

# JURNAL INOVASI ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (JIPTEK)



## Analisis Pengaruh Bukaan Katup terhadap Debit Air, Putaran Turbin, dan Daya Keluaran pada Turbin Archimedes Screw

Sulanjari<sup>1</sup>, Muhamad Miftahul Yamin<sup>2</sup>, Nur Rohmat<sup>3</sup>, Agustina Dyah Setyowati<sup>4</sup>, Ade Irawan<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : <sup>1</sup> dosen01182@unpam.ac.id

Masuk: 17 Maret 2025

Direvisi: 4 April 2025

Disetujui: 16 April 2025

**Abstract:** Water energy is one of the renewable energy sources with significant potential in Indonesia. Micro-hydro power plants (PLTMH) are a type of small-scale power plant that utilizes water energy from rivers, irrigation canals, or natural waterfalls. PLTMH generates electricity by using the difference in water surface elevation (head) and the available water discharge. The purpose of this research is to analyze the influence of valve opening on water discharge, turbine rotation, and power output of an Archimedes screw turbine. The valve openings used were 25°, 40°, 55°, 70°, and 85°, with a water volume of 20 liters. The results show that the larger the valve opening, the greater the resulting water discharge—successively: 0.00115 m<sup>3</sup>/s, 0.00311 m<sup>3</sup>/s, 0.00429 m<sup>3</sup>/s, 0.00528 m<sup>3</sup>/s, and 0.00802 m<sup>3</sup>/s. Similarly, the larger the valve opening, the higher the turbine rotation, with the highest value being 180.3 rpm. Power output also increased with larger valve openings, except at the 85° setting. The highest power output was 5.35 watts at a 70° valve opening with a water discharge of 0.00528 m<sup>3</sup>/s.

**Keywords:** PLTMH, Turbine, Archimedes Screw, Water Discharge, Power Output.

**Abstrak:** Energi air merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan jenis pembangkit listrik berukuran kecil yang menggunakan energi air sebagai sumber daya, baik dari sungai, saluran irigasi, maupun air terjun alami. PLTMH menghasilkan listrik dengan memanfaatkan perbedaan tinggi permukaan air (*head*) dan debit air yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh bukaan katup terhadap debit air, putaran turbin, dan daya keluaran turbin *Archimedes screw*. Bukaan katup yang digunakan adalah 25°, 40°, 55°, 70°, dan 85°, dengan volume air sebesar 20 liter. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar bukaan katup, semakin besar pula debit air yang dihasilkan, yaitu secara berturut-turut 0,00115 m<sup>3</sup>/s, 0,00311 m<sup>3</sup>/s, 0,00429 m<sup>3</sup>/s, 0,00528 m<sup>3</sup>/s, dan 0,00802 m<sup>3</sup>/s. Semakin besar bukaan katup, semakin besar pula putaran turbin yang dihasilkan, dengan nilai tertinggi sebesar 180,3 rpm. Daya keluaran juga meningkat seiring dengan bertambahnya bukaan katup, kecuali pada bukaan 85°. Nilai daya keluaran tertinggi adalah 5,35 watt pada bukaan katup 70° dengan debit air 0,00528 m<sup>3</sup>/s.

**Kata kunci:** PLTMH, Turbin, *Archimedes Screw*, Debit Air, Daya Keluaran.

## PENDAHULUAN

Konsumsi energi di Indonesia didominasi oleh minyak, gas, dan batubara sebagai sumber energi utama. Karena pertumbuhan konsumsi energi yang tinggi, diperkirakan bahwa Indonesia akan menjadi importir minyak murni dalam waktu dekat jika tidak ada pengembangan sumber energi baru dan upaya efisiensi energi yang signifikan dilakukan. Untuk mengatasi masalah ini, salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti energi air, energi matahari, energi angin, dan biomassa [1].

