

Pengaruh Jarak Antar Ulir terhadap Daya Output Pada Turbin Archimedes Screw

Wilson Mardianto A. Silla¹, Jahirwan Ut Jasron^{1*}, Gusnawati¹

¹Universitas Nusa Cendana, Kupang

*E-mail : jahirwan.jasron@staf.undana.ac.id

Received : 27 Januari 2024; Received in revised form : 2 Februari 2024;

Accepted : 22 Februari 2024

Abstract

The need for energy sources currently continues to increase, especially electrical energy, even exceeding existing estimates. Along with the need for electrical energy, further research is needed to utilize new renewable energy as alternative energy, one of which is hydroelectric power plants. Hydropower and PLTMH have different output capacities, one of the turbines that can be used as a PLTMH is the screw turbine (Archimedes screw). The efficiency of the Archimedes screw turbine is influenced by many factors, one of which is the turbine design. The existing turbine design needs to be evaluated by several factors such as inner and outer screw diameter, slope, screw pitch, number of blades, and inlet and outlet conditions as well as head and water flow. This research aims to find out how the design of the distance between the screws affects the efficiency of this screw turbine. The variable used in this research is the distance between threads, namely 8 cm, 10 cm, and 12 cm with a 12VDC 5W, 10W, and 15W lamp load. The results of this research show that the turbine with a distance between the threads of 12 cm produces the highest generator rotation, namely 532.1 rpm at no load and at a load of 15 watts the rotation decreases to 227.1 rpm. The highest voltage produced is 27.1 Volts when there is no load and when the load is 15 watts it is 8.9 Volts. while the current and power are 0.64 Ampere 5.70 Watt respectively, so that the highest efficiency is produced in a turbine with a screw spacing of 12 cm at a turbine head angle of 40°, namely 10.10%.

Keywords: Archimedes screw; Distance between threads; Turbine efficiency.

Abstrak

Kebutuhan sumber energi saat ini terus mengalami peningkatan, khususnya energi listrik bahkan melebihi estimasi yang ada. Seiring dengan kebutuhan energi listrik maka diperlukan penelitian lanjutan untuk memanfaatkan energi baru terbarukan sebagai energi alternatif, salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga air. PLTA dan PLTMH mempunyai kapasitas keluaran yang berbeda, salah satu turbin yang dapat dijadikan PLTMH adalah jenis turbin ulir (Archimedes screw) efisiensi turbin archimedes screw dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah desain turbin. Desain turbin yang ada perlu dilakukan evaluasi oleh beberapa faktor seperti diameter dalam dan luar screw, kemiringan, pitch screw, jumlah blade dan kondisi inlet dan outlet serta head dan debit air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana desain jarak Antara ulir terhadap efisiensi turbin ulir ini. Variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah jarak antar ulir yaitu 8cm 10 cm dan 12 cm dengan beban lampu 12VDC 5W,10W dan 15W. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada turbin dengan jarak Antara ulir 12 cm menghasilkan putaran generator tertinggi yaitu 532,1 rpm saat tanpa beban dan pada beban 15-Watt putaran menurun menjadi 227,1 rpm. tegangan tertinggi yang dihasilkan adalah 27,1 Volt saat tanpa beban dan pada saat beban 15-Watt sebesar 8,9 Volt. sedangkan arus dan daya masing-masing sebesar 0,64 Ampere 5,70 Watt, sehingga efisiensi tertinggi dihasilkan pada turbin dengan jarak antar ulir 12 cm pada sudut head turbin 40° yaitu 10,10 %.

Kata kunci: Archimedes screw; Jarak antar ulir; Efisiensi turbin.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi maka sumber energi perlu dikonversikan menjadi bentuk energi yang dapat menggerakkan berbagai

peralatan teknologi untuk melakukan berbagai kegiatan kehidupan manusia. Kebutuhan sumber energi saat ini terus mengalami peningkatan, khususnya energi

listrik bahkan melebihi estimasi yang ada. Hal ini merupakan salah satu dampak dari meningkatkan aktivitas manusia yang membutuhkan energi listrik [1]. Hasil alam minyak merupakan salah satu sumber energi penyangga utama untuk memenuhi kebutuhan energi listrik selama ini, namun hasil alam tidak akan bertahan selamanya namun kedepannya akan menipis dan harga yang tidak murah [1].

