

UJI PENGARUH VARIASI SUDU TURBIN PADA SUDUT KEMIRINGAN POROS 20 DERAJAT TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI TURBIN

ARCHIMEDES

Mukhammad Uswandi¹, Firman Lukman Sanjaya², Agus Suprihadi³

Email : awal.uswandi98@gmail.com¹

¹Program Studi D-III Teknik Mesin

Diploma III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama, Jl. Dewi Sartika No. 71 Kota Tegal

Abstrak

Kebutuhan sumber energi listrik meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi penduduk di Indonesia. Sedangkan energi listrik yang digunakan saat ini adalah bersumber dari fosil yang mulai menipis. Maka perlu adanya sumber energi alternatif pengganti fosil. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan aliran sungai yang diubah menjadi energi listrik yang disebut dengan pembangkit listrik tenaga turbin ulir. Penelitian ini menggunakan Turbin *Archimedes Screw*, dengan sudut kemiringan 20 derajat, pada variasi sudu 1,2 dan sudu 3 untuk menguji daya listrik dan efisiensi turbin. Hasil pengujian sudu 1 pada sudut kemiringan 20 derajat diperoleh daya listrik sebesar 6,85 watt dan efisiensi turbin sebesar 47,08 %. Hasil pengujian sudu 2 pada sudut kemiringan 20 derajat diperoleh daya listrik sebesar 7,55 watt dan efisiensi turbin sebesar 51,89 %. Hasil pengujian sudu 3 pada sudut kemiringan 20 derajat diperoleh daya listrik sebesar 7,86 watt dan efisiensi turbin sebesar 54,02 %. Dengan demikian penggunaan sudu 3 pada sudut kemiringan 20 derajat menghasilkan daya listrik lebih besar dan efisiensi untuk sudu 1, sudu 2 dan sudu 3 memiliki hasil yang sama.

Kata kunci : Turbin *Archimedes Screw*, sudu 1, 2 dan sudu 3, daya listrik, efisiensi turbin.

Abstract

The need for electrical energy sources increases along with the increasing population in Indonesia. While the electrical energy used today is sourced from fossils that are starting to run out. So there is a need for alternative energy sources to replace fossils. One of them is by utilizing the river flow which is converted into electrical energy which is called a screw turbine power plant. This study uses an Archimedes Screw Turbine, with a tilt angle of 20 degrees, at variations of blade 1,2 and blade 3 to test the electrical power and efficiency of the turbine. The results of the 1 blade test at an angle of 20 degrees obtained an electric power of 6.85 watts and a turbine efficiency of 47,08 %. The results of the 2 blade test at an angle of 20 degrees obtained an electric power of 7.55 watts and a turbine efficiency of 51,89 %. The results of the 3 blade test at an angle of 20 degrees obtained an electric power of 7,86 watts and a turbine efficiency of 54,02 %. Thus the use of blade 3 at an angle of 20 degrees produces greater electrical power and efficiency for blade 1, blade 2 and blade 3 has the same results.

Keywords: *Archimedes Screw Turbine, blades 1, 2 and 3, electric power, turbine efficiency.*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan sumber energi listrik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi penduduk di Indonesia. Sedangkan energi listrik yang digunakan saat ini adalah bersumber dari fosil yang semakin menipis. Maka perlu adanya inovasi sumber energi alternatif pengganti fosil. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan aliran sungai yang diubah menjadi energi listrik yang disebut dengan pembangkit listrik tenaga turbin ulir.

Turbin ulir merupakan pembalikan fungsi dari pompa ulir. Pompa ulir berputar untuk menaikkan air dari sungai ke atas, sedangkan pembalikan fungsinya adalah membiarkan aliran dan berat air masuk kedalam untuk memutar turbin (Havendri, 2010).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut I Putu Juliana, 2018. Pengujian yang telah dilakukan sudut head turbin paling efektif menghasilkan putaran (rpm) terbesar sebesar 303 sebelum dikopel. 177 sesudah dikopel, putaran (rpm) generator terbesar sebesar 3768 (rpm) dan daya tertinggi adalah sudut head turbin 40° sebesar 10.92 watt.