Dengan kondisi geografisnya, Indonesia memiliki potensi besar menghasilkan listrik dari energi air. Pembangkit listrik berbasis energi air dapat dibangun dalam skala besar maupun kecil, termasuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) [2]. PLTMH adalah pembangkit listrik berukuran kecil yang memanfaatkan energi air, baik dari sungai, saluran irigasi, maupun air terjun alami. PLTMH menghasilkan listrik dengan memanfaatkan perbedaan tinggi permukaan air (*head*) dan debit air yang tersedia [3].

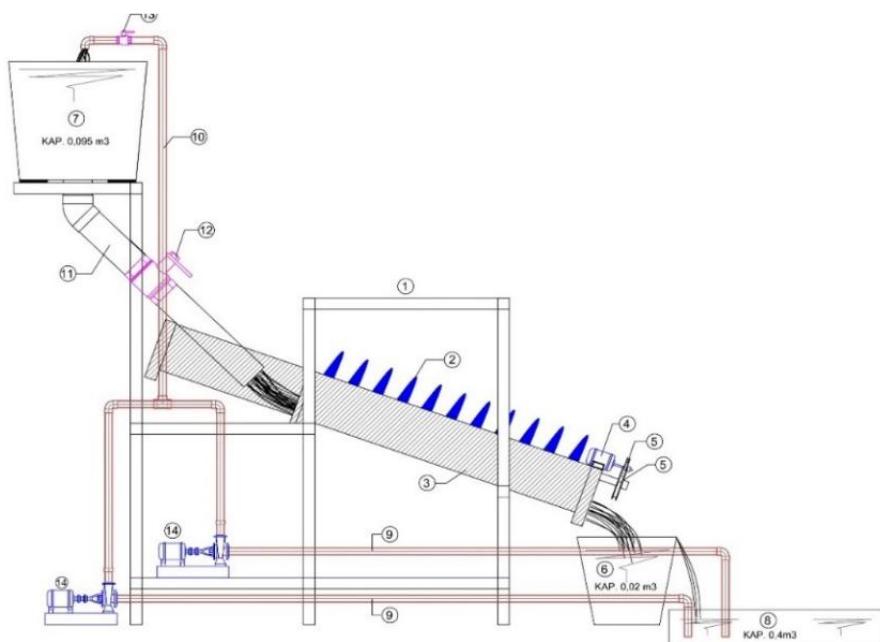
Menurut Kurniawan (2021), untuk mengetahui kinerja turbin ulir dilakukan variasi debit air dengan bukaan stop kran sebesar 1/4 (lebar 28 mm), 1/2 (lebar 57 mm), dan 3/4 (lebar 85 mm) dengan masing-masing debit air  $0,0004 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,0006 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ . Setelah dilakukan pengujian dan penghitungan data, diperoleh hasil maksimum putaran poros sebesar 432,3 rpm dengan daya output 0,78 watt pada debit  $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ . Torsi maksimum yang dihasilkan adalah 0,024 Nm pada debit  $0,0004 \text{ m}^3/\text{s}$  dan efisiensi maksimum sebesar 13,1% juga pada debit  $0,0004 \text{ m}^3/\text{s}$  [4].

Menurut Juniar Frendi Syahputra (2023), dilakukan penelitian untuk menghitung daya yang dihasilkan, menganalisis pengaruh putaran terhadap debit air, serta menghitung dan menganalisis efisiensi turbin. Debit air divariasikan sebesar  $0,05102 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,04016 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,03241 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $0,02403 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dari hasil penelitian diperoleh daya turbin tertinggi sebesar 23,02 watt dan daya generator tertinggi sebesar 58,99 watt pada putaran poros generator 1.066 rpm dengan debit air  $0,04016 \text{ m}^3/\text{s}$ . Efisiensi turbin sebesar 9,77% dan efisiensi sistem pembangkit sebesar 25,05%, serta torsi tertinggi yang dihasilkan mencapai  $0,63325248 \text{ Nm}$  [5].

