

ID: 28

Analisis Debit Air Terhadap Daya yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Cikandang 2x3 MW Desa Jatiwangi Kecamatan Pakenjeng Kabupaten Garut

Analysis of Water Flow Rate on Power Output of Cikandang Micro-Hydro Power Plant (MHP) 2x3 MW in Jatiwangi Village, Pakenjeng District, Garut Regency

Restu Sajad Abdillah^{1*}, Sani Moch Sopian², Helfy Susilawati³, Mokh Mirza Etnisa Haqiqi⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Teknik, Universitas Garut,

Garut 44151, Jawa Barat, Indonesia

restusjd@gmail.com^{1*}, sanimochsopian1@gmail.com², helfy.susilawati@uniga.ac.id³,

mirza@uniga.ac.id⁴

Abstrak – Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu alternatif yang ramah lingkungan dalam menghasilkan energi listrik. PLTMH Cikandang dengan kapasitas 2x3 MW yang terletak di Desa Jatiwangi, Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut, menjadi objek utama penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh debit air terhadap daya yang dihasilkan oleh PLTMH Cikandang serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor hidrologi yang mempengaruhi ketersediaan debit air untuk pembangkit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer meliputi pengukuran debit air yang masuk ke PLTMH Cikandang dan pengukuran daya yang dihasilkan oleh pembangkit dan perhitungan kebutuhan listrik warga Desa Jatiwangi Kec. Pakenjeng Kab. Garut. Data sekunder meliputi data historis curah hujan, karakteristik hidrologi sungai, data Badan Pusat Statistik (BPS) dan data operasional PLTMH. Analisis statistik digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara debit air dan daya yang dihasilkan. Hasil dari penelitian ini adalah hasil rekapitulasi energi listrik untuk ketersediaan listrik pltmh adalah sebesar 17,6 GWh per tahun dan untuk kebutuhan listrik warga Desa Jatiwangi Kec. Pakenjeng Kab. Garut adalah 12,73 GWh maka Ketersediaan Listrik PLTMH memadai untuk dijadikan sumber energi listrik Desa Jatiwangi Kec. Pakenjeng Kab. Garut.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), Debit Air, Listrik.

Abstract – Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is one of the environmentally friendly alternatives in generating electrical energy. Cikandang PLTMH with a capacity of 2x3 MW located in Jatiwangi Village, Pakenjeng District, Garut Regency, is the main object of this study. This study aims to analyze the effect of water discharge on the power generated by Cikandang PLTMH and to identify hydrological factors that affect the availability of water discharge for the generator. The method used in this study is the collection of primary and secondary data. Primary data includes measurements of water discharge entering Cikandang PLTMH and measurements of power generated by the generator and calculations of electricity needs of residents of Jatiwangi Village, Pakenjeng District, Garut Regency. Secondary data includes historical rainfall data, river hydrological characteristics, data from the Central Statistics Agency (BPS) and PLTMH operational data. Statistical analysis is used to evaluate the relationship between water discharge and power generated. The results of this study are the results of the recapitulation of electrical energy for the availability of micro-hydro power plants is 17.6 GWh per year and for the electricity needs of the residents of Jatiwangi Village, Pakenjeng District, Garut Regency is 12.73 GWh, so the availability of micro-hydro power plants is sufficient to be used as a source of electrical energy for Jatiwangi Village, Pakenjeng District, Garut Regency.

Keywords: Micro Hydro Power Plant (PLTMH), Water Discharge, Electricity.

1. Pendahuluan

Tenaga listrik adalah elemen penting yang mendukung pengembangan keseluruhan suatu negara. Pemanfaatan yang efisien dapat menjadi alat yang kuat untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, permintaan listrik terus meningkat di berbagai negara di seluruh dunia. Beberapa negara kini berusaha memanfaatkan sumber energi atau pembangkit listrik terbarukan yang lebih murah, salah satunya dengan menggunakan sumber daya air bumi [1]. Maka dari itu air adalah sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan makhluk hidup. Salah satu pemanfaatan air adalah sebagai sumber energi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Keberadaan PLTMH memungkinkan penggunaan air sebagai sumber energi yang efisien., air dapat dijadikan sumber energi listrik di daerah tersebut. Adapun daya output PLTMH Cikandang menghasilkan 16,88 Gwh/Tahun . PLTMH bersifat support supply untuk menambah dan mendukung supply listrik ke PT. PLN (Persero) G.I. Sumadra [2]. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan tenaga air dari saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam. PLTMH menggunakan ketinggian terjunan (head) dan debit air untuk menghasilkan energi. Mikrohidro merupakan gabungan dari kata "mikro," yang berarti kecil, dan "hidro," yang berarti air. Secara teknis, sistem mikrohidro terdiri dari tiga komponen utama: air sebagai sumber energi, turbin yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik, dan generator yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu [3]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengajukan judul "Analisis Debit Air Terhadap Daya yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Cikandang 2X3 MW Desa Jatiwangi Kecamatan Pakenjeng Kabupaten Garut."

