

PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN PROPELLER TERHADAP EFISIENSI TURBIN ULIR

Faris Aji Sakya Putra¹, Basyirum¹, Danang Dwi Saputra¹

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 02 04 2019

Disetujui 10 04 2019

Dipublikasikan 14 04 2019

Keywords:

Sudut kemiringan; debit aliran air; efisiensi

Abstrak

Turbin ulir atau *screw (archimedean turbine)* merupakan salah satu turbin dalam pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Turbin ulir sangat berpotensi digunakan untuk sumber energi listrik di Indonesia karena banyaknya jumlah sumber-sumber air yang sebagian besar hanya memiliki debit yang kecil dan *head* yang rendah. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sudut kemiringan *propeller* sebagai parameter kerja turbin terhadap daya aliran, daya mekanis, dan efisiensi turbin. Selanjutnya, data hasil pengujian disajikan dengan metode analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif dalam penelitian ini dilakukan dengan pengujian dan pengamatan secara langsung pengaruh sudut kemiringan *propeller* yang berbeda terhadap efisiensi turbin. Pengambilan data dilakukan dengan mengalirkan air dengan variasi debit yang ditentukan menuju *propeller* turbin dengan perubahan sudut kemiringan 25°, 30°, 35°, dan 40°. Tachometer digunakan untuk mengetahui data putaran yang dihasilkan yang kemudian mencari data daya mekanis, daya aliran, dan efisiensi menggunakan persamaan teoritis. Pengujian pengaruh perubahan kemiringan sudut *propeller* terhadap kinerja turbin yang meliputi daya aliran, daya mekanis, dan efisiensi pada variasi debit aliran didapatkan hasil maksimal pada sudut 30°. Kemiringan sudut *propeller* tersebut menunjukkan optimalisasi desain turbin penelitian ini, dengan nilai efisiensi mencapai 80,66% dengan masing-masing daya aliran dan daya mekanis tertinggi sebesar 609,69 Watt dan 10242,22 Watt

Abstract

Screw turbine or screw (archimedean turbine) is one of the turbines in micro-hydro power plants. Screw turbines have the potential to be used as a source of electrical energy in Indonesia because of the large number of water sources, most of which only have small discharges and low heads. The purpose of this study is to find out how much influence the propeller tilt angle as a turbine work parameter has on flow power, mechanical power, and turbine efficiency. Furthermore, the test results data is presented with a descriptive analysis method. The descriptive analysis method in this study was carried out by testing and direct observation of the effect of different propeller tilt angles on turbine efficiency. Data collection was carried out by flowing water with a specified variation of debit to the turbine propeller with changes in tilt angles of 25°, 30°, 35°, and 40°. The tachometer is used to find out the resulting rotation data which then looks for data on mechanical power, flow rate, and efficiency using theoretical equations. Testing the effect of changes in the tilt angle of the propeller on the performance of the turbine which includes flow power, mechanical power, and efficiency at variations in flow discharge obtained maximum results at an angle of 30°. The slope of the propeller angle shows the optimization of the turbine design in this study, with an efficiency value of 80.66% with the highest flow power and mechanical power of 609.69 Watt and 10242.22 Watt respectively.

PENDAHULUAN

Turbin ulir atau *screw* (archimedean turbine) merupakan salah satu turbin dalam pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Turbin ulir sangat berpotensi digunakan untuk sumber energi listrik di Indonesia karena banyaknya jumlah sumber-sumber air yang sebagian besar hanya memiliki debit yang kecil dan head yang rendah. Turbin ulir merupakan salah satu desain turbin yang dapat menghasilkan efisiensi tinggi dari debit aliran dan head yang rendah. Pembuatan turbin ulir juga tidak memerlukan biaya yang tinggi bila dibandingkan dengan pembuatan turbin yang lain.

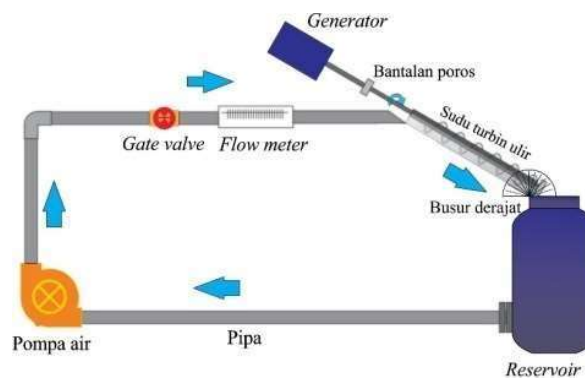
Prinsip kerja turbin ulir merupakan pembalikan prinsip pada fungsi pompa ulir. Pompa ulir berge-rak untuk menaikkan air ke atas dari sungai, sedangkan pembalikan fungsinya adalah membiarkan aliran dan berat air masuk kedalam dan memutar turbin. Komponen pompa ulir yang berfungsi sebagai penggerak turbin adalah dinamo, sedangkan dalam turbin ulir penggerakannya adalah air. Secara teoritis turbin ulir memiliki efisiensi 90%, namun kenyataan yang ada dilapangan turbin untuk pembangkit listrik efisiensinya tidak mencapai 90%. Perbedaan efisiensi secara teoritis dan aktual dapat saja berbeda dikarenakan data teoritis merupakan data ideal yang didapat menggunakan persamaan atau variabel yang sudah diketahui yang umumnya berbeda dengan data aktual.