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, peneliti ingin mengetahui secara lebih spesifik bagaimana variasi debit air dapat memengaruhi kinerja turbin *Archimedes screw*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini debit air akan diubah dengan mengatur bukaan pada katup dari bak penampungan air. Setelah pengujian dilakukan, berbagai parameter kinerja turbin akan dihitung dan dianalisis untuk menentukan debit air terbaik yang mampu menghasilkan kinerja turbin paling optimal.

## METODOLOGI

Variasi bukaan katup yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar  $25^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $55^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $85^\circ$ , dengan volume air pada bak penampung sebesar 20 liter. Dalam penelitian ini, variabel tetap yang digunakan meliputi jumlah sudu turbin sebanyak 9 buah, kemiringan turbin sebesar  $20^\circ$ , serta tinggi *head* sebesar 1,05 meter. Variabel terikat yang diukur dalam penelitian ini meliputi debit air, putaran turbin, dan daya keluaran turbin *Archimedes screw*. Berikut adalah skema alat dan prototipe turbin *Archimedes screw* yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 1. Skema Turbin *Archimedes Screw*

1	Rangka turbin	8	Bak penampung air kapasitas 400 liter
2	Turbin screw	9	Pipa inlet 1 inci
3	Rumah turbin screw	10	Pipa outlet 1 inci
4	Generator	11	Pipa outlet 4 inci
5	Pulley	12	Katup 4 inci
6	Bak penampung air kapasitas 20 liter	13	Katup 1 inci
7	Bak penampung air kapasitas 95 liter	14	Pompa air

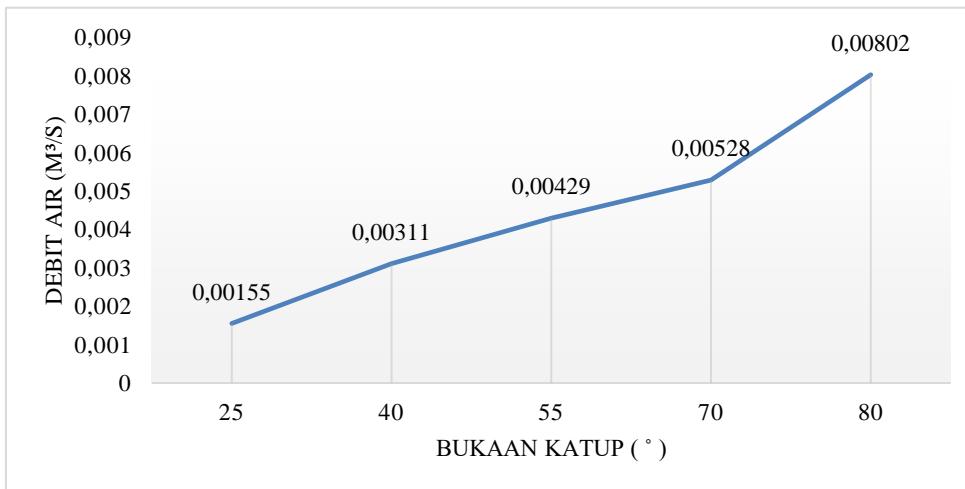
**Gambar 2.** Prototipe Turbin *Archimedes Screw*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Bukaan Katup terhadap Debit Air

**Tabel 1.** Pengaruh bukaan katup terhadap debit air

No	Bukaan Katup (°)	Debit Air (m³/s)
1	25	0,00115
2	40	0,00311
3	55	0,00429
4	70	0,00528
5	85	0,00802

