

Studi Karakteristik Hubungan Tegangan Output Dan Putaran Turbin Terhadap Sudut Kemiringan Turbin Archimedes

Akbar Naro Parawangsa*¹, Fatmawati Azis¹, Andi Aswin Salam²

¹Politeknik Bosowa

Jl. Kapasa Raya No. 23 Makassar

²Andi Aswin Salam

Politeknik Bosowa

*Email: akbarnaro@politeknikbosowa.ac.id, fatmawati.azis@politeknikbosowa.ac.id

Abstrak

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer masyarakat. Semua aspek kegiatan manusia umumnya telah menggunakan energi listrik, berupa penggerak peralatan baik industri maupun rumah tangga, pendukung sarana hiburan, pengembangan teknologi komunikasi dan informasi, bahkan telah menyentuh ranah transportasi. *Hydropower* merupakan salah satu energi baru terbarukan yang memanfaatkan pergerakan air sebagai tenaga penggerak. Hal-hal tersebutlah yang memotifasi penelitian ini fokus terhadap energi hydro sebagai energi terbarukan yang akan dikaji. Teknologi yang dikembangkan pada kajian energi terbarukan kali ini fokus terhadap turbin ulir archimedes.

Rancangan alat memperlihatkan panjang poros turbin luar dan dalam masing-masing 200 cm dan 260 cm dengan diameter poros berturut-turut 33 cm dan 8,9 cm. *Pitch* setiap sudu turbin 160 cm dengan kemiringan *pitch* 40°. Penelitian ini mengukur tegangan output serta RPM yang terukur pada turbin ulir archimedes dengan kemiringan poros turbin 5°, 10°, 15°, 20° dan 25°.

Nilai minimum *Vout* adalah 7.5 volt pada sudut kemiringan pada pengambilan data 1, dan *Vout* maksimum 8.8 volt pada sudut kemiringan 15° di pengambilan data kedua. Perbandingan dari ketiga sampel data yang diambil nilai minimum *Vout* berada pada sudut kemiringan 25° dan tertinggi berada pada sudut 15°. Hubungan RPM turbin ulir dengan sudut kemiringan turbin yang membentuk kurva parabola. Karakteristik grafiknya di kemiringan 5° hingga 15° mengalami *trend* naik kemudian mengalami *trend* turun dari kemiringan 20° hingga 25°.

Kata Kunci: Energi listrik; *Hydropower*; turbin; archimedes

Abstract

Electrical energy is one of the primary needs of society. All aspects of human activities generally use electrical energy, in the form of driving equipment both industrial and household, supporting entertainment facilities, developing communication and information technology, and even touching on the transportation sector. Hydropower is one of the new renewable energies that utilizes the movement of water as its driving force. These things motivate this study to focus on hydro energy as a renewable energy that will be studied. The technology developed in this renewable energy study focuses on the Archimedes screw turbine.

The design of the tool shows the length of the outer and inner turbine shafts of 200 cm and 260 cm respectively with shaft diameters of 33 cm and 8.9 cm respectively. The pitch of each turbine blade is 160 cm with a pitch slope of 40°. This study measures the output voltage and RPM measured on the Archimedes screw turbine with a turbine shaft slope of 5°, 10°, 15°, 20° and 25°.

The minimum Vout value is 7.5 volts at a slope of 25° in data collection 1, and the maximum Vout is 8.8 volts at a slope of 15° in the second data collection. A comparison of the three data samples taken, the minimum Vout value is at a slope of 25° and the highest is at a slope of 15°. The relationship between the RPM of the screw turbine and the angle of the turbine that forms a parabolic curve. The characteristics of the graph at a slope of 5° to 15° experience an upward trend then experience a downward trend from a slope of 20° to 25°.

Key Words: Electrical energy; *Hydropower*; turbine; archimedes

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer masyarakat. Semua aspek kegiatan manusia umumnya telah menggunakan energi listrik, berupa penggerak peralatan baik industri maupun rumah tangga, pendukung sarana hiburan, pengembangan teknologi komunikasi dan informasi, bahkan telah menyentuh ranah transportasi [1].

Pemanfaatan energi oleh masyarakat khususnya di Indonesia, didominasi oleh energi yang berasal dari fosil diantaranya berbahan bakar minyak, energi gas, dan Batubara [2]. Peta potensi energi terbarukan yang cukup memadai masih perlu dimaksimalkan pemanfaatannya secara optimal [3].

