



Studi Perbandingan Output Daya Aktual dan Teoritis pada PLTMH

Ahmad Faisal¹, Siti Anisah², Indra Agung Tama³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi

E-mail: ahmadfaisal.mt85@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 10 Oktober 2025

Revised: 28 November 2025

Accepted: 30 November 2025

Keywords:

PLTMH,

Energi terbarukan,

Daya aktual,

Debit air,

Energi potensial air.

Published by

Impressio : Jurnal Teknologi dan Informatika

Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Saat ini listrik merupakan kebutuhan utama dan sangat penting bagi kehidupan manusia. PLTMH merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang ramah lingkungan dan salah satu solusi energi terbarukan yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan listrik dalam skala kecil, terutama untuk daerah terpencil. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan output daya aktual dengan output daya teoritis pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Dalam studi ini, data teknis seperti debit air, tinggi jatuh air (head), dan efisiensi komponen diukur dan dianalisis untuk menghitung daya teoritis menggunakan persamaan dasar energi potensial air. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya teoritis maksimum yang dapat dihasilkan adalah sebesar $\pm 792,9$ kW, sedangkan daya aktual rata-rata yang dicapai selama periode pengamatan adalah 740 kW. Efisiensi operasional yang dihasilkan adalah sebesar 93,33% dengan deviasi daya sebesar 6,67%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa PLTMH tersebut masih memiliki kinerja teknis yang sangat baik karena dapat menghasilkan daya aktual yang mendekati daya teoritis dan relative stabil.

Currently, electricity is a primary and essential need for human life. A Micro-Hydro Power Plant (MHPP) is an environmentally friendly renewable energy solution that utilizes water flow to generate electricity on a small scale, particularly for remote areas. This study aims to compare the actual power output with the theoretical power output of a Micro-Hydro Power Plant (MHPP). In this study, technical data such as water discharge, head, and component efficiency were measured and analyzed to calculate the theoretical power using the basic equation of water potential energy. The calculation results show that the maximum theoretical power that can be produced is ± 792.9 kW, while the average actual power achieved during the observation period is 740 kW. The resulting operational efficiency is 93.33%, with a power deviation of 6.67%. This study concludes that the MHPP still has excellent technical performance, as it can produce actual power close to the theoretical power and remains relatively stable.

Corresponding Author:

Ahmad Faisal

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi Medan
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan, Sei Sikambing, Medan, Sumatera Utara, Indonesia. 20122

Email: ahmadfaisal.mt85@gmail.com

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu jenis pembangkit yang menggunakan energi terbarukan. PLTMH merupakan pembangkit Listrik berskala kecil yang memanfaatkan aliran sungai atau aliran irigasi sebagai penggerak Turbin dan Generator untuk menghasilkan Listrik (Hisyam dkk, 2024). Pembangunan PLTMH di daerah terpencil atau pedesaan sebagai pemanfaatan aliran sungai sangat membantu dalam memenuhi kebutuhan listrik pedesaan di

daerah terpencil (Murni, 2020).

Dalam operasionalnya, PLTMH memiliki parameter penting yang berpengaruh terhadap kinerja sistem, diantaranya debit air, ketinggian air dan efisiensi pembangkit turbin. Dalam membangkitkan daya listrik, PLTMH memanfaatkan energy potensial yang dimiliki oleh aliran sungai dengan jarak ketinggian tertentu (Indrayani dkk, 2021).

Namun dalam praktiknya terkadang ditemukan perbedaan antara daya output sesuai hitungan teoritis dengan daya aktual yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Mikrohidro itu sendiri. Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, seperti kerugian atau loses pada sistem mekanik dan listrik, perubahan karakteristik hidrologi, serta penurunan performa komponen akibat usia operasional. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi perbandingan untuk menilai sejauh mana efisiensi aktual dari PLTMH.

