

Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Portabel Terapung Adaptif Arus Air

Satrio Yudho¹; Bayu Lanzardi Yahya^{1*}; Diana Puspita Aprilianti¹;
Aniq Nuur Marlefi¹; M. Rifki Darmawan²

1. Teknik Elektro, Institut Teknologi PLN

2. Teknik Tenaga Listrik, Institut Teknologi PLN

Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat,
DKI Jakarta 11750 Indonesia

*Email: bayulanzardiy007@gmail.com

Received: 26 Mei 2025 | Accepted: 18 September 2025 | Published: 7 Januari 2026

ABSTRACT

Pico Float is an innovative portable pico hydro power plant designed to provide renewable energy solutions efficiently and environmentally friendly. This tool utilizes the working principle of the Archimedes Screw Pump to convert the kinetic energy of water flow into electrical energy. Test results show that the Pico Float has varied performance depending on water flow conditions, with a peak power of 2928.75 W, a current of 104.98 A, and a turbine rotational speed of 31.07 RPM in heavy flow with a discharge of 0.5 m³/s. In gentle and calm flows, the tool still functions even though the power produced is lower. Pico Float's ability to adapt to variations in water discharge and flow speed makes it an ideal solution for remote locations that are difficult to reach by conventional electricity networks. In addition, this tool supports reducing carbon emissions and increasing the use of new and renewable energy. Pico Float is expected to be a real step in supporting the global agenda towards clean, sustainable and easily accessible energy for the public.

Keywords: Pico Float, renewable energy, pico hydro power plant, portable, environmentally friendly

ABSTRAK

Pico Float merupakan inovasi pembangkit listrik tenaga piko hidro portabel yang dirancang untuk memberikan solusi energi terbarukan secara efisien dan ramah lingkungan. Alat ini memanfaatkan prinsip kerja Pompa Skrup Archimedes untuk mengubah energi kinetik aliran air menjadi energi listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Pico Float memiliki performa yang variatif tergantung pada kondisi aliran air, dengan daya puncak sebesar 2928,75 W, arus 104,98 A, dan kecepatan putar turbin 31,07 RPM pada aliran deras dengan debit 0,5 m³/s. Pada aliran landai dan tenang, alat tetap berfungsi meskipun daya yang dihasilkan lebih rendah. Kemampuan Pico Float untuk beradaptasi terhadap variasi debit dan kecepatan aliran air menjadikannya solusi ideal untuk lokasi terpencil yang sulit dijangkau jaringan listrik konvensional. Selain itu, alat ini mendukung pengurangan emisi karbon dan meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan. Pico Float diharapkan menjadi langkah nyata dalam mendukung agenda global menuju energi bersih, berkelanjutan, dan mudah diakses oleh masyarakat.

Kata kunci: Pico Float, energi terbarukan, pembangkit listrik piko hidro, portabel, ramah lingkungan

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat penting di era modern. Sejak ditemukan oleh Michael Faraday pada tahun 1791, listrik telah dianggap memiliki potensi besar sebagai sumber energi masa depan, dan prediksi tersebut terbukti benar. Berdasarkan data dari Databoks (2020), total konsumsi listrik global mencapai angka fantastis sebesar 28.510 terawatt-jam (TWh). Sayangnya, 10.325 TWh di antaranya masih diproduksi oleh pembangkit listrik berbahan bakar batu bara. Di Indonesia, menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi listrik per kapita pada tahun 2022 mencapai 1.173 kWh, dengan 67,21% produksi listrik berasal dari pembangkit listrik batu bara. Akibatnya, emisi gas CO₂ Indonesia pada akhir 2022 mencapai 214 juta ton, meningkat dari 193 juta ton pada akhir 2021.

Indonesia sebenarnya memiliki potensi besar dalam pengembangan energi baru terbarukan (EBT), berkat bentang alamnya yang beragam. Penelitian menunjukkan bahwa potensi EBT Indonesia mencapai 3.686 Gigawatt (GW). Namun, data ESDM mencatat bahwa produksi listrik dari EBT baru mencapai 11.157 Megawatt (MW), yang meliputi 6.601,9 MW dari tenaga air, 2.276,9 MW dari panas bumi, 1.920,4 MW dari bioenergi, 200,1 MW dari tenaga surya, 154,3 MW dari tenaga angin, dan 3,6 MW dari tenaga hibrida. Untuk memanfaatkan potensi tersebut, kami menghadirkan Pico Float sebagai solusi pembangkit listrik ramah lingkungan, portabel, dan berkelanjutan. Pico Float adalah sistem pembangkit listrik portabel yang memanfaatkan prinsip Pompa Skrup Archimedes untuk mengubah energi kinetik aliran air menjadi energi listrik. Berbeda dengan Pompa Skrup Archimedes konvensional, Pico Float dirancang untuk menyesuaikan ketinggian dan debit air, sehingga mampu beroperasi di berbagai kondisi lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab sejumlah permasalahan, seperti apakah Pico Float dapat membantu mengurangi emisi karbon, bagaimana mengoptimalkan pemanfaatan EBT, serta bagaimana merancang dan membuat pembangkit listrik tenaga piko hidro yang efektif. Adapun tujuan program ini adalah untuk merancang sistem pembangkit listrik piko hidro yang dapat mengurangi emisi karbon, meningkatkan pemanfaatan EBT, dan menciptakan sistem yang dapat menyesuaikan dengan berbagai kondisi lingkungan. Dengan demikian, Pico Float diharapkan menjadi solusi inovatif dalam mendukung transisi menuju energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Perancangan Awal Sistem

Dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pihidro (PLTPh) adalah jenis pembangkit listrik yang menggunakan potensi aliran air yang relatif kecil untuk menghasilkan energi listrik dengan skala piko atau kecil. PLTPh biasanya dibangun di sungai-sungai kecil atau aliran air yang memiliki kemiringan cukup untuk menggerakkan turbin air. PLTPh berfungsi untuk memberikan energi listrik yang dapat diandalkan dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang terbarukan (air). Pembangkit tenaga air skala kecil ini memanfaatkan aliran arus air yang dibuat sesuai kondisi lingkungan. Nyuba-In Energy dirancang terapung untuk adaptif terhadap arus air dengan harapan dapat bersifat dinamis dan fleksibilitas untuk memperoleh daya yang konstan disetiap waktu. Sehingga pembangkit ini dapat beroperasi dimana saja dengan mengikuti kondisi air.

2.2. Perhitungan dan Pemodelan Sistem

Perhitungan dan pemodelan sistem dilakukan untuk mendapatkan hasil rancangan sistem Pembangkit Listrik Piko hidro. Perhitungan Pertama yaitu debit maksimum dan debit minimum air serta kecepatan arus air. Perhitungan kedua mengetahui besar tegangan DC yang diperoleh. Perhitungan ketiga besar daya Listrik yang dihasilkan Pico Float dalam beberapa waktu ketika air pasang dan air surut. Sehingga alat Pico Float yang diletakan bersifat dinamis mengikuti arus air dengan memperoleh daya listrik yang konstan secara realtime tanpa memikirkan air pasang atau surut. Namun, pada saat penelitian dilakukan di sungai dengan kedalaman yang sangat dangkal sehingga hasil yang diperoleh kurang maksimal dalam pengujian Pico Float atau kesalahan tempat pengujian.

a) Debit Air

Debit aliran merupakan satuan untuk mendekati nilai-nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan. Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah DAS. Pengukuran debit air dapat dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran air pada suatu wadah dengan luas penampang area tertentu. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran air pada sungai atau alur antara lain: *Area-velocity method, Tracer method, Slope area method, Weir dan flume, Volumetric method Area*[1]. Sehingga pada penguatan debit ini diperoleh persamaan (1).

$$Q = V \times A \quad (1)$$

Dimana:

Q = Debit Air (m^3/s)

V = Kecepatan aliran air (m/s)

A = Luas Penampang Pipa (m^2)

Dari bentuk di atas dapat dihitung luas penampang sungai dengan air yang landai dengan cara menjumlahkan luas dari sisi prototipe. Setelah didapatkan kecepatan air di sungai dapat diukur dengan bantuan pengapung yang dihanyutkan pada sungai dan dihitung waktunya ketika menempuh jarak tertentu. Pengukuran itu dilakukan pada tiap - tiap titik yang telah ditentukan seperti yang di atas dan dilakukan untuk beberapa pengukuran dan kemudian kecepatan pada satu titik itu dirata - ratakan kecepatan pada titik - titik tersebut[2].

b) Daya

Perhitungan daya air (P) dapat dihitung dari air yang mengalir pada turbin sehingga dapat dihitung dengan persamaan(2).

$$P = \rho \times g \times Q \times \Delta h \quad (2)$$

Dimana:

ρ = massa jenis air = 1000 kg/m^3

g = Gravitasi = $9,8 \text{ m}^2/\text{s}$

Q = Debit air

Δh = Head

c) Kecepatan putar turbin archimedes

Kecepatan putar turbin archimedes bisa dihitung dengan mempertimbangkan daya yang dihasilkan dan efisiensinya. Namun perhitungan langsung

membutuhkan data dengan torsi dan diameter turbin bisa menggunakan rumus berikut.

$$N = \frac{P}{T} \times 2\pi \quad (3)$$

Dimana:

N = Kecepatan putar turbin archimedes (Rpm)

P = Daya (Watt)

