

Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Sungai Air Besar Kampung Air Besar Kabupaten Fakfak

^{1*} Yulianto La Elo, ² Rusliadi, ³ Zharin Fahrah Syahdinar

^{1,2} Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak, Fakfak Papua Barat

³ Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak, Fakfak Papua Barat

¹yulianto@polinef.id, ²rusliadi@polinef.id, ³zharin@polinef.id

Article Info

Article history:

Received January 9th, 2023

Revised January 19th, 2023

Accepted February 4th, 2023

Keyword:

Potential of Micro Hydro
Electricity power
River Air Besar

ABSTRACT

Fakfak Regency, West Papua Province has a Watershed and Waterfall, the Air Besar River is one of the rivers that has the opportunity to be used as a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). Due to the large difference in flow elevation between upstream and downstream, it is hoped that this local resource can be developed for other potentials, one of which is for Micro Hydro Power Plants (PLTMH). It is hoped that this Micro Hydro Power Plant (PLTMH) will not only be able to use water as a source of energy, but also increase profits with the availability of tourism. The purpose of this research is to detect the ability of the Air Besar River as a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). The research method used is the floating method to determine the water rate and the cross section. Furthermore, calculations are carried out to obtain the amount of water discharge, determining the effective fall height (Heff) of the flow to obtain power and energy that can be produced by river flow while account the efficiency of the generator and turbine. From the calculation results, it is known that the large water discharge from the river is 23,826 m³/s, the effective fall height (Heff) flow is 4 m. From the results of these calculations, it is known that the estimated electrical power that can be generated is 620.8159 kW.

Copyright © 2023 Jurnal JEETech.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Yulianto La Elo

Politeknik Negeri Fakfak

Jalan TPA Imam Bonjol Atas, Tanama, Fakfak, Papua Barat.

Email: yulianto@polinef.id

Abstrak—Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat mempunyai Daerah Aliran Sungai dan Air Terjun, Sungai Air Besar adalah salah satu sungai yang berpeluang untuk dijadikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Adanya perbedaan elevasi aliran antara hulu dan hilir yang cukup besar diharapkan sumber daya lokal ini dapat dikembangkan potensi lain yang salah satunya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Diharapkan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) ini tidak semata-mata mampu memanfaatkan air sebagai sumber tenaga, tetapi juga mempertinggi keuntungan dengan ketersediaan wisatanya. Tujuan dari penulisan penelitian ini bermaksud untuk mendeteksi kemampuan Sungai Air Besar sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Metode penelitian yang digunakan adalah metode apung untuk menentukan laju air dan metode cross section. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk memperoleh besar debit air, penentuan tinggi jatuh efektif (Heff) aliran untuk memperoleh daya dan energi yang dapat dihasilkan oleh aliran sungai dengan tetap memperhatikan efisiensi generator dan turbin. Dari hasil perhitungan diketahui besar debit air sungai air besar 23,826 m³/s tinggi jatuh efektif (Heff) aliran 4 m. Dari hasil perhitungan tersebut diketahui perkiraan daya listrik yang dapat dihasilkan sebesar 620,8159 kW.

I. Pendahuluan

Air merupakan unsur yang sangat penting untuk menunjang kehidupan umat manusia. Begitu pentingnya peran air ini, sehingga pada tahun 2010 air menjadi bagian dari Ham asasi manusia yang harus dipenuhi oleh negara seperti yang dikemukakan oleh majelis umum PBB (perserikatan bangsa-bangsa) (UNDESA, 2010). Saat ini, air tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan, melainkan sudah menjadi sumber energi yang dapat dijadikan sebagai pembangkit listrik. Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi untuk menjadi produsen energi listrik dengan sumber daya airnya yang berlimpah. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) menjadi salah satu pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga air yang saat ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai alternatif energi terbarukan. Menurut laporan dari (IMIDAP, 2009), pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) mampu membangkitkan energi sebesar ≤ 1 MW. Selain itu juga, pengerjaan PLTMH ini dapat dilakukan secara bergotong royong.

Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat menjadi salah satu Kawasan yang berpeluang besar untuk memiliki Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Bentuk wilayahnya yang merupakan dataran tinggi menjadikan bentuk sungainya menjadi cukup curam sehingga memungkinkan untuk dijadikan sebagai penghasil tenaga listrik. Salah satunya adalah Sungai Air Besar yang berada di Kampung Air Besar, Distrik Fakfak Tengah, Kabupaten Fakfak. Daerah tangkapan air sungai untuk Sungai Air Besar masih sangat terpelihara dengan hutan yang masih sangat alami memungkinkan ketersediaan air sepanjang tahun dengan debit air yang cukup tinggi secara terus menerus. Selama ini, pemanfaatan Sungai dan Air Terjun ini adalah sebagai sumber air warga Kampung Air Besar serta menjadi salah satu destinasi wisata yang cukup diperhitungkan di Kabupaten Fakfak. Adanya perbedaan elevasi aliran antara hulu dan hilir, diharapkan sumber daya lokal ini dapat dikembangkan potensi lain yang salah satunya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Diharapkan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) ini dapat membantu perekonomian masyarakat setempat dengan meningkatkan potensi wisata lokal dan pemanfaatan sumber daya air sungai sebagai pembangkit energi listrik.

Studi tentang PLTMH menjadi hal yang paling banyak diperbincangkan oleh para peneliti, baik dari segi kajian teknis seperti yang dilakukan oleh (Prayoga, 2008) yang melakukan kajian teknis terhadap potensi tenaga listrik pada aliran sungai Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung dan Penelitian yang dilakukan oleh (Lesmana, 2008) yang melakukan kajian ekonomis pada Kawasan yang sama. (Putra, 2008) melakukan studi potensi di saluran irigasi Sungai Cipaganti dan Cibarani Bandung secara teknis dan ekonomis. Di Papua Barat sendiri (Sogen, 2017) telah dilakukan studi di Kampung Sasnek, Distrik Sawiat terkait masalah teknis dan ekonomis. Pada penelitian ini, analisis ditekankan pada potensi pembangkit listrik berdasarkan ketersediaan debit sepanjang tahun di sungai Air Besar, Kampung Air Besar, Distrik Fakfak Tengah, Kabupaten Fakfak.

II. Metode Penelitian

A. Tempat & Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kampung Air Besar, Distrik Fakfak Tengah, Kabupaten Fakfak sejak tanggal 22 Juli sampai dengan 18 Agustus 2022.

B. Pengumpulan Data

Setelah menentukan judul penelitian yang akan dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data-data yang terkait. Semua data-data yang akan dianalisis kemudian data-data tersebut dipelajari. Pada penelitian ini variabel yang di amati dan diukur yaitu kecepatan aliran. Pengambilan data kecepatan aliran sungai menggunakan metode yang sering digunakan yaitu metode apung.

C. Pengolahan Data

Data yang telah terkumpul dianalisis dengan menggunakan bahan referensi yang tersedia. Dalam hal ini diharapkan dapat memahami debit air dan potensi listrik daya yang akan dihasilkan. (Toifin, 2019) Debit dapat dikatakan sebagai banyaknya air yang melewati saluran penampang tiap satuan waktu. Untuk menentukan debit sungai, biasanya digunakan metode profil sungai (*cross section*). Pada metode ini debit dapat diketahui dengan menentukan luas penampang vertikal sungai kemudian dikalikan dengan laju aliran sungai. Secara matematis dapat diruliskan sebagai berikut:

$$Q = AV \tag{1}$$

dengan :

Q = debit aliran (m³/s)

A = luas penampang vertikal (m²)

V = kecepatan aliran sungai (m/s)

Selama proses aliran perpipaan, energi potensial secara berangsur-angsur diubah menjadi energi mekanik. Pada keadaan ini, air mampu memnggerakkan turbin. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan turbin ke generator, yang akan mengubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Penentuan daya dan energi dalam penelitian ini, didasarkan pada debit yang tersedia (Q) dan tinggi jatuh efektif (H_{eff}) yang disesuaikan dengan efisiensi turbin dan generator, sebagaimana persamaan (2) sampai (4).

