

---

## KINERJA DAYA GENERATOR YANG DIHASILKAN DARI TURBINE CROSSFLOW DAN PELTON PADA PLTMH SKALA PROTOTYPE

**M. Ikbal Sahansah**

Universitas Hasyim Asy'ari

**Basuki**

Universitas Hasyim Asy'ari

**Dian Anisa Rokhmahwati**

Universitas Hasyim Asy'ari

**Retno Eka Pramitasari**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari

Korespondensi penulis : [ikbalsahansah02.@gmail.com](mailto:ikbalsahansah02@gmail.com)

**Abstract** This research is relevant for the development of micro hydro power plants, where selecting the right turbine type can influence the output power. This research aims to compare the performance of crossflow and pelton turbines on power output for micro hydro power plants. Crossflow and pelton turbines have different characteristics in handling air flow. This research uses a quantitative approach with experimental methods. The blade shape of the crossflow turbine with blades designed to capture the air flow twice, produces a lower power of 0.70 Watts. In contrast, the Pelton turbine, with bowl-shaped blades designed to capture more air, produces higher power, namely 1.19 Watts. So the blade shape of the Pelton turbine is superior in terms of producing power.

**Keywords:** Crossflow turbine, Pelton turbine, generator

**Abstrak** Penelitian ini relevan untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro, di mana pemilihan jenis *turbine* yang tepat dapat mempengaruhi output daya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja *turbine crossflow* dan *pelton* pada output daya untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro. *Turbine crossflow* dan *pelton* memiliki karakteristik berbeda dalam menangani aliran air. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Bentuk sudu pada *turbine crossflow* dengan sudu yang dirancang untuk menangkap aliran air dua kali, menghasilkan daya lebih rendah 0,70 Watt. Sebaliknya, *turbine pelton*, dengan sudu berbentuk mangkok yang dirancang untuk menangkap air lebih banyak, menghasilkan daya lebih tinggi yaitu 1,19 Watt. Sehingga bentuk sudu pada *turbine pelton* lebih unggul dalam hal menghasilkan daya

**Kata Kunci:** Turbine crossflow, Turbine Pelton, generator

### PENDAHULUAN

Aliran sungai memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat secara ekonomis dan efisien (Kholis, dkk., 2022). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) menggunakan air sebagai sumber utama untuk menggerakkan turbine dan generator, berbeda dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang umumnya memiliki skala besar. Meskipun potensi energi PLTMH berkisar antara 5 hingga 50 kilowatt, pemanfaatannya masih belum optimal (Solihat, 2020).

Turbine crossflow dan Pelton memiliki karakteristik yang berbeda dalam menangani aliran air, termasuk cara keduanya beradaptasi terhadap variasi debit dan tinggi jatuh air. Kedua jenis turbine memiliki rentang operasional yang optimal pada kondisi tertentu. Pemahaman tentang performa keduanya dalam kondisi aliran air yang

bervariasi penting untuk menentukan turbine yang paling sesuai untuk berbagai beban daya. Bagaimana kedua jenis turbine memaksimalkan efisiensi dalam mengubah energi aliran air menjadi daya saat menghadapi fluktuasi beban listrik (Putra, dkk., 2020).

Dalam perbandingan ini, peneliti menguji kinerja turbine crossflow dan Pelton pada generator dengan debit air tinggi dan jatuh air tetap. Studi ini mencakup analisis rentang operasional kedua jenis turbine untuk mencari kondisi optimalnya. Tujuannya adalah menyesuaikan langkah-langkah agar kedua turbine dapat mencapai kinerja maksimal dalam berbagai situasi beban daya generator yang tinggi.

Peneliti berharap bahwa perbandingan ini dapat menghasilkan solusi optimal dalam pemilihan turbine untuk PLTMH dengan memahami kekuatan dan kelemahan masing-masing. Tujuannya adalah mengoptimalkan nilai daya generator. Hasil unjuk kerja dari variasi turbine crossflow dan Pelton akan dibandingkan untuk menentukan perbandingan yang terbaik dalam studi berjudul "Analisis Perbandingan Daya Generator di Turbine Crossflow dan Pelton pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Prototype."

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro**

PLTMH adalah pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan aliran sungai atau sumber air lainnya untuk menghasilkan energi. Kapasitasnya biasanya kurang dari 100 kW, dan termasuk dalam kategori sumber energi terbarukan serta energi bersih. Proses pembuatan PLTMH melibatkan pembendungan aliran sungai kecil atau danau dari ketinggian tertentu untuk menghasilkan tenaga. Dengan semakin besar penampang sungai, energi air yang bisa diubah menjadi listrik juga semakin besar. PLTMH dapat menghasilkan energi antara 5 kW hingga 100 kW, menunjukkan keunggulan dalam efisiensi penggunaan bahan bakar air (Solihat, 2020).

#### ***Turbine Crossflow***

Turbine impuls adalah turbin air yang aliran airnya melalui pipa. Guide vane berfungsi sebagai nozzle untuk mengatur aliran air ke dalam turbine. Ketika air memasuki runner turbine, sudu-sudu terkena air dua kali: pertama dekat dengan inlet turbine, dan kedua dekat dengan outlet turbine sebelum keluar. Ini menyebabkan gaya pada sudu yang dekat dengan outlet turbine, memungkinkan runner turbine berputar lebih cepat (Dinata, 2020).

#### ***Turbine Pelton***

Turbine Pelton adalah jenis turbine impuls yang dirancang untuk digunakan pada head air yang tinggi. Turbine ini memiliki pelari dengan sudu-sudu yang terpasang pada cakram. Energi mekanis dihasilkan dari energi potensial air ketika air disemprotkan keluar melalui nozzle dengan kecepatan tinggi dan mengenai sudu-sudu runner turbine (Niharman, dkk., 2021).

#### **Generator**

Generator turbine mengubah energi mekanis dari turbine melalui aliran fluida atau pergerakan mekanis lainnya menjadi energi listrik. Prinsip induksi elektromagnetik,

ditemukan oleh Faraday, menjadi dasar operasinya. Ketika konduktor seperti kumparan bergerak melalui medan magnet, terjadi perubahan fluks magnetik yang menginduksi arus listrik dalam kumparan tersebut. Generator umumnya terdiri dari kumparan kawat yang berputar di dalam medan magnet yang bisa berasal dari magnet permanen atau elektromagnet. Hukum Faraday menyatakan bahwa arus listrik yang dihasilkan sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang melintasi kumparan. Oleh karena itu, semakin cepat turbine berputar atau semakin besar perubahan fluks magnetik, semakin besar arus listrik yang dihasilkan (Solihat, 2020).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif dengan metode eksperimen untuk mengevaluasi turbine crossflow dan Pelton pada PLTMH. Langkah awalnya adalah studi literatur untuk memahami karakteristik kedua jenis turbine tersebut. Penelitian ini akan menggunakan metode analisis kuantitatif untuk membandingkan performa keduanya, termasuk evaluasi statistik dan perbandingan grafis untuk memvisualisasikan perbedaan kinerja secara jelas. Eksperimen dilakukan untuk menguji dan membandingkan kinerja turbine crossflow dan Pelton.

### Alur Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kinerja turbine crossflow dan Pelton dalam hal daya generator pada skala prototype PLTMH. Dengan menggunakan tinjauan literatur yang mendalam, kerangka konseptual dibentuk untuk memberikan landasan teoretis yang kuat. Data yang terkumpul, khususnya terkait daya generator, akan dianalisis secara mendalam untuk memperjelas perbedaan dan persamaan antara kedua jenis turbine. Kesimpulan dari penelitian ini akan mencerminkan pemahaman menyeluruh mengenai perbandingan kinerja turbine crossflow dan Pelton dalam skala prototype PLTMH.

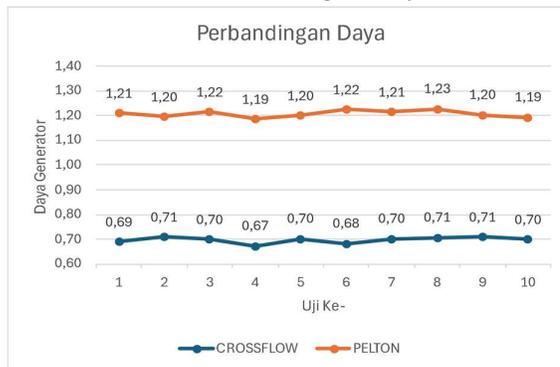
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil Perhitungan Daya Jenis *Turbine Crossflow* dan *Turbine Pelton*

| Uji ke | <i>Turbine Crossflow</i> Sudu 48 | <i>Turbine Pelton</i> Sudu 18 |
|--------|----------------------------------|-------------------------------|
|        | Daya                             | Daya                          |
| 1      | 0,69 W                           | 1,21 W                        |
| 2      | 0,71 W                           | 1,20 W                        |
| 3      | 0,70 W                           | 1,22 W                        |
| 4      | 0,67 W                           | 1,19 W                        |
| 5      | 0,70 W                           | 1,20 W                        |
| 6      | 0,68 W                           | 1,22 W                        |

|                  |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| 7                | 0,70 W        | 1,21 W        |
| 8                | 0,71 W        | 1,23 W        |
| 9                | 0,71 W        | 1,20 W        |
| 10               | 0,70 W        | 1,19 W        |
| <b>RATA RATA</b> | <b>0,70 W</b> | <b>1,19 W</b> |

Gambar 1 Grafik Perhitungan Daya di *Turbine Pelton* dan *Turbin Crossflow*



Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1 Menunjukkan bahwa nilai perhitungan daya di *turbine crossflow* dengan nilai rata-rata tegangan 8,54 Volt, Arus 0,08 Ampere menghasilkan daya 0,70 Watt dan *turbine pelton* dengan nilai rata-rata tegangan 8,71 Volt, Arus 0,14 Ampere menghasilkan daya 1,19 Watt. Oleh karena itu, berdasarkan perbandingan nilai daya, *turbine pelton* dapat dianggap unggul dalam hal menghasilkan daya.

### Pembahasan

Perbandingan Berdasarkan Perhitungan Langsung:

Hasil Perbandingan Nilai Daya Generator di Turbine Crossflow dan Pelton. Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1 perbandingan nilai daya generator antara turbine crossflow dan turbine pelton dalam hal ini turbine crossflow menghasilkan nilai rata-rata tegangan (V) sebesar 8,54 Volt dan arus (I) sebesar 0,08 Ampere, daya sebesar 0,70 Watt dan turbine pelton menghasilkan nilai rata-rata tegangan (V) sebesar 8,71 Volt dan arus (I) sebesar 0,14 Ampere, daya sebesar 1,19 Watt. Perbandingan ini menggambarkan keunggulan *turbine pelton* dibandingkan *turbine crossflow*.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Putu Andi Dinata dkk, 2020 dengan judul " Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Daya Output Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Menggunakan Turbine Crossflow". Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah sudu 10, 14, 18, 22, 28 untuk mencapai daya optimal yaitu di jumlah sudu 18 dengan daya 10,479 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai daya maksimum tidak selalu terletak pada

jumlah sudu terbanyak karena sudut antar sudu yang lebih kecil pada jumlah sudu yang lebih rendah dapat meningkatkan efisiensi turbin dengan mengurangi benturan arus air. I Gusti Ngurah Saputra dkk, 2020 dengan judul “ Pengaruh Jumlah Sudu pada Prototype PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi yang Dihasilkan”. Hasil penelitian dari jumlah sudu 14, 16, 18, 20, 22 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah sudu, dimulai dari yang paling sedikit, meningkatkan kinerja PLTMH. Output tertinggi dicapai dengan menggunakan runner turbin berjumlah 22 sudu dengan Daya Generator sebesar 33,7 Watt yaitu jumlah sudu tertinggi.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Nilai perbandingan daya di *turbine crossflow* dan *turbine pelton* dalam hal ini *turbine crossflow* menghasilkan nilai rata-rata daya sebesar 0,70 Watt. Sementara itu, *turbine pelton* dengan nilai rata-rata daya sebesar 1,19 Watt. Perhitungan ini menggambarkan keunggulan *turbine pelton* dibandingkan *turbine crossflow*.

### **Saran**

Sesuaikan radius sudu pada kedua *turbine* agar semprotan debit air yang mengenai sudu *turbine* sehingga dapat memutar *turbine* dengan maksimal.

Sesuaikan debit air dengan pemilihan pompa air yang tepat dengan karakteristik turbin sehingga debit air dapat bekerja dengan maksimal

Penambahan nozzle agar dapat mengatur semprotan ke arah sudu turbin sehingga meminimalisir terbuangnya air semprotan ke sudu akibat nozzle tidak menyamprot dengan baik.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Andi Dinata, P., Arta Wijaya, I. W., & Suartika, I. M. (2020). Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Daya Output Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Dengan Menggunakan Turbin Crossflow. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(3), 34. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2020.v07.i03.p5>. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2023.
- [2] Dewangga, Y. A., Kholis, N., Baskoro, F., & Haryudo, S. I. (2022). Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Air Terhadap Kinerja Generator Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 71–76. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p71-76>. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2023.
- [3] Faizin, A. F., Aziz, A., & Rey, D. (2020). Perbaikan Dan Modifikasi Turbin Air Pelton Dengan Menggunakan Generator DC Untuk Alat Pratikum Di *Prototype*. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 02(01), 33–38.
- [4] Ihat Solihat. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh). *Inovasi Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 1(2), 7–14.

- <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/3511089>. Diakses pada tanggal 14 November 2023.
- [5] Jayanegara, S. (2023). Uji Kinerja Turbin Crossflow Skala Laboratorium Sebagai Pembangkit Listrik. *Patria Artha Technological Journal*, 7(1). <https://doi.org/10.33857/patj.v7i1.704>. Diakses pada tanggal 03 Desember 2023.
- [6] Kriswanto, K., & Djufri, S. U. (2020). Perhitungan Daya Output PLTMH di Jalan Bintara Sungai Duren Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 2(1), 11.
- [7] Mafruddin, M., & Irawan, D. (2014). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(2), 7–12.
- [8] Putra, T. D., & Prasetyo, A. (2018). Pengaruh Sudu Hydrofoil Naca 9407 Terhadap Efisiensi Turbin Aliransilang (Cross-Flow) Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh). *Proton*, 10(2), 12–19.
- [9] Ristiano, P. (2019). Generator Ganda Pada Pembangkit Listrik Mikrohidro Dengan Turbin Tunggal. *Avitec*, 1(1), 65–70. <https://doi.org/10.28989/avitec.v1i1.473>. Diakses pada tanggal 04 Desember 2023.
- [10] Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., & Purwanto, R. (2019). Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5 kW. *Jurnal Surya Energy*, 3(2), 255.
- [11] Sari, N. R., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2022). Analisis Pemanfaatan Pltmh Di Pondok Pesantren Nahdlatut Thalibin Kabupaten Probolinggo. *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(2), 443–449.