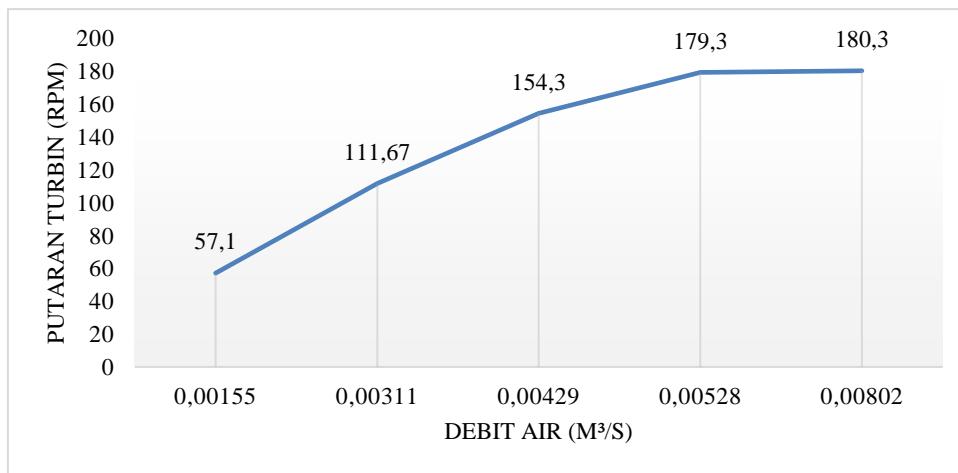
**Gambar 3.** Grafik pengaruh bukaan katup terhadap debit air

Berdasarkan Gambar 3, grafik menunjukkan bahwa semakin besar bukaan katup, maka semakin besar pula debit air yang dihasilkan. Pada bukaan 25°, debit air tercatat paling rendah yaitu sebesar 0,00115 m³/s, disebabkan oleh kecilnya bukaan yang membatasi aliran air keluar. Nilai debit kemudian meningkat pada bukaan 40° (0,00311 m³/s), 55° (0,00429 m³/s), 70° (0,00528 m³/s), dan mencapai nilai tertinggi pada bukaan 85° sebesar 0,00802 m³/s. Hal ini menunjukkan hubungan yang sebanding antara lebar bukaan katup dan debit air [6].

### Pengaruh Debit Air terhadap Putaran Turbin

**Tabel 2.** Pengaruh debit air terhadap putaran turbin *Archimedes screw*

No	Bukaan Katup (°)	Debit Air (m <sup>3</sup> /s)	Putaran Turbin (rpm)
1	25	0,00115	56,77
2	40	0,00311	111,67
3	55	0,00429	154,30
4	70	0,00528	179,30
5	85	0,00802	180,30



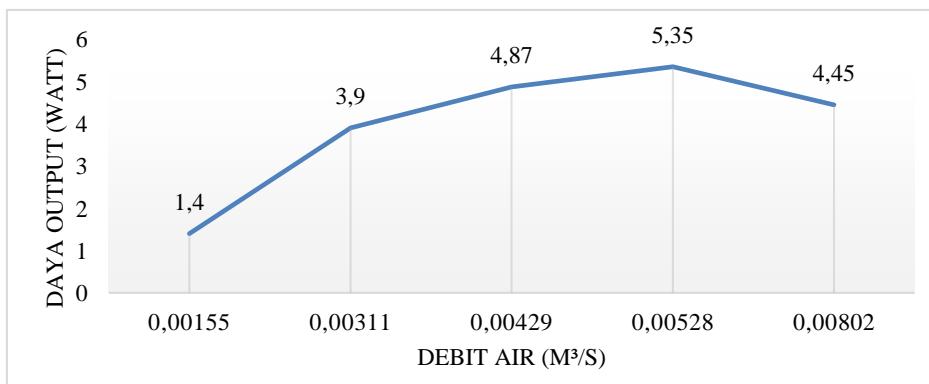
**Gambar 4.** Grafik pengaruh debit air terhadap putaran turbin

Dari Gambar 4 terlihat bahwa peningkatan debit air berbanding lurus dengan peningkatan putaran turbin. Pada debit air terendah 0,00115 m<sup>3</sup>/s, putaran turbin tercatat sebesar 56,77 rpm. Nilai ini meningkat seiring bertambahnya debit air hingga mencapai 180,30 rpm pada debit 0,00802 m<sup>3</sup>/s. Semakin besar debit air, semakin besar gaya dorong yang diterima oleh bilah turbin, sehingga menyebabkan peningkatan putaran [4].

