

ANALISIS PENGARUH JUMLAH SUDU DAN *FLOW RATE* TERHADAP PERFORMA TURBIN AIR *HELICAL GORLOV*

Muhammad Hakim Fadhillah, Diniar Mungil Kurniawati, Gad Gunawan

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh jumlah sudu (2, 3, 4) dan flow rate (400–600 L/m) terhadap performa turbin helical Gorlov secara eksperimental. Turbin berdiameter dan tinggi 13 cm dengan airfoil NACA 0018 diuji dalam saluran air. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi 4 sudu pada 600 L/m menghasilkan daya tertinggi sebesar 0,061 W dan efisiensi 8,99%. Peningkatan jumlah sudu dan debit memperbesar torsi dan efisiensi, namun pada kecepatan tinggi terjadi penurunan akibat drag. Kombinasi desain dan debit optimal penting untuk meningkatkan performa turbin pada aliran rendah.

Kata Kunci: Turbin *helical* Gorlov, jumlah sudu, *flow rate*, daya mekanik, efisiensi, *Tip Speed Ratio*, koefisien daya.

ABSTRACT

This study investigates the experimental performance of a Gorlov helical turbine under variations in blade number (2, 3, 4) and flow rate (400–600 L/min). The turbine, with a 13 cm diameter and height and NACA 0018 airfoil blades, was tested in a water channel. Results show that the 4-blade configuration at 600 L/min achieved the highest power output of 0.061 W and efficiency of 8.99%. Increasing blade number and flow rate enhances torque and efficiency, although excessive speed leads to drag-induced performance drop. Optimal blade-flow combinations are key to maximizing turbine performance in low-flow environments.

Keywords: Gorlov helical turbine, blade number, flow rate, mechanical power, efficiency, Tip Speed Ratio, power coefficient.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jaringan saluran irigasi yang sangat luas, khususnya di daerah pedesaan yang belum sepenuhnya terjangkau oleh jaringan listrik nasional. Kondisi ini menghadirkan tantangan tersendiri dalam penyediaan energi yang merata. Salah satu solusi yang potensial dan berkelanjutan adalah pemanfaatan energi air dari saluran irigasi sebagai sumber pembangkit listrik tenaga air skala kecil. Menurut Asroni dkk. (2018), saluran irigasi

memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi sistem pembangkit listrik tenaga pikohidro, terutama karena alirannya yang kontinyu sepanjang tahun. Berdasarkan studi oleh Widodo dkk. (2020), kecepatan aliran air di saluran irigasi tersier berkisar antara 0,2 hingga 0,8 m/s, yang masih berada dalam rentang kecepatan ideal untuk dimanfaatkan oleh turbin dengan desain untuk aliran rendah.

Dalam konteks ini, turbin helical Gorlov menjadi salah satu pilihan yang sangat sesuai.

Turbin ini merupakan pengembangan dari turbin Darrieus yang termasuk dalam kategori vertical axis turbine (VAT). Keunikan turbin helical Gorlov terletak pada bentuk bilahnya yang melengkung secara heliks, sehingga mampu menghasilkan torsi secara kontinu dan stabil, serta memiliki efisiensi yang lebih baik pada kecepatan aliran rendah (Gorlov, 1998). Turbin ini juga lebih toleran terhadap perubahan arah aliran, lebih mudah dirawat karena posisi poros dan komponen mekanik dapat diletakkan di atas permukaan air, dan lebih cocok untuk kondisi ruang terbatas seperti saluran irigasi (Khan dkk., 2009).

Beberapa studi sebelumnya telah meneliti pengaruh parameter desain terhadap performa turbin jenis ini. Karnowo dan Pranio (2020), melalui pendekatan eksperimental, menemukan bahwa jumlah sudu dan kecepatan aliran memengaruhi daya dan efisiensi turbin, di mana turbin dengan dua sudu menghasilkan nilai koefisien daya (C_p) tertinggi pada kecepatan 0,94 m/s. Penelitian numerik menggunakan CFD oleh Amarta (2016) juga menunjukkan bahwa peningkatan jumlah sudu dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap gaya angkat dan torsi turbin, terutama pada konfigurasi cascade foil.

Namun demikian, studi eksperimental yang secara sistematis mengkaji pengaruh **jumlah sudu dan variasi flow rate secara bersamaan** terhadap performa turbin helical Gorlov masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen laboratorium untuk mengevaluasi bagaimana kedua parameter tersebut—jumlah sudu dan flow rate—mempengaruhi kinerja turbin, khususnya dalam menghasilkan daya mekanis dan efisiensi konversi energi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat

diperoleh konfigurasi desain turbin yang optimal untuk diterapkan pada sistem pembangkit energi skala kecil berbasis saluran irigasi.

II. METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Eksperimen dilakukan di Laboratorium Terpadu 2 Institut Teknologi Kalimantan (ITK) Balikpapan dan pengerjaannya dilakukan pada bulan Februari sampai Juni 2025

2. Alat Penelitian

Berikut ini adalah Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Mesin 3D Print



Gambar 2. 1 Mesin 3D Print

2. Tachometer (Gambar 2.2)



Gambar 2. 2 Tachometer

3. Flow meter



Gambar 2. 3 Flow meter

4. pronny brake



Gambar 2. 4 Surface Roughness Tester

3. Bahan Penelitian

Material yang digunakan adalah filament PETG.

4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian ini adalah

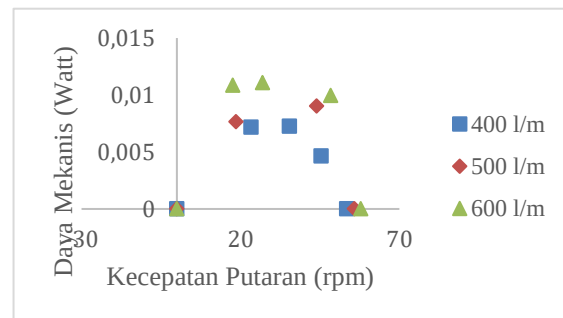


Gambar 2. 5 Diagram Alir Penelitian

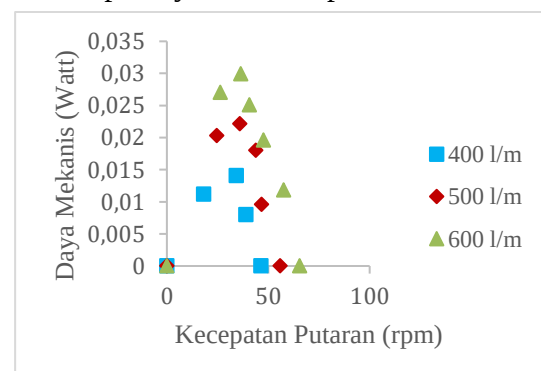
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Eksperimen Terhadap Daya Mekanis

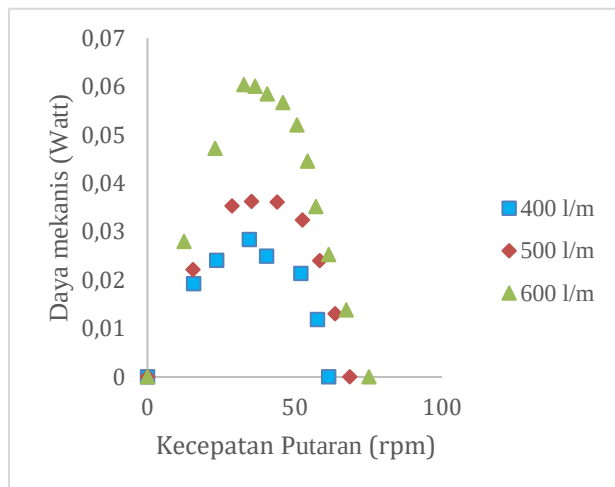
Daya yang dihasilkan lebih besar di 4 sudu dengan debit yang besar.



Gambar 2. 5 Grafik kecepatan putaran terhadap Daya mekanis pada turbin 2 sudu



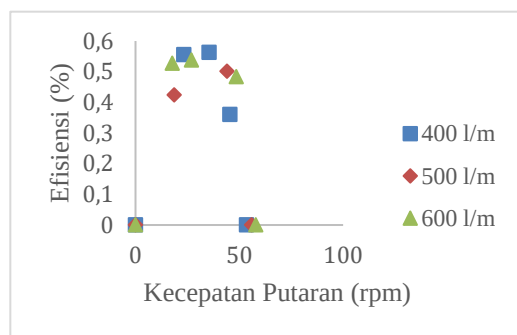
Gambar 2. 5 Grafik kecepatan putaran terhadap Daya mekanis pada turbin 3 sudu



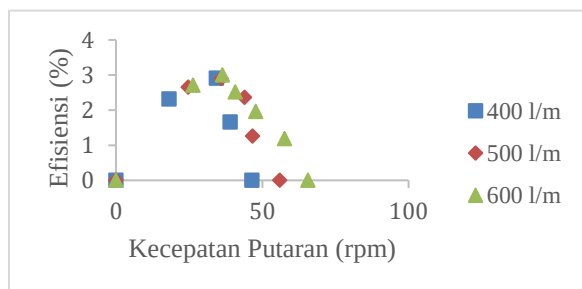
Gambar 2. 5 Grafik kecepatan putaran terhadap Daya mekanis pada turbin 4 sudu