Menurut Agung Dwi Nugroho, 2017. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan menyatakan bahwa bentuk sudu archimedes screw berpengaruh terhadap daya shaft turbin. Turbin dengan diameter luar (Ro) 0,055 m, diameter dalam (Ri) 0,030 m dan sudut kemiringan sudu (α) 45° menghasilkan daya poros sebesar 5.11 watt pada putaran 50 rpm.

III. LANDASAN TEORI

1. Pengertian PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro)

PLTMH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan energi air sebagai penggerakannya, misalnya saluran sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya air (*head*) dan jumlah debit air maupun tekanan airnya. PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air skala yang memiliki batasan daya sebesar 5 kW – 1 mW per unitnya. Terdapat juga beberapa batasan daya untuk PLTMH yaitu 120 kw hingga 200 kW. Prinsip kerja dari pembangkit ini, yaitu memanfaatkan ketinggian jatuh air dan debit air

pada sungai atau air terjun. Aliran air akan mengalir melalui *intake* yang akan diteruskan pada saluran pembawa hingga menuju *panstock*. Pada air yang dialirkan akan memutar turbin sehingga menghasilkan energi mekanik sehingga turbin berputar dan memutar generator.

2. Hukum Archimedes

Hukum dasar *Archimedes* : "Jika dalam sebuah tempat ada air dan air dalam keadaan tenang, maka di seluruh bagian air tekanannya sama. Kalau ada daerah yang tekanannya berbeda, maka air dari tempat yang tekanannya tinggi mengalir ke arah yang tekanannya rendah. Jika benda dimasukkan ke dalam air dan setelah airnya tenang kembali benda terapung, keadaan itu menunjukkan bahwa tekanannya menjadi sama di mana-mana, termasuk di tempat benda tersebut berada. Ini berarti tekanan yang diduduki benda itu seharusnya sama dengan tekanan di bagian air yang lain atau air yang seharusnya ada di situ yang sama dengan air yang terdesak oleh benda". Dalam penyusunan percobaannya *Archimedes* menggunakan pengetahuan tentang timbangan. Akhirnya dapat ditentukan bahwa teorinya sesuai dengan hasil percobaan, yaitu: "Benda yang terapung atau terendam dalam air kehilangan berat sesuai dengan berat air yang terdesak". Hukum *Archimedes* berbunyi, "Sebuah benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida akan mendapat gaya ke atas sebesar berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut (Rofiqoh Utami dkk, 2014).

3. Hydropower

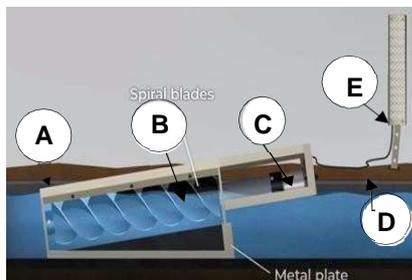
Hydropower besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada besarnya head dan debit air. Dalam hubungan dengan reservoir air, maka *head* adalah beda ketinggian antara permukaan air pada reservoir dengan muka air keluar dari kincir air/turbin air. Total daya yang dibangkitkan dari suatu turbin air adalah merupakan reaksi antara *head* dan debit air seperti ditunjukkan pada persamaan 1 (Agi Noto & Dedy, 2017).