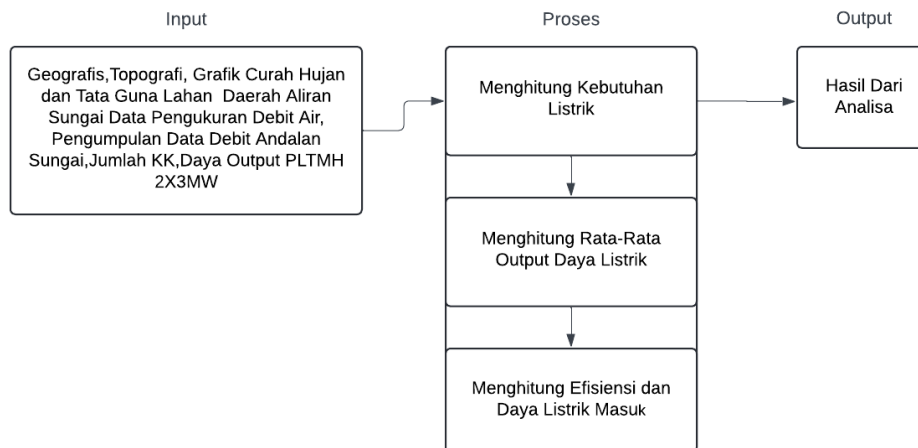
Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif, yang berarti data dikumpulkan berdasarkan pengukuran dan diselesaikan dalam bentuk matematis. Metode yang digunakan meliputi studi pustaka, survei, dan dokumentasi. Studi pustaka melibatkan pengumpulan, seleksi, dan analisis berbagai sumber bacaan terkait PLTMH untuk membangun kerangka teoritis yang kokoh. Survei dilakukan melalui peninjauan dan sesi tanya jawab dengan pegawai yang bertugas memelihara PLTMH Cikandang, memberikan wawasan mendalam tentang praktik pemeliharaan di lapangan. Metode dokumentasi fokus pada pengukuran debit air, perhitungan energi listrik PLTMH, dan pengukuran tinggi jatuh air di Desa Jatiwangi. Instrumen penelitian termasuk lembar pengamatan dan Current Meter untuk mengukur debit air, serta wawancara langsung dengan operator PLTMH untuk mendapatkan informasi tambahan. Pengumpulan data dilakukan secara periodik dari Desember 2023 hingga Juli 2024 untuk mendapatkan variasi kondisi debit air. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik dan perangkat lunak analisis data untuk menentukan korelasi antara debit air dan daya yang dihasilkan serta mengevaluasi efisiensi operasi PLTMH Cikandang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, di mana data dikumpulkan melalui pengukuran dan diselesaikan secara matematis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara debit air dan daya listrik yang dihasilkan oleh PLTMH Cikandang di Desa Jatiwangi, Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut.

2.1. Desain Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pendekatan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan, sementara data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber terkait. Berikut diagram blok penelitian yang dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Penelitian

a. Input

- Data Geografis dan Topografi Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk menentukan panjang sungai utama sampai dengan lokasi PLTMH Cikandang-2.
- Data Grafik Curah Hujan untuk menentukan curah hujan bulanan pada saat beban puncak terhadap daya yang dihasilkan.
- Data Tata Guna Lahan Untuk mengukur Luas daerah dan jumlah penduduk di Desa Jatiwangi Kec. Pakenjeng Kab. Garut.

b. Proses

Menentukan Kebutuhan Listrik sesuai jumlah penduduk untuk mengitung Rekapitulasi Kebutuhan Energi Listrik Per Kartu Keluarga (KK) Per Tahun Di Desa Jatiwangi, Kec. Pakenjeng Kab. Garut

c. Output (Hasil dari analisa)

Menghitung analisa Perbandingan debit air dan daya yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dan Seberapa besar daya output pada saat beban puncak kepada masyarakat sesuai kebutuhan jumlah penduduk Desa Jatiwangi Kec. Pakenjeng Kab.Garut.

