

ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU TURBIN PENGGERAK MIKRO HIDRO TERHADAP DAYA YANG DIHASILKAN DARI GENERATOR

Wahrul Andrian Maulana¹, Ihat Solihat²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : andrianredmi52@gmail.com¹

Masuk : 26 Januari 2024

Direvisi : 18 Februari 2024

Disetujui : 8 April 2024

Abstrak: Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah salah satu pilihan untuk penyediaan listrik ke desa-desa terutama yang tidak terhubung dengan jaringan PLN. Pada dasarnya mikrohidro memanfaatkan potensial terjun. Semakin tinggi air terjun maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk menganalisa pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin *archimedes screw* sehingga dihasilkan daya output generator tertinggi dan nilai efisiensi maksimum. Metode yang digunakan dengan langsung mendisain dan mengukur langsung daya output dan efisiensi yang dihasilkan. Dengan memvariasikan sudu turbin 7, 9, dan 11 menghasilkan daya output 3,612Watt, 2,373Watt, dan 1,298Watt. Dari hasil penelitian ini diperoleh efisiensi maksimum sebesar 16,8% pada jumlah sudu turbin 7 sedangkan yang paling rendah pada jumlah sudu 11 yaitu 6,43%.

Kata kunci: PLTMH, Turbin, Archimedes Screw, Daya Output, efisiensi

Abstract: Microhydro Power Plants (PLTMH) are one of the options for providing electricity to villages, especially those not connected to the PLN grid. Essentially, microhydro utilizes the potential of waterfalls. The higher the waterfall, the greater the potential energy of the water that can be converted into electrical energy. The aim of this research is to analyze the effect of the number of blades on the performance of the Archimedes screw turbine to achieve the highest generator output power and maximum efficiency. The method used involves designing and directly measuring the output power and efficiency produced. By varying the turbine blades to 7, 9, and 11, the output power obtained was 3.612 watts, 2.373 watts, and 1.298 watts, respectively. The results of this study show that the maximum efficiency of 16.8% was achieved with 7 turbine blades, while the lowest efficiency of 6.43% was obtained with 11 turbine blades.

Keywords: Microhydro Power Plant, Turbine, Archimedes screw, Output power, Efficiency

PENDAHULUAN

Dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan serta pertumbuhan ekonomi di perkampungan, energi listrik mempunyai peranan yang sangat vital. Kebutuhan energi masyarakat pedesaan terpelosok berguna untuk memasak, penerangan, serta lainnya. Umumnya berasal dari energi yang tidak bisa diperbarui (seperti minyak) [1]. Sehingga air sifatnya penting untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Karena hampir semua wilayah Indonesia mempunyai sumber air yang begitu melimpah. Dengan ini Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah salah satu pilihan untuk penyediaan listrik ke desa-desa terutama yang tidak terhubung dengan jaringan PLN. Pada dasarnya mikrohidro memanfaatkan potensi air terjun semakin besar jatuhannya air terjun semakin besar energi potensial air yang bisa dirubah ke energi listrik [2].

Ada beberapa jenis turbin yang digunakan di pembangkit listrik tenaga mikro hidro, disini yang digunakan ialah turbin screw. Turbin *Archimedes screw* atau nama lain disebut sebagai turbin ulir ialah teknologi yang sudah muncul dan digunakan di zaman kuno sebagai pompa, bentuknya meliputi satu atau beberapa bilah heliks di poros dan digunakan sebagai bucket yang dapat membawa air keatas. Hingga berjalan dengan waktu manfaat dari sumber potensi energi air dengan head rendah, sehingga turbin Archimedes ditetapkan sebagai turbin air[3].