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait kinerja dan efisiensi PLTMH. Seperti menganalisis daya PLTMH Parakanowong dan menemukan bahwa variasi debit harian berpengaruh langsung terhadap fluktuasi daya yang dihasilkan (Murni dkk, 2020)). Berikutnya ada juga tentang melakukan studi tekno-ekonomi pada PLTMH dan menemukan bahwa kehilangan energi pada pipa pesat dan turbin merupakan penyebab utama perbedaan daya aktual dan teoritis (Likadja dkk, 2022). Selanjutnya penelitian tentang deviasi output daya umumnya disebabkan oleh efisiensi sistem turbin-generator yang tidak mencapai nilai ideal, khususnya pada pembangkit kecil dengan debit fluktuatif (Ardo dkk, 2022). Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa deviasi daya adalah fenomena umum pada sistem PLTMH, namun belum semua lokasi memiliki data analisis performa jangka pendek yang terdokumentasi.

Meskipun terdapat penelitian mengenai analisis potensi dan evaluasi kinerja PLTMH, belum ada penelitian yang secara spesifik membandingkan daya aktual dan daya teoritis pada PLTMH Aek Silang berdasarkan data operasi harian selama 15 hari. Selain itu, belum tersedia analisis detail mengenai seberapa jauh deviasi daya terjadi pada kondisi operasi nyata pembangkit, serta bagaimana efisiensi operasionalnya dibandingkan perhitungan teoritis.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis berinisiatif membuat tulisan dengan judul “Studi Perbandingan Output Daya Aktual dan Teoritis Pada PLTMH”. Dengan rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

- Berapa besar output daya teoritis PLTMH Aek Silang yang terletak di Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara berdasarkan debit, head, efisiensi dan parameter lainnya,
- Bagaimana nilai output daya aktual berdasarkan data operasi harian PLTMH Aek Silang.
- Berapa besar perbedaan antara output daya teoritis dan daya aktual yang dihasilkan oleh PLTMH Aek Silang.
- Bagaimana nilai efisiensi sistem PLTMH ditinjau dari daya teoritis dan daya aktualnya.

Penelitian ini memberikan kontribusi baru berupa analisis kesenjangan daya teoritis-aktual PLTMH Aek Silang berdasarkan data operasi harian selama 15 hari secara berurutan. Pendekatan ini belum pernah dilaporkan pada studi PLTMH Aek Silang sebelumnya, karena studi-studi sebelumnya hanya meninjau potensi energi atau evaluasi teknis tanpa membandingkan performa aktual harian secara terukur. Dengan demikian, penelitian ini memberikan gambaran yang lebih jelas dan menyeluruh tentang efisiensi dan kestabilan kerja PLTMH dalam kondisi operasional sebenarnya.

URAIAN TEORI

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan energy terbarukan. Secara umum prinsip kerja PLTMH sama dengan prinsip kerja PLTA, yang membedakan adalah daerah kerja PLTMH dan PLTA, dimana PLTMH dapat memanfaatkan potensi air yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan PLTA (Sofyan, 2022). Setiap pembangkit yang

menggunakan tenaga air dengan kapasitas yang berbeda, dapat dikelompokkan sebagai berikut (Leksana, 2023):

Tabel 1. Jenis PLTA

Jenis PLTA	Kapasitas
Pikohidro	< 50 kW
Mikrohidro	50 s.d 100 kW
Minihidro	100 s.d 1000 kW
PLTA Skala Kecil	1000 s.d 10000 kW
PLTA Skala Sedang	10000 s.d 100000 kW
PLTA Skala Besar	>100000 kW

Secara umum komponen PLTMH terdiri atas komponen Sipil dan komponen mekanikal elektrik. Adapun komponen sipil dan elektrik mekanikal PLTMH adalah sebagai berikut (Likadja, 2022):

Komponen Sipil PLTMH:

- Bendungan Pengalihan (Diversion Weir)
- Bak Pengendap (sand trap)
- Saluran Pembawa (Headrace Channel)
- Bak Penenang (Forebay)
- Saringan (Trash Rack)
- Saluran Pelimpah (Spillway)
- Pipa Pesat (Penstock)
- Rumah Pembangkit (Powerhouse)

Komponen mekanikal dan elektrik PLTMH:

- Turbin Air
- Generator
- Panel Listrik, Alat Kontrol dan Ballast

Debit Air

Debit air merupakan salah satu hal yang sangat penting dan berpengaruh pada sistem PLTMH. Debit air merupakan banyaknya air yang mengalir dalam suatu saluran dalam satuan waktu tertentu (Ardo, 2022). Debit air juga dipengaruhi oleh luas penampang aliran dan kecepatan aliran air itu sendiri.