Hydropower merupakan salah satu energi baru terbarukan yang memanfaatkan pergerakan air sebagai tenaga penggerak [4]. Salah satu cara memanfaatkan energi hidro yakni dengan memanfaatkan head dan jumlah debit air yang mengalir. Pemanfaatan secara optimal, *energi hidro* harus memiliki sistem penggerak yang mampu mengonversi energi potensial air menjadi energi mekanik, yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik [4]–[9].

Fenomena aliran fluida pada sudu turbin dikaitkan dengan efek bilangan Froude terhadap efisiensi turbin yang telah dikaji pada penelitian [5].

Hal-hal tersebutlah yang memotivasi penelitian ini fokus terhadap energi hydro sebagai energi terbarukan yang akan dikaji. Teknologi yang dikembangkan pada kajian energi terbarukan kali ini fokus terhadap turbin ulir archimedes [6].

Awal mula penggunaan turbin ulir archimedes adalah sebagai pompa, dimana konstruksinya terdiri dari satu atau lebih sudu turbin yang berbentuk heliks. Sudu turbin tersebut terpasang pada poros dan berfungsi *bucket* bergerak [10].

Terdapat berbagai macam manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan turbin ulir ini. Beberapa diantaranya adalah menjadi referensi atau acuan bagi pengembangan pembangkit

listrik *hydropower* berskala kecil maupun berskala besar yang ramah lingkungan, yang menjamin ketersediaan listrik bagi lokasi yang sulit namun berpotensi dalam menghasilkan energi *hydropower*, sehingga masyarakat sekitar dapat menikmati energi listrik ramah lingkungan dan berpotensi meningkatkan kondisi ekonomi masyarakat. Penelitian menyatakan bahwa pengukuran yang dilakukan pada pemodelan pembangkit listrik tenaga hidro ini meliputi debit air, putaran turbin, putaran generator, tegangan, arus, torsi serta daya output generator dan efisiensi [6].

Penelitian yang fokus terhadap rancang bangun [11] dan studi eksperimental turbin archimedes [6] membahas pengaruh jarak *pitch* dan kemiringan poros terhadap kinerja kinerja mekanik model turbin ulir 2 (dua) *blade* pada aliran head rendah. Hasil rancangan model turbinnya berfungsi cukup baik dengan menggunakan debit aliran konstan yang dilakukan pada laboratorium.

Energi *Hydro power* yang diperoleh dari air yang mengalir secara horizontal disebut energi kinetik. Energi kinetik adalah energi yang berasal dari suatu benda yang bergerak dengan kecepatan tertentu. Sedangkan energi mekanik nilainya dapat diketahui dengan menjumlahkan energi potensial dan energi kinetik, yang dapat dilihat pada persamaan (1) [12].

$$E_m = E_p + E_k \quad \dots\dots\dots (1)$$

Di mana:

E_m = Energi mekanik

E_p = Energi potensial

E_k = Energi kinetik

Kapasitas hydro power terbagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu large hydro dengan kapasitas daya aktif >100 MW. Selanjutnya medium hydro dengan kapasitas 15-100 MW, selanjutnya skala kecil *Small-hydro* dengan daya antara 1 - 15 MW, *Mini-hydro* dengan daya > 100 kW namun kurang dari 1 MW. Terdapat beberapa jenis kapasitas *hydropower* yang lebih

kecil dari *Mini-Hydro*, yakni *micro-hydro* dan *pico-hydro*[8]. Adapun klasifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kapasitas PLTA

Jenis	Kapasitas	Sumber air
PLTA	>10 MW	Waduk/sungai
PLTMini hydro	1-10 MW	Sungai
PLTMikro hydro	100kW-1 MW	Sungai/Saluran irigasi
PLT Piko hydro	<100kW	Sungai/Saluran irigasi

Potensi besar daya hidrolis yang dihasilkan oleh hydro power secara umum dapat dihitung dengan formula matematis yang dijabarkan pada persamaan (2) [13].

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

P = Daya nyata (kW)

ρ = Massa jenis air (1000 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi bumi (9,8 m/s²)

Q = Besarnya debit air (m³/s)

h = Besarnya tinggi terjun air (m)