Mikrohidro adalah istilah untuk pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Pembangkit listrik tenaga mikro (PLTMH) dapat dimanfaatkan sebagai salah satu kebutuhan untuk ketahanan nasional di bidang energi. Masih banyak daerah terpencil yang belum tersentuh elektrifikasi karna tidak dapat diaksesnya daerah-daerah tersebut oleh infrastruktur yang ada, sehingga adanya potensi air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTM) [2]. Salah satu jenis turbin yang digunakan pada mikrohidro adalah turbin screw (*archimedean turbine*) yang adalah salah satu jenis turbin yang dapat dioperasikan pada head dan debit rendah. Turbin jenis ini biasanya digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikro pada aliran sungai-sungai yang memiliki elevasi rendah. Jika ditinjau dari segi investasi, pembangunan pembangkit

listrik tenaga mikro hanya memerlukan tenaga yang kecil. Keuntungan lain turbin *archimedes screw* dapat dioperasikan pada head rendah.[3]

Beberapa peneliti telah menyelidiki berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja dari turbin *archimedes* antara lain; kemiringan poros [4] , jenis saluran [5], debit aliran [6], dan variasi sudut *blade* [7]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kemiringan poros turbin optimal yaitu 35°. dengan sudut *blade* 28°.

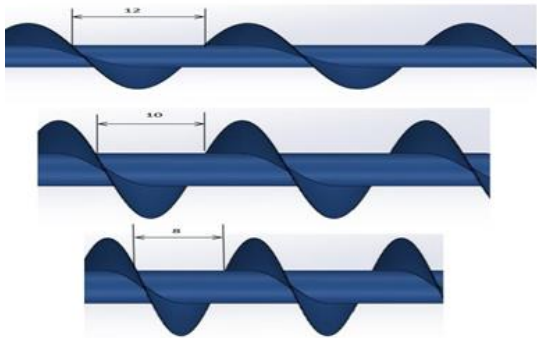
Selanjutnya, berdasarkan hasil penelusuran terhadap penelitian terdahulu yang mengaplikasikan turbin *archimedes* pada pembangkit listrik mikrohidro maka pada penelitian ini akan ditinjau secara khusus pengaruh jarak antar ulir pada bilah turbin *archimedes* terhadap daya *output* yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang di lakukan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui daya *output* menggunakan turbin *archimedes screw* dengan menggunakan perbandingan jarak antar ulir dengan variasi jarak antar ulir 8 cm, 10 cm, dan 12 cm yang disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Spesifikasi peralatan

Jarak antar ulir (cm)	Panjang poros (cm)	Diameter poros (cm)	Diameter <i>blade</i> (cm)	Sudut <i>blade</i>
8	80	2,54	16	28°
10	100	2,54	16	28°
12	120	2,54	16	28°



Gambar 1. Jarak Antar Ulir

2.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas seperti variasi jarak ulir dengan ukuran 8,10, dan 12 cm, dan beban sebesar 5, 10, dan 15 Watt. Variabel terikat terdiri dari daya *output*, torsi dan efisiensi. Variabel kontrol antara lain debit aliran sebesar 0,010204 m³/s, *head* sepanjang 0.55 m, dan sudut turbin sebesar 40°.