Tinggi Jatuh Air

Selain debit air, tinggi jatuh air (head) juga sangat berpengaruh terhadap besarnya daya yang dihasilkan oleh pembangkit Mikrohidro. Tinggi jatuh air (head) merupakan jarak sumber air dengan lokasi penempatan turbin pada PLTMH (Nurdiyanto dkk, 2024).

Efisiensi Turbin dan Sistem PLTMH

Efisiensi turbin juga sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh PLTMH. Semakin tinggi efisiensi turbin dan sistem pada pembangkit mikrohidro, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit itu. Beberapa jenis turbin yang digunakan pada pembangkit Mikrohidro adalah (Ardo, 2022):

- Turbin Turgo
Turbin jenis ini memungkinkan penggunaan transmisi langsung dari turbin ke generator yang dapat menaikkan efisiensi.
- Turbin Pelton
Turbin Pelton biasa digunakan untuk pembangkit tenaga air dengan head 150 meter, namun bisa juga digunakan pada head 20 meter untuk skala mikro.
- Turbin Crossflow
Turbin Crossflow biasa digunakan pada pembangkit mikrohidro dengan kondisi head yang rendah hingga menengah.

- Turbin Propeller
Turbin Propeller merupakan salah satu jenis turbin yang biasa digunakan oleh PLTMH karena turbin jenis ini digunakan pada kondisi head yang rendah.

Selain dipengaruhi oleh efisiensi turbin, daya yang dihasilkan oleh pembangkit mikrohidro juga dipengaruhi oleh efisiensi system pembangkit. Bagus atau tidaknya efisiensi system pembangkit salah satunya dipengaruhi oleh usia dan perawatan peralatan pembangkit itu sendiri.

Teori Dasar Konversi Energi Air Menjadi Energi Listrik

Pada system PLTMH memanfaatkan energy potensial pada air menjadi energi mekanik untuk menggerakan turbin dan kemudian dikonversi menjadi energy listrik oleh generator. Hal ini sesuai dengan hukum kekekalan energy, dimana energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi dapat diubah atau dikonversi menjadi bentuk energy yang lain.

Besarnya daya yang dapat dibangkitkan oleh suatu pembangkit mikrohidro dipengaruhi oleh efisiensi pembangkit, debit air dan ketinggian (head). Untuk menghitung daya teoritis yang dapat dibangkitkan oleh PLTMH dapat menggunakan Persamaan 1 berikut:

$$P = \eta \times \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- P = Daya listrik yang dihasilkan (Watt).
- η = Efisiensi sistem total (turbin, pipa, generator) tanpa satuan (desimal).
- ρ = Massa jenis air (kg/m^3 ($\approx 1000 \text{ kg/m}^3$)).
- g = Gravitasi (m/s^2 ($\approx 9,8 \text{ m/s}^2$)).
- Q = Debit andalan air (m^3/s).
- H = Head efektif (ketinggian jatuh) (m).

Perhitungan Head Efektif (H net)

Pada PLTMH Head merupakan selisih energy potensial air antara titik masuk (intake/bak penenang) dengan titik keluaran (nozzle). Secara umum terdapat dua jenis Head, yaitu Head geometris (H_{gross}) dan Head efektif (H_{net}). H_{gross} merupakan perbedaan elevasi antara permukaan air di bak penenang dan Nozzle. Sedangkan H_{net} merupakan head yang benar-benar tersisa ke turbin setelah dikurangi rugi-rugi aliran. Head efektif dihitung menggunakan Persamaan 2 berikut:

$$H_{\text{net}} = H_{\text{gross}} - H_{\text{loss}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- H_{net} = Head Efektif (m).
- H_{gross} = Head total dari intake ke turbin (m).
- H_{loss} = Kehilangan head pada pipa pesat dan saluran (friction loss).