Perhitungan debit air (Q) secara umum, dapat dilihat pada persamaan (3), dimana Q dapat diketahui dengan mengalikan luas penampang basah (A) dengan laju aliran air (v) [13]

$$Q = Av \dots\dots\dots(3)$$

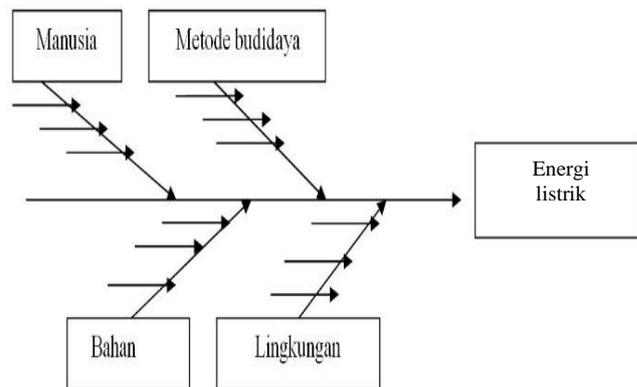
2. Metode

Langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian kali ini adalah dengan melakukan survei lokasi ke daerah-daerah yang dianggap berpotensi untuk dilakukan penelitian terapan produk multidisiplin, yakni penerapan pembangkit listrik tenaga air mini model turbin ulir. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan adalah kelayakan sumber energi air yakni jumlah debit air yang cukup memadai untuk dilakukan penerapan turbin ulir. Adapun tahapan-tahapan pelaksanaan penerapan pembangkit listrik tenaga air mini model turbin ulir, adalah pada Gambar 1.

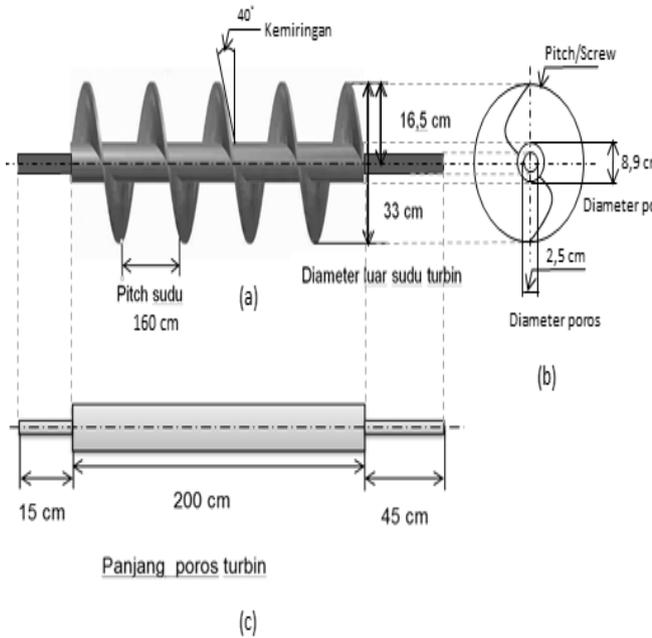
Dimana diagram alirnya terdiri dari **Manusia** maksudnya adalah sumber daya manusia yang terlibat dalam proses penelitian. **Metode** adalah teknik atau proses kerja yang tugasnya cukup jelas, sehingga setiap orang dapat melaksanakan tugasnya secara efektif. **Kualitas Alat** merupakan hal yang digunakan untuk mencapai hasil akhir dari penelitian yakni menghasilkan energi listrik alternatif. **lingkungan** adalah daerah penerapan penelitian turbin ulir, yang juga berhubungan langsung dengan hasil akhir dari sasaran penelitian yang sangat mempengaruhi proses penelitian. Faktor inilah yang menentukan kualitas dari hasil penelitian yang akan dijadikan bahan pertimbangan bagi pengembangan selanjutnya.

Turbin *Archimedes Screw* memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan jenis turbin lain , yaitu:

- 1) Dapat dioperasikan pada *head* sangat rendah, bahkan hingga mencapai 1 meter.
- 2) Dapat dioperasikan tanpa saringan dan tidak mengganggu ekosistem sungai.
- 3) Turbin cenderung lebih tahan lama terutama jika dioperasikan pada putaran rendah.
- 4) Pengoperasian mudah dan murah dalam perawatan.
- 5) Efisiensi dan keandalan yang baik
- 6) Bekerja pada rentang variasi debit yang besar.



Gambar 1. diagram alir penelitian



Gambar 2. Rancangan alat

Rancangan alat pada Gambar 2. memperlihatkan panjang poros turbin luar dan dalam masing-masing 200 cm dan 260 cm dengan diameter poros berturut-turut 33 cm dan 8,9 cm. *Pitch* setiap sudu turbin 160 cm dengan kemiringan pitch 40°. Penelitian ini mengukur tegangan output serta RPM yang terukur pada turbin ulir archimedes dengan kemiringan poros turbin 5°, 10°, 15°, 20° dan 25°.

