

Analisis Desain Blade Turbin Air Mikrohidro Archimedes Screw Terapung Berbasis CFD

^{(1)*}*Dimas Almurchizzun*, ⁽²⁾*Danial*, ⁽³⁾*Romario Aldrian Wicaksono*

^(1,3)*Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak*

⁽²⁾*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak*

*Email: dimasalmurchizun17@gmail.com

ABSTRACT

Archimedes screw turbine is a type of turbine for generating micro-hydro electric energy which is sourced from water. Initially, Archimedes screw was only used as a tool to transport water from rivers or streams. But nowadays many researchers are starting to see the potential of Archimedes screw which can be used as a turbine for generating electricity, this is because Archimedes screw can work even with a small amount of water discharge, has good efficiency at small discharge and low head, but when using a turbine will cover the entire water flow so that all water discharge enters the turbine, which if the water flow overflows it will submerge the turbine so that the turbine cannot working and can cause damage. Therefore this study aims to overcome this by providing flotation to the turbine so that it continues to work if the water flow overflows, and also aims to find the turbine variant with the most efficient number of blades using the CFD simulation method. By using a turbine with a long dimension of 180mm, a turbine diameter of 42mm, a turbine shaft diameter of 12.6mm. The results obtained from the CFD simulation show that the turbine with the 1 blade variant is the best variant, producing a turbine rotation of 518.3 rpm, torque of 0.00473 Nm, power of 0.257 watts and efficiency reaching 72.12% and errors from the simulation results with turbine test results directly less than 5%.

Keywords: archimedes screw, microhydro power plant, simulation, computational fluid dynamics, efficiency

ABSTRAK

Turbin ulir Archimedes adalah salah satu jenis turbin pembangkit energi listrik mikrohidro yang bersumber energi dari air, awalnya ulir Archimedes hanya digunakan sebagai alat untuk mengangkut air dari sungai atau aliran air. Tetapi di zaman sekarang ini mulai banyak peneliti melihat adanya potensi dari ulir Archimedes yang dapat dijadikan sebagai turbin pembangkit listrik, hal ini dikarenakan ulir Archimedes dapat bekerja walaupun dengan jumlah debit air yang kecil memiliki efisiensi yang baik pada debit kecil dan head rendah, tetapi pada penggunaannya turbin akan menutupi seluruh aliran air agar semua debit air masuk ke dalam turbin, yang mana apabila aliran air meluap maka akan merendam turbin sehingga turbin tidak dapat berfungsi dan dapat menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengatasi hal tersebut dengan pemberian pengapung pada turbin agar tetap bekerja jika aliran air meluap, dan juga bertujuan untuk mencari varian turbin dengan jumlah blade berapa yang paling efisien dengan menggunakan metode simulasi CFD. Dengan menggunakan turbin berdimensi panjang 180mm, diameter turbin 42mm, diameter poros turbin 12,6mm. Hasil yang didapat dari simulasi CFD didapat bahwa turbin dengan varian 1 blade merupakan varian yang paling baik, dengan menghasilkan putaran turbin 518,3 rpm, torsi 0,00473 Nm, daya 0,257 watt dan efisiensi mencapai 72,12% serta error dari hasil simulasi dengan hasil uji turbin secara langsung kurang dari 5%.

Kata Kunci: archimedes screw, pembangkit listrik mikrohidro, simulasi, computational fluid dynamics, efisiensi

I. Pendahuluan

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok pada kehidupan manusia yang modern ini, hampir segala kegiatan manusia membutuhkan listrik sebagai sumber energi agar dapat berjalan sehingga semakin lama manusia membutuhkan semakin banyak energi listrik untuk digunakan, pembangkit listrik pun banyak dibangun untuk memenuhi kebutuhan listrik. Dimulai dengan penemuan listrik oleh Thales pada tahun 640-546 sebelum masehi dan terus berkembang hingga saat ini, di Indonesia sendiri pembangkit listrik mulai dibangun pada abad ke 19 oleh beberapa perusahaan Belanda untuk kebutuhan mereka yang rata-rata mengandalkan pembangkit listrik tenaga uap dan air.