PLTMH memanfaatkan energi air yang dihasilkan dari air terjun, sungai, atau bendungan untuk turbin agar bergerak yang kemudian mendapatkan energi listrik [4]. Dan disemua wilayah Indonesia melimpahkannya hal tersebut. Dengan itu, upaya untuk memanfaatkan air sebagai solusi/alternatif sumber energi terbarukan. Karena air dapat menyumbang energi yang sangat baik apabila dimanfaatkan dengan semestinya. Penelitian terdahulu tentang turbin *Archimedes screw* turbin yang dipakai mempunyai panjang 100 cm [5]. Dalam PLTMH ini jenis turbin yang digunakan adalah *Archimedes screw*, Beberapa penelitian telah menyelidiki berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja dari turbin archimedes antara lain; kemiringan poros, jenis saluran, debit aliran, dan variasi sudut blade. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kemiringan poros turbin optimal yaitu 35° , dengan sudut blade 28° , dengan panjang turbin 120cm [6]. Disinibentuk turbin yang dipakai lebih panjang dari penelitian terdahulu dengan panjang 124 cm, Dengan ukuran ini fluida yang mengalir di lintasan turbin bisa tahan lama putaranya untuk mengoperasikan turbin, yang bisa menaikan efisiensi turbin. Turbin ulir *Archimedes* ini masih begitu jarang dipakai. Untuk menciptakan data Spesifikasi yang relevan pada turbin *Archimedes screw* ini susah diperoleh, sehingga perlu dibuat Pemodelan PLTMH memakai Turbin *Archimedes screw* ini, biar bisa dikerjakan pengujian yang berdekatan dengan parameter-parameter yang berpengaruh pada kinerja turbin *Archimedes screw* yaitu pengaruh jumlah sudu [5].

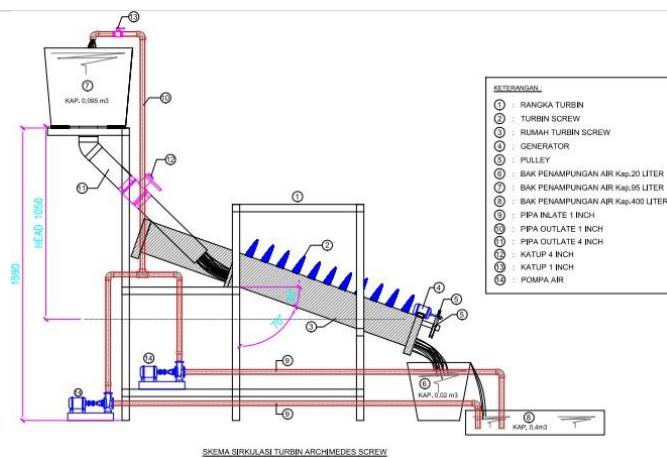
Pada penelitian ini akan dibahas dimana pengaruh jumlah sudu di efisiensi turbin *Archimedes screw*. Pengaruh sudu di turbin *Archimedes screw* divariasiakan di sistem Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro (PLTMH) memakai jumlah 7 sudu, 9 sudu dan 11 sudu dengan panjang turbin 124 cm. Penelitian ini akan fokus terhadap arus (Ampere), tegangan (Volt), daya (Watt) yang didapat oleh generator.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Bumi Jati Elok Jalan Raya Legok Parung Panjang, KM.2, Malang Nengah, Kec. Pagedangan, Kabupaten Tangerang, Banten 15330.

2.1 Skema Alat:

Pengujian ini menggunakan pemodelan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro). Gambar PLTMH bisa diliat pada gambar dibawah:



2.2 Alat dan Teknik Pengambilan Data

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Tachometer

Tachometer atau yang biasa kita sebut merupakan petalatan pengujian yang bertujuan menghitung kecepatan rotasi dari sebuah objek khususnya jumlah putaran yang dihasilkan oleh sebuah poros turbin dalam satu satuan waktu.



Gambar 1. Tachometer

b. Multi Tester

Multimeter adalah alat ukur yang memiliki fungsi untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Lalu berjalan dengan perkembangannya bisa digunakan untuk beberapa fungsi seperti mengukur temperatur, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Gambar multi tester bisa diliat pada gambar



Gambar 2. Multitester

c. Dinamo generator

Dinamo/Generator adalah sebuah perangkat yang dapat menghasilkan energi listrik. Untuk menghasilkan energi listrik dari putaran turbin perangkat turbin harus menggunakan generator. Prinsip kerja generator adalah mengubah energi mekanis menjadi energi listrik.



Gambar 3. Dinamo Generator

d. Penggaris

Penggaris adalah salah satu jenis alat ukur untuk mengetahui dimensi panjang sebuah benda.

e. Busur

Busur dalam matematika adalah kurva lengkung yang berimpit dengan lingkaran, selain itu bisa juga sebagai alat ukur dan membentuk sudut.

