



NOZEL

Jurnal Pendidikan Teknik Mesin

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/nozel>



PENGARUH VARIASI SUDUT KEMIRINGAN DAN DEBIT AIR TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI TURBIN AIR *VORTEX*

Fadillah Abdul Ayiz¹, Dinar Susilo Wijayanto¹, Yuyun Estriyanto¹

¹ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Sebelas Maret, Surakarta
E-mail : fadillahabdulayiz23@gmail.com

Abstract

The vortex turbine is a moving turbine using artificial whirlpools that will then be converted into alternate energy turbines on the axis. The purpose of this study is to find out how high the Angle of skeleton tilt and dissipation of water affects the electricity and efficiency generated by vortex's water turbines. This study is using experimental methods. The study involves a few steps by preparing water turbines, sets up tools, data retrieval, and data analysis. The research free variable is a variant of the Angle of the skeletal tilt at 0, 5, 10 and a discharge of water at 6.34 l/s, 7.41 l/s, and 8.29 l/s. The bound variables of research are vortex's type of electric power and electricity efficiency. The research control variable is vortex turbine blade and vortex water turbine. The research instrument used is multimeter-based arduino, flowmeter-based arduino, tachometer, bow and digital balance. Data analysis techniques using quantitative descriptive analysis. The test conducted based on variations of water discharge at 6.34 l/s, 7.41 l/s, and 8.29 l/s and skeletal variant turbine gradient at 0, 5, and 10 of the power and efficiency of the turbines generated. Research shows that the maximum data of electrical calculation is obtained on water-discharge at 8.29 l/s with a tilted point 10 which was 10.3 watts, while the maximum efficiency data is obtained on water-diacharge at 8.29 l/s with a tilted point 10 which was 42.9%.

Keywords: *vortex water turbines, tilt angles, water discharge, power, efficiency*

A. PENDAHULUAN

Sumber energi yang ada di bumi akan semakin menipis seiring berjalannya waktu. Sumber energi seperti minyak bumi dan batu bara sangat terbatas, apabila digunakan secara terus menerus maka suatu saat akan habis. Di samping itu, kebutuhan listrik di lingkungan masyarakat semakin meningkat.

Menurut data Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi kebutuhan energi semakin meningkat dari tahun 2016 sebesar 795 juta SBM dan pada tahun 2050 meningkat sebesar 4.569 juta SBM atau meningkat rata-rata sebesar 5,3% per tahun (Yudiarsono et al., 2018). Kebutuhan energi final terbesar pada tahun 2050 adalah bahan bakar minyak (BBM) yakni sebesar 40,1%, diikuti oleh listrik (21,3%), gas (17,7%), batubara (11,0%), dan sisanya LPG, bahan bakar nabati (BBN) dan biomassa masing-masing di bawah 4%. Ketergantungan yang berlebihan terhadap sumber energi yang tak terbarukan tersebut akan menimbulkan beberapa masalah yang harus dihadapi misalnya ketersediaan bahan bakar yang semakin berkurang dan harga bahan bakar semakin melambung tinggi.

Turbin air merupakan sebuah mesin konversi energi yang mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik, kemudian menjadi energi potensial dan selanjutnya menjadi energi listrik.

Turbin *vortex* adalah turbin yang bergerak dengan memanfaatkan pusaran air buatan yang kemudian akan diubah menjadi energi alternatif putaran pada poros. Prosesnya yang terjadi yaitu air yang dialirkan melalui saluran masuk ke dalam rangka turbin yang memiliki bentuk lingkaran dan pada bagian tengah terdapat saluran buang, dengan adanya saluran buang maka air tersebut akan mengalir membentuk pusaran air. Dari ketinggian air (*head*) yang digunakan untuk turbin tersebut 0,7 s/d 2 m dengan debit sekitar 1.000 l/s (Prasetyo, 2018).

Berdasarkan tinggi jatuh air ke turbin, peneliti dari Jerman, Viktor Schaubertger (1936) meneliti tentang turbin air berbasis pusaran air (*vortex*). Turbin jenis ini memanfaatkan pusaran air yang didapat dari bentuk spiral basin dari turbin dan kemudian keluar menuju outlet yang terletak tepat di bawah basin (Adiwibowo & Hakim, 2018)

Penelitian yang dilakukan oleh Adiwibowo (2018) dengan kapasitas debit 7,998 L/s memiliki nilai daya terendah pada pembebanan 10000 gram dengan daya yang dihasilkan sebesar 13,553 watt, pada kapasitas 9,309 L/s, daya turbin yang dihasilkan mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai daya sebesar 28,249 watt.