2.2 Prosuder Penelitian

Desain gambar kerja menggunakan aplikasi *SolidWorks*, kemudian dicetak sebagai acuan pembuatan turbin dan rangka pengujian dengan dimensi seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

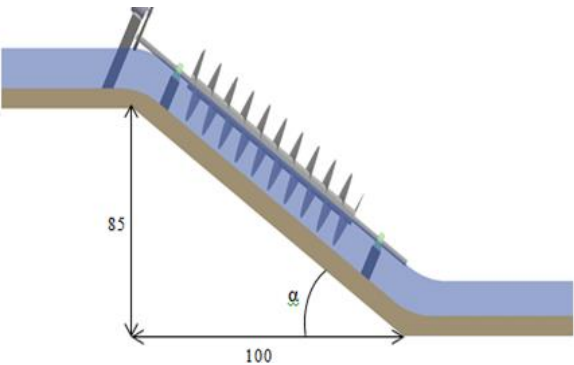
Debit aliran yang di gunakan pada saat pengambilan data dibuat tetap dengan besar 0,010204 m³/s. Untuk mencari sudut kemiringan poros dengan menggunakan persamaan (1) mengikuti Gambar 2.

Untuk mencari sudut kemiringan poros dengan menggunakan persamaan (1).

$$\tan \alpha = \tan^{-1}(\frac{y}{x}) \dots\dots\dots (1)$$

$$\tan \alpha = \tan^{-1}(\frac{85}{100}) = 40,36$$

Jadi nilai dari kemiringan poros yang di gunakan pada saat pengambilan data yakni sudut kemiringan poros 40°.



Gambar 2. Sudut kemiringan poros

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh data hasil pengujian seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

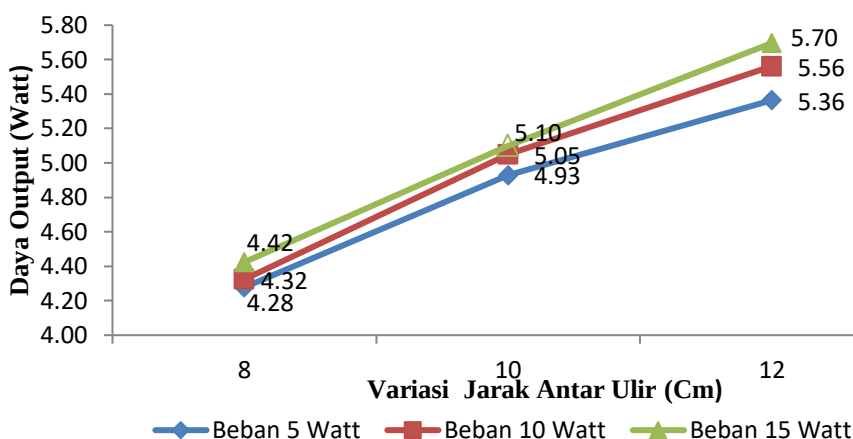
Tabel 2. Hasil pengujian dan analisis data

No.	Variasi Jarak Antar Ulir (cm)	Beban (Watt)	Daya Output (Watt)	Torsi (Nm)	Efisiensi (%)
1	8	0	0	0	0
2		5	4,28	0,13	7,77
3		10	4,32	0,19	7,85
4		15	4,42	0,32	8,03
1	10	0	0	0	0
2		5	4,93	0,15	8,95
3		10	5,05	0,20	9,17
4		15	5,1	0,23	9,26
1	12	0	0	0	0
2		5	5,36	0,16	9,74
3		10	5,56	0,21	10,10
4		15	5,70	0,24	10,35

3.1. Pengaruh Jarak antar Ulir Terhadap Daya Output

Berdasarkan analisis data hasil pengujian yang dilakukan dihubungkan

dengan daya *output* yang dihasilkan oleh turbin maka hubungan antara jarak antar ulir terhadap daya *output* dinyatakan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan jarak antar ulir terhadap daya *output*