2.2. Analisis Data

a. Analisis Kebutuhan Listrik

Analisa Kebutuhan Listrik di Desa Jatiwangi Kec. Pakenjeng Kab. Garut. Dilakukan beberapa tahap. Jumlah Kartu Keluarga (KK) akan di analisa dengan data yang diperoleh, lalu diubah ke dalam bentuk matematis dan dianalisis Dalam menganalisis data yang diperoleh, tidak diterapkan metode khusus, karena perhitungan yang dilakukan merupakan perhitungan sederhana.

b. Analisis Menghitung Rata-Rata Output Daya

Untuk menghitung rata-rata output daya yang dihasilkan oleh PLTMH Cikandang, kita dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$rata - rata\ output\ daya = \frac{ketersediaan\ listrik\ PLTMH}{jumlah\ KK} \dots\dots\dots(1)$$

c. Analisis Efisiensi

Efisiensi adalah rasio antara daya input dan daya output. Analisis efisiensi penting dilakukan untuk mengetahui berapa banyak daya yang dihasilkan. Perhitungan efisiensi dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{\text{Kebutuhan Listrik Warga}}{\text{Ketersediaan Listrik PLTMH}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Efisiensi Daya Listrik Masuk (η):

$$\eta = \frac{\text{Rata-rata Output Daya per KK}}{\text{Kebutuhan Listrik per KK}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

2.3. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data dari Dokumen Studi Kelayakan PLTMH Cikandang 2, BPS Garut, Kantor Desa Jatiwangi, dan PT PLN Gardu Induk Sumadera, serta wawancara mengenai jumlah rumah di sekitar. Data beban puncak di wilayah Jatiwangi diperoleh dari PT Bukaka Teknik Utama KSO PT Hydro Solusi saat meneliti PLTMH Cikandang-2. Debit rancangan adalah 11,35 m³/s dengan keandalan debit 35,0%. Produksi energi sebesar 2.975 kW dengan rata-rata energi 18,625 GWh/tahun dan faktor kapasitas 71,0%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Cikandang yang terletak di Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat, memiliki koordinat antara 107°38'3,26"T sampai dengan 107°44'20,54"T dan antara 7°23'25,33"S sampai dengan 7°14'44,59"S. Bentuk DAS ini memanjang dari Utara ke Selatan dengan aspek sebesar 16,9°. Sungai utama yang digunakan oleh PLTMH Cikandang-2 adalah Sungai Cikandang yang memiliki panjang hingga lokasi bangunan sadap sebesar 31 km dan kemiringan rata-rata 3,65%. Topografi DAS didominasi oleh perbukitan dengan elevasi minimum 802 m dan maksimum 2650 m di atas permukaan laut. Gunung Kendang dan Gunung Papandayan, yang terletak di utara dan timur DAS masing-masing memiliki ketinggian 2608 m dan 2665 m di atas muka laut.

3.2. Analisis Kebutuhan Listrik Setiap Rumah di Desa Jatiwangi

Analisis kebutuhan listrik di Desa Jatiwangi, Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut dilakukan dengan mempertimbangkan jenis penggunaan daya listrik per Kartu Keluarga (KK). Tabel 1 menunjukkan distribusi daya listrik di antara 1615 KK, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 1. Golongan Daya Listrik Rumah per KK

Jenis Bangunan	Penggunaan Daya Listrik	Jumlah KK
R-1/TR	900VA	1547
R-1/TR	1300VA	62
R-1/TR	2200VA	6
TOTAL		1615KK

Sumber: Data Distribusi Listrik PLTMH CIKANDANG 2X3 MW

Total daya listrik yang diperlukan dihitung dengan mempertimbangkan kebutuhan masing-masing kategori:

- Untuk 900 VA: 1.392,3 kVA,

- Untuk 1300 VA: 80,6 kVA,
- Untuk 2200 VA: 13,2 kVA.

Total daya listrik yang dibutuhkan oleh 1615 KK adalah 1.486,1 kVA. Dalam periode Januari hingga Juli 2024, total energi listrik yang diperlukan adalah 7,490544 GWh. Perhitungan ini memperlihatkan bahwa mayoritas rumah tangga di Desa Jatiwangi menggunakan listrik dengan daya 900 VA.

3.3. Data Debit Air dan Daya Output PLTM Cikandang

Data curah hujan dan debit air yang dikumpulkan dari BMKG Jawa Barat selama tahun 2022-2024 menunjukkan kestabilan dengan rata-rata debit sekitar 300 m³/s dan daya output sekitar 17,4 GWh per bulan. Data ini mencerminkan efisiensi operasional PLTMH Cikandang dengan variasi kecil dalam produksi listrik sepanjang tahun.