Merujuk pada penelitian - penelitian di atas, pada penelitian melakukan percobaan untuk melakukan kajian terhadap daya dan efisiensi turbin air aliran *vortex* dengan menggunakan variasi sudut kemiringan dan debit air.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian dilakukan dengan meliputi mempersiapkan alat turbin air, *set up* alat, pengambilan data, dan analisis data. Pada tahap pengambilan data dilakukan dengan mengukur dan mencatat tegangan listrik yang dihasilkan setiap variasi sudut kemiringan rangka dan debit air.



Gambar 1. Turbin Air *Vortex*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari sudut kemiringan rangka dan debit air terhadap daya listrik dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin air. Sudut kemiringan

rangka dan debit air yang digunakan pada penelitian ini ada tiga variasi yang akan diuji pengaruhnya terhadap daya listrik dan efisiensi yang dihasilkan. Instrumen penelitian yang digunakan untuk memperoleh data adalah :

1. *Multimeter* berbasis *Arduino*, merupakan beberapa rangkaian yaitu rangkaian pembagi untuk pengukuran tegangan, arus dan daya. Prinsip kerja pada *multimeter* ini menggunakan sensor.
2. *Flowmeter* berbasis *Arduino*, merupakan sensor yang memiliki fungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir terjadi pergerakan pada motor yang akan diubah menjadi nilai satuan liter.
3. *Tachometer*, adalah alat penelitian yang digunakan untuk mengukur putaran rotor turbin air. Pada *tachometer* ini memiliki ketelitian satu angka di belakang koma. *Tachometer* memiliki *range* pengukuran 2 s.d 20.000 rpm.
4. Busur derajat, digunakan untuk mengukur besar sudut kemiringan pada rangka turbin air *vortex*. spesifikasi pada busur derajat dengan *range* pengukuran 0° s.d 180° , busur derajat memiliki ketelitian hanya angka satuan.

- Neraca digital gantung, digunakan untuk mengukur momen torsi yang dihasilkan *pulley* pada poros dengan melingkarkan tali di *pulley* yang diikatkan pada pegas neraca. Neraca digital gantung yang digunakan memiliki spesifikasi maksimal 50 kg. Alat ini memiliki ketelitian 10 gram.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu teknik analisis data deskriptif kuantitatif.

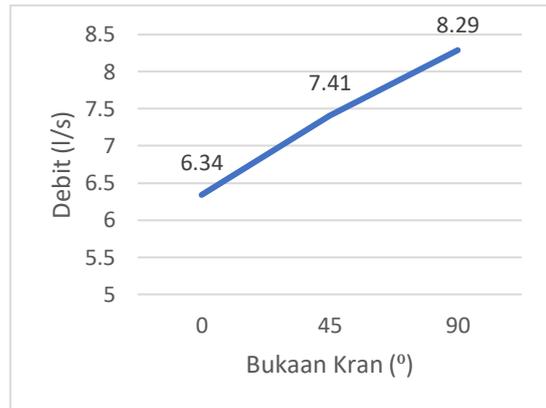
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data yang diperoleh dari hasil uji variasi debit air dan sudut kemiringan pada sudu turbin air *vortex* adalah kecepatan poros generator (rpm), tegangan (V), intensitas arus (I), dan daya listrik. (P). Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui pengukuran menggunakan alat ukur *flowmeter*, *tachometer*, dan *multimeter* (DC). Data yang ditampilkan pada alat ukur tersebut dicatat dalam bentuk tabel.