Penjelasan mengenai prinsip ulir tersebut memberikan gambaran dan prediksi efisiensi turbin ulir yang dirancang. Beberapa perancangan turbin yang telah dilakukan memberikan hasil berbeda-beda. Sumber air yang memiliki *head* rendah atau bendungan yang hanya memanfaatkan ketinggian kontur tanah menghasilkan volume dan aliran debit rendah. Ketinggian titik jatuh air dengan debit aliran yang rendah dapat diaplikasikan menggunakan turbin ulir untuk pembangkit listrik. Hal tersebut dikarenakan turbin ulir memiliki variasi kemiringan *propeller* yang sesuai untuk debit aliran dan tinggi jatuh air yang rendah, sehingga diperoleh efisiensi turbin yang maksimal.

Efisiensi turbin didapatkan hasil paling kecil pada sudut 30° dikarenakan adanya penurunan debit (*low discharge*). Sehingga peninjauan kembali terhadap kemiringan sudut *propeller* sebagai salah satu parameter desain turbin perlu dilakukan agar efisiensi maksimal. Efisiensi maksimal adalah perbandingan hasil putaran maksimal dengan volume debit yang sama dengan kemiringan yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan gaya tekan dari debit aliran air akan menekan sesuai kemiringan *propeller* dan memberi gayatekan yang besar sehingga optimalisasi putaran turbin didapatkan.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan di antaranya adalah tangki air (tendon), *flowmeter* air digital, pompa air, sudu turbin ulir, pipa *polyvinyl chloride*, generator, bantalan poros, tachometer, katup air (*valve*), bahan penelitian adalah air.



Gambar 1. Diagram Skematis Rangkaian Peralatan Eksperimen

Prosedur penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahap kegiatan, di antaranya:Langkah-langkah untuk menyusun sesi uji adalah sebagai berikut:

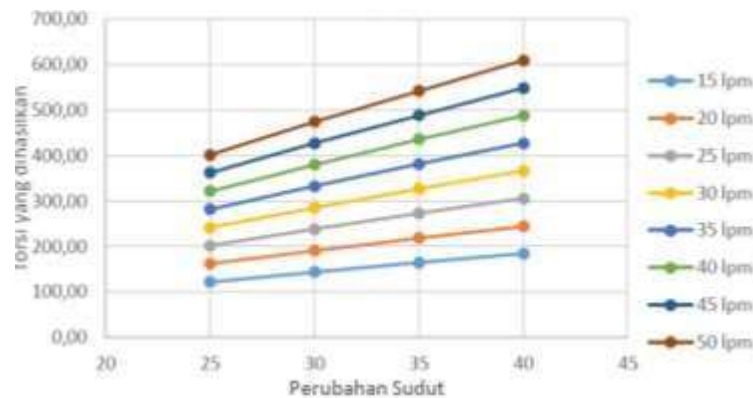
1. Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian
2. Memasang sistem yang akan digunakan. (Gambar 1)
3. Memasang alat ukur
4. Melakukan kalibrasi alat ukur

Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan dan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Kalibrasi alat ukur yang akan digunakan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam pengambilan data. *Flowmeter* air dikalibrasi langsung pada instalasi perpipaan.
2. Menigisi air ke dalam *reservoir*, namun terlebih dahulu air tersebut disaring menggunakan penyaring untuk mencegah kotoran masuk kedalam *reservoir*.
3. Pompa dari saluran tandondinyalakan untuk mengalirkan air ke sesi uji dan katup pada flowmeter air dibuka perlahan-lahan hingga mencapai debit tertentu.
4. Mengatur kemiringan *propeller* dan gunakan tachometer untuk mengetahui putaran turbin permenit, catat hasil putaran turbin ulir.
5. Pengambilan data dilakukan 3 kali setiap kemiringan pada masing-masing variasi debit alirantulis hasil pengambilan data pada Tabel 3.2 yang selanjutnya dicari nilai rata-ratanya.

HASIL PENELITIAN

Analisis data merupakan proses pengolahan data dari hasil pengujian penelitian menjadi data jadi. Analisis data torsi didapatkan dari perhitungan lebih lanjut dari data putaran *propeller* penelitian pada variable yang divariasikan. Gambar 2. menunjukkan pengaruh perubahan sudut pada torsi turbin.

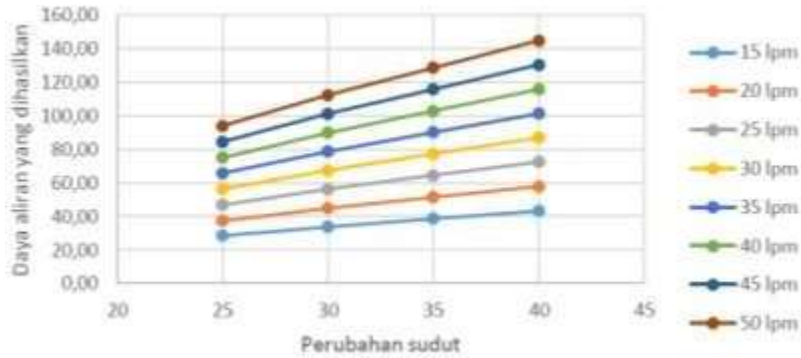


Gambar 2. Grafik Perubahan Sudut terhadap Torsi

Secara umum Gambar 2 menjelaskan bahwa semakin besar sudut kemiringan *propeller* semakin besar torsi yang dihasilkan untuk setiap variasi debit aliran yang ditentukan. (Berdasarkan rumus volume, gaya dipengaruhi volume. Sedangkan volume dihitung menggunakan formula debit aliran air, sehingga dapat dilihat volume berbanding lurus dengan debit. Jika debit naik maka volume meningkat sehingga gaya yang dihasilkan juga meningkat. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa sudut 40° merupakan sudut terbesar kemiringan *propeller* turbin *screw* pada penelitian ini, dimana nilai torsi tertinggi didapatkan pada debit aliran 50 lpm yaitu sebesar 609,69 Nm.

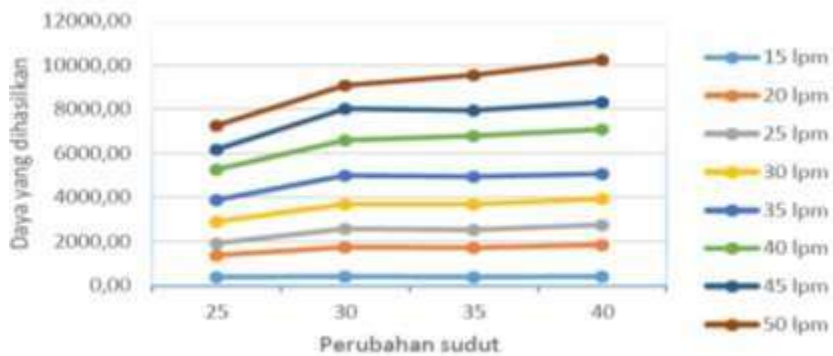
Daya Aliran adalah daya yang dihasilkan karena adanya aliran fluida. Data daya aliran turbin didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan yang ada, dimana daya aliran turbin meningkat secara *linear* seiring bertambahnya sudut kemiringan *propeller* turbin. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai

tertinggi daya aliran turbin didapatkan pada debit aliran 50 lpm sudut 40° yaitu sebe-sar 145 Watt.



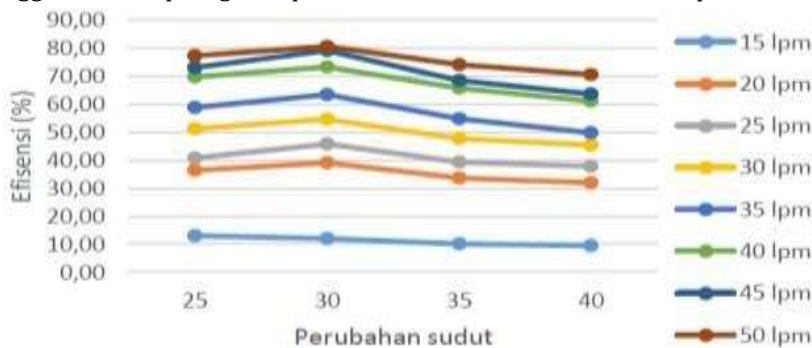
Gambar 3. Grafik Perubahan Sudut terhadap Daya Aliran Turbin

Daya mekanis merupakan daya yang dihasilkan dari putaran turbin. Data penelitian daya meknis didapatkan dari perhitungan torsi. Sama halnya dengan torsi, daya mekanis turbin memiliki bentuk grafik dengan nilai yang semakin kecil seiring bertambahnya kemiringan sudut *propeller* pada setiap variasi debit aliran. Nilai tertinggi daya mekanis turbin didapatkan pada debit aliran 50 lpm sudut 40° yaitu sebesar 10242,22 Watt. Secara jelas pengaruh tersebut dapat dilihat pada pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perubahan Sudut terhadap Mekanis Turbin

Efisiensi merupakan perbandingan daya awal dengan daya akhir yang dihasilkan, atau dari penelitian ini efisiensi didapat dari perbandingan daya mekanis turbin dengan daya aliran turbin. Efisiensiturbin pada penelitian ini didapat pada kemiringan sudut *propeller* 30° debit aliran 50 lpm yaitu sebesar 80,66 %. Grafik pada Gambar 5. menggambarkan pengaruh perubahan sudut turbin untuk setiap debit aliran.



Gambar 5. Grafik Perubahan Sudut terhadap Efisiensi Turbin

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai daya aliran tertinggi didapatkan dari debit aliran 50 lpm dengan kemiringan sudut *propeller* 40° yaitu sebesar 5,8 Watt. Fenomena yang terjadi sendiri untuk daya aliran semakin meningkat seiring bertambahnya sudut *propeller*.
2. Nilai daya mekanis tertinggi didapatkan pada kemiringan sudut *propeller* 30° dengan debit aliran 50 lpm yaitu sebesar 367,23 Watt. Berdasarkan data dan grafik secara umum daya mekanis berkurang seiring bertambahnya sudut kemiringan dikarenakan *energy loss* yang bertambah besar saat sudut kemiringan bertambah, namun untuk setiap desain *screw* memiliki sudut optimal masing-masing dan pada penelitian ini sudut optimal berada pada sudut 30°.
3. Efisiensi tertinggi turbin *screw* penelitian ini mencapai 82,43 % yaitu pada sudut kemiringan *propeller* 30° debit aliran 45 lpm.

SARAN

Saran yang dapat diberikan penulis sehingga dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penambahan alat ukur torsi yaitu *pony brake* diperlukan untuk mengetahui besar torsi actual pada turbin saat penelitian dan diberi perlakuan variasi sudut dan turbin, sehingga nilai torsi tidak hanya diketahui secara teoritis namun juga secara actual yang selanjutnya kedua data tersebut dapat dijadikan perbandingan dan patokan data basis penelitian selanjutnya.
2. Variasi sudut turbin sebagai optimalisasi setiap desain turbin berbeda-beda, sehingga peninjauan terhadap sudut *propeller* perlu dilakukan bahkan dengan debit aliran yang berbeda. Hal inilah yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Selain sebagai referensi namun juga untuk mengetahui desain dan parameter yang dibutuhkan guna mengoptimalkan perancangan turbin ulir yang telah didesain sedemikian rupa.
3. Perlu dilakukan kalibrasi alat penghitung debit air sebelum melakukan penelitian karena akan mempengaruhi akurasi data dari proses pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Brada, K., Radlik, K.-A. (1996). Water screw motor for micropower plant. 6th Intl. Symp. Heat exchange and renewable energy sources, 43–52, W. Nowak, ed. Wydaw Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, Poland.
- Erinofiardi, Nuramal, A., Bismantolo, P., Date, A., Akbarzadeh, A., Mainil, A., K., Suryono, A., F. (2017) Experimental Study of Screw Turbine Performance Based on Different Angle of Inclination. *Energi Pro-cedia* 110 (2017) 8-13.
- Havendri, A., & Arnif, I. (2010). Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir Untuk Data Perancangan Turbin Ulir Pada Pusat Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan Head Rendah, 9, 274–278.
- Havendri, A., & Lius, H. (2009). Perancangan dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archi-medean Turbine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Head Rendah di Indonesia. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 2(31), 1–7.
- Lashofer, A., dkk. 2012. State of Technology and Design Guidelines for The Archimedes Screw Turbine. Muller, G., dan Senior, J. 2009. Simplified Theory of Archimedean Screws. *Journal of Hydraulic* 47/5: 666-669.

- Rohmer, J., Knittel, D., Sturtzer, G., Flieller, D., & Renaud, J. (2016). Modeling and experimental results of an Archimedes screw turbine. *Renewable Energy*, 94, 136-146.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.044>
- Rorres, C. 2000. The Turn of Tthe Screw: Optimal Design of an Archimedes Screw. *Journal of Hydraulic Engineering* 80: 72-80.
- Songin, K. (2017). Experimental Analysis of Archimedes Screw Turbines. A Thesis presented to The University of Guelph.
- Yulistiyanto, B., Yul, H., & Lisdiyanti. (2012). Pengaruh Debit Aliran dan Kemiringan Poros Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-hidro. *Dinamika TEKNIK SIPIL*,12(1),1-5