T = Torsi

$\pi = 3,14$ atau $22/7$

2.3. Pico Float

Pico Float merupakan inovasi dalam sistem pembangkit listrik portabel yang dirancang untuk memberikan solusi energi terbarukan secara efisien dan ramah lingkungan. Teknologi ini memanfaatkan prinsip kerja Pompa Skrup Archimedes, di mana energi kinetik dari aliran air diubah menjadi energi listrik melalui sistem mekanik yang terintegrasi[3]. Dengan desain yang portabel, alat ini dapat digunakan di berbagai lokasi, terutama di wilayah terpencil yang sulit dijangkau jaringan listrik konvensional. Keunggulan utama Pico Float dibandingkan dengan Pompa Skrup Archimedes tradisional terletak pada kemampuannya menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan. Pico Float ini dirancang untuk beradaptasi terhadap variasi ketinggian air serta debit aliran air, memastikan alat dapat beroperasi secara optimal meskipun di lingkungan dengan perubahan arus yang dinamis[4]. Mekanisme penyesuaian ini memungkinkan Pico Float tetap menghasilkan energi listrik meskipun menghadapi fluktuasi debit air, menjadikannya solusi yang andal di berbagai situasi.

2.4. Cara Kerja Pico Float

Pico Float dapat bekerja dengan memanfaatkan aliran arus air yang dibuat sesuai kondisi lingkungan. Pico Float dirancang terapung untuk adaptif terhadap arus air dengan harapan dapat bersifat dinamis dan fleksibilitas untuk memperoleh daya yang konstan disetiap waktu[5]. Sehingga pembangkit ini dapat beroperasi dimana saja dengan mengikuti kondisi air. Pico float ini dirancang untuk tidak hanya memanfaatkan energi kinetik air secara efektif tetapi juga mendukung agenda global dalam mengurangi emisi karbon dan ketergantungan pada sumber energi fosil. Pico Float menjadi langkah nyata dalam menghadirkan solusi energi bersih, berkelanjutan, dan mudah diakses bagi masyarakat.



Gambar 1. Pico Float

2.5. Pengujian dan Simulasi Pico Float

Dalam tahap pengujian dan simulasi untuk "Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Portabel Terapung Adaptif Arus Air", merupakan bagian terpenting dari metode pelaksanaan untuk tolak ukur keberhasilan Prototype Pico Float sebagai suatu sistem pembangkit Listrik portable yang ramah lingkungan. Pengajuan dilakukan untuk mengetahui daya Listrik terhadap pembangkit Listrik Piko Hidro Pico Float yang bekerja terhadap air yang pasang dan surut. Dimana didapatkan hasil dari pengukuran dilapangan untuk sungai yang dijadikan tempat simulasi dan pengujian dengan keterangan sebagai berikut.

Head	:	2
Kecepatan aliran	:	1,6 m/s
Kedalaman tempat pengujian (ho)	:	50 cm = 0,5 m
Lebar Sungai	:	230 cm = 2,3 m

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Pico Float, pembangkit listrik piko hidro portabel yang ramah lingkungan. Uji lapangan dilakukan untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan dan kemampuan alat beradaptasi terhadap kondisi aliran air yang mengalami pasang surut. Pada pengujian ini, parameter kondisi sungai dicatat, meliputi head setinggi 2 meter, kecepatan aliran air 1,6 m/s, kedalaman lokasi 0,5 meter, dan lebar sungai 2,3 meter. Pengukuran dilakukan untuk memperoleh data seperti kecepatan putar turbin (RPM), arus listrik, tegangan, serta efisiensi alat dalam mengubah energi kinetik aliran air menjadi energi listrik. Hasil pengujian ini digunakan sebagai tolok ukur keberhasilan Pico Float dalam menghasilkan daya listrik secara stabil di lingkungan dengan variasi debit dan ketinggian air. Pengujian ini juga menjadi dasar pengembangan lebih lanjut untuk memastikan prototipe dapat memenuhi kebutuhan energi terbarukan secara efisien dan berkelanjutan. Pada hari Sabtu, 29 September 2024, dilakukan pengujian dengan melakukan Pengujian apung pada alat dan pengambilan data yang dapat di sajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil data pengujian pada Pico Float

Kondisi aliran	Debit (m ³ /s)	Daya (W)	Arus (A)	Rpm
Aliran deras	0,5	2928,75	104,98	31,07
Aliran landai	0,3	875,6	31,01	13,95
Aliran tenang	0,1	116,7	4,14	3,72