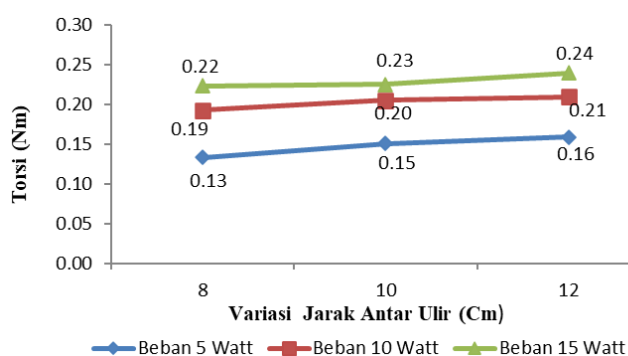
Dari grafik pada Gambar 3 dapat terlihat bahwa jarak antar ulir sangat berpengaruh terhadap daya *output* yang dihasilkan turbin. Hal ini disebabkan karena tekanan yang terjadi diberikan suatu gaya dan massa. Kenaikan besarnya tekanan fluida berbanding lurus dengan besar gaya dan massa fluida yang mengalir. Dengan demikian apabila jarak antar ulir semakin besar maka massa fluida yang menghantam sisi *blade* akan semakin besar pula karena itu dengan jarak antar ulir 12 cm tekanan fluida akan lebih besar dan membuat daya *output* yang di hasilkan akan lebih besar.

Terlihat juga bahwa kecenderungan perubahan daya *output* terhadap beban

yang diberikan menunjukkan perilaku yang sama. Hal ini berarti bahwa perubahan beban tidak berpengaruh pada perubahan daya melainkan hanya akan berpengaruh terhadap perubahan putaran pada turbin.

3.2. Pengaruh Jarak antar Ulir Terhadap Torsi

Hubungan antara jarak antar ulir terhadap torsi sesuai dengan hasil pengujian dan perhiungan disajikan dalam bentuk grafik seperi pada Gambar 4.

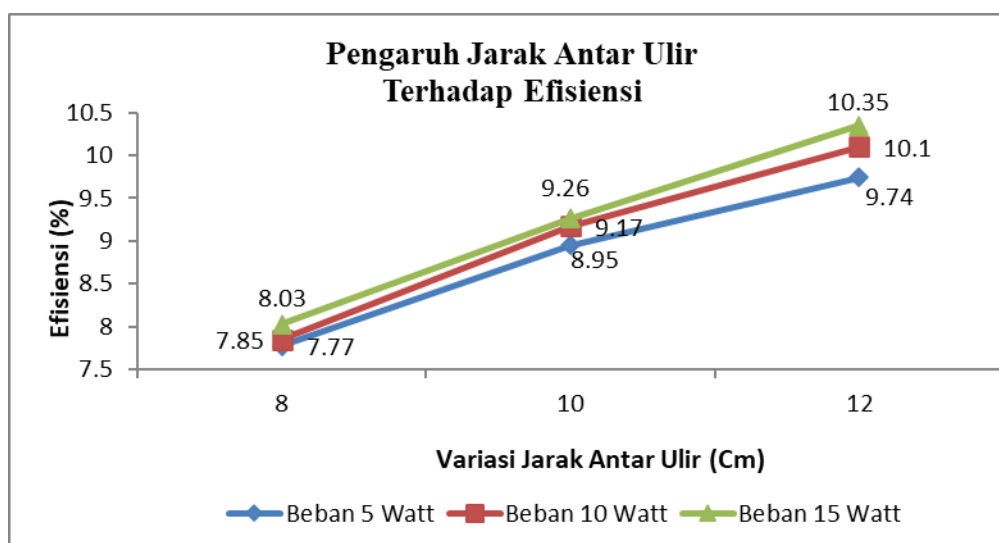


Gambar 4. Hubungan jarak ulir terhdap torsi

Berdasarkan Gambar 4 dapat terlihat bahwa ada pengaruh yang berarti akibat jarak antar ulir terhadap torsi. Torsi adalah besaran untuk menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda berputar. Torsi dipengaruhi oleh gaya yang terjadi akibat adanya massa dan percepatan fluida yang juga dipengaruhi oleh jarak antar ulir pada turbin. Ini dibuktikan pada turbin dengan sudut kemiringan poros 40° serta dengan debit aliran $0,010204 \text{ m}^3/\text{s}$ yang dihasilkan paling tinggi dilihat pada jarak antar ulir 12 cm dengan beban lampu DC 15-Watt yaitu memiliki nilai tertinggi mencapai 0,24 Nm. Sedangkan hasil terendahnya dapat dilihat pada jarak antar ulir 8 cm dengan beban lampu DC 5-Watt dengan nilai 0,13 Nm.