Untuk kehilangan head pada pipa pesat dan saluran (friction loss) dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3 berikut:

$$H_{\text{loss}} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- H_{loss} = Kehilangan head pada pipa pesat dan saluran (m).
- f = Koefisien gesekan pipa.
- L = Panjang pipa (m).
- D = Diameter pipa (m).
- V = Kecepatan aliran (m/s).
- g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Perhitungan Daya Aktual

Daya aktual Pembangkit mikrohidro dapat diambil dari data pengukuran sistem pembangkitan (meter kWh atau data logger) yang dicatat oleh Operator Pembangkit setiap jam. Daya aktual harian atau bulanan dianalisis dan dirata-rata untuk dibandingkan dengan nilai daya dari hasil hitungan teoritis.

Analisis Efisiensi

Efisiensi operasional sistem dihitung dengan Persamaan 4 berikut:

$$\eta_{\text{Operasional}} = \frac{P_{\text{aktual}}}{P_{\text{teoritis}}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$\eta_{\text{Operasional}}$ = Efisiensi operasional

P_{aktual} = Daya listrik aktual yang dihasilkan (Watt).

P_{teoritis} = Daya listrik teoritis yang dihasilkan (Watt).

Daya teoritis dengan Daya aktual yang dibangkitkan oleh PLTMH perlu dibandingkan untuk mengetahui sejauh mana penurunan performa pembangkit mikrohidro dibandingkan dengan kondisi ideal.

Analisis Deviasi

Selain efisiensi, perlu dihitung besar deviasi daya untuk mengetahui tingkat penyimpangan antara daya aktual dan daya teoritis. Deviasi dihitung dengan rumus pada Persamaan 5 dan 6 berikut:

$$\Delta P = P_{\text{teoritis}} - P_{\text{aktual}} \dots\dots\dots (5)$$

Adapun persentase deviasi dihitung menggunakan:

$$\% \Delta P = \left(\frac{P_{\text{teoritis}} - P_{\text{aktual}}}{P_{\text{teoritis}}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

ΔP = Deviasi daya (Watt atau kW)

$\% \Delta P$ = Persentase deviasi (%).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif untuk menganalisis dan membandingkan antara output daya teoritis dengan output daya aktual pada PLTMH Aek Silang yang terletak di Desa Simangaronsang, Kecamatan Olok Sanggul, Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara. Pendekatan ini digunakan untuk menghitung besaran energi teoritis berdasarkan data teknis dan membandingkannya dengan data aktual dari operasional pembangkit PLTMH Aek Silang.

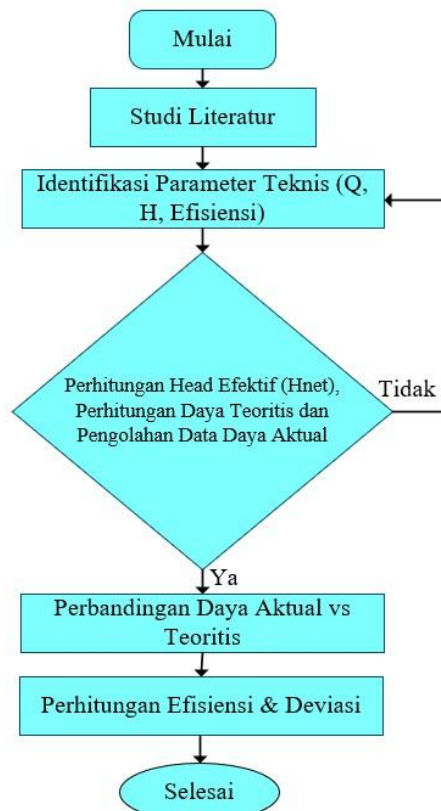
Metode

Sebelum melakukan penelitian, yang perlu dilakukan sebelumnya adalah mencari studi literatur sesuai dengan penelitian sehingga penelitian yang dilakukan lebih terarah. Rangkaian proses yang dilakukan saat penelitian ini adalah:

1. Mencari studi literatur.
2. Identifikasi parameter teknis (Q, H, Efisiensi).
3. Pengumpulan data operasi PLTMH (periode 15 hari).
4. Perhitungan head efektif (H_{net}), perhitungan daya teoritis dan pengolahan data daya aktual.
5. Perbandingan daya aktual dan daya teoritis.
6. Perhitungan efisiensi dan deviasi.