2.3 Metode Pengujian

1. Bak penampungan air bawah diisi hingga penuh lalu nyalakan pompa jenis SHIMIZU SEMI JET Model JET-108 BIT agar mendorong air ke penampungan atas yang mengalir melalui pipa hingga bak penampungan atas terisi air sebanyak 95L.
2. Katup bukaan yang dipakai 30 derajat.
3. Pengukuran terhadap kecepatan aliran air dan ketinggian jatuhnya air.
4. Sudu turbin 7 dipasang pada Prototype (PLTMH).
5. Pengujian alat dan mengukur daya (output) kuat arus (I) dan tegangan (V) pada dinamo/ generator
6. Sudu turbin 7 yang sudah dipasang dan di uji ditukar sama sudu turbin yang berjumlah 9.
7. Alat dioperasikan seperti yang pertama sama pada poin nomor 5
8. Sudu turbin 9 yang sudah dilakukan penelitian diganti sama sudu turbin yang 11.
9. Diuji ulang alat sama seperti yang pertama dan kedua dimana pengukuran sama seperti point no 5
10. Analisa data hasil uji dan membuat kesimpulan dari hasil uji tersebut yang sudah ditulis di logbook.
11. Laporan hasil analisis dan hasil uji debit, daya dihrolis, daya output, torsi dan efisiensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Alat

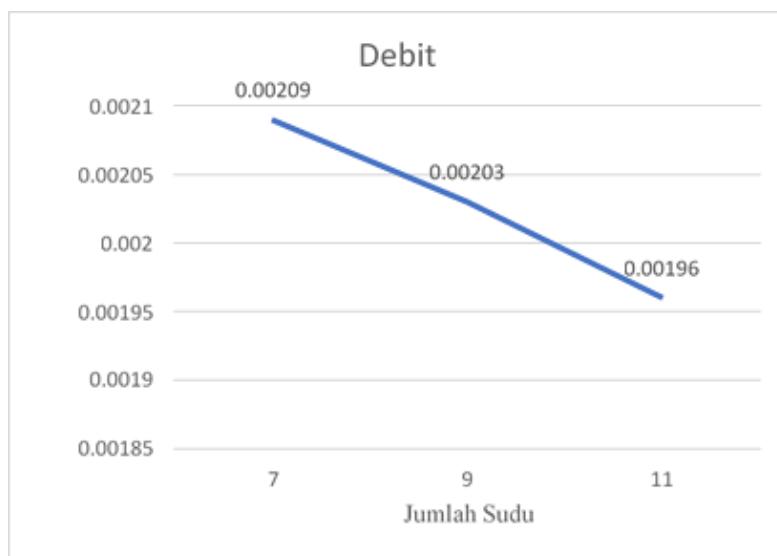
Dari hasil uji turbin didapat dari penggunaan alat ukur multimeter agar didapat tegangan dan kuat arus yang diperoleh rpm generator, untuk mendapatkan debit aliran digunakan rumus $Q=v/t$, dan untuk putaran turbin menggunakan tachometer.

Hasil pengukuran parameter-parameter pada turbin dengan bentuk jumlah sudu turbin terhadap daya keluaran/output yang didapat generator, dapat dilihat ditabel dibawah:

Tabel 1. Data pengukuran.

Jumlah sudu	Debit air (m ³ /s)	Tegangan (Volt)	Putaran turbin (Rpm)	Arus listrik (Amp)
7	0,00209	6,69	88,20	0,54
9	0,00203	5,16	82,10	0,46
11	0,00196	4,19	49,50	0,31

1. Jumlah Sudu Terhadap debit



Gambar 4. Jumlah Sudu Terhadap Debit

Makin banyak jumlah sudu makin lama air untuk memenuhi bak penampungan. Karena makin banyak jumlah sudu makin lama air berputar pada lintasan.