3.3. Pengaruh Jarak antar Ulir Terhadap Efisiensi

Pada bahagian sebelumnya sudah dibahas tentang hubungan antara jarak antar ulir terhadap daya *output* dan torsi dimana terlihat pengaruh yang signifikan. Kedua parameter tersebut merupakan penentu utama terhadap peningkatan efisiensi turbin. Pada Gambar 5 diperlihatkan hubungan antara efisiensi terhadap jarak antar ulir yang menegaskan bahwa semakin besar jarak antar ulir maka akan meningkatkan efisiensi turbin.



Gambar 5. Hubungan jarak ulir terhadap efisiensi

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan antara lain, (1) daya *output* yang dihasilkan menunjukkan bahwa pengujian dengan variasi jarak antar ulir 12 cm mendapatkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan variasi jarak antar ulir 10 cm dan 8 cm yakni dengan nilai 5,70-Watt pada beban 15 Watt; (2) torsi yang dihasilkan menunjukkan bahwa

pengujian dengan variasi jarak antar ulir 12 cm mendapatkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan variasi jarak ulir 10 cm dan 8 cm yakni dengan nilai 0,24 Nm pada beban yang digunakan 15 Watt; dan (3) efisiensi yang dihasilkan menunjukkan bahwa pengujian dengan variasi jarak ulir 12 cm mendapatkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan variasi jarak ulir 10 cm dan 8 cm yakni dengan nilai 10,35% pada beban yang digunakan 15 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Manan, "Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia," *Energi Matahari Sumber Energi Altern. Yang Efisien, Handal Dan Ramah Lingkung. Di Indones.*, pp. 31-35, 2009, [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/1722>.
- [2] R. B. Astro, Y. D. Ngapa, S. G. Toda, and A. Nggong, "Potensi Energi Air Sebagai

- Sumber Listrik Ramah Lingkungan Di Pulau Flores," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 125-133, 2020, doi: 10.37478/optika.v4i2.710.
- [3] K. Ridwan, S. Pujiastuti Lestari, I. Rusnadi, A. Rahayu, E. Mahendra, and W. Pratama, "Simulasi Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Crossflow Ditinjau dari Ketinggian, Debit dan Arah Aliran Prototype Simulation Microhydro Power Plant Crossflow Turbine in Terms of Head Potential, Discharge and Flow Direction," *J. Kinet.*, vol. 12, no. 01, pp. 40-44, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index40>.
- [4] K. Pribadi, D. H. Setiabudi, and B. Jalaali, "Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Poros Terhadap Kinerja Turbin Ulir Archimedes," *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. 6, no. 2, p. 92, 2022, doi: 10.35472/jsat.v6i2.938.
- [5] A. A. Salam, "Karakteristik Daya Dan Efisiensi Turbin *Archimedes screw* Terhadap Head Konstan Yang Diuji Pada Saluran Tertutup," *J. Tek. Mesin FT-UMI*, vol. 3, no. 2, pp. 31-37, 2021.
- [6] F. Ivan Christofel Hutabarat, A. A. Matarru, and G. Gunawan, "Analisis Daya Elektrik dan Efisiensi dengan Variasi Debit Air dan Sudut Kemiringan Turbin pada Turbin Ulir Archimedes Dua Sudu," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 1, pp. 85-91, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i1.1610.
- [7] I. K. Ardika, A. I. Weking, and L. Jasa, "Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i02.p10
- [8] M. Abdulkadir, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ULIR", *Journal Technology of Civil, Electrical, Mechanical, Geology, Mining, and Urban Design*, vol. 2, no. 1, pp. 65-72, Jan. 2018.
- [9] M. J. Situmorang, I. Hermawan, and M. Idris, "Analisis Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros," *J. Teknovasi*, vol. 09, no. 1122, pp. 91-102, 2022.
- [10] E. Saefudin, T. Kristyadi, M. Rifki, and S. Arifin, "Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 1, no. 3, pp. 233-244, 2018, doi: 10.26760/jrh.v1i3.1775.