

# Optimalisasi Ketinggian Air dan Laju Aliran Terhadap Output Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Khoirul Anam<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Indonesia

\*email: [cadoels@gmail.com](mailto:cadoels@gmail.com)

Received: 10 November 2024

Revised: 18 November 2024

Accepted: 22 November 2024

---

## **Abstract**

*This research focuses on optimizing water level (head) and water discharge to increase electrical energy output from the Micro Hydro Power Plant (PLTMH) located in Mendolo Village, Lebakbarang District, Pekalongan Regency. Field surveys are carried out to measure hydrological parameters such as water level and water discharge. The data was analyzed to determine the optimal settings for PLTMH operations. The results of the study showed that there was a strong relationship between water level, water discharge, and electrical energy production. By maximizing the height of up to 8 meters, the power plant produces a peak energy output of 41,949 kW. This study provides practical recommendations to improve the efficiency of PLTMH through regular monitoring of hydrological conditions and adjustment of operational parameters.*

*Keywords: Microhydro power plants, Water level, Water discharge, Energy output.*

---

## **Abstrak**

Penelitian ini berfokus pada optimasi ketinggian air (head) dan debit air untuk meningkatkan output energi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang terletak di Desa Mendolo, Kecamatan Lebakbarang, Kabupaten Pekalongan. Survei lapangan dilakukan untuk mengukur parameter hidrologi seperti ketinggian air dan debit air. Data dianalisis untuk menentukan pengaturan optimal bagi operasi PLTMH. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara ketinggian air, debit air, dan produksi energi listrik. Dengan memaksimalkan ketinggian hingga 8 meter, pembangkit listrik menghasilkan output energi puncak sebesar 41,949 kW. Studi ini memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan efisiensi PLTMH melalui pemantauan rutin terhadap kondisi hidrologi dan penyesuaian parameter operasional.

**Kata kunci:** Pembangkit listrik tenaga mikrohidro, Ketinggian air, Debit air, Output energi.

---

## **1. Pendahuluan**

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di daerah pedesaan memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat. PLTMH menggunakan potensi sumber daya air lokal, seperti sungai atau aliran air lainnya, untuk menghasilkan energi listrik secara mandiri. Namun, efisiensi dan produktivitas PLTMH sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya adalah ketinggian dan debit air yang tersedia. Oleh karena itu, penelitian yang mendalam mengenai optimasi ketinggian dan debit air terhadap output energi listrik PLTMH menjadi sangat relevan dan penting.

Desa Mendolo Lebakbarang Pekalongan dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki potensi sumber daya air yang signifikan dan telah memiliki PLTMH yang beroperasi. Namun, untuk memaksimalkan manfaat dari PLTMH tersebut, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi

kinerjanya, terutama ketinggian dan debit air. Pengoptimalan penggunaan ketinggian dan debit air dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas PLTMH secara signifikan.

Di Indonesia, masih banyak daerah pedesaan yang belum terjangkau oleh jaringan listrik nasional. PLTMH menjadi solusi yang potensial dalam mengatasi permasalahan tersebut karena mampu memanfaatkan sumber daya lokal untuk menghasilkan energi listrik. Namun, untuk mencapai efisiensi maksimal, diperlukan pemahaman yang lebih mendalam mengenai keterkaitan antara ketinggian dan debit air dengan output energi listrik PLTMH.

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi kinerja PLTMH, termasuk pengaruh ketinggian dan debit air. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut yang fokus pada kondisi dan karakteristik hidrologi di Desa Mendolo Lebakbarang Pekalongan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kinerja PLTMH, khususnya di wilayah tersebut.

## **2. Literatur Review**

Studi mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) telah banyak dilakukan di berbagai negara sebagai solusi alternatif dalam memenuhi kebutuhan listrik di daerah pedesaan. Secara umum, performa PLTMH sangat bergantung pada dua faktor utama, yaitu ketinggian air (head) dan debit air. Menurut penelitian Smith dan Jones (2018), ketinggian air berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan pada PLTMH. Mereka menyimpulkan bahwa semakin tinggi head yang tersedia, semakin besar energi listrik yang dapat dihasilkan.

Rahman et al. (2019) juga mengkaji pengaruh debit air terhadap produktivitas PLTMH. Mereka menemukan bahwa debit air yang stabil sangat penting untuk menjaga output energi listrik yang konsisten. Selain itu, turbin yang digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik aliran air. Turbin Kaplan misalnya, direkomendasikan untuk daerah dengan head rendah dan debit air yang relatif stabil, seperti yang terdapat di PLTMH Mendolo.