1. Pengukuran Debit

Dalam mengukur debit rumus yang digunakan dengan menggunakan rumus (Putra et al., 2020)

$$Q = \frac{V}{t}$$



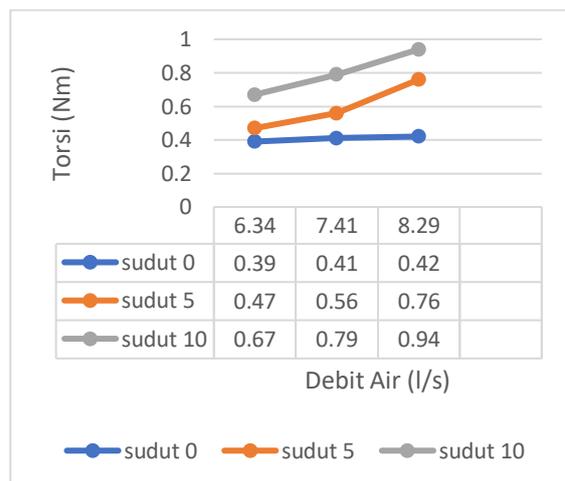
Gambar 2. Hubungan Kecepatan Putar Poros Turbin dengan Debit Air dan Sudut Kemiringan Rangka

2. Pengukuran Torsi

Besarnya nilai torsi dengan menggunakan rumus berikut :

$$T = F \times r$$

$$F = (m_2 - m_1)g$$



Gambar 3. Hubungan Torsi dengan Debit Air dan Sudut Kemiringan

Torsi yang terbesar dihasilkan pada debit 8,29 l/s dengan sudut kemiringan 100 sebesar 0,94 Nm dan torsi yang terendah

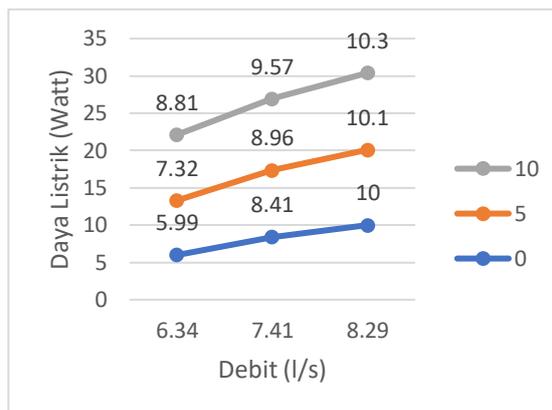
dihasilkan pada debit air 6.34 l/s dengan sudut kemiringan 0° yang dihasilkan sebesar 0.39 Nm.

Penelitian yang dilakukan Moh Abdus Syuhud, Muhammad Hasan Basri, (2020) menghasilkan debit tertinggi 0,82 l/s, torsi tertinggi 0,000024 Nm, daya turbin 0,00081 watt, dan daya listrik 0,87 watt pada pengujian turbin model L empat sudu, sedangkan debit tertinggi 0,90 l/s, torsi tertinggi 0,000036 Nm, daya turbin 0,00096 watt, dan daya listrik 1,95 watt pada pengujian turbin model S empat sudu. Menurut penelitian diatas semain besar debit air yang mengalir semakin besar torsi yang dihasilkan.

3. Daya Listrik

Berdasarkan data penelitian pengukuran tegangan dan arus, maka dapat diperoleh listrik yang dihasilkan oleh generator turbin air. Besarnya listrik yang dapat dihasilkan adalah hasil perkalian antara tegangan dan arus. Daya listrik ditentukan oleh rumus berikut:

$$P = V \cdot I$$



Gambar 4. Hubungan Sudut Kemiringan dengan Daya Listrik

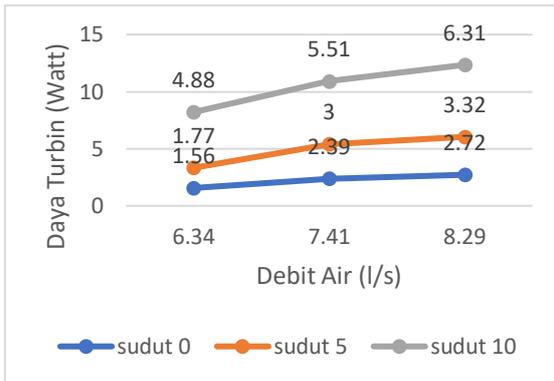
Daya listrik maksimal yang dihasilkan terjadi pada variasi debit air 8,29 l/s dan sudut kemiringan 10° sebesar 10.3 Watt. Untuk daya listrik terendah terjadi pada debit air 6.34 l/s dan sudut kemiringan 0° yang diperoleh sebesar 5.99 Watt.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Amir, 2018), berdasarkan dari hasil penelitiannya bahwa unjuk kerja terbaik dengan variasi sudut kemiringan 25° dan 30° pada model turbin ulir dua *blade* yang menghasilkan daya output yang terbesar terjadi pada sudut kemiringan 30° sebesar 6.58 watt.