2. Jumlah Sudu Terhadap Daya Hidrolis

Sesuai analisis data hasil pengujian yang dilakukan dihubungkan dengan daya hidrolis

1. Perhitungan ke-1 dengan jumlah sudu 7

$$Pin = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,00209 \cdot 1,05$$

$$= 21,50 \text{ watt}$$

2. Perhitungan ke-2 dengan jumlah sudu 9

$$Pin = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,00203 \cdot 1,05$$

$$= 20,88 \text{ watt}$$

3. Perhitungan ke-2 dengan jumlah sudu 11

$$Pin = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,00196 \cdot 1,05$$

$$= 20,16 \text{ watt}$$

3. Perhitungan Daya Output

1. Perhitungan ke-1 dengan sudu 7

$$Pout = V \cdot I$$

$$= 6,69 \cdot 0,54$$

$$= 3,612 \text{ watt}$$

2. Perhitungan ke-2 dengan sudu 9

$$Pout = V \cdot I$$

$$= 5,16 \cdot 0,46$$

$$= 2,373 \text{ watt}$$

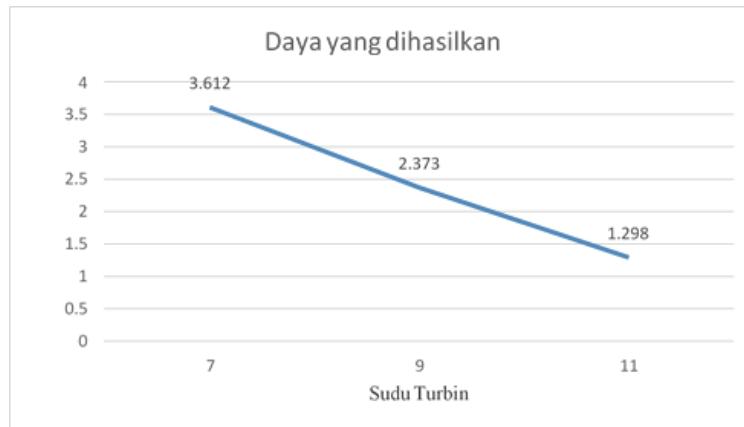
3. Perhitungan ke-3 dengan sudu 11

$$Pout = V \cdot I$$

$$= 4,19 \cdot 0,31$$

$$= 1,298 \text{ watt}$$

Hasil perhitungan diatas, kemudian dibuat grafik



Grafik 5. Jumlah Sudu Terhadap Daya Output

Dari grafik diatas terlihat bahwa jumlah sudu turbin sangat berpengaruh terhadap daya output yang diperoleh turbin. Itu dikarenakan tekanan terjadi diberikan sebuah gaya dan massa. Besarnya kenaikan fluida berbanding lurus dengan besar gaya dan massa fluida yang menabrak sisi blade semakin besar juga, karena itu dengan jumlah sudu turbin 7 tekanan fluida yang di alirkan akan semakin besar sehingga mempengaruhi daya output yang dihasilkan lebih besar. Dan makin besar debit air yang dialirkan makin besar juga daya yang diperoleh oleh PLTMH [7].

4. Perhitungan Torsi

1. Perhitungan ke-1 dengan sudu 7

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{N}{60}}$$

$$T = \frac{3,612}{2,3,14 \frac{88,20}{60}}$$

$$T = 0,391 \text{ Nm}$$

2. Perhitungan ke-2 dengan sudu 9

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{N}{60}}$$

$$T = \frac{2,373}{2,3,14 \frac{82,10}{60}}$$

$$= 0,276 \text{ Nm}$$

3. Perhitungan ke-3 dengan sudu 11

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{N}{60}}$$

$$T = \frac{1,298}{2.314 \frac{49,50}{60}}$$

$$= 0,250 \text{ Nm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas semakin bertambah sudu semakin berkurang torsi yang dihasilkan karena volume bucket berkurang. Torsi ialah besaran yang besarnya gaya yang beroperasi di sebuah benda lalu membuat benda berputar. Torsi diakibatkan oleh gaya yang terjadi akibat adanya massa dan percepatan fluida yang juga dipengaruhi oleh jarak antar ulir pada turbin (Jasron et al., 2024). Ini dibuktikan pada turbin dengan sudut kemiringan poros 20° serta dengan debit aliran 0,00209 m3/s yang dihasilkan paling tinggi dilihat pada jumlah sudu turbin 7 yaitu memiliki nilai tertinggi mencapai 0,391 Nm. Sedangkan hasil terendahnya dapat dilihat pada jumlah sudu turbin 11 dengan nilai 0,250 Nm.