### Pengaruh Debit Air terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Output

**Tabel 3.** Pengaruh debit air terhadap tegangan, arus, dan daya output turbin *Archimedes screw*

No	Bukaan Katup (°)	Debit Air (m <sup>3</sup> /s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Output (W)
1	25	0,00115	4,34	0,32	1,40
2	40	0,00311	6,62	0,59	3,90
3	55	0,00429	7,62	0,64	4,87
4	70	0,00528	8,50	0,63	5,35
5	85	0,00802	8,56	0,52	4,45



**Gambar 5.** Grafik pengaruh debit air terhadap daya output

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar debit air yang masuk ke turbin, maka daya listrik yang dihasilkan oleh generator juga cenderung meningkat. Daya output tertinggi diperoleh pada debit 0,00528 m<sup>3</sup>/s yaitu sebesar 5,35 watt. Namun, pada debit tertinggi (0,00802 m<sup>3</sup>/s), daya output justru menurun menjadi 4,45 watt. Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan gesekan antara air dan komponen turbin pada debit air yang sangat tinggi. Gesekan ini mengakibatkan sebagian energi air hilang sebelum diubah menjadi energi listrik [1].

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan analisis perhitungan pada turbin *Archimedes screw*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Semakin besar bukaan katup ( $25^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $55^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $85^\circ$ ), semakin besar pula debit air yang dihasilkan. Nilai debit air tertinggi tercatat pada bukaan katup  $85^\circ$ , yaitu sebesar  $0,00802 \text{ m}^3/\text{s}$ .
2. Semakin besar bukaan katup, semakin besar pula putaran turbin yang dihasilkan. Putaran maksimum sebesar  $180,3 \text{ rpm}$  terjadi pada bukaan katup  $85^\circ$ , dengan debit air sebesar  $0,00802 \text{ m}^3/\text{s}$ .
3. Daya keluaran juga meningkat seiring dengan bertambahnya bukaan katup, kecuali pada bukaan  $85^\circ$  yang menunjukkan penurunan. Nilai daya keluaran tertinggi sebesar  $5,35 \text{ watt}$  diperoleh pada bukaan katup  $70^\circ$ , dengan debit air sebesar  $0,00528 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Wahyudi, D. H. T. Prasetyo, M. F. Noor, and Mustakim, “Unjuk Kerja Turbine Archimedes Screw pada PLTMH dengan Variasi Debit Air dan Kemiringan Poros,” *J. Flywheel*, vol. 13, no. 2, pp. 28–34, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel/article/view/5643>
- [2] I. G. W. Putra, A. I. Weking, and L. Jasa, “Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, pp. 385–392, Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.24843/MIT.E.2018.v17i03.P13>.
- [3] D. J. Lumbanraja, “Perancangan Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Skala Laboratorium Daya 50 W,” Universitas Medan Area, Medan, 2022.
- [4] Y. P. Kurniawan, “Analisa Variasi Debit Air terhadap Kinerja Turbin Ulir (Turbin Archimedes Screw),” Universitas Jember, 2021.
- [5] J. F. Syahputra, “Analisis Unjuk Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Debit Air Maksimal,” Universitas Medan Area, Medan, 2023. [Online]. Available: <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/22217>
- [6] M. Fadly, M. Nasution, and M. R. Harahap, “Pengaruh Variasi Katup terhadap Daya Turbin Pelton pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro,” *Pist. (Jurnal Ilm. Tek. Mesin Fak. Tek. UISU)*, vol. 6, no. 2, pp. 127–131, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/piston/article/view/7751>