

url : <http://studentjournal.umpo.ac.id/index.php/komputek>

Studi Perencanaan Turbin Air Tipe Archimedes Di DAM Kertosari Jember

I Gede Made Dwi Bagus Inar, Raihan Dhiaulhaq, Nasrul Iminnafik*

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Jember

E-mail Korespondensi : nasrul.teknik@unej.ac.id

History Artikel

Diterima : 18 Januari 2023 Disetujui : 03 Maret 2023 Dipublikasikan : 24 April 2023

Abstract

This study aims to design an archimedes turbine in the Kertosari Dam, Pakusari District, Jember Regency, East Java, when used as a micro-hydro power plant. The potentials studied include the amount of discharge, the energy that can be produced by the Archimedes turbine, and knowing the efficiency of the planned turbine. After conducting surveys and measurements, a head of 1 m and a discharge of 0,646 m³/s were obtained. Based on survey data, the archimedes turbine is the right water turbine to use. The results of the calculation of the power to be obtained are around 5944,34 Watts.

Keywords: *Turbine, Archimedes, Potential*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang turbin air tipe archimedes di Dam Kertosari, Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember, Jawa Timur, apabila digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Potensi yang diteliti meliputi besar debit, energi yang dapat dihasilkan oleh turbin archimedes, dan mengetahui efisiensi turbin yang direncanakan. Setelah dilakukan survey dan pengukuran, didapatkan head sebesar 1 m dan debit 0.646 m³/s. Berdasarkan data hasil survey, turbin arcimedes merupakan turbin air yang tepat digunakan. Hasil perhitungan daya yang akan didapat berkisar 5944.34 Watt.

Kata Kunci: Turbin, Archimedes, Potensial

How to Cite: Made et. al (2023). Studi Perencanaan Turbin Air Tipe Archimedes di Dam Kertosari Jember. KOMPUTEK : Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo Vol 7 (1): Halaman 21-28

© 2023 Universitas Muhammadiyah Ponorogo. All rights reserved

ISSN 2614-0985 (Print)

ISSN 2614-0977 (Online)

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia maka penggunaan energi listrik juga akan semakin besar dan berbagai fasilitas yang bergantung pada energi listrik. Pada kenyataannya, ketersediaan energi listrik dari PLN masih belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat Indonesia. Solusi dari permasalahan itu ialah penggunaan energi alternatif yang dapat diperbaharui. Indonesia adalah negara yang memiliki banyak potensi guna menghasilkan energi alternatif sebagai sumber energi diantaranya aliran sungai atau aliran irigasi lainnya. Turbin air merupakan alat yang digunakan untuk memanfaatkan aliran sungai menjadi energi listrik [1]. Jenis-jenis turbin air yang banyak dikenal maupun diaplikasikan pada pembangkit listrik skala mikrohidro diantaranya yaitu turbin crossflow, turbin Kaplan, turbin propeller, turbin francis, turbin turgo, turbin pelton, dan turbin ulir. Turbin yang sering digunakan pada aliran sungai dengan head yang rendah adalah turbin ulir (Archimedean Turbine) [2][3].

Turbin adalah komponen mesin yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi listrik dengan bantuan generator. Prinsip kerja turbin air ialah dengan memanfaatkan energi potensial air yang akan diubah ke energi kinetic melalui sudu turbin. Poros penghubung akan berputar akibat dari gerakan sudu dan akan menggerakkan generator. Putaran yang

dihasilkan oleh turbin berpengaruh pada besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh generator. Banyak peneliti yang mengembangkan turbin jenis Archimedes ini dikarenakan memiliki keunggulan dapat beroperasi pada head yang rendah, tidak memerlukan system control terkhusus, perawatan yang mudah, tidak merusak ekologi sungai atau fish-friendly serta rancang bangun kerangka turbin ulir relatif sederhana [4][5]. Sejak dahulu Archimedes screw digunakan sebagai pompa, akan tetapi beberapa tahun belakangan, Archimedes screw bergeser pemanfaatannya [6].

Ditinjau dari bentuk geometrinya, turbin air tipe archimedes ini dipengaruhi parameter dalam meliputi radius dalam, jumlah sudu, pitch, dan lainnya serta parameter luar meliputi kemiringan turbin, head, debit [7], downstream level dan lainnya [8]. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji potensi air dan turbin yang pantas dipakai sesuai dengan potensi air yang tersedia pada Dam Kertosari, Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Pada penelitian ini diambil data dari dam kertosari yang terletak di Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember yang berjarak sekitar 13km dengan waktu tempuh 20 menit menggunakan sepeda motor.



Gambar 1. Lokasi Dam Kertosari, Pakusari, Jember

Gambar 1. merupakan jarak antara pusat kota Jember dan lokasi Dam Kertosari, Jember. Data yang diambil berupa head, debit air, lebar sungai dengan menggunakan alat seperti meteran, balon, dan stopwatch.

B. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, kami memulai dengan studi Pustaka dengan cara mencari referensi dari penelitian-penelitian yang pernah ada sebelumnya, lalu dilanjutkan dengan mempersiapkan alat dan bahan yang akan kami gunakan seperti meteran, alat pengukur waktu, dan balon. Dilanjutkan dengan menghitung debit air menggunakan cara floating methods. Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan, langkah selanjutnya yaitu mulai menghitung data yang diperlukan dan mulai melakukan perancangan turbin tipe archimedes. Dalam mendesain turbin tersebut, kami menggunakan aplikasi Auto CAD.

Pengumpulan data dilakukan guna menentukan debit, diameter turbin, diameter poros turbin panjang turbin, pitch turbin, jumlah ulir, efisiensi turbin, dan daya turbin.

Setelah semua proses perhitungan, kemudian

diambil kesimpulan.

C. Analisa Efisiensi Turbin

Pada penelitian terdahulu, rumus perhitungan juga digunakan pada penelitian kali ini, beberapa rumus yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Debit Air

$$Q = V \times A \quad (1)$$

Dimana:

Q : Debit (m³/s)

V : Velocity (m/s)

A : Luas (m²)

2. Daya Hidrolis

$$P = \rho \times g \times Q \times H \quad (2)$$

Dimana :

P : Daya hidrolis air (watt)

ρ : Massa jenis air (kg/m³)

Q : Debit air (m³/s)

H : Ketinggian (m)

3. Dimensi diameter screw

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{k \times n}} \quad (3)$$

Dimana :

D : Diameter sudu (m)

Q : Debit air (m³/s)

k : Konstanta turbin

n : Putaran turbin (rpm)

4. Panjang poros turbin

$$L = \frac{h}{\tan \beta} \quad (4)$$

Dimana :

L : Panjang poros turbin (m)

h : Ketinggian (m)

β : Sudut kemiringan poros turbin ($^{\circ}$)

5. Jumlah ulir

$$Z = \frac{L}{S} \quad (5)$$

Dimana :

Z : Jumlah ulir

L : Panjang poros turbin (m)

S : Jarak pitch (m)

6. Efisiensi turbin

$$\eta = \left(\frac{2 \cdot \alpha + 1}{2 \cdot \alpha + 2} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,1125 \cdot D^2}{Q} \right) \quad (6)$$

Dimana :

$$\alpha : \frac{h_0}{\Delta h}$$

Δh : $X \sin \theta$

$$X : \frac{1}{N}$$

N : Jumlah ulir

7. Daya turbin

$$P = \rho \times g \times Q \times H \times \eta \quad (7)$$

Dimana :

P : Daya hidrolis air (watt)

ρ : Massa jenis air (kg/m^3)

Q : Debit air (m^3/s)

H : Ketinggian (m)

η : Efisiensi turbin (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Dam Kertosari

Kami melakukan pengambilan data pada

Tabel 1. Spesifikasi Dam Kertosari, Jember

Data	Keterangan
Head	1 m
Kedalaman	0.7 m

Dam Kertosari, Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember, dalam pengambilan data, kami mencari beberapa data seperti lebar aliran sungai, dan juga ketinggian air jatuh, setelah mendapatkan keduanya, kami mengukur debit air.



Gambar 2. Spesifikasi Dam Kertosari



Gambar 3. Pengambilan data kecepatan air

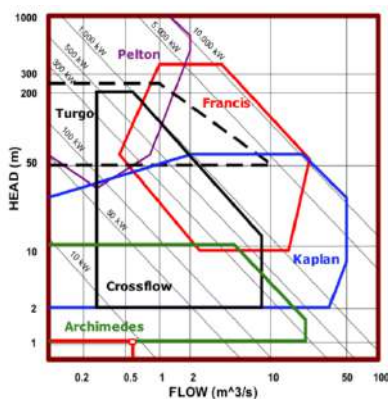
Gambar 2. merupakan spesifikasi Dam Kertosari yang telah kami ukur, didapatkan lebar aliran sungai 4.9 m dengan ketinggian air jatuh 1 m. Dilanjutkan dengan mengukur debit air pada dam kertosari menggunakan balon dengan metode floating methods pada Gambar 3.

sungai	
Lebar aliran	4.9 m
Debit	2.435 m^3/s
Kedalaman	0.7 m

hitung	
Lebar hitung	1.3 m
Debit hitung	0.646 m ³ /s

Tabel 1. menjelaskan Dam Kertosari memiliki ketinggian air jatuh sebesar 1 m, kedalaman air 0.7 m, lebar aliran air sebesar 4.9 m dan debit air sebesar 2.435 m³/s. Tetapi berdasarkan hitungan yang akan kami gunakan, kami memakai ketinggian air jatuh 1 m, kedalaman air 0.7 m, lebar saluran 1.3 m, dan menghasilkan debit sebesar 0.646 m³/s.

B. Pemilihan Jenis Turbin



Gambar 4. Grafik pemilihan turbin [9]

Mengacu pada Gambar 4. didapatkan jenis turbin yang sesuai berdasarkan spesifikasi yang dimiliki oleh Dam Kertosari Jember. Dengan head sebesar 1 m dan debit yang dihasilkan sebesar 0.646 m³/s, maka jenis turbin yang kami pilih adalah turbin air tipe Archimedes.

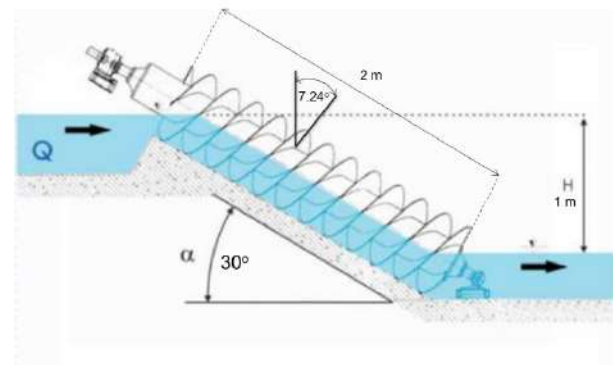
C. Perancangan Turbin Archimedes

Setelah didapatkan tipe turbin yang akan kami gunakan, dilanjutkan dengan menghitung

semua data yang diperlukan. Didapatkan hasil data yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan perancangan turbin

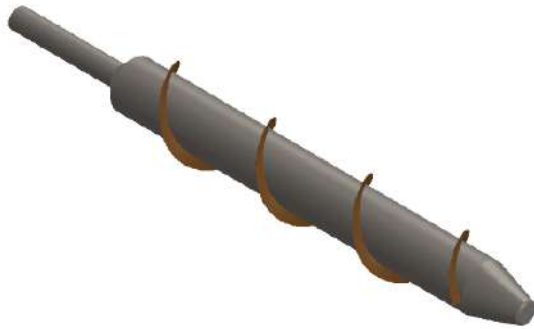
Jenis	Keterangan
Potensi daya air	6337.26 Watt
Putaran turbin	30 rpm
Diameter screw	0.428 m
Diameter poros	0.1712 m
Panjang poros	2 m
Sudut turbin	30°
Pitch turbin	0.428 m
Jumlah ulir	5 ulir
Sudut ulir	7.24°
Efisiensi turbin	93.8%
Daya turbin	5944.34 Watt



Gambar 5. Skematik turbin archimedes [10]

Setelah dilakukan perhitungan, turbin tipe Archimedes ini di rancang memiliki panjang poros 2 m dan sudut turbin 30° dengan perbandingan diameter sudu 0.4 seperti Gambar 5. Mengingat debit air pada dam

Kertosari ini cukup kencang, maka kami memilih putaran turbin kategori fast dimana rentang kecepatan pada kategori ini ialah 29 hingga 31 rpm. Daya pada rancangan turbin ini sebesar 5944.34 Watt.



Gambar 6. Desain turbin archimedes [10]

Gambar 6. adalah perancangan yang telah didesain sesuai dengan data dan perhitungan yang telah didapatkan.

D. Peletakan Posisi Turbin



Gambar 7. Peletakan posisi turbin archimedes

Pada Gambar 7. adalah peletakan posisi turbin archimedes, kami merencanakan pembuatan saluran baru di samping saluran utama guna meminimalisasi sumbatan pada jalur turbin dikarenakan penyumbatan sampah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan juga pembahasan yang telah dilakukan, maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Data head sebesar 1 m, debit air 0.646 m³/s dan lebar aliran 1.3 m memiliki efisiensi turbin sebesar 93.8%.
2. Berdasarkan data yang diperoleh, turbin yang cocok digunakan ialah turbin air tipe archimedes.
3. Dibuatkan saluran baru guna meminimalisasi sumbatan pada saluran utama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.T.B. Arto, F. Hunaini and M. Mukshim, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Portable Menggunakan Archimedes Screw," *CIASTECH*, 2020, pp. 395-402.
- [2] B.H. Herman, A. Halim, Y. Sigit and R. Hendi, "Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Ulir Archimedes," *METAL Indonesia*, vol. 36, 2014, pp. 26-33.
- [3] A. Adam, Yandri and A. Heindro "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Sansak Desa Sengkebang Kecamatan Sungai Betung Kabupaten Bengkayang," *Jurnal Teknik Elektro Tanjungpura*, pp. 1-9
- [4] T. Saroinsong, A. Thomas, and N.M. Alfred, "Desain dan Pembuatan Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro," in *Proc. Sentrinov*, vol. 3, pp. 159-168.
- [5] Z. Anwar, B. S. Parsaroan, and E. Sunarso, "Rancangan Bangun Turbin Mikrohidro Tipe Archimedes Screw dengan Kapasitas Daya 560 Watt," *JEPCA*, vol. 4(1), 2021, pp. 29-34.
- [6] A. Nurdin, D. Aries, "Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw pada Head Rendah," *Jurnal Simetris*, vol. 9, 2018, pp. 783-796.

- [7] A. Nurdin, H. Bisri, Muhsin, F. Paundra, and S. Hadi, "Perancangan Turbin Air Archimedes sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Melalui Pendekatan Teoritis: Studi di Wisma Inri Karangpandan Kabupaten Karanganyar," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 5, 2021, pp. 86-92.
- [8] G. Dellinger et al., "Experimental investigation and performance analysis of Archimedes screw generator to cite this version: HAL Id:hal02350134," 2019.
- [9] R.A. Subekti, "Pengembangan Sistem Konversi Energi Air Menggunakan Turbin Very Low Head Pada Pintu Air di Wilayah Bandung," *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 17, pp. 1-12.
- [10] H.B. Harja, S. Yoewono and H. Riyanto "Perancangan dan Pembuatan Sudu Turbin Ulir Archimedes," *STEMAN*, 2012, pp. 1-7.