Hasil

Hasil penelitian dapat dilihat berturut-turut pada Tabel 2, 3, 4, dengan 3 kali pengambilan data. Tabel 2 adalah data yang diambil pertama, dan seterusnya diikuti oleh Tabel 3 dan Tabel 4. Karakteristik V_{out} dan RPM terhadap sudut kemiringan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 2. Data V_{out1} dan RPM_{out1}

Kemiringan (°)	V_{out}	RPM_{out1}
5°	8.2	153
10°	8.4	243
15°	8.6	250
20°	8	126
25°	7.5	95

Tabel 3. Data V_{out2} dan RPM_{out2}

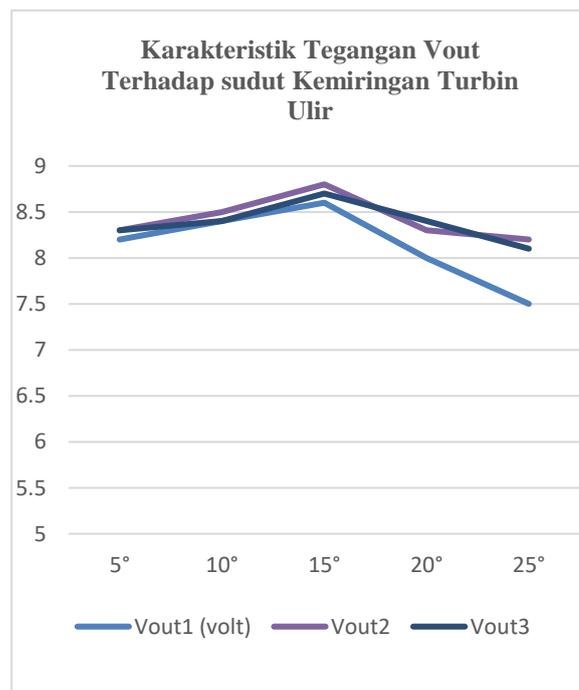
Kemiringan (°)	V_{out2}	RPM_{out2}
5°	8.3	167
10°	8.5	250
15°	8.8	270
20°	8.3	170
25°	8.2	163

Tabel 4. Data V_{out3} dan RPM_{out3}

Kemiringan (°)	V_{out}	RPM
5°	8.3	183
10°	8.4	247
15°	8.7	260
20°	8.4	195
25°	8.1	150

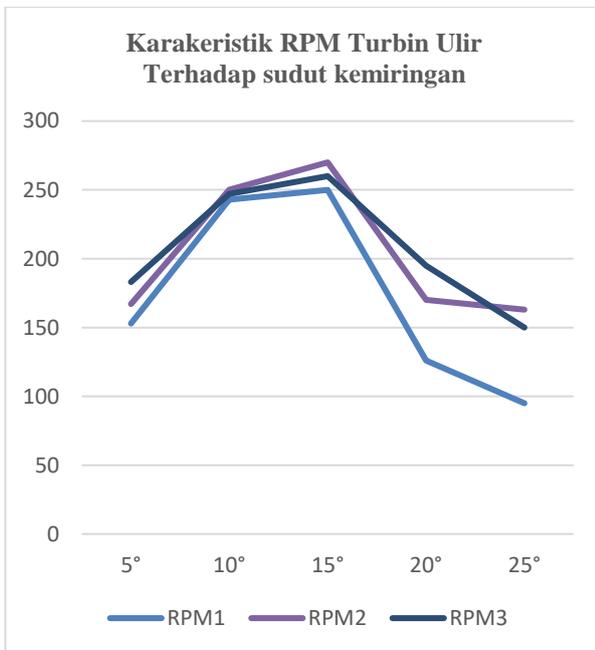
Pembahasan

Gambar 3 memperlihatkan karakteristik V_{out} terhadap sudut kemiringan 5°, 10°, 15°, 20°, 25°. Nilai minimum V_{out} adalah 7.5 volt pada susut kemiringan 25° pada pengambilan data 1, dan V_{out} maksimum 8.8 volt pada sudut kemiringan 15° di pengambilan data kedua. Perbandingan dari ketiga sampel data yang diambil nilai minimum V_{out} berada pada susut kemiringan 25° dan tertinggi berada pada susut 15°.



Gambar 3. Karakteristik tegangan V_{out} dan sudut kemiringan turbin

Gambar 4 memperlihatkan hubungan RPM turbin ulir dengan sudut kemiringan turbin yang membentuk kurva parabola. Karakteristik grafiknya di kemiringan 5° hingga 15° mengalami *trend* naik kemudian mengalami *trend* turun dari kemiringan 20° hingga 25° .



Gambar 4. Karakteristik tegangan RPM dan sudut kemiringan turbin

Kesimpulan dan Saran

Rancangan alat pada Gambar 2. memperlihatkan panjang poros turbin luar dan dalam masing-masing 200 cm dan 260 cm dengan diameter poros berturut-turut 33 cm dan 8,9 cm. *Pitch* setiap sudu turbin 160 cm dengan kemiringan *pitch* 40° . Penelitian ini mengukur tegangan output serta RPM yang terukur pada turbin ulir archimedes dengan kemiringan poros turbin 5° , 10° , 15° , 20° dan 25° .

