

ABSTRAK

Ketersediaan energi listrik yang belum merata, terutama di daerah terpencil, mendorong pengembangan sistem pembangkit listrik skala kecil berbasis energi terbarukan. Salah satu solusi yang potensial adalah sistem mikrohidro dengan turbin vortex, yang mampu memanfaatkan aliran air berdebit rendah tanpa memerlukan bendungan besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe turbin vortex mikrohidro skala kecil dengan pendekatan berbasis analisis potensi daya serta simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) guna memperoleh desain yang efisien dan optimal. Tahapan penelitian meliputi analisis karakteristik aliran air, perhitungan potensi daya berdasarkan debit dan ketinggian jatuh air, serta simulasi aliran vortex dalam tangki turbin untuk menentukan geometri optimal. Hasil perancangan menghasilkan prototipe turbin vortex yang mampu beroperasi pada debit aliran sebesar $0,231 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari hasil pengujian performa, diperoleh daya potensial sebesar 226,6 watt dengan efisiensi konversi energi sebesar 46,24%. Capaian ini menunjukkan bahwa meskipun berukuran kecil, turbin memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengubah energi potensial air menjadi energi listrik. Rancangan ini juga membuktikan bahwa pendekatan simulasi CFD mampu membantu dalam mengoptimalkan performa aliran fluida di dalam sistem turbin. Prototipe yang dikembangkan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi pembangkit listrik ramah lingkungan di wilayah yang memiliki akses terbatas terhadap jaringan listrik utama.

Kata kunci : Energi Terbarukan, Energi Air, Turbin Vortex, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, CFD, Konversi Energi

ABSTRACT

The uneven availability of electricity, especially in remote areas, is driving the development of small-scale renewable energy-based power generation systems. One potential solution is a microhydro system with a vortex turbine, which can utilize low-flow water without requiring a large dam. This research aims to design and test a small-scale microhydro vortex turbine prototype using a power potential analysis approach and Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations to obtain an efficient and optimal design. The research stages include analyzing water flow characteristics, calculating power potential based on flow rate and water drop height, and simulating vortex flow within the turbine tank to determine optimal geometry. The design results in a vortex turbine prototype capable of operating at a flow rate of $0.231 \text{ m}^3/\text{s}$. Performance testing yielded a potential power of 226.6 watts with an energy conversion efficiency of 46.24%. This achievement demonstrates that despite its small size, the turbine has good capability in converting water's potential energy into electrical energy. This design also proves that the CFD simulation approach can help optimize fluid flow performance within the turbine system. The developed prototype has the potential to be further developed as an environmentally friendly power generation solution in regions with limited access to the main power grid.

Keywords: Renewable Energy, Water Energy, Vortex Turbine, Micro Hydro Power Plant, CFD, Energy Conversion