

Analisis Pengaruh Sudut dan Kapasitas Aliran Terhadap Performansi Turbin Air Skala Mikro Head Rendah

Habil Alfarizi¹

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : habilalfarizi120@gmail.com

Edi Septe S²

Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: edisepete@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Energi terbarukan berbasis air berpotensi besar dikembangkan di daerah dengan head rendah, seperti Sumatera Barat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi sudut kemiringan dan kapasitas aliran terhadap performansi turbin air skala mikro tipe Archimedes screw. Penelitian dilakukan menggunakan turbin ulir dengan enam sudu pada sudut kemiringan 15°, 25°, dan 35°. Parameter yang diamati meliputi kapasitas aliran, putaran poros (RPM), torsi, daya listrik, serta efisiensi. Hasil menunjukkan sudut 25° menghasilkan performa terbaik, dengan daya maksimum ±7,48 W, efisiensi puncak 17,6%, dan putaran poros 102,75 RPM. Torsi maksimum dicapai pada sudut 15° (0,52 Nm), sedangkan efisiensi terendah terjadi pada sudut 35° (9,2%). Penelitian ini menegaskan bahwa pengaturan sudut kemiringan turbin dan kapasitas aliran sangat berpengaruh terhadap konversi energi pada sistem turbin mikrohidro head rendah.

Kata kunci: Turbin Archimedes screw, mikrohidro, head rendah, kapasitas aliran, sudut kemiringan

ABSTRACT

Water-based renewable energy has significant potential for development in low-head regions such as West Sumatra. This study aims to analyze the effect of inclination angle and flow capacity on the performance of a micro-scale Archimedes screw turbine. Experiments were conducted using a six-blade screw turbine at inclination angles of 15°, 25°, and 35°. The measured parameters included flow capacity, shaft rotation (RPM), torque, electrical power, and efficiency. The results indicate that a 25° inclination provided the best performance, producing approximately 7.48 W of power, 17.6% efficiency, and a shaft rotation of 102.75 RPM. The highest torque was recorded at a 15° angle (0.52 Nm), while the lowest efficiency occurred at 35° (9.2%). These findings confirm that proper adjustment of inclination angle and flow capacity is crucial to enhance energy conversion efficiency in low-head micro-hydro turbines.

Keywords: Archimedes screw turbine, micro-hydro, low head, flow capacity, inclination angle

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi. Energi listrik berbasis fosil menghadapi tantangan keterbatasan sumber daya dan dampak lingkungan [1]. Salah satu alternatif adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH), yang memanfaatkan energi potensial air pada daerah dengan head rendah.

Turbin Archimedes screw menjadi salah satu solusi teknologi yang sesuai [2][3] karena konstruksi sederhana, biaya operasional rendah, ramah lingkungan, serta mampu bekerja pada aliran rendah. Namun, performansi turbin sangat dipengaruhi oleh sudut kemiringan dan kapasitas aliran [4][5]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kedua parameter tersebut terhadap daya listrik, efisiensi, torsi, dan RPM turbin air skala mikro.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan turbin Archimedes screw dengan enam sudu. Variabel bebas berupa sudut kemiringan poros turbin (15°, 25°, 35°) dan variasi debit aliran.

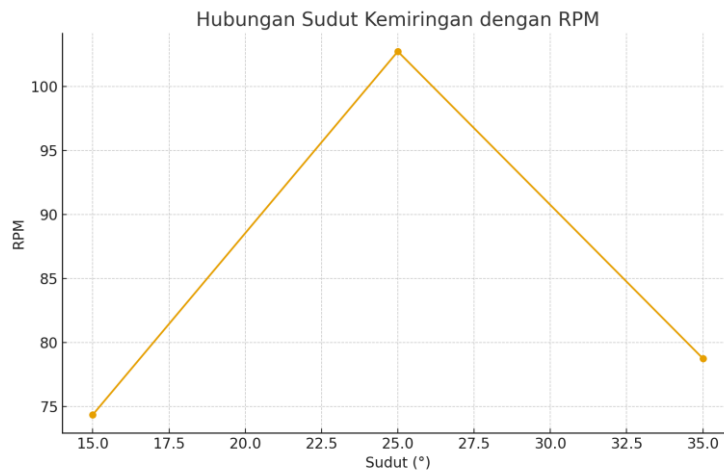
Alat ukur yang digunakan: tachometer, multimeter, stopwatch, pelampung, dan busur derajat. Parameter yang dianalisis meliputi debit aliran (Q), putaran poros (N), torsi (T), daya listrik ($P = V \times I \cos \phi$), dan efisiensi ($\eta = P_{out} / P_{hidro} \times 100\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Turbin pada Variasi Sudut