Di jaman sekarang banyak digunakan pembangkit listrik yang berbahan bakar batu bara, minyak bumi, nuklir hingga ramah lingkungan seperti angin, matahari dan air. Meskipun sudah ada pembangkit listrik yang ramah lingkungan namun tetap saja masih banyak yang menggunakan pembangkit listrik yang berbahan bakar fosil sebagai pembangkit listrik utama, seperti di Indonesia yang banyak menggunakan pembangkit listrik tenaga uap sebesar 50% dan setelahnya gas dan solar sebesar 35%, dengan penggunaan pembangkit berbahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui tentu akan menimbulkan banyak dampak negatif pada lingkungan.

Dari data yang didapat membuktikan bahwa Indonesia memiliki sumber daya air yang melimpah, sehingga dengan sumber energi air ini seharusnya dapat digunakan untuk pembangkit listrik, khususnya di daerah Kalimantan Barat yang memiliki banyak aliran sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Sayangnya di daerah Kalimantan Barat masih sangat minim pembangkit listrik tenaga air, yang digunakan oleh pemerintah dan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan listrik setidaknya untuk memenuhi kebutuhan listrik fasilitas umum dan juga bekerja secara efektif serta efisien terhadap kondisi perairan. Hal ini yang menjadi dasar penulis untuk membuat sebuah analisis efisiensi desain blade turbin air mikrohidro Archimedes screw terapung, yang mana peneliti anggap turbin air mikrohidro bertipe Archimedes screw terapung sangat cocok untuk digunakan pada aliran sungai dan parit, karena dapat bekerja

pada head yang rendah, sehingga diperlukan desain blade yang dapat bekerja secara efisien.

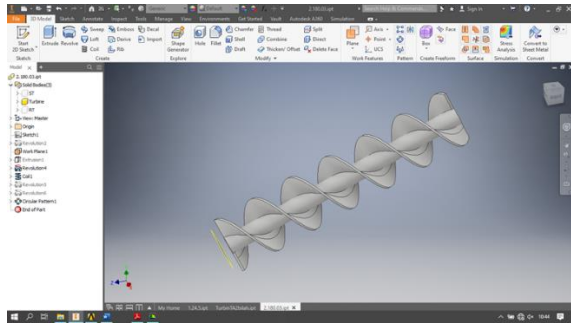
Adapun beberapa studi literatur yang menjadi tinjauan pustaka dari penelitian ini adalah, yang dilakukan oleh Rahmawaty, dkk (2021) “Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Pada Turbin Archimedes Skala Kecil” membahas analisa CFD pada turbin screw Archimedes untuk mendapatkan efisiensi, torsi dan power yang dihasilkan oleh turbin. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Akhmad Nurdin dan Dwi Aries (2018) “Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja turbin Archimedes Screw oleh beberapa parameter seperti tingkat rendaman turbin, sudut kemiringan turbin, pitch ratio dan jumlah sudu.

Berdasarkan berbagai permasalahan dan potensi yang didapat, maka tujuan dari penelitian ini adalah mendesain bentuk dan blade turbin pembangkit energi listrik mikrohidro *Archimedes screw* terapung dan menganalisisnya untuk mengetahui seberapa besar torsi dan daya serta varian blade mana yang paling efisien dari turbin *Archimedes screw* terapung.

II. Metode

Adapun penelitian menggunakan perangkat berupa komputer ataupun laptop untuk mendesain dan menjalankan simulasi *CFD*, *software* yang digunakan adalah *Autodesk Inventor Professional 2018* untuk mendesain bentuk turbin dan *ANSYS* untuk simulasi *CFD*, serta untuk pengujian turbin *Archimedes screw terapung* secara langsung dilakukan pada alat flume test.

Pertama-tama membuat desain turbin seperti pada gambar 1 menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2018* sesuai ukuran pada parameter yang telah ditentukan sebelumnya, dengan panjang turbin 180mm, diameter turbin 42mm, diameter poros 12,6mm dan untuk jumlah bilah, pitch dan kemiringan dari turbin dapat juga dilihat pada Tabel 1, proses pembuatan desain diawali dengan membuat desain 2 dimensi berupa sketsa dan diubah menjadi desain 3 dimensi dengan menggunakan berbagai fitur di *software*.