4. Daya Turbin

Daya turbin yang ditransmisikan pada poros dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P = 2\pi \cdot n \cdot \frac{T}{60}$$



Gambar 5. Hubungan Daya Turbin dengan Debit Air dan Sudut Kemiringan

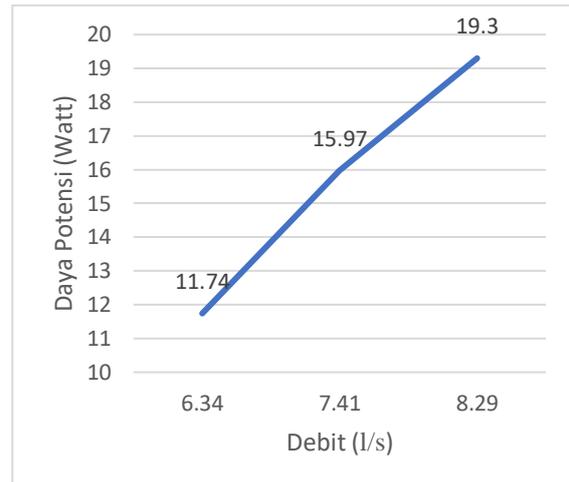
Daya efektif yang tertinggi dihasilkan pada debit air 8,29 l/s dan sudut kemiringan 10° dengan hasil yang diperoleh sebesar 6,31 Watt dan daya yang terendah dihasilkan pada debit air 6,34 l/s dan sudut kemiringan 0° dengan hasil yang diperoleh sebesar 1,56 Watt.

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2018) dengan variasi debit air 5,24 l/s, 5,99 l/s, dan 7,71 l/s daya efektif yang terbesar terjadi pada debit aliran 7,71 l/s sebesar 12 watt dan yang terendah terjadi pada debit air 5,24 l/s sebesar 6,6 watt, sehingga semakin besar debit air semakin besar daya turbin yang dihasilkan.

5. Daya Potensi

Untuk mengukur besarnya daya potensi dengan menggunakan rumus :

$$P_{potensi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$



Gambar 6. Hubungan Daya Potensi dengan Debit Air

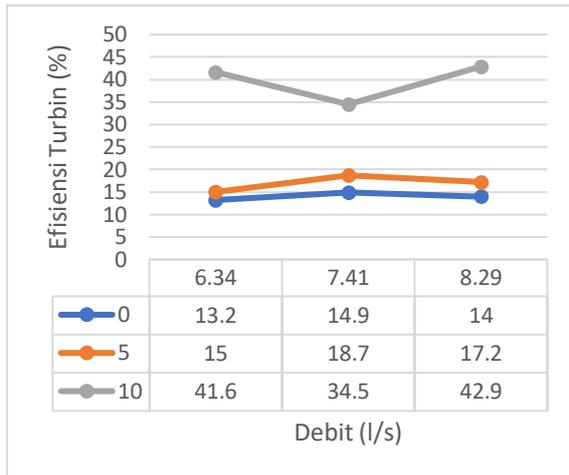
Daya potensi terbesar yang dihasilkan sebesar 19,30 Watt dengan debit air 8,29 l/s dan daya yang terendah dihasilkan pada debit air 6,34 l/s dan sudut kemiringan 0° yang diperoleh sebesar 11,74 Watt.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kurniady et al. (2019) daya potensi terbesar dihasilkan pada debit air $2,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ sebesar 1,411 watt dan mengalami penurunan pada debit $2,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ sebesar 1,293 watt. Jadi semakin besar debit air yang mengalir maka semakin besar pula daya potensi yang dihasilkan.