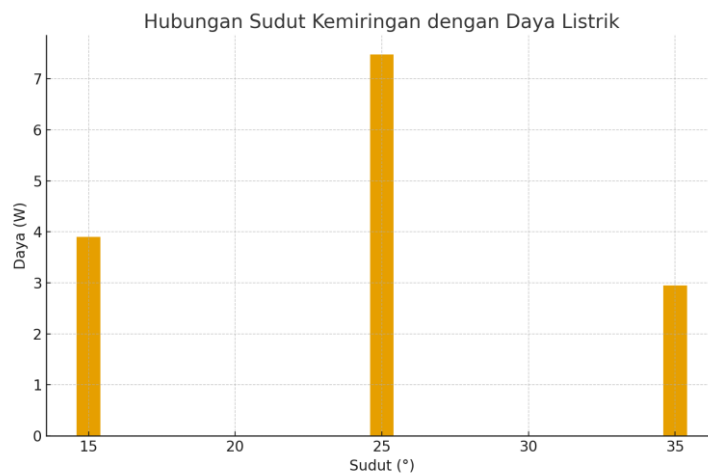
Sudut (°)	RPM	Torsi (Nm)	Daya (W)	Efisiensi (%)
15.0	74.35	0.52	3.9	11.4
25.0	102.75	0.45	7.48	17.6
35.0	78.75	0.37	2.95	9.2

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian turbin Archimedes screw pada variasi sudut 15°, 25°, dan 35°. Data meliputi RPM, torsi, daya listrik, dan efisiensi.



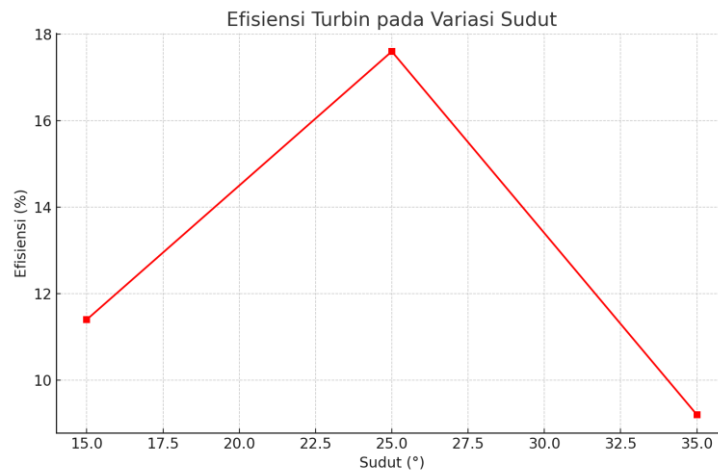
Gambar 1. Hubungan sudut kemiringan dengan RPM

Gambar 1 memperlihatkan bahwa sudut 25° menghasilkan RPM tertinggi (102,75), sedangkan 15° dan 35° lebih rendah.