$$\text{Daya Teori} = 9,81 \times P \times Q \times H_{eff} \tag{2}$$

$$\text{Daya Turbin} = 9,81 \times \rho \times \eta_t \times Q \times H_{eff} \tag{3}$$

$$\text{Daya Generator} = 9,81 \times \rho \times \eta_g \times \eta_t \times Q \times H_{eff} \tag{4}$$

dengan :

P = daya yang dihasilkan (kW)

η_t = efisiensi turbin (rpm)

η_g = efisiensi generator (rpm)

ρ = massa jenis air = 1000 (kg/m³)

Q = debit pembangkit (m³/dtk)

H_{eff} = tinggi jatuh efektif (m)

III. Hasil dan Pembahasan

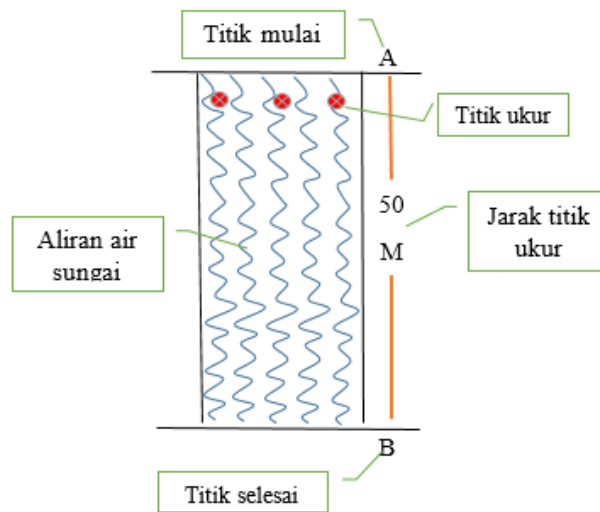
Ilustrasi Pengukuran

Pengukuran kecepatan aliran sungai dilakukan pada dua waktu yang berbeda dalam satu bulan. Pengukuran ini bertempat di Sungai Air Besar, Kampung Air Besar Kabupaten Fakkaf. Lokasi penelitian diperlihatkan pada gambar di bawah ini:



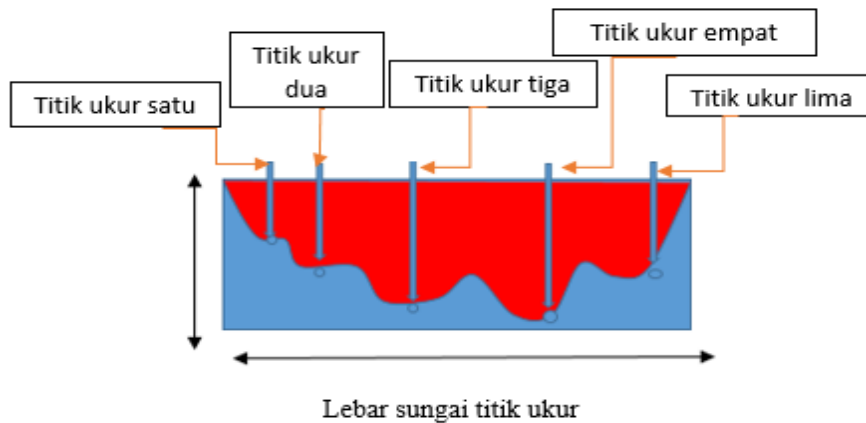
Gambar 1. Lokasi Pengukuran

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa penulis menentukan dua titik yaitu titik ukur A dan titik ukur B dimana titik A adalah titik start sedangkan titik B yaitu titik finiss pengukuran. Ilustrasi pengukuran sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Ilustrasi Pengukuran

