH, serta evaluasi data yang diperoleh, dapat dinyatakan bahwa hasil uji coba lapangan menunjukkan tegangan output DC sekitar 21.50 Volt pada sudut 55° dengan kecepatan putar mencapai 600 rpm. Hasil uji coba secara praktis menunjukkan tingkat akurasi nilai pemantauan IoT pada rpm dan aliran air yang melebihi 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dio Lavarino & Wiyli Yustanti, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title," *Rev. CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 152, no. 3, p. 28, 2016.
- [2] I. Syam, M. I. Maulana, and A. Syuhada, "Design and Performance of Archimedes Single Screw Turbine as Micro Hydro Power Plant with Flow Rate Debit Variations (Case Study in Air Dingin, Samadua - South Aceh)," *J. Inotera*, vol. 4, no. 1, p. 13, 2019, doi: 10.31572/inotera.vol4.iss1.2019.id71.
- [3] P. M. N. B. B. Dherry, Riski. Hairullah. Citra Medeline (Doctoral dissertation, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Menggunakan Turbin Archimedes Screw Bilah Lima dengan Sistem Pengontrolan Inlet Air dan Monitoring Berbasis IoT," 2021.
- [4] M. S. Sungkar, G. D. Ramady, A. G. Mahardika, H. Fadriani, and A. H. Mutaqin, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Berbasis Kontrol Arduino Uno," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 10, no. 2, p. 91, 2021, doi: 10.30591/polektr.v10i2.2692.
- [5] M. Febiansyah *et al.*, "LAPORAN TUGAS AKHIR / CAPSTONE DESIGN Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Embung Pelangi Ull Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Embung Pelangi Ull," no. 18524077, 2022.
- [6] M. A. Jabar, G. V. Golwa, C. B. Prasetyo, and T. I. Kusuma, "Analisis Efisiensi Keluaran Energi Listrik Prototipe Sistem Pembangkit Tenaga Piko Hydro Menggunakan Jenis Turbin Archimedes-Screw," *J. Mech.*, vol. 11, no. 2, pp. 36-43, 2020.
- [7] G. Dellinger, S. Simmons, W. D. Lubitz, P. A. Garambois, and N. Dellinger, "Effect of slope and number of blades on Archimedes screw generator power output," *Renew. Energy*, vol. 136, pp. 896-908, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2019.01.060