6. Efisiensi Turbin

Besarnya efisiensi turbin dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\eta = \frac{P_{turbin}}{P_{potensi}} \times 100\%$$



Gambar 7. Hubungan Debit Air dan Sudut Kemiringan dengan Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin yang terbesar dihasilkan pada variasi sudut kemiringan 100 dan debit air 8,29 l/s sebesar 42,9%, kemudian terjadi penurunan pada sudut kemiringan 10° dan debit air 7,41 l/s sebesar 34,5% dan yang terendah terjadi pada sudut kemiringan 0° dengan debit air 6,34 l/s sebesar 13,2%. Dari hasil perhitungan efisiensi turbin diperoleh data maksimum pada sudut kemiringan 10° dan debit air 8,29 l/s.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muliawan & Yani (2016), berdasarkan penelitiannya dengan tiga variasi debit aliran yaitu 0,0056 m³/s, 0,0067 m³/s dan 0,0078 m³/s menghasilkan efisiensi turbin yang terbesar pada debit aliran 0,0078 m³/s dengan nilai sebesar 28,342 %. Jadi semakin besar debit aliran, maka efisiensi turbin yang dihasilkan juga semakin besar.

D. PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan variasi sudut kemiringan pada turbin air efektif sampai sudut kemiringan 10° dengan daya turbin yang dihasilkan sebesar 10,3 watt dan hasil yang rendah terjadi pada sudut kemiringan 0° sebesar 5,99 watt
2. Penambahan variasi sudut kemiringan dengan sudut 10° pada turbin menghasilkan efisiensi turbin sebesar 42,9 % dan yang paling rendah terjadi pada sudut kemiringan 0° sebesar 13,2%
3. Penambahan variasi debit air pada turbin air *vortex* efektif sampai pada variasi debit 8,29 l/s dengan hasil daya efektif terbesar yaitu 10,3 watt dan yang rendah terjadi pada debit air 6,34 l/s sebesar 5,99 watt
4. Penambahan variasi debit air berpengaruh terhadap efisiensi turbin yang dihasilkan pada turbin air *vortex*. Semakin meningkat debit air, maka semakin besar efisiensi turbin yang dihasilkan, dengan debit air 8,29 l/s menghasilkan efisiensi turbin sebesar 42,9%

5. Konfigurasi terbaik yang dihasilkan gabungan antara sudut kemiringan rangka dan debit air sebesar 10,3 watt dan efisiensi sebesar 42,9 % dengan debit air 8,29 l/s dan sudut kemiringan 10°

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka perlu ada beberapa saran untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya :

1. Bentuk rumah turbin dapat dimodifikasi pada saluran masuk air dari pompa ke rumah turbin dibuat pusaran agar pusaran air ke jalur bilah turbin lebih kencang
2. Bentuk pelat saluran air lebih tebal sehingga salurannya lebih kuat ketika terkena semburan air dari pompa air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwibowo, P. H. (2018). Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lurus dengan Variasi Tinggi Sudu. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*, 06, 85–95.
- Adiwibowo, P. H., & Hakim, M. F. R. (2018). *Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lurus dengan Variasi Tinggi Sudu*. 06(01), 85–95.
- Amir. (2018). Kemiringan Optimum Model Turbin Ulir 2 Blade untuk Pembangkit Listrik pada Head Rendah. *Teknik Mesin*, 2(1), 1–8.
- Kurniady, I., Amirshyam, & Amrinsyah. (2019). Kapasitas Aliran terhadap Daya Turbin. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 2(2). <https://doi.org/10.31289/jesce.v2i2.2359>
- Moh Abdus Syuhud, Muhammad Hasan Basri, B. I. (2020). *Rancang Bangun Basin Silinder Berpenampang Lingkaran dengan Diameter 50cm pada Gravitation Water Vortex Power Plant (Gwvpp)*. 7(2), 78–85.
- Muliawan, A., & Yani, A. (2016). Analisis Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Journal of Sainstek*, 8(1), 1–9.
- Prasetyo, W. D. (2018). *Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu terhadap Daya*. Universitas Islam Indonesia.
- Putra, F. K., Basri, M. H., Tijaniyah, T., &

Indarto, B. (2020). *The Effect of Turbine Level of Model L and Turbine Model S In Gravitation of Water Vortex Plant Power (GWVPP) Based On Cylinder Basin*. 4(1), 18–31.

Solihat, I., Astuti, E. T., & Rudiant, H. (2019). Analisa Pengujian Turbin Air Jenis Crossflow terhadap Variasi Debit. *Teknik Mesin*, 2(1), 23–28.

Yudiarsono, Anindhita, Sugiyono, A., Wahid, L. M. A., & Adiarso. (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*.