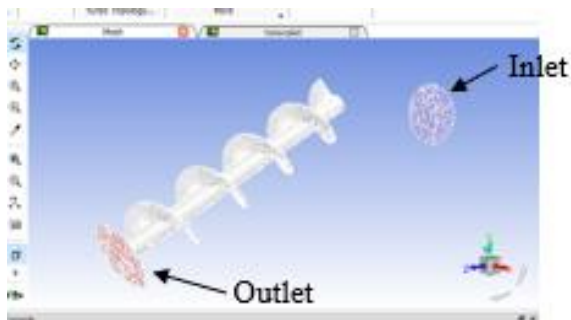


Gambar 1. Desain Turbin

Tabel 1. Parameter Ukuran Turbin

No	Jumlah bilah	Pitch (mm)	Kemiringan	Rasio radius poros
A	1	39,967	24,5°	0,3
B	2	57,944	24,5°	0,3
C	3	100,46	24,5°	0,3
D	4	84,795	24,5°	0,3
E	5	72,52	24,5°	0,3

Setelah desain selesai, selanjutnya adalah menginput desain kedalam *software* simulasi ANSYS, disini peneliti menggunakan jenis simulasi *Fluent* dan opsi *dynamic mesh*, kemudian desain diubah dalam bentuk *mesh* dalam proses *meshing*, semakin detail dan baik kualitas *mesh* maka hasil simulasi akan semakin baik dan akurat. Kemudian diberikan boundary atau batasan area seperti inlet, outlet dan wall pada simulasi seperti pada Gambar 2, dan mengatur debit air yang diberikan sesuai parameter yang ditentukan seperti pada Tabel 2.



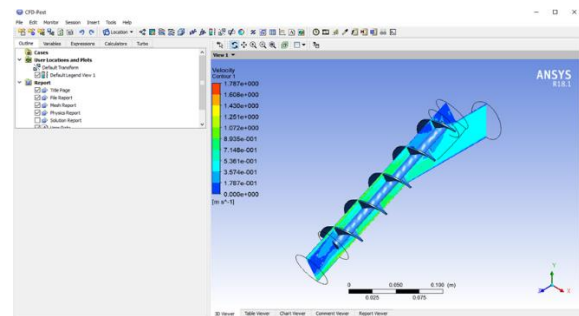
Gambar 2. Setting Boundary

Tabel 2. Variasi Debit Air

Debit air	Presentase
0,000629 m ³ /s	100%
0,000537 m ³ /s	85%
0,000441 m ³ /s	70%
0,000346 m ³ /s	55%
0,000251 m ³ /s	40%

Setelah semua pengaturan sesuai dengan parameter yang diinginkan, kemudian dilakukan proses kalkulasi simulasi oleh *software*, semakin banyak dan detail iterasi yang digunakan maka semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk memproses kalkulasi serta spesifikasi perangkat juga mempengaruhi waktu kalkulasi.

Terakhir setelah kalkulasi selesai, didapatkan hasil rpm, torsi dan daya turbin serta dapat melihat animasi berupa gambar ataupun video dari simulasi tersebut pada bagian post-processor, dalam animasi tersebut dapat terlihat bagian atau area dari turbin yang menerima tekanan dan kecepatan terbesar sampai terkecil dari aliran yang digunakan saat simulasi, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Post-Processor

III. Hasil dan Pembahasan

1. Persamaan

Adapun persamaan yang digunakan untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini adalah :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

$$P_H = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \quad (2)$$

$$P_T = T \cdot \omega \quad (3)$$

$$\eta = \frac{P_T}{P_H} \times 100\% \quad (4)$$

0,00473 Nm dan daya 0,256 watt .Hal ini dikarenakan pada varian turbin 1 blade memiliki volume bucket yang lebih besar dibandingkan dengan varian turbin yang memiliki diatas 1 blade, dan juga berat dari turbin 1 blade lebih ringan daripada turbin dengan jumlah blade diatas 1.

Berdasarkan hasil simulasi dari turbin Archimedes screw terapung, didapatkan bahwa turbin dengan jumlah 1 blade memiliki efisiensi paling besar, yaitu sebesar 72,12%. Dan berdasarkan hasil dari perbandingan data simulasi dan data nyata dari turbin, didapatkan hasil error kurang dari 5%, dengan error kurang dari 5% data hasil dari simulasi dikatakan valid, namun besarnya error juga dapat bertambah apabila pada simulasi menggunakan mesh yang sedikit dan tidak detil serta penggunaan iterasi yang sedikit sehingga hasil simulasi tidak maksimal.