4. Pengertian Turbin

Turbin Ulir atau *Archimedean Screw* merupakan turbin yang sudah ada pada zaman kuno yang dimanfaatkan sebagai pompa air untuk pengairan. Seiring dengan krisis energi dan terbatasnya potensi energi air dengan *head* yang tinggi, maka pada tahun 2007 seorang insinyur

memodifikasi pompa *Archimedes* yang dibalik dan membiarkan air mengendalikan pompa dan pada ujung pompa dipasang generator, maka dapat menghasilkan listrik selama generator tersebut tidak terendam air atau terkena air. Turbin ulir ini dapat digunakan pada *head* rendah. Sudut blade pada turbin ulir biasanya ditetapkan pada sudut 220. Turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator (Made Agus Trisna Saputra dkk, 2019).

5. **Komponen Kerangka Turbin Ulir *Archimedes***
Adapun komponen dalam kerangka turbin ulir *Archimedes* yaitu :



Gambar 1. Komponen Kerangka Turbin Ulir

Keterangan komponen kerangka turbin ulir *Archimedes* pada gambar 1.

- a. Rangka
- b. Poros
- c. Generator
- d. Kabel
- e. lampu

IV. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Penentuan Dimensi Sudu Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro.

- a. Peneliti mencari dosen untuk dijadikan pembimbing kemudian mengajukan judul tugas akhir sampe akhirnya pembimbing memberikan saran judul prodak yaitu pembangkit listrik tenaga mikro hidro.
- b. Peneliti lalu diberikan judul masing-masing mahasiswa binaanya.

- c. Setelah pembimbing memberikan judul mahasiswa bermusyawarah untuk mentukan tempat pembuatan prodak.
- d. Ketika sudah mahasiswa mulai membuat proposal tentang perancangan prodak yang akan dibuat .
- e. Setelah sudah dirancang mulai poses pembuatan dan mahasiswa yang mendapat judul tentang matrial menentukan bahan yang akan digunakan dan mendapat persetujuan dari pembimbing.
- f. Setelah itu mulai proses pembuatan dengan rancangan dan matrial yang sudah ditentukan dan komponen lainnya seperti generator sebagai pengubah energy gerak menjadi ensergy listrik.
- g. Setelah prodak jadi mahasiswa mulai uji coba dan pengambilan data yang bertempat saluran irigasi swah desa kemantran kec. Kramat kab. Tegal.
- h. Setelah semuanya sudah mahasiswa mulai membuat laporan untuk siding tugas akhir sebelum semuanya dinyatakan lulus .
- i. Kemudian yang paling terakhir yaitu proses pengumpulan prodak pada bengkel teknik mesin ploteknik harapan bersama dan selesai semua rangkaian tugas akhir peneliti

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Debit

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai debit aliran air yang melintas pada turbin. Sebelum menghitung debit air yang masuk ke turbin langkah pertama yaitu menghitung luas penampang dan kecepatan aliran dengan menggunakan rumus . Selanjutnya menghitung debit air yang masuk ke turbin dengan rumus.

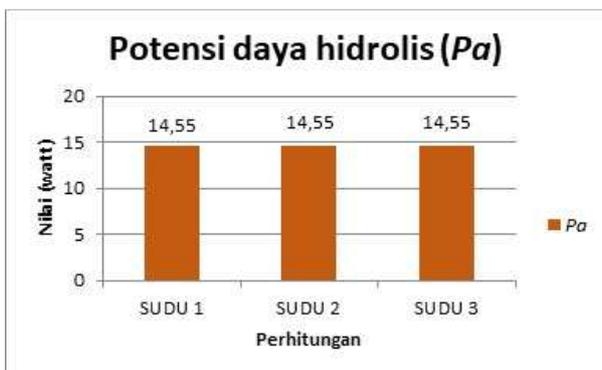


Gambar 2. Debit air

Hasil perhitungan debit pada sudut kemiringan poros 20 derajat sebagai berikut : pada sudu 1 diperoleh hasil sebesar 0,00594 m³/s, pada sudu 2 diperoleh hasil sebesar 0,00594 m³/s dan di sudu 3 diperoleh hasil sebesar 0,0594 m³/s, hal ini menunjukkan debit aliran pada sudu 1, sudu 2 dan sudu 3 hasilnya sama.

b. Potensi Daya Hidrolis

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai potensi daya hidrolis yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Dalam hal ini daya hidrolis diperoleh dengan rumus berikut dengan mengkalikan masa jenis air dengan gaya gravitasi, hasil debit pada perhitungan sebelumnya dan *head* atau ketinggian air yang diukur menggunakan meteran sehingga akan menghasilkan data dari sudu 1, 2, dan sudu 3.



