

## **Analisis Potensi Energi Hidrokinetik Di Sungai Cisadane Untuk Pengembangan Turbin Ulir Screw Skala Kecil**

<sup>1</sup>Hari Din Nugraha, <sup>2</sup>Ellysa Kusuma Laksanawati and <sup>3</sup>Dedi Suhendra,

<sup>1</sup> Program Stud Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta

<sup>2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

E-mail: [Haridinnugraha@unj.ac.id](mailto:Haridinnugraha@unj.ac.id)

Submitted Date: Oktober 05, 2023

Reviewed Date: November 17, 2023

Revised Date: November 21, 2023

Accepted Date: November 22, 2023

### **Abstract**

*Energy is currently decreasing due to excessive use of fossil energy, but this is inversely proportional to the increasing demand for electricity in all fields, so it is necessary to develop environmentally friendly power plants that encourage the energy transition. The aim of this research is to carry out tests to determine the potential for kinetic energy in urban areas. The research location is a tributary of the Cisadane River, Tangerang. The test results show the RPM and electrical voltage at varying tilt angles, namely 200, 350, and 500, with a water discharge of 2.5 m<sup>3</sup>/s indicating that an inclination angle of 350 provides the highest shaft rotation and electrical voltage. These results underline the importance of choosing the optimal tilt angle in optimizing the performance of a micro-hydro power plant using a screw turbine on the Cisadane River. Other test data results show a water discharge of around 0.14 liters/minute which includes hydropower potential which provides a strong foundation for the development of power plants. efficient and sustainable micro-hydro. High water resource potential, turbine ability to convert water kinetic energy into electrical power. The use of natural resources in the Cisadane River to meet local electrical energy needs shows a sustainable and environmentally friendly solution.*

**Keywords:** Energy, Cisadane River, Mycrohidro.

### **Abstrak**

Energi saat ini semakin berkurang akibat penggunaan energi fosil yang berlebihan, namun hal ini berbanding terbalik dengan semakin meningkatnya kebutuhan listrik di segala bidang, sehingga perlu dikembangkan pembangkit listrik ramah lingkungan yang mendorong transisi energi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengujian untuk mengetahui potensi energi kinetik di perkotaan. Lokasi penelitian adalah anak sungai Cisadane, Tangerang. Hasil pengujian menunjukkan RPM dan tegangan listrik pada sudut kemiringan yang bervariasi yaitu 200, 350, dan 500 dengan debit air sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/s yang menunjukkan bahwa sudut kemiringan 350 memberikan putaran poros dan tegangan listrik tertinggi. Hasil ini menggarisbawahi pentingnya pemilihan sudut kemiringan yang optimal dalam mengoptimalkan kinerja pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan turbin ulir di Sungai Cisadane. Hasil data pengujian lainnya menunjukkan debit air sekitar 0,14 liter/menit termasuk potensi pembangkit listrik tenaga air yang memberikan landasan kuat bagi pengembangan pembangkit listrik. mikrohidro yang efisien dan berkelanjutan. Potensi sumber daya air yang tinggi, kemampuan turbin mengubah energi kinetik air menjadi tenaga listrik. Pemanfaatan sumber daya alam di Sungai Cisadane untuk memenuhi kebutuhan energi listrik lokal menunjukkan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan..

**Kata kunci:** Energi, Sungai Cisadane, Mikrohidro

## **I. Pendahuluan**

Energi saat ini mengalami penurunan signifikan disebabkan oleh eksploitasi berlebihan dari sumber energi fosil di berbagai sektor. Dampak dari hal ini sangat terasa dalam bentuk isu-isu seperti pemanasan global, polusi udara, dan efek rumah kaca (wahyu, 2018).

Salah satu alternatif energi yang sedang intensif diteliti saat ini adalah energi air, terutama melalui penggunaan mikrohidro (Sucipto, 2009). Penggunaan berbagai jenis

turbin semakin berkembang pesat, dengan persaingan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam, khususnya air. Potensi energi listrik yang dapat dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan kapasitas aliran air dan ketinggian instalasi (Hendar & Ujang, 2007).

Indonesia, sebagai negara agraris dengan iklim tropis, dianugerahi pasokan air yang melimpah. Oleh karena itu, meskipun potensi angin relatif stabil di Indonesia, turbin air menjadi pilihan yang sangat relevan. Namun,

perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait konversi dari turbin angin ke turbin air. Keberatan air yang jauh lebih tinggi dibandingkan udara menyebabkan gaya dan torsi yang dikenakan pada turbin menjadi lebih penting.

Saat ini, pembangkit listrik tenaga air menjadi salah satu opsi alternatif yang memanfaatkan sumber energi terbarukan (Wahyu, 2018). Namun, penerapannya masih terbatas pada skala kecil dan menggunakan teknologi sederhana, sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan listrik yang terbatas. Penelitian sebelumnya mencatat bahwa aliran air sebesar  $1,8875 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  sudah cukup untuk menyediakan pencahayaan (Yudha, 2022). Pencahayaan ini dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari, terutama di daerah sekitar Sungai Cisadane.

Pembangkit listrik tenaga air yang berkelanjutan sering disebut sebagai mikrohidro, yang bergantung pada ketersediaan air sungai dengan debit yang mencukupi. Namun, potensi dari debit air sungai yang rendah atau tinggi belum dimaksimalkan sepenuhnya. Ini memberikan dorongan untuk mengeksplorasi ide konversi aliran sungai menjadi aliran vortex. Viktor Schaubberger, seorang peneliti Jerman, mengembangkan teknologi pembangkit listrik tenaga air dengan menggunakan prinsip aliran vortex air. Aliran vortex, atau aliran pusaran, dapat terjadi saat fluida mengalir.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian yang lebih mendalam tentang sumber energi listrik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan menjadi semakin penting (Wahyu, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi energi Hidrokinetik di sungai cisadane untuk pengembangan turbin ulir screw skala kecil. Konsep ini melibatkan penggunaan Turbin Ulir Archimedes Screw dalam menciptakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang bersahabat dengan lingkungan. Tujuannya adalah untuk menggunakan aliran air yang ada di Sungai Cisadane guna menghasilkan tenaga listrik (PLTMH).

Prinsip operasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan menggunakan turbin ulir didasarkan pada eksploitasi tinggi dan debit air per detik yang mengalir dalam saluran irigasi. Aliran air

tersebut dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin ulir. Gerakan turbin ulir menghasilkan rotasi pada poros penghubung antara turbin dan generator, menciptakan energi mekanik. Poros ini selanjutnya menggerakkan generator, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik (Anizar, 2013).

Secara umum, pembangunan bendungan atau dam diperlukan dalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) untuk mengatur aliran air yang menjadi sumber daya penggerak. Selain itu, berbagai infrastruktur khusus diperlukan, termasuk bangunan pengambilan air (intake), saluran pengaliran air dari intake, saluran pelimpah air, kolam penenang, dan pipa pesat. Infrastruktur ini bertujuan untuk mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan sudu turbin (Putra, 2019). Ketika air mencapai turbin melalui pipa pesat, terdapat pengarah vane di dalamnya yang berfungsi mengatur jumlah air yang masuk ke sudu turbin. Proses ini menyebabkan turbin berputar dan menghasilkan energi kinetik yang memutar poros turbin. Putaran poros ini kemudian menghasilkan energi mekanik, yang selanjutnya dialirkan ke generator untuk menghasilkan energi listrik.

Sistem transmisi generator dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu langsung dan tidak langsung. Pada transmisi langsung, daya dari poros turbin dihubungkan langsung dengan poros generator melalui kopling. Sebaliknya, pada sistem transmisi tidak langsung, daya dipindahkan menggunakan sabuk atau belt. Metode transmisi langsung memiliki keunggulan karena lebih mudah dalam pemasangan dan perawatan, kompak, serta efisien. Dalam sistem transmisi tidak langsung, penggunaan generator dapat diatur dengan mengontrol kecepatan putaran poros generator dan turbin.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang menggunakan turbin ulir memiliki mekanisme dasar yang mirip dengan jenis PLTMH lainnya, tetapi mempunyai keunggulan tertentu. Kelebihan utama dari PLTMH ini terletak pada dampak lingkungan

yang minim dan karakteristik ramah lingkungan (Ardi, 2023). Selain itu, penggunaan turbin ulir juga dapat mengurangi kerugian energi yang mungkin timbul akibat interaksi antar komponen dalam sistem. Gambar 2, dalam konteks ini, mengilustrasikan mesin generator pada PLTMH dengan menggunakan mekanisme transmisi tidak langsung, dan secara lebih umum, memberikan pandangan berbagai jenis PLTMH yang ada.

## II. Metode Penelitian

Dalam konteks PLTMH, turbin hidrokinetik yang berputar dan terhubung dengan generator memungkinkan pembangkitan energi listrik. Untuk menghitung debit air yang mengalir dalam suatu aliran yang memiliki luas permukaan yang dapat diukur, kita dapat menggunakan prinsip kontinuitas, sebagaimana dijelaskan oleh Anderson (1997) dalam persamaan berikut:

$$Q = V = v \times A \dots \quad (i)$$

Persamaan ini mengaitkan debit ( $Q$ ) dengan volume aliran per unit waktu ( $\dot{V}$ ) atau dapat diartikan sebagai hasil dari perkalian antara luas penampang aliran ( $A$ ) dan kecepatan air ( $v$ ). Dengan kata lain, aliran massa air dapat dihitung dengan mengalikan luas penampang aliran, kecepatan air, dan densitas massa air.

Melalui proses konversi energi, daya yang ada pada suatu titik di dalam penampang aliran air yang bergerak pada kecepatan tertentu dapat dihitung sebagai setengah dari hasil perkalian antara massa jenis air ( $\rho$ ), luas penampang melintang aliran ( $A_c$ ), dan kuadrat dari kecepatan ( $v$ ), sebagaimana dinyatakan dalam persamaan berikut

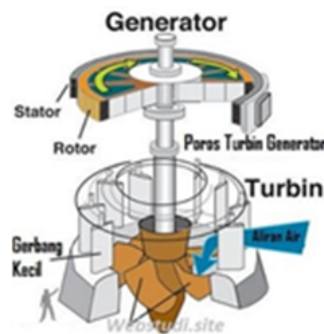
$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \dots \quad (ii)$$

Dimana

$P$  (W) adalah daya dalam arus

$\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) adalah densitas air

$A_c$  (m<sup>2</sup>) adalah luas penampang melintang, dan  $v$  (m/s) adalah kecepatan titik yang tidak terganggu oleh aliran yang datang pada penampang



Gambar 1. Turbin Air (Zone EBT).



Gambar 2. Turbin Screw Archimedes (Rifky, 2020)

Untuk memperoleh data mengenai debit, dilakukan pengukuran langsung di lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Air Anak Cisadane, Tangerang, Banten.

## III. Hasil dan Pembahasan



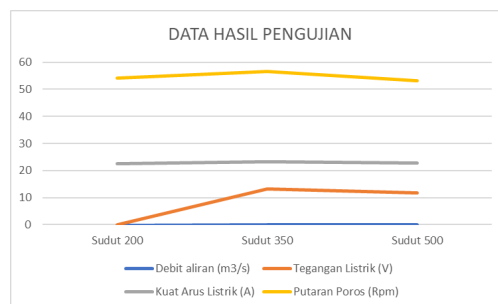
Gambar 3. Anak Sungai Cisadane Tangerang

Metode yang digunakan untuk mengukur debit melibatkan pemasangan patok di kedua sisi tepi sungai. Selanjutnya, tali diikatkan di kedua sisi patok sehingga membentang dari satu tepi sungai ke tepi yang lain, memungkinkan pengukuran lebar sungai.

Setelah mendapatkan lebar sungai, titik-titik dibuat setiap jarak 25 cm, dan pada setiap titik, kecepatan aliran diukur menggunakan alat current meter. Kedalaman sungai juga diukur pada setiap titik untuk mendapatkan data yang lengkap.



Gambar 4. Current Meter (Kompasiana.com)



Gambar 5. Data Hasil Pengujian RPM

Berdasarkan data hasil pengujian RPM pada Gambar 5 merupakan pengujian RPM yang menunjukkan variasi sudut kemiringan yaitu 200,

350 dan 500 dengan debit air 2,5 m<sup>3</sup>/S di dapatkan hasil bahwa sudut kemiringan 350 putaran poros dan tegangan listrik yang paling tinggi.

#### 1. Potensi Tenaga Air

Meter lebar sungai dan 1 meter kedalaman air 10 meter jarak aliran sungai.

Dimana:

$$Q = V \times A$$

$$V = P/t$$

$$A = L \times d$$

$$V = 10 \text{ m} / 20 \text{ s} = 0,5 \text{ m/s}$$

$$A = 5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$$

$$V = 0,5 \text{ m/s}$$

$$A = 5 \text{ m}$$

$$Q = V \times A$$

$$= 0,5 \times 5$$

$$= 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Energi Kinetik yang di dapat adalah dari debit yang menghasilkan energi pada mesin turbin archimedes screw menghasilkan sebagai berikut :

Dimana:

$$P = \text{watt } 35$$

$$v = \text{voltage } 22$$

$$I = \text{ampere } 2$$

$$p = 35 \times 22 \times 2 = 154 \text{ watt}$$

Listrik dengan daya 35 watt, terdapat daya maksimal sebesar 154 watt

3. Proses Penghitungan rpm pada Generator.

Dimana:

$$N1 = 850 \text{ rpm}$$

$$N2 = 100 \text{ rpm}$$

$$d1 = 20 \text{ cm}$$

$$d2 = 10 \text{ cm}$$

$$N2 / N1 = d1 / d2$$

$$= 850 / 100 = 20 / 10$$

$$= 100 = 20 / 10 \times 100 = 200 \text{ rpm}$$

Kecepatan yang di dapat pada rpm generator yang di sungai cisadane adalah 200 rpm.

4. Energi Potensial

Secara matematis, energi potensial dapat dirumuskan dengan perhitungan berikut :

$$EP = m \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

EP : Energi potensial

m : Massa benda

g : Gravitasi bumi

h : Tinggi benda Dimana:

$$EP = j$$

$$m = 140 \text{ kg}$$

$$g = 9.807 \text{ ms}^2$$

$$h = 1,3 \text{ m}$$

jawab

$$140.807 \times 130 = 18.304.920 \text{ joule}$$

Penelitian ini menghasilkan data yang memiliki relevansi yang besar dalam konteks pembahasan ilmiah. Pengukuran potensi tenaga air di Sungai Cisadane, yang menunjukkan debit sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/s, menggambarkan seberapa besar sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik mikrohidro. Hasil ini menekankan pentingnya optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan energi listrik secara berkelanjutan.

Selain itu, perhitungan energi kinetik dari turbin Archimedes Screw sebesar 154 watt mencerminkan kemampuan turbin dalam mengubah energi kinetik air menjadi daya listrik. Energi kinetik yang dihasilkan menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki potensi untuk menyediakan sumber listrik yang dapat memenuhi kebutuhan lokal.

Perhitungan RPM pada generator menjadi aspek penting dalam mengevaluasi performa pembangkit listrik mikrohidro. Dengan kecepatan putaran generator sebesar 200 rpm, hal ini menjadi indikator efisiensi dalam menghasilkan daya listrik dari energi air.

Terakhir, energi potensial yang dihitung dari tinggi jatuh air memperkuat argumen mengenai potensi pengembangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di lokasi tersebut. Data ini menunjukkan bahwa potensi energi air yang ada di sungai dapat diubah menjadi energi listrik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Hasil pengujian ini menciptakan landasan yang kuat bahwa untuk pengembangan pembangkit listrik mikrohidro yang efisien dan berkelanjutan. Dalam konteks pembahasan ilmiah, data ini menggarisbawahi pentingnya pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia untuk mengatasi kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat.

#### IV. Kesimpulan

Penelitian ini membawa informasi yang mengungkapkan potensi yang signifikan dalam memanfaatkan pembangkit listrik mikrohidro dengan menggunakan turbin ulir di Sungai Cisadane. Debit air yang mencapai 2,5 m<sup>3</sup>/s menunjukkan potensi air yang melimpah, menciptakan peluang untuk menyediakan energi listrik berkelanjutan. Mesin turbin Archimedes Screw mampu mengubah energi kinetik dari debit air menjadi daya listrik, dengan hasil mencapai 154 watt. Kecepatan putaran generator mencapai 200 rpm, menunjukkan efisiensi dalam konversi energi air menjadi

listrik. Selain itu, energi potensial dari tinggi jatuh air mencapai 18.304.920 joule, yang dapat dimanfaatkan dalam pembangkit listrik mikrohidro. Hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan pembangkit listrik mikrohidro yang efisien dan berkelanjutan, serta mendukung upaya pemanfaatan sumber daya alam dalam memenuhi kebutuhan energi listrik yang meningkat.

Berdasarkan simpulan di atas, penelitian ini menyediakan peluang perbaikan bagi penelitian lanjutan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Dalam proses perancangan dan konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang menggunakan turbin ulir, perlu memberikan perhatian khusus pada pemilihan material untuk poros dan sudu turbin ulir. Disarankan untuk menggunakan material yang memiliki sifat ringan, kuat, dan elastis guna memastikan kinerja optimal turbin.
2. Saat memasang sudu pada poros turbin ulir, penting untuk memastikan bahwa pemasangannya kuat dan aman. Dorongan air yang signifikan dapat menyebabkan sudu terlepas dari poros turbin ulir, sehingga perlu perhatian khusus pada aspek ini.

## Daftar pustaka

- Ardi, H.M., Fahmi, M.M., Setiawan, D., & Efendi, M.Y (2023). Perencanaan Transmisi Mekanik Roda Gigi dan Generator Turbin Vorteks PLTMH. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Jamaluddin, J. (2023). Modifikasi Alat Pembangkit Listrik Mikrohidro Menggunakan Turbin Screw. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 18 (01). 46-50.
- Saputra, M.A. T., Weking, A.I & Artawijaya, I. W. (2019). Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18 (1), 83.
- Rahmawaty, R., Suherman, S., Dharma, S., & A. (2022). Kajian Eksperimental pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 17 (1), 95-102.
- Ointu, S., Surusa, F. E.P., & Zainuddin, M. (2022) Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2 (2), 30-38.
- Putra, F., Effiandi, N., & Leni, D. (2019). Pengoperasian dan Perawatan PLTMH pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Batang Geringging Kota Padang. *Jurnal Teknik Mesin*, 10 (2), 25-30.
- Hutabarat, S.A., Nufus, T. H., & Santoso, B. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Tipe Turbin Screw di Desa Ramba Goring-goring. *In Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin (No. 1, pp. 848)*.
- Romadhoni, W., Sulaiman, D., & Purnama, P, (2021). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro pada Anak Sungai di Bulungan. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4 (1), 61-66.
- Baskoro, F., Kartim, M.W.N., Widyartono, M., & Haryudo, S.I (2021). Kajian Kemiringan Blade dan Head Turbin Archimedes Screw terhadap Daya Keluaran Generator AC 1 Phase 3 kW. *Jurnal Teknik Elektro*, 10 (1). 219-288.
- Suwoto, G., Bono, B., & Mahfudz, Y. (2021). Karakteristik Turbin Ulir Pada Aliran Sungai yang Memiliki Head Rendah Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik. *Eksergi*, 17 (3), 213-220.
- Wiranto, W., Hiendro, A., & Wicaksono, R.A. Analisis Pengaruh Jumlah Blade Turbin Air Terhadap Kinerja PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Terapung Archimedes Screw. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*. 4 (1), 09-13.
- Yandra, F.E., & Djufri, S.U. (2020) Studi Awal Pemanfaatan Turbin Screw pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 2 (2), 29-32.
- Saroinsong, T., Slat, N. E., Mekel, A. N., & Noya, D. (2019). *Pengembangan*

*Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Head Rendah* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).

Saroinsong, T., Slat, N.E., Mekel, A.N., & Noya, D. (2019). *Pengembangan Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Head Rendah* (Doctoral Disertation, Politeknik Negeri Manado).