Penelitian di Indonesia terkait PLTMH telah dilakukan oleh Al-Haidi (2016), yang menganalisis efisiensi PLTMH di Bendung Katulampa. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa pemilihan jenis turbin dan pengaturan debit air yang optimal menjadi kunci keberhasilan operasi PLTMH.

Selain itu, studi oleh Paino (2006) menunjukkan bahwa efisiensi turbin propeller pada aliran rendah mencapai efisiensi yang cukup tinggi bila digabungkan dengan sistem pengelolaan air yang baik. Penelitian ini menjadi relevan karena mendukung penggunaan turbin Kaplan pada PLTMH di Mendolo dengan head yang kurang dari 10 meter.

Penelitian ini menambahkan kontribusi baru dengan menggabungkan pengukuran lapangan secara langsung di Desa Mendolo untuk mengoptimalkan dua faktor utama, yaitu ketinggian dan debit air. Dengan pendekatan empiris ini, diharapkan dapat

memberikan hasil yang lebih akurat dan aplikatif dibandingkan dengan studi sebelumnya yang lebih berfokus pada analisis teoritis atau simulasi komputer.

### 3. Metode

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini akan mencakup pendekatan observasional, analisis data lapangan, dan pemodelan numerik. Berikut adalah penjelasan singkat tentang masing-masing metode:

#### 1. Pendekatan Observasional

- **Deskripsi Lokasi dan Pengumpulan Data:** Penelitian akan dimulai dengan deskripsi mendetail tentang lokasi PLTMH di Desa Mendolo Lebakbarang Pekalongan. Data lapangan tentang ketinggian dan debit air akan dikumpulkan secara langsung menggunakan alat pengukur yang sesuai.
- **Observasi Terhadap Operasi PLTMH:** Pengamatan langsung terhadap operasi PLTMH akan dilakukan untuk memahami secara langsung proses produksi energi listriknya.

#### 2. Pengolahan dan Analisis Data:

Data yang terkumpul akan diolah dan dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengidentifikasi pola hubungan antara ketinggian dan debit air dengan output energi listrik PLTMH. Teknik analisis regresi dapat digunakan untuk mengukur seberapa signifikan pengaruh kedua variabel tersebut terhadap output energi listrik.

### Pengumpulan Data

#### 1. Perhitungan Debit Aliran

Lokasi PLTMH terletak didesa Mendolo kecamatan Lebakbarang kab. Pekalongan, sumber air yang digunakan PLTMH adalah saluran anak sungai pawuan kai pole dengan data debit yang terukur sebagai berikut:

Tabel 4.1 Debit air sungai pole Mendolo

Titik	Lebar (m)	Kedalaman (m)				Luas (m <sup>2</sup> )	Kecepatan (m/s)	Kapasitas (m <sup>3</sup> /s)
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>Rata rata</sub>			
1	1,35	0,3	0,35	0,34	0,33	0,44	1,6	0,713
2	0,9	0,5	0,52	0,54	0,52	0,46	1,55	0,725
3	0,9	0,51	0,54	0,52	0,52	0,47	1,5	0,707
4	1	0,35	0,37	0,36	0,36	0,36	1,9	0,684
5	0,85	0,4	0,41	0,42	0,41	0,34	2	0,697
6	1,2	0,3	0,31	0,32	0,31	0,37	1,85	0,688
7	0,95	0,43	0,44	0,45	0,44	0,41	1,69	0,706
8	0,9	0,45	0,46	0,47	0,46	0,41	1,71	0,708
9	1,05	0,33	0,34	0,35	0,34	0,35	1,98	0,707
10	1	0,4	0,41	0,42	0,41	0,41	1,72	0,705

Diperoleh debit rata rata sebesar 0,704 m<sup>3</sup>/detik yang diperoleh dari luas penampang saluran/aliran dengan kecepatan alitrn.

## 2. Pehitungan ketinggian (*Head*)

Dari lokasi di dapatkan ketinggian (*Head*) 4,5meter, 6meter dan 8meter. Diperoleh dari melihat dan mengukur keadaan di lokasi.

1. Ketinggian 4,5 meter.
2. Ketinggian 6 meter
3. Ketinggian 8 meter.

Karena *Head* berbanding lurus dengan daya sehingga *head* yang paling besar yang kami pakai.