2. Hasil Eksperimen Terhadap Daya Mekanis

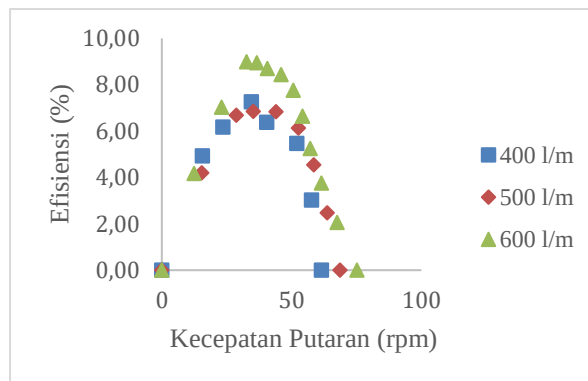
Efisiensi terbesar ada di 4 sudu karena adanya daya tangkap aliran yang lebih besar dibandingkan sudu yang lainnya



Gambar 2. 6 Grafik kecepatan putaran terhadap Daya mekanis pada turbin 2 sudu



Gambar 2. 7 Grafik kecepatan putaran terhadap Daya mekanis pada turbin 3 sudu



Gambar 2. 8 Grafik kecepatan putaran terhadap Daya mekanis pada turbin 4 sudu

IV. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Variasi jumlah sudu dan *flow rate* memiliki pengaruh signifikan terhadap daya mekanis yang dihasilkan oleh turbin air *helical* Gorlov. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar jumlah sudu dan *flow rate*, semakin besar daya mekanis yang dihasilkan. Turbin dengan 4 sudu pada *flow rate* 600 l/m menghasilkan daya mekanis tertinggi sebesar 0,061 Watt. Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah sudu dapat menangkap lebih banyak energi kinetik dari aliran air dan mengonversinya menjadi torsi. Namun, peningkatan jumlah sudu juga menimbulkan drag yang lebih besar, sehingga optimalisasi performa hanya dapat dicapai pada *flow rate* aliran yang cukup tinggi.

2. Efisiensi turbin juga meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah sudu dan *flow rate*. Turbin dengan 4 sudu pada *flow rate* 600 l/m memberikan efisiensi tertinggi sebesar 8,99%. Dibandingkan dengan konfigurasi 2 sudu yang hanya mencapai efisiensi maksimum 0,56%, dan 3 sudu yang mencapai 3,00%, dapat disimpulkan bahwa penambahan jumlah sudu hingga 4 buah memberikan hasil konversi energi kinetik yang paling efisien. Namun demikian, efisiensi cenderung menurun pada kecepatan putaran yang terlalu tinggi akibat meningkatnya gaya hambat dan menurunnya stabilitas aliran fluida pada sudu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalrahman, G., Melek, W., dan Lien, F. S. (2017). Pitch angle control for a small-scale Darrieus vertical axis wind turbine with straight blades (H-Type VAWT). *Renewable Energy*, 114, 1353–1362. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.07.068>
- Amarta, Z.A.I.N., 2016. Analisis Pengaruh Jumlah Foil terhadap Performansi Turbin Arus Air Vertikal Aksis Jenis Helical dengan Cascade Foil Berbasis CFD.
- Anam, A., Ir. T. Rahardjo, dan M. Asroni. 2018. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Sungai Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Bersudu Mangkok dengan Sudut Input 10o. SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN APLIKASI DI INDUSTRI (SENIATI): 324-329.
- Anam, A., R. Soenoko, dan D. Widhiyanuriyawan. 2013. Pengaruh Variasi Sudut Input Sudu Mangkok Terhadap Kinerja Turbin Kinetik. *Jurnal Rekayasa Mesin* 4(3): 199-203.
- A. Ikhsan Firmansyah, B. Pranoto, P. Ketenagalistran, E. Baru, dan D. Konservasi Energi, “Kajian Pemanfaatan Energi Arus Laut Sebagai Pembangkit Listrik,” *Ketenagalistran Dan Energi Terbarukan Desember*, vol. 11, no. 2, hal. 123–136, 2012.
- Fathur Rifai, 1615021031 (2022) Pengaruh Jumlah Sudu dan Twist Angle Terhadap Performa Turbin Heliks Dengan Airfoil NACA 0030 Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD). FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Gorlov, A. 1998. *Development of The Helical Reaction Hydraulic Turbine. Technical Report, MIME Department of Northeast University.*
- Han, D., Heo, Y. G., Choi, N. J., Nam, S. H., Choi, K. H., dan Kim, K. C. (2018). *Design, fabrication, and performance test of a 100-W helical-blade vertical-axis wind turbine at low tip-speed ratio. Energies*, 11(6), 1–17. <https://doi.org/10.3390/en11061517>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 2012, *Fisika Dasar*, Edisi 7, Jakarta, Erlangga.