Nilai minimum V_{out} adalah 7.5 volt pada sudut kemiringan 25° pada pengambilan data 1, dan V_{out} maksimum 8.8 volt pada sudut kemiringan 15° di pengamilan data kedua. Perbandingan dari ketiga sampel data yang diambil nilai minimum V_{out} berada pada sudut kemiringan 25° dan tertinggi berada pada sudut 15° .

Hubungan RPM turbin ulir dengan sudut kemiringan turbin yang membentuk kurva

parabola. Karakteristik grafiknya di kemiringan 5° hingga 15° mengalami *trend* naik kemudian mengalami *trend* turun dari kemiringan 20° hingga 25° .

Saran untuk peneliti bisa melanjutkan penelitian ini dengan meningkatkan kapasitas keluaran turbin agar bisa dimanfaatkan oleh masyarakat setempat.

3. Ucapan Terima kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada segenap warga desa Leko Pancing, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan yang telah membantu kami dalam penelitian ini. Terima kasih juga kami ucapkan atas kekompakan para peneliti yang sudah berusaha memberikan yang terbaik.

Referensi

- [1] S. Nur Fitri and F. Azis, "Rancang Bangun Turbin Vertikal Axis Pada PLTB," *J. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 76–80, 2021.
- [2] A. N. Parawangsa and F. Azis, "Rancang Bangun Pompa Panel Surya Sebagai Media Pembelajaran Di Politeknik Bosowa," *Semin. Nas. Has. Penelit. ...*, vol. 2019, pp. 96–101, 2019.
- [3] F. Azis, A. Arief, and M. B. Nappu, "Fuzzy logic based active power generation dispatching considering intermittent wind power plants output," in *ICCREC 2017 - 2017 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy, and Communications, Proceedings, 2017*, vol. 2017-Janua, doi: 10.1109/ICCREC.2017.8226689.
- [4] R. B. Astro and Y. D. Ngapa, "Analisis Potensi Air Terjun Ngamba Mbu ' u Kabupaten Ende Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro," *Pendidik. Fis. Tadulako Online*, vol. 8, no. 2, pp. 79–83, 2020.
- [5] C. Borromeus *et al.*, "Waterwheel performance parameters and influencing factors," vol. 1, no. 1, pp. 59–69, 2023.
- [6] 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.
- [7] M. Ibrahim, I. Dirja, and V. Naubnome, "Rancang Bangun Prototipe PLTPH Sebagai Listrik Penerangan Kapasitas 9 Watt," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 13, no. 2, p. 63, 2020, doi: 10.24843/jem.2020.v13.i02.p04.
- [8] M. W. Nur Karim, M. Widyardono, A. C. Hermawan, and subuh I. Haryudo, "Kajian kemiringan blade dan head turbin archimedes screw terhadap daya keluaran generator AC 1 Phase 3 kW," *J. Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [9] R. M. Mangewa, L. S. Patras, M. Tuegeh, F. Lisi,

- and J. T. E. Unsrat, "Koordinasi Pembangkit Hidro-Termal di Sistem Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 27–38, 2013.
- [10] A. A. Salam *et al.*, "KARAKTERISTIK DAYA DAN EFISIENSI TURBIN ARCHIMEDES SCREW TERHADAP HEAD KONSTAN YANG DIUJI PADA SALURAN PENDAHULUAN Pembangkit listrik energi air (Hydropower) merupakan salah satu pembangkit listrik yang dikategorikan sebagai sumber energy terbarukan yan," vol. 3, no. 2, pp. 31–37, 2021.
- [11] A. Haryanti, N., Sanjaya F.L., dan Supriyadi, "Rancang Bangun Kerangka Turbin Ulir Archimedes Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbantu Perangkat Lunak Solidworks," *Sidang Tugas Akhir Jenjang Diploma III Tek. Mesin Politek. Harapan Bersama Tahun 2021*, pp. 1–8, 2021.
- [12] "RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ROTOR SAVONIUS BAWAH AIR SERI DENGAN SUMBU HORIZONTAL," vol. X, no. X, 2019.
- [13] Z. Anwar, B. S. Parsaroan, and E. Sunarso, "Rancangan Bangun Turbin Mikrohidro Tipe Archimedes Screw Dengan Kapasitas Daya 560 Watt," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 4, no. 1, p. 29, 2021, doi: 10.33087/jepca.v4i1.43.