7. Kesimpulan dan Saran.

Rangkaian proses yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 merupakan diagram alur penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari dokumentasi operasi PLTMH Aek Silang, seperti:

1. Ketinggian jatuh air/ head (m).
2. Daya terpasang (kW).
3. Output daya aktual (kW).
4. Rata-rata debit harian (m^3/s).
5. Efisiensi turbin dan generator.

Periode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama 15 hari pada kondisi operasi normal PLTMH. Periode 15 hari dipilih dengan pertimbangan bahwa dalam periode 15 hari mampu memberi gambaran variasi debit air dan variasi beban. Durasi ini juga dapat memberi gambaran tentang kesetabilan pola operasi PLTMH.

Dasar Pemilihan Parameter

Pemilihan parameter debit (Q), head efektif (H_{net}), dan efisiensi sistem (η) didasarkan pada standar analisis kinerja PLTMH, di mana ketiga parameter tersebut merupakan faktor utama yang menentukan besarnya energi potensial air yang dapat dikonversi menjadi energi listrik.

- Debit (Q) dipilih karena merupakan variabel paling vital dan sangat dipengaruhi kondisi hidrologi harian.
- Head efektif (H_{net}) digunakan untuk merepresentasikan tinggi jatuh air setelah dikurangi

kehilangan energi pada saluran dan pipa pesat.

- Efisiensi sistem (η) mencakup efisiensi turbin, generator, dan kehilangan mekanis lainnya yang sangat berpengaruh pada daya aktual.

Teknik Analisis Data

Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam menganalisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Daya Teoritis

Perhitungan output daya teoritis yang dapat dihasilkan oleh pembangkit mikrohidro berdasarkan data debit air, ketinggian air (head) dan efisiensi dihitung menggunakan Persamaan 1.

2. Perbandingan Daya Aktual dan Teoritis

Daya aktual diperoleh dari data operasional pembangkit mikrohidro dan selanjutnya dibandingkan dengan daya teoritis untuk mengetahui performa pembangkit aktual saat ini dibandingkan dengan kondisi ideal.

3. Perhitungan Efisiensi Sistem

Perhitungan efisiensi pada sistem pembangkit aktual saat ini dapat dihitung menggunakan Persamaan 4. Efisiensi dihitung untuk mengetahui sejauh mana sistem bekerja mendekati potensi maksimalnya.

4. Perhitungan Deviasi

Perhitungan deviasi dilakukan untuk mendapatkan besar nilai penyimpangan antara daya aktual dan daya teoritis. Deviasi dihitung menggunakan Persamaan 6.

HASIL PENELITIAN

A. Data Umum PLTMH

Parameter data umum Pembangkit Mikrohidro yang digunakan adalah :

Tabel 2. Data PLTMH	
Parameter	Nilai
Head Efektif	14,5 m
Debit Air	6,2 m ³ /s
Efisiensi	90 %

B. Perhitungan Daya Teoritis PLTMH

Daya teoritis yang dapat dihasilkan oleh Pembangkit Mikrohidro dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 1, yaitu:

$$P = \eta \times \rho \times g \times Q \times H$$

Berdasarkan data pembangkit mikrohidro berikut:

Tabel 3. Parameter PLTMH

Parameter	Nilai
Head Efektif	14,5 m
Debit Air	6,2 m ³ /s
Efisiensi	90 %
Massa jenis air	≈1000 kg/m ³
Gravitasi	≈9,8 m/s ²

maka besarnya daya teoritis yang dapat dihasilkan oleh pembangkit mikrohidro tersebut adalah:

$$P_{teoritis} = \eta \times \rho \times g \times Q \times H$$

$$P_{teoritis} = 0,90 \times 1000 \times 9,8 \times 6,2 \times 14,5$$

$$P_{teoritis} = 792,918 \text{ kW}$$

Berdasarkan data kondisi diatas, maka kapasitas pembangkit mikrohidro secara teori dapat membangkitkan daya sebesar 792 kW. Secara teoritis, potensi energi air mencukupi untuk menghasilkan daya sebesar 792 kW dengan efisiensi Pembangkit sebesar 90%.