5. Perhitungan Torsi

Untuk mengetahui nilai efisiensi pada turbin dengan daya turbin dan daya air yang telah diketahui

Tabel 2. Data Efisiensi

Sudu	Pin (Watt)	Pout (Watt)
7	21,50	3,612
9	20,88	2,373
11	20,16	1,298

Berdasarkan Tabel diatas, maka untuk mengetahui efisiensi turbin dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

1. Perhitungan ke-1 dengan sudu 7

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{3,612}{21,50} \times 100\%$$

$$= 16,8 \%$$

2. Perhitungan ke-2 dengan sudu 9

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{2,373}{20,88} \times 100\%$$

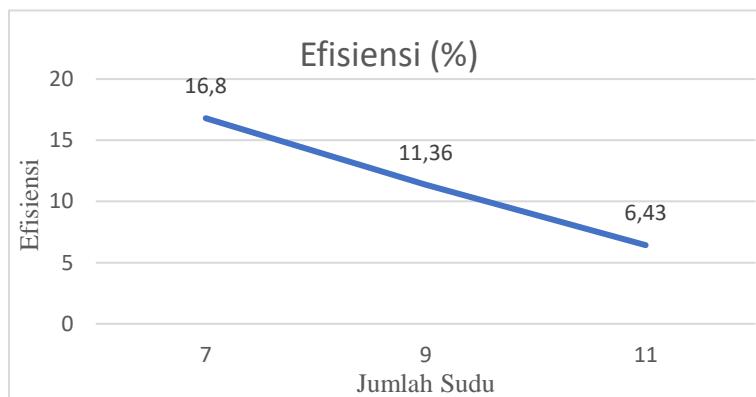
$$= 11,36 \%$$

3. Perhitungan ke-3 dengan sudu 11

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{1,298}{20,16} \times 100\%$$

$$= 6,43 \%$$



Grafik 6. Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi

Berdasarkan Dari grafik diatas variasi jumlah sudu turbin 7 mendapatkan efisiensi 16,8%, pada jumlah sudu 9 mendapatkan efisiensi 11,36% dan untuk jumlah sudu 11 mendapatkan efisiensi 6,43%. Dari penjelasan tersebut variasi jumlah sudu 7 mendapatkan efisiensi terbesar dibandingkan dengan variasi jumlah sudu 9 dan 11. Pada bagian sebelumnya sudah dibahas tentang pengaruh jumlah sudu turbin terhadap debit, daya hidrolis, daya output dan juga torsi dimana terlihat perubahan yang sangat signifikan. Parameter tersebut merupakan bagian utama dalam menentukan efisiensi turbin yang dimana makin sedikit jumlah sudu maka akan makin meninggikan efisiensi turbin

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah sudu turbin air jenis *Archimedes*, maka dapat disimpulkan yaitu. Hasil pengujian pada jumlah sudu 7 daya yang dihasilkan/output paling besar hasilnya dikomparasikan dengan jumlah sudu 9 dan 11, dimana daya hidrolis yang dihasilkan 21,50 watt, daya output 3,612 watt dan torsi yang dihasilkan sebesar 0,391 Nm. Di pengujian ini efisiensi terbesar ialah pada jumlah sudu 7 dibandingkan dengan jumlah sudu 9 dan 11 yaitu sebesar 16,8%, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada jumlah sudu 11 yaitu sebesar 6,43 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Dimyati, "Studi kelayakan potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro di desa setren kecamatan slogoimo kabupaten wonogiri," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 1–10, 2015.
- [2] M. Tebai, F. Hunaini, and M. Mukhsim, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Portable

Menggunakan Metode Archimedes Screw Pada Daerah Pedalaman Papua,” *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 01, pp. 29–39, 2022.

[3] 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, p. 385, 2018.

[4] S. Al-Amin, “Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool Terhadap Daya Yang Dihasilkan.” 2020.

[5] A. Nurdin and D. A. Himawanto, “Kajian teoritis uji kerja turbin archimedes screw pada head rendah,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 783–796, 2018.

[6] J. U. Jasron, W. M. A. Silla, and G. Gusnawati, “Pengaruh Jarak Antar Ulir Terhadap Daya Output Pada Turbin Archimedes Screw,” *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 154–159, 2024, doi: 10.33504/jitt.v2i1.219.

[7] Ihat Solihat, “Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh),” *Inov. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 7–14, 2020, [Online]. Available: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/3511089>