3.4. Hasil Analisis

3.4.1. Menghitung Kebutuhan Listrik

Ketersediaan PLTMH untuk tahun 2023 adalah 17,60 GWh dan untuk tahun 2024 adalah 17,40 GWh. Sedangkan kebutuhan listrik warga selama Januari-Desember 2024 adalah 62,2607 GWh, dengan kebutuhan dari Januari hingga Juli 2024 adalah 4,369094 GWh. Hasil analisis menunjukkan bahwa sisa energi listrik pada Januari-Juli 2024 adalah 13,030906 GWh. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Kebutuhan Listrik Warga dan Ketersediaan Listrik PLTMH Cikandang

Ketersediaan PLTMH Cikandang 2023	17,60 GWh (Januari-Desember)
Ketersediaan PLTMH Cikandang 2024	17,40 GWh (Januari-Juli)
Kebutuhan Listrik Warga 1615 KK	62,2607 GWh (Januari-Desember 2024)
Kebutuhan Listrik Warga 1615 KK	4.369094 GWh. (Januari-Juli 2024)

3.4.2. Menghitung Rata-Rata Output Daya

Perhitungan rata-rata output daya PLTMH Cikandang menunjukkan bahwa pada periode Januari-Juli 2024, rata-rata output daya per Kartu Keluarga (KK) adalah 0,00628 GWh. Tabel 4.11 menggambarkan defisit energi untuk kategori daya yang berbeda dengan efisiensi daya listrik yang bervariasi tergantung pada daya yang digunakan. Rumah tangga dengan daya 900 VA mengalami surplus energi, sementara rumah tangga dengan daya 1300 VA dan 2200 VA mengalami defisit.

3.4.3. Menghitung Efisiensi

Tabel 4.10 menyajikan hasil analisis efisiensi penggunaan daya listrik PLTMH Cikandang. Untuk periode Januari-Desember 2023, efisiensi rata-rata adalah sangat rendah untuk semua kategori daya. Namun, terdapat peningkatan efisiensi yang signifikan pada Januari-Juli 2024, terutama untuk kategori 1300 VA dan 2200 VA. Meskipun efisiensi meningkat, terutama di kategori 2200 VA, efisiensi secara keseluruhan masih rendah dan menunjukkan perlunya perbaikan dalam manajemen energi.

3.4.4. Menghitung Daya Listrik Masuk

Analisis efisiensi daya masuk pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa efisiensi daya listrik bervariasi antara 0,0857% hingga 16,2022% untuk kategori daya yang berbeda. Untuk periode

Januari-Juli 2024, efisiensi tertinggi dicapai pada kategori 2200 VA, namun secara umum efisiensi masih perlu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik secara optimal.

4. Kesimpulan

PLTMH Cikandang memiliki kapasitas yang sangat besar dan mampu menghasilkan energi jauh melebihi kebutuhan listrik rumah tangga saat ini. Hal ini menyebabkan adanya sisa energi yang signifikan setelah kebutuhan energi terpenuhi. Namun, rumah tangga dengan kapasitas daya listrik yang lebih besar cenderung mengalami defisit energi, sedangkan rumah tangga dengan kapasitas daya listrik yang lebih kecil justru memiliki surplus energi. Efisiensi penggunaan listrik juga bervariasi, bergantung pada besarnya daya yang digunakan dan waktu tertentu. Peningkatan efisiensi ini mencerminkan adanya perbaikan dalam manajemen penggunaan listrik, yang menunjukkan bahwa pengelolaan energi telah menjadi lebih baik seiring waktu.

Optimalisasi penggunaan PLTMH di wilayah Cikandang perlu ditingkatkan, sambil mengeksplorasi potensi energi terbarukan lain seperti tenaga surya dan angin, untuk menjamin ketersediaan energi yang berkelanjutan. Pengembangan kebijakan yang mendukung pengelolaan energi terbarukan juga penting. Selain itu, instansi pemerintah harus lebih sadar bahwa energi terbarukan seperti PLTMH lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan PLTU dan PLTG yang menghasilkan emisi karbon berbahaya. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan PLTMH dari segi teknis, manajerial, dan operasional guna meningkatkan efisiensinya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Tim SENTER yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini.

Referensi

- [1] Zakia Liland Fajriani. 2019. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Turbin Air (PLTMH) Menggunakan Motor Listrik Sinkron (AC) Type Dinamo (XQD-135-A) Sebagai Generator Memanfaatkan Aliran Air*.
- [2] Hasan, Achmad. *Pengontrol Beban Elektronik pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, P3 Teknologi Konversi dan Konservasi Energi*, Deputi Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [3] WKV Operation and Maintenance Book. *Buku Panduan Operasional PLTMH Desa Pataneteang Kabupaten Bantaeng*.
- [4] Anto Palawa. 2004. *Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Likulambe' di Kecamatan Sa'dan Balusu Kabupaten Tana Toraja*. Skripsi tidak dipublikasikan. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.
- [5] Arismunandar, dkk. 1991. *Teknik Tenaga Listrik*. Pradnya Paramita: Jakarta.
- [6] Supratono. 2005. *Sistem Tenaga Listrik, Volume II*. Surabaya: Supodadi.
- [7] Dr. Susumumu Kuwahara. 1974. *Pembangkitan dengan Tenaga Air*. Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik, Jilid I. Muhammad Uday 2010.
- [8] *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. Universitas Syiah Kuala Darussalam: Banda Aceh