Gambar di atas merupakan ilustrasi pengukuran titik ukur dimana jarak dari titik ukur A ke Titik ukur B yaitu 50 meter. Kemudian melalui hasil pengukuran, diketahui lebar sungai adalah 20 meter. Selanjutnya adalah mengukur tinggi jatuh atau perbandingan tinggi di titik A dan titik B. Data pada barometer menunjukkan ketinggian pada titik A adalah 10 MDPL, sedangkan ketinggian pada titik B adalah 6 MDPL. Setelah mendapatkan hasil tinggi jatuh air dari kedua titik maka selanjutnya penulis melakukan pengukuran kedalaman sungai pada titik pengukuran. Berikut adalah gambar ilustrasi pengukuran kedalaman sungai:



Gambar 3. Pengukuran Kedalaman Sungai

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa penulis melakukan pengukuran kedalaman sungai sebanyak lima titik. Jarak tiap titik pengukuran adalah 4 meter dimana masing-masing titik memiliki kedalaman yang berbeda-beda. Titik ukur satu memiliki kedalaman 20 cm, titik ukur dua 40 cm, titik ukur tiga 120 cm, titik ukur empat 140 cm, dan titik ukur lima 40 cm. Dari data tersebut, melalui perhitungan luas penampang diperoleh:

$$A1 = 400 \times \frac{20 + 40}{2} = 400 \times 30 = 12.000 \text{ cm}^2$$

$$A2 = 400 \times \frac{40 + 120}{2} = 400 \times 80 = 32.000 \text{ cm}^2$$

$$A3 = 400 \times \frac{120 + 140}{2} = 400 \times 130 = 52.000 \text{ cm}^2$$

$$A4 = 400 \times \frac{140 + 40}{2} = 400 \times 90 = 36.000 \text{ cm}^2$$

$$A \text{ Total} = A1 + A2 + A3 + A4$$

$$= 132.000 \text{ cm}^2 = 13,2 \text{ m}^2$$

Setelah mendapatkan hasil luas penampang A maka langkah selanjutnya dilakukan pengukuran kecepatan aliran air sungai pada titik yang telah di tentukan. Berikut merupakan hasil pengukuran kecepatan aliran sungai:

Tabel 1 Data Pengukuran Pertama

| No | Titik ukur | Lebar Sungai (m) | Waktu Tempuh (detik) | Jarak titik A ke B (m) | kecepatan (m/s) |
|---------------------|------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | | | 30 | 50 | 1.67 |
| 2 | 1 | 20 | 29 | 50 | 1.72 |
| 3 | | | 29 | 50 | 1.72 |
| 4 | | | 40 | 50 | 1.25 |
| 5 | 2 | 20 | 41 | 50 | 1.22 |
| 6 | | | 39 | 50 | 1.28 |
| 7 | | | 29 | 50 | 1.72 |
| 8 | 3 | 20 | 30 | 50 | 1.67 |
| 9 | | | 31 | 50 | 1.61 |
| Rata-rata kecepatan | | | | | 1.54 |

Tabel. 2 Data Pengukuran Kedua

| No | Titik ukur | Lebar Sungai (m) | Waktu Tempuh (detik) | Jarak titik A ke B (m) | kecepatan (m/s) |
|---------------------|------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | | | 24 | 50 | 2.08 |
| 2 | 1 | 20 | 24 | 50 | 2.08 |
| 3 | | | 25 | 50 | 2.00 |
| 4 | | | 30 | 50 | 2.06 |
| 5 | 2 | 20 | 35 | 50 | 1.43 |
| 6 | | | 34 | 50 | 1.47 |
| 7 | | | 20 | 50 | 1.50 |
| 8 | 3 | 20 | 21 | 50 | 1.38 |
| 9 | | | 19 | 50 | 1.63 |
| Rata-rata kecepatan | | | | | 2.07 |

Perhitungan Debit Air

Perhitungan debit air dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1. Hasil perhitungan debit air pada pengukuran pertama adalah sebesar 20,328 m³/detik dan pada pengukuran ke dua adalah sebesar 27,324 m³/detik sehingga rata-rata debit diperoleh 23,826 m³/detik. Dengan nilai debit tersebut, jenis turbin yang digunakan adalah jenis turbin crossflow.