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Pico Float memiliki performa yang variatif bergantung pada kondisi aliran air, namun tetap mampu menghasilkan energi listrik di berbagai situasi. Pada aliran deras dengan debit 0,5 m³/s, alat ini mencapai performa puncak dengan daya listrik sebesar 2928,75 W, arus 104,98 A, dan kecepatan putar turbin 31,07 RPM, menunjukkan efisiensi tinggi dalam memanfaatkan energi kinetik. Pada kondisi aliran landai dengan debit 0,3 m³/s, daya yang dihasilkan menurun menjadi 875,6 W, dengan arus 31,01 A dan RPM 13,95, namun alat tetap menunjukkan adaptabilitas yang baik. Dalam kondisi aliran tenang dengan debit 0,1 m³/s, daya yang dihasilkan mencapai 116,7 W, dengan arus 4,14 A dan RPM 3,72, mencerminkan kemampuan alat untuk tetap beroperasi meskipun dalam debit minimal. Secara keseluruhan, Pico Float terbukti fleksibel dan adaptif terhadap variasi debit dan kecepatan aliran air, menjadikannya solusi yang ideal

untuk pembangkit listrik portabel di lokasi terpencil dengan aliran air yang tidak konstan. Adaptabilitas ini mendukung visinya sebagai sistem energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan.

Setelah dilakukannya pengujian dan pengolahan data, Hasil pengujian menunjukkan bahwa Pico Float memiliki fleksibilitas tinggi untuk beroperasi di berbagai kondisi aliran air. Alat ini dirancang adaptif terhadap perubahan debit dan kecepatan aliran, memungkinkan efisiensi energi di berbagai situasi. Dalam kondisi aliran deras, alat mencapai performa puncak dengan daya yang signifikan, sementara pada aliran landai dan tenang, alat tetap fungsional meskipun daya yang dihasilkan lebih rendah. Kemampuan ini menjadikan Pico Float solusi ideal untuk lokasi-lokasi terpencil dengan sumber aliran air yang tidak konstan, mendukung misi alat sebagai pembangkit listrik portabel yang efisien, ramah lingkungan, dan adaptif terhadap tantangan lingkungan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Pico Float terbukti menjadi solusi inovatif untuk pembangkit listrik tenaga piko hidro yang portabel dan ramah lingkungan. Dengan desain adaptif, alat ini mampu beroperasi secara efisien dalam berbagai kondisi aliran air, mulai dari aliran deras hingga aliran tenang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Pico Float adalah solusi pembangkit listrik portabel yang fleksibel, adaptif, dan ramah lingkungan. Alat ini mampu beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi aliran air, menghasilkan daya puncak sebesar 2928,75 W pada aliran deras dengan debit 0,5 m³/s, dan tetap fungsional pada aliran landai maupun tenang dengan daya yang lebih rendah. Fleksibilitas dan kemampuan adaptasinya terhadap perubahan debit dan kecepatan aliran air menjadikan Pico Float solusi yang ideal untuk memenuhi kebutuhan listrik di lokasi terpencil dengan sumber aliran air yang tidak stabil. Teknologi ini mendukung penggunaan energi terbarukan secara efisien dan berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, sejalan dengan misi pengembangan energi berkelanjutan. Untuk pengembangan lebih lanjut, perlu dilakukan penelitian pada lokasi dengan variasi aliran air yang lebih luas untuk memastikan performa Pico Float di berbagai kondisi lingkungan.

Untuk pengembangan lebih lanjut, perlu dilakukan penelitian pada lokasi dengan variasi aliran air yang lebih luas untuk memastikan performa Pico Float di berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, pengoptimalan desain agar lebih efisien dalam konversi energi kinetik menjadi energi listrik dapat meningkatkan kinerja alat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Student Research Challange Institut Teknologi PLN yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bandri, S., Premadi, A., & Andari, R. (2021). STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPh) RUMAH TANGGA. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(1), 16. <https://doi.org/10.36275/stsp.v21i1.345>
- [2] Hakim, M. L., Yuniarti, N., Sukir, S., & Damarwan, E. S. (2020). Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro. *Jurnal*

JURNAL ILMIAH SUTET

Vol. 15, No. 2, Januari 2026, P-ISSN 2356-1505, E-ISSN 2656-9175

<https://doi.org/10.33322/sutet.v15i2.2801>

- Edukasi Elektro*, 4(1), 75–81. <https://doi.org/10.21831/jee.v4i1.32607>
- [3] Ardiansyah, N. P., Ash Siddiq, R. H. B., & Suryaman, N. N. (2024). Pengembangan pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan jenis turbin vertikal pada saluran terbuka dengan hambatan. *JTEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 4(1), 95–104. <https://doi.org/10.35313/jtel.v4.i1.2024.95-104>
- [4] Setiawan, W., Setiawan, D., & Atmam, A. (2021). Sistem Sistem Pengendalian Generator DC Eskitasi Terpisah Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). *Jurnal Teknik*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/teknik.v15i1.6119>
- [5] M. Rizky, M. A. Setyo yudono, A. Suryana, and A. Nugraha, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Archimedes Screw Turbine Di Curug Sawer,” *Media Elektr.*, vol. 16, no. 01, p. 71, 2023, doi: 10.26714/me.v16i01.10183.