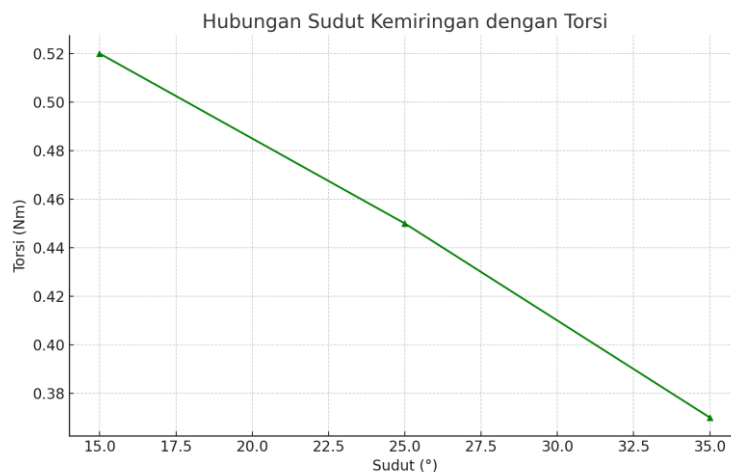
Gambar 2. Hubungan Sudut Kemiringan dengan daya listrik

Gambar 2 menunjukkan daya listrik tertinggi pada sudut 25° (7,48 W), sedangkan pada sudut 15° dan 35° daya lebih rendah.



Gambar 3. Efisiensi Turbin pada Variasi Sudut

Gambar 3 menampilkan efisiensi maksimum pada sudut 25° (17,6%) dan minimum pada sudut 35° (9,2%).



Gambar 4. Hubungan Sudut Kemiringan dengan Torsi

Gambar 4 menunjukkan torsi tertinggi pada sudut 15° (0,52 Nm), meskipun tidak menghasilkan daya dan efisiensi tertinggi.

1. Putaran Poros (RPM): Sudut 25° menghasilkan putaran tertinggi yaitu 102,75 RPM, sedangkan sudut 35° lebih rendah ($\pm 78,75$ RPM).
2. Daya Listrik: Sudut 25° menghasilkan daya maksimum $\pm 7,48$ W. Pada sudut 15° daya tercatat $\pm 3,9$ W, dan pada 35° turun menjadi $\pm 2,9$ – $3,9$ W.
3. Torsi: Nilai torsi tertinggi 0,52 Nm terjadi pada sudut 15°.
4. Efisiensi: Efisiensi berkisar antara 9–18%, dengan puncak 17,6% pada sudut 25°.

Hasil ini menunjukkan sudut kemiringan 25° merupakan kondisi optimum yang menyeimbangkan putaran, daya, dan efisiensi.

KESIMPULAN

- Sudut kemiringan turbin memengaruhi performansi turbin mikrohidro tipe Archimedes screw.
- Sudut optimum diperoleh pada 25° , menghasilkan daya $\pm 7,48$ W, efisiensi 17,6%, dan putaran poros 102,75 RPM.
- Torsi maksimum dicapai pada sudut 15° , namun daya dan efisiensi lebih rendah.
- Pengaturan sudut dan debit aliran yang sesuai penting untuk mencegah kehilangan energi akibat slip maupun pengisian turbin yang tidak sempurna.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Edi Septe S, M.T. atas bimbingan dan arahan yang sangat berharga selama penelitian ini. Apresiasi juga ditujukan kepada Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T. serta Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T. atas dukungan dan masukan konstruktif yang diberikan. Penulis juga berterima kasih kepada para dosen serta asisten laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas bantuan selama pelaksanaan penelitian. Akhirnya, penulis menghaturkan terima kasih yang mendalam kepada keluarga atas doa, motivasi, dan dukungan yang tiada henti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Anggara and H. Irvani, "Potensi PLTMH di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur," Reka Buana, pp. 1–7, 2017.
- [2] S. Bambang, "Eksperimen Turbin Ulir Dua Sudu," Jurnal Teknik Mesin UGM, 2012.
- [3] S. Doost and W. D. Lubitz, "Archimedes Screw Turbines: A sustainable technology for hydropower generation," Renewable Energy, 2020.
- [4] R. Jujiana et al., "Studi Eksperimental Turbin Ulir dengan Variasi Sudut," Jurnal Energi dan Lingkungan, 2018.
- [5] W. Saputra, P. Weking, and M. Jasa, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro," Jurnal Rekayasa Energi, 2017.