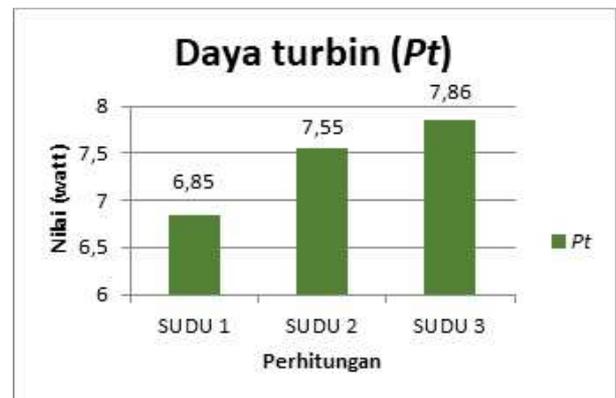
Gambar 3. Potensi daya hidrolis

Hasil perhitungan potensi daya hidrolis pada sudut kemiringan poros 20 derajat sebagai berikut : pada sudu 1 diperoleh hasil sebesar 14,55 watt, pada sudu 2 diperoleh hasil sebesar 14,55 watt dan di sudu 3 diperoleh hasil sebesar 14,55 watt, hal ini

menunjukkan potensi daya hidrolis pada sudu 1, sudu 2 dan sudu 3 hasilnya sama.

c. Daya Turbin

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai besar daya turbin yang dihasilkan akibat adanya energi kinetik dipergunakan perumusannya maka hasil dari perhitungan adalah dengan cara mengkalikan voltase dengan *ampere* sehingga akan menghasilkan daya turbin.

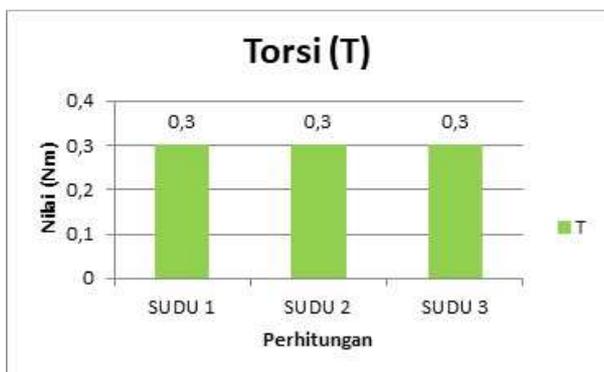


Gambar 4. Daya turbin

Hasil perhitungan daya turbin pada sudut kemiringan poros 20 derajat sebagai berikut : pada sudu 1 diperoleh hasil sebesar 6,85 watt, pada sudu 2 terjadi peningkatan sebesar 0,7 % menjadi 7,55 watt dan di sudu 3 terjadi peningkatan sebesar 0,31 % menjadi 7,86 watt, hal ini menunjukkan daya turbin pada sudu 3 lebih besar dibanding sudu 1 dan sudu 2.

d. Torsi Turbin

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai torsi turbin dengan menghitung menggunakan rumus maka akan terhitung torsi yang dihasilkan dari mesin pembangkit listrik *Archimedes* dari sudu 1,2 dan sudu 3.