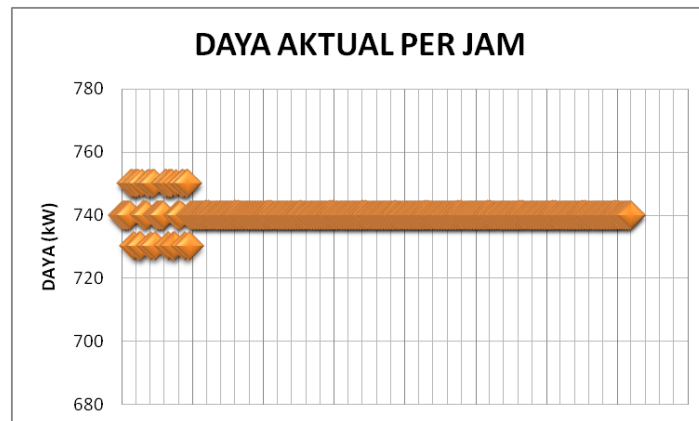
C. Data Daya Aktual PLTMH

Berdasarkan data aktual pengamatan di lapangan, diperoleh rata-rata output daya aktual harian sebagai berikut:

Tabel 4. Daya Aktual PLTMH

Hari Ke-	Daya Minimum	Daya Maksimum	Daya Rata-rata
1	730	750	742
2	730	750	742
3	740	740	740
4	740	740	740
5	740	740	740
6	740	740	740
7	740	740	740
8	740	740	740
9	740	740	740
10	740	740	740
11	740	740	740
12	740	740	740
13	740	740	740
14	740	740	740
15	740	740	740
Rata-rata	739	741	740

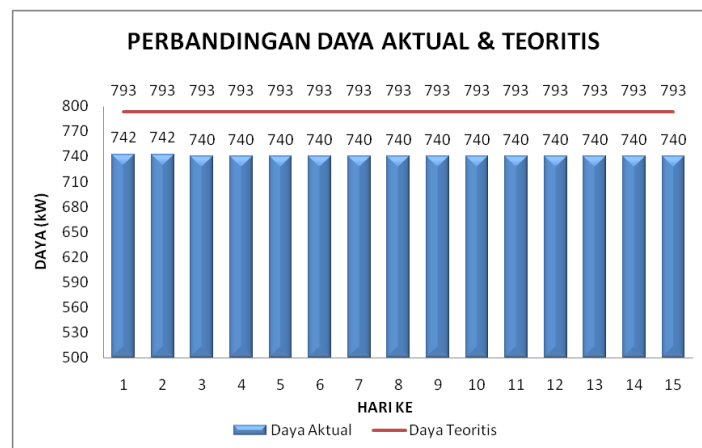
Berdasarkan data di lapangan, rata-rata daya aktual yang dibangkitkan oleh pembangkit mikrohidro minimal 739 kW, maksimal 741 kW dan rata-rata data harian sebesar 740 kW. Yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 2 merupakan grafik daya aktual PLTMH.



Gambar 2. Grafik Daya Aktual PLTMH

D. Perbandingan Daya Aktual dan Teoritis

Perbandingan antara daya aktual dan daya teoritis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Grafik perbandingan daya aktual dan daya teoritis

PEMBAHASAN

Berdasarkan data perhitungan Daya teoritis yang telah dihitung pada pembahasan di atas dan berdasarkan data rata-rata Daya aktual PLTMH, maka efisiensi operasional dapat dihitung sebagai berikut:

$$\eta_{Operasional} = \frac{P_{aktual}}{P_{teoritis}} \times 100\%$$

$$\eta_{Operasional} = \frac{740 \text{ kW}}{792,918 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$\eta_{Operasional} = 93,33 \%$$