Perhitungan Potensi Pembangkit

Berdasarkan data debit yang di hasilkan dalam perhitungan dan nilai-nilai, Eff turbin = efisiensi turbin (0,8 - 0,95) Eff transmisi = efisiensi transmisi (0,95 = v belt, 0,98 = flat belt) Eff generator = efisiensi generator (0,8 - 0,95). Nilai-nilai tersebut di peroleh dari jenis turbin yang di tentukan yaitu jenis turbin crossflow dimana jenis turbin ini memiliki spesifikasi yaitu. Lebar runner 0,1524 m, diameter luar runner 0,48 m, diameter dalam runner 0,32 m, jarak antara sudut 0,083m, tebal nozzle 0,04 m, jari-jari sudut 0,078 m dan jumlah sudut yaitu 20 sudut. Maka selanjutnya dihitung potensi daya listrik yang bisa di hasilkan di kampung air besar kab. Fakfak dengan menggunakan persamaan 2, 3, dan 4 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{air}} &= g \times Q \times h_n \text{ (tinggi jatuh air)} \\
 &= 9,8 \times 23,826 \times 4 \\
 &= 933,9792 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{turbin}} &= P_{\text{air}} \times E_f \text{ turbin} \\
 &= 933,9792 \times 0.85 \\
 &= 793,8823 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{transmisi}} &= P_{\text{turbin}} \times E_f \text{ transmisi} \\
 &= 793,8823 \times 0,98 \\
 &= 730,3717 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ generator} &= P \text{ transmisi} \times E_f \text{ generator} \\ &= 730,3717 \times 0,85 \\ &= 620,8159 \text{ KW} \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas, dapat diketahui bahwa sungai air besar memiliki rerata debit sebesar 23,826 m³/detik yang diukur berdasarkan tinggi jatuh efektif (Heff) aliran sejauh 4 m. dengan hasil tersebut dapat diperkirakan daya listrik yang dihasilkan sebesar sebesar 620,8159 kW. Daya tersebut, yang kemudian digunakan untuk memnuhi kebutuhan energi listrik rumahan disekitar wilayah sungai air besar dengan perkiraan daya listrik sebesar 900 W setia kepala rumah tangga. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa daya listrik yang dihasilkan sungai air besar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sekitar 688 kepala keluarga (KK).

IV. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Sungai Air Besar, Kampung Air Besar, Kabupaten Fakfak:

1. Memiliki untuk dijadikan sebagai PLTMH
2. Mampu menghasilkan daya listrik sebesar 620,8159 KW.
3. daya listrik yang dihasilkan sungai air besar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sekitar 688 kepala keluarga (KK).

v. Daftar Pustaka

- [1] UNDESA, "The Human Right to Water and Sanitation. International Decades for Action "Water for Life" 2005-2015," United Nation Departmen of Economic and Social Affairs, 2010.
- [2] I. M. D. a. A. Program, "Pedoman Studi Kelayakan PLTMH," Dirjen Listrik dan Pemanfaatan Energi Depatemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, 2009.
- [3] G. Prayoga, Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Head Rendah di Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung (Kajian Teknis), Bandung: ITB, 2008.
- [4] A. Lesmana, Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Head Rendah di Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung (Kajian Ekonomis), Bandung: ITB, 2008.
- [5] S. P. Putra, Studi Potensi Saluran Irigasi Cipaganti dan Cibarani Bandung sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Micro-Hydro, Bandung: ITB, 2008.
- [6] M. D. T. Sogen, "Studi Perencanaan Pembangunan PLTMH di Kampung Sasnek Distrik Sawiat Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat," *Jurnal ELECTRO LUCEAT (JEC)*, vol. 3, no. 1.
- [7] T. Marhendi dan Toifin, "Studi Potensi Pembangkit Listrik," 2019.
- [8] T. M. Toifin, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Sungai Brukah (Kali Bening, Banjarnegara)," *Jurnal Techno*, vol. 20, no. 1, 2019.