

## ANALISI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) PADA ALIRAN AIR KAMPUNG AIR BESAR KABUPATEN FAKFAK

Yulianto La Elo<sup>1)</sup>, Zharin Fahra Syahdinar<sup>2)</sup>, dan Safril Makatita<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak

E-mail: yulianto@polinef.ac.id

### Abstract

Fakfak Regency, West Papua Province has a watershed and waterfall, one of which is the Air Besar River which has the potential for a Micro Hydro Power (MHP). With adequate flow elevation differences 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 (MHP). It is hoped that this Micro Hydro Power (MHP) will not only be able to make use of the energy potential of water but also increase the benefits of its tourism potential. This paper aims to determine the potential of Air Besar River for Micro Hydro Power (MHP). The analysis is carried out on the discharge capacity, the high fall effective flow, and the potential of electrical power that can be generated. The method applied in the river flow analysis is done through the cross section method, the analysis is done through the measurement of river vertical sectional (river profile) and water flow velocity. While power and energy analysis is calculated based on available debit analysis (Q) and high fall effective (Heff) on the longitudinal slice of the river by considering the efficiency of the turbine and generator. The analysis showed that the average discharge of The Air Besar River accounted for 23,826 m<sup>3</sup> / sec with high falls effective flow of 4 m and is expected to generate electrical power of 620,8159 kW

**Keywords:** *Potential of Micro Hydro, Electricity power, River Air Besar*

### PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen utama kehidupan. Karena itu Majelis Umum Perserikatan Bangsa-Bangsa pada bulan Juli tahun 2010 menyatakan air sebagai bagian dari hak azasi manusia yang harus dipenuhi oleh negara (UNDESA, 2010). Selain itu, air juga merupakan sumber energi penting yang tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan air, tetapi juga menjadi sumber energi pembangkit listrik. Indonesia adalah negara yang kaya sumber daya air sehingga sangat berpotensi untuk memproduksi energi listrik dari sumberdaya air baik skala besar maupun skala kecil. Salah satu Pembangkit Listrik yang dapat menggunakan energi air dalam skala kecil adalah Pembangkit Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Pembangkit listrik tipe ini merupakan alternatif sumber listrik energi terbarukan bagi masyarakat. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah

suatu sistem pembangkit listrik dengan menggunakan sumber energi dari tenaga air yang mempunyai ukuran kapasitas pembangkit  $\leq 1$  MW (IMIDAP,2009) dan dapat dikerjakan oleh masyarakat secara bergotong royong.

Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat memiliki Daerah Aliran Sungai dan Air Terjun yang berpotensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Topografi wilayah berbentuk perbukitan dengan beda tinggi aliran sungai cukup curam berpotensi dapat menghasilkan energi 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 memiliki hutan yang cukup terpelihara sehingga ketersediaan air cukup tersedia sepanjang tahun dengan karakteristik debit kontinyu. Selama ini, pemanfaatan Sungai dan Air Terjun ini adalah sebagai sumber air warga Kampung Air Besar serta sebagai salah satu destinasi wisata andalan di Kabupaten Fakfak. Dengan perbedaan elevasi aliran yang memadai antara hulu-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 tidak hanya mampu membuat potensi energi Air Terjun termanfaatkan tetapi juga meningkatkan manfaat potensi wisatanya.

Studi tentang PLTMH sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. (Prayoga,2008) melakukan studi potensi pada aliran Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung. Studinya difokuskan pada kajian teknis. (Lesmana,2008) melakukan studi pada kawasan yang sama dengan fokus pada kajian ekonomis. (Putra,2008) melakukan studi potensi di saluran irigasi Sungai Cipaganti dan Cibarani Bandung secara teknis dan ekonomis. Di Papua Barat sendiri Markus Dwiyanto Tobi (Sogen,2008) melakukan 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.

## METODE PENELITIAN

### Tempat & Waktu Penelitian

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

### 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.

### Pengolahan Data

Data-data yang telah dikumpulkan diolah dengan menganalisis menggunakan rumus-rumus yang ada. Dalam hal ini diharapkan dapat diketahui debit air dan potensi daya listrik yang akan dihasilkan.

(Teguh Marhendi, Toifin, 2019) Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (*cross section*). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air.

$$Q = AV \quad (1)$$

dengan :

Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

A = luas penampang vertikal (m<sup>2</sup>)

V = kecepatan aliran sungai (m/s)

Pada proses aliran perpipaan, energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi mekanis. Pada kondisi ini air memutar roda turbin. Selanjutnya roda turbin yang dihubungkan dengan generator akan mengubah energi mekanis (gerak) menjadi energi listrik. Analisis daya dan energi pada penelitian ini dihitung berdasarkan debit tersedia (Q) dan tinggi jatuh efektif (H<sub>eff</sub>) pada potongan memanjang sungai dengan mempertimbangkan efisiensi turbin dan generator, sebagaimana persamaan (