Sedangkan untuk Deviasi antara Daya teoritis dengan rata-rata Daya aktual pembangkit PLTMH adalah:

$$\Delta P = P_{teoritis} - P_{aktual}$$

$$\Delta P = 792,918 \text{ kW} - 740 \text{ kW}$$

$$\Delta P = 52,918 \text{ kW}$$

$$\% \Delta P = \frac{52,918 \text{ kW}}{792,918 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$\% \Delta P = 6,67 \%$$

Hasil perhitungan dan perbandingan daya aktual dengan daya teoritis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) tersebut dapat dilihat pada table 5 berikut:

Tabel 5. Data Perbandingan

Parameter	Nilai
Daya Teoritis	792,9 kW
Efisiensi	90 %
Daya Aktual rata-rata	740 kW
Efisiensi Operasional	93,33 %
Deviasi Daya	52,9 kW
Persentasi Deviasi	6,67 %

Kondisi ini menunjukkan bahwa daya aktual mendekati daya teoritis dan relatif stabil. Dari daya teoritis yang tersedia, sekitar 93,33% berhasil dikonversi menjadi listrik, sisanya sekitar 6,67% hilang karena kerugian mekanis, listrik, dan hidraulis. Secara umum kondisi PLTMH tersebut masih sangat baik.

PENUTUP

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa daya teoritis PLTMH Aek Silang berdasarkan parameter teknis (debit 6,2 m³/s, head ±14,5 m, dan efisiensi 90%) adalah sebesar ±792,9 kW, sedangkan daya aktual rata-rata yang dihasilkan selama periode pengamatan adalah 740 kW. Efisiensi operasional pembangkit mikrohidro tersebut mencapai 93,33%, dengan deviasi daya sebesar 52,9 kW atau sekitar 6,67% dari daya teoritis. Secara umum, PLTMH Aek Silang menunjukkan kinerja teknis yang sangat baik, karena mampu menghasilkan daya aktual yang mendekati daya teoritis serta memiliki tingkat kestabilan yang tinggi.

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan adalah menjaga kontinuitas pemeliharaan periodik terhadap turbin, generator, dan sistem transmisi agar efisiensi PLTMH Aek Silang tetap terjaga dan komponen tidak mengalami degradasi signifikan. Selain itu, diperlukan pemantauan dan evaluasi rutin terhadap debit air serta efisiensi sistem, khususnya apabila kebutuhan daya masyarakat sekitar mengalami peningkatan.

Selanjutnya, disarankan untuk melaksanakan audit energi atau *performance test* secara menyeluruh sedikitnya setiap lima tahun guna memastikan bahwa seluruh parameter operasional tetap berada dalam kondisi optimal.

REFERENSI

- Hisyam, E. S., Arkan, F., Oktarianty, H., & Aldila, H. (2024). Study of the potential of microhydro electric power plant in Universitas Bangka Belitung's Embung. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1419, 012048.
- Murni, S. S., dkk. (2020). Analisis daya pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan HOMER (Studi kasus PLTMH Parakanowong Kabupaten Pekalongan). Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan, 1(2).

- Indrayani, & Ramadhani, R. C. (2021). Design of microhydro power plant prototype based on Kelekar River flow discharge. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 832, 012065.
- Sofyan, M., dkk. (2022). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) berdasarkan debit air dan kebutuhan energi listrik. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 3(2).
- Leksana, R., dkk. (2023). Perancangan pembangkit listrik mikrohidro 30 kW untuk suplai listrik area wisata di Desa Girimulyo Ngargoyoso, Karanganyar, Jawa Tengah. *Elektrokom: Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Elektro*, 6(1).
- Likadja, F. J., dkk. (2022). Studi tekno ekonomi perencanaan pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) di Kecamatan Karera, Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Media Elektro*, XI(2).
- Ardo, B., dkk. (2022). Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepak Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. *Jurnal TEKNO (Civil Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering)*, 19(1).
- Nurdiyanto, dkk. (2024). Microhydro model of waterfalls. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1343, 012024.