Berdasarkan temuan dari penelitian dan simulasi yang telah dilakukan, Adapun saran yang dapat diberikan adalah :

1. Menggunakan perangkat komputer yang memiliki spesifikasi lebih tinggi agar dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat.
2. Menggunakan ukuran turbin yang lebih besar dan generator yang sesuai agar dapat menghasilkan daya yang lebih besar dan efisien.

Daftar Pustaka

- Rahmawaty,. Dharna, Surya,. Suherman,. Ilmi, 2021. Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil, pp.1253-1262.
- Nurdin, Akhmad, H., Aries, Dwi, 2018. KAJIAN TEORITIS UJI KERJA TURBIN ARCHIMEDES SCREW PADA HEAD RENDAH, Vol. 9, No. 2, pp.783-796.
- Karim, Nur, Wildan, Muhammad,. Widyartono, Mahendra,.Hermawan, Chandra, Aditya,. Haryudo, Isnur, Subuh, 2021. KAJIAN KEMIRINGAN BLADE DAN HEAD TURBIN ARCHIMEDES SCREW TERHADAP DAYA KELUARAN GENERATOR AC 1 PHASE 3 kW, Vol. 10, No. 01, pp. 219-228.
- Putra, Widyana, Gede,. Weking, Ibi, Antonius,. Jasa, Lie, 2018. Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw, Vol. 17, No. 3, pp.385-392.
- Setiawan, Yudi,. Wijianti, Sari, Eka,. Saporin,. Wibowo, Santoso, Budi,. Prayitnoadi, Priyoko, 2021. KINERJA PUTARAN ROTOR TURBIN AIR SCREW ARCHIMEDES DENGAN VARIASI KEMIRINGAN SUDUT TURBIN, Vol. 7, No. 2, pp.42-46.
- Prananda, Juniarko,. Koenhardono, S., Eddy,. Farhan, F., Noerendik, 2021. Performance Analysis of Screw Turbine Design with Additional Flaps Modification Using Computational Fluid Dynamics Method, Vol. 6, No. 4, pp.246-254.
- Nugroho, Dwi, Agung,. H., Aries, Dwi, 2017. KAJIAN TEORITIK PENGARUH GEOMETRI DAN SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ARCHIMEDES SCREW, Vol. III, pp.56-59.
- Rorres, Chris, 2000. JOURNAL OF HYDRAULIC ENGINEERING, Vol. 126, No 1, pp.72-80.
- Bouvant, Mael,. Betancour, Johan,. Velasquez, Laura,. Clemente, Rubio, Ainhua,. Chica, Edwin, 2021. Design optimization of an Archimedes screw turbine for hydrokinetic applications using the response surface methodology, No. 172, pp.941-954.
- Stergiopoulon, Alkistis,. Stergiopoulos, Vassilios,. Kalkani Efrossini, 2014. COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS STUDY ON A 3D GRAPHIC SOLID MODEL OF ARCHIMEDEAN SCREW TURBINES, Vol. 23, No. 11, pp.2700-2706.
- G., Dellinger,2017. Computational fluid dynamics modeling for the design of Archimedes screw generator, pp.1-33.
- Sihombing, Sudianto, Edis, 2009. PENGUJIAN SUDU LENGKUNG PROTOTIPE TURBIN AIR TERAPUNG PADA ALIRAN SUNGAI. Medan: Skripsi Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara.

Simmons, Scott, 2018. A Computational Fluid Dynamic Analysis of Archimedes Screw Generators, Guelph: Thesis Master Of Applied Sciences, University Of Guelph.

Waters, R., Shaun, 2015. ANALYSING THE PERFORMANCE OF THE ARCHIMEDES SCREW TURBINE WITHIN TIDAL RANGE TECHNOLOGIES, Lancaster: Thesis Departement Of Engineering, Lancaster University.

Vila, Espinosa, Xavier, Francesc, 2019. CFD SIMULATIONS OF AN ARCHIMEDES SCREW, Barcelona: Thesis Faculty Of Mechanical Engineering, Universitat Politecnica De Catalunya.