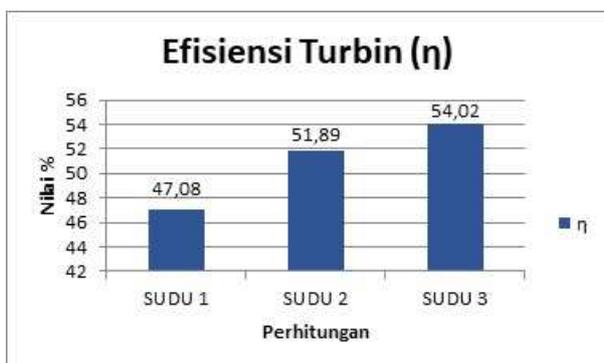


Gambar 5. Torsi turbin

Hasil perhitungan torsi pada sudut kemiringan poros 20 derajat sebagai berikut : pada sudu 1 diperoleh hasil sebesar 0,3 Nm, pada sudu 2 diperoleh hasil sebesar 0,3 Nm dan di sudu 3 diperoleh hasil sebesar 0,3 Nm, hal ini menunjukkan torsi pada sudu 1, sudu 2 dan sudu 3 hasilnya sama.

e. Efisiensi Turbin

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai efisiensi sistem turbin ulir adalah kemampuan peralatan pembangkit untuk mengubah energi kinetik dari air yang mengalir menjadi energi listrik. Untuk menghitung efisiensi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sehingga akan menghasilkan daya efisiensi dari 3 pengujian pada sudu 1, 2 dan sudu 3.



Gambar 6. Efisiensi turbin

Hasil perhitungan efisiensi pada sudut kemiringan poros 20 derajat sebagai berikut : pada sudu 1 diperoleh hasil sebesar 47,08 %, pada sudu 2 mengalami peningkatan efisiensi sebesar 51,89 % dan di sudu 3 juga mengalami peningkatan efisiensi sebesar 54,02 %, hal ini menunjukkan efisiensi pada sudu 3 lebih besar dibanding sudu 1 dan sudu 2.

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian Uji Pengaruh Variasi Sudu Turbin Pada Sudut Kemiringan Poros 20 Derajat Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin diatas yaitu jumlah sudu sangat mempengaruhi daya dan efisiensi turbin tersebut. Daya turbin tertinggi dihasilkan oleh penggunaan sudu 3 sebesar 7,86 watt. Sedangkan Efisiensi tertinggi terdapat pada penggunaan sudu 3 menghasilkan efisiensi sebesar 54,02 %.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adly Havendri, I. A., 2010, Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir Untuk Data Perancangan Turbin Ulir Pada Pusat Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Dengan Head Rendah, *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*, hal 273-278.
- [2] Nugroho Dwi A., dkk., 2017, Kajian Teoritik Pengaruh Geometri dan Sudut Kemiringan, *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK)*, hal 56-59.
- [3] Akbar, Ali. T., 2018, Analisa Pengaruh Ketinggian Dan Debit Air Terhadap Output Energi Listrik Yang Dihasilkan Pada Pembangkit Mikrohidro (PLTMH) Desa Girikerto. *Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia*, hal 1-29.
- [3] Harja Budi H., dkk., 2014, Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros. *Metal Indonesia Vol. 36 No. 1*, hal 26-33.
- [4] Ibi Weking, A, 2019, Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, hal 83-90.
- [5] Juliana, I. P., 2018, Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3*, hal 393-400.
- [6] Muliawan, A., dan Ahmad Yani, Y., 2016, Analisis Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner.

Journal of Sainstek Teknik Mesin, Universitas Trunajaya Bontang, hal 1-9.

- [7] Putra, I. G., 2018, Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3, September - Desember 2018*, hal 385-392.
- [8] Fritsz, D. (1996). *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- [9] Nurdin, A., & H, D. A. (2018). Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah . *Jurnal Simetris, Vol. 9*, 783-796.
- [10] Rofiqoh Utami, W., & Purwanto, J. (2014). Rancang Bangun Perangkat Eksperimen Hukum Archimedes Untuk Mts Lb/A Yaketunis Kelas Viii. *Inklusi, Vol.1, No.1 Januari - Juni 2014*, 58-82