## 3. Perhitungan nilai efisiensi sistem mikrohidro

Dari studi literatur untuk aliran yang tidak begitu besar dan *head* dibawah 10 maka dipakai Turbin Kaplan dengan efisiensi sebesar 89 %.(1) dan Untuk nilai efisiensi generator diketahui dari buku *Hydro Design Manual: A guid to small-scale Waterpower Schemes* karangan Adam Harvey (didapat dari tugas akhir Menik Windarti) dimana dijadikan sebagai acuan yaitu sebesar 85% atau 0,85 Sehingga Efisiensi Totalnya

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= 0,89 \times 0,85 \\ &= 0,76 \text{ atau } 76 \%\end{aligned}$$

## 4. Perhitungan Potensi Daya

Perhitungan potensi daya untuk *head* sebesar 4,5 m dengan debit sebesar 0,704 adalah

$$\begin{aligned}P &= g \cdot Q \cdot H \cdot \text{Eff} \\ &= 9,8 \cdot 0,704 \cdot 4,5 \cdot 76\% \\ &= 23,596 \text{ kW}\end{aligned}$$

Perhitungan potensi daya untuk *head* sebesar 6 m dengan debit sebesar 0,704 adalah

$$\begin{aligned}P &= g \cdot Q \cdot H \cdot \text{Eff} \\ &= 9,8 \cdot 0,704 \cdot 6 \cdot 76\% \\ &= 31,462 \text{ kW}\end{aligned}$$

Perhitungan potensi daya untuk *head* sebesar 8 m dengan debit sebesar 0,704 adalah

$$\begin{aligned}P &= g \cdot Q \cdot H \cdot \text{Eff} \\ &= 9,8 \cdot 0,704 \cdot 8 \cdot 76\% \\ &= 41,949 \text{ kW}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, untuk ukuran optimal debit air yaitu 0,704 m<sup>3</sup>/detik dan diambil *head* (ketinggian) sebesar 8 meter karena yang memperoleh daya maksial sebesar 41,949 kW.

## **Kesimpulan**

Penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi ketinggian air (head) dan debit air sangat penting untuk meningkatkan kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Mendolo, Lebakbarang, Pekalongan. Hasil utama yang diperoleh adalah:

- Mengatur ketinggian hingga **8 meter**, PLTMH dapat mencapai output energi puncak sebesar **41,949 kW**.
- Penggunaan **turbin Kaplan** terbukti sesuai untuk debit air moderat dan head di bawah 10 meter, dengan efisiensi sistem keseluruhan mencapai **76%**.

Penelitian ini merekomendasikan:

1. **Pemantauan rutin** terhadap kondisi hidrologi untuk memastikan ketinggian air dan debit tetap optimal.
2. **Strategi operasional fleksibel** untuk mengatasi variasi debit air musiman.
3. Penelitian lebih lanjut dengan menggunakan teknik pemodelan yang lebih canggih dan sistem otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi PLTMH.

## **Ucapan Terima Kasih**

Peneliti menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Desa Mendolo dan masyarakat setempat, yang telah memberikan dukungan penuh selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, khususnya Fakultas Teknik, yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Penelitian ini didukung oleh pendanaan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan. Dukungan ini memungkinkan penulis untuk melakukan survei lapangan, analisis data, dan simulasi yang mendalam guna menghasilkan hasil penelitian yang komprehensif.

Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada tim teknisi dan mahasiswa Fakultas Teknik, yang telah membantu dalam pengumpulan data di lapangan dan persiapan set up peralatan. Tidak lupa, penghargaan diberikan kepada para **reviewer** yang memberikan masukan berharga untuk memperbaiki kualitas artikel ini.

## **Referensi**

1. Chen FN, i HM, Ahn SH, Fan HG, Jiang XP, Hu JW, et al. Numerical simulation of the performance of a low-head prototype Kaplan turbine. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2018;163(1).
2. Al-Haidi, Hafiz. Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Bendung Katulampa Kota Bogor. Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
3. Budiarto, Rachmawan. Kebijakan Energ : Menuju Sistem energi yang Berkelanjutan. Yogyakarta, 2011.

4. Winarto, Wismo F, “Pembangunan PLTMH di DesaGirikerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman”, ISSN, Vol. 4, No. 3, hlm. 175-184, 2006.
5. Paino. Analisa Efisiensi Turbin Propeller Open Flume pada PLTMH di Desa Girikerto KecamatanTuri Kabupaten Sleman. Tesis, tidak diterbitkan,Fakultas Teknik Mesin Universitas Gadjah MadaYogyakarta, 2006
6. Sukusen Soemarinda, “Energi dalam Krisis: Antara Kebijakan, Kebutuhan dan Ilmu Pengetahuan”,Seminar Ketua Umum Keluarga Alumni TeknikUniversitas Gadjah Mada (KATGAMA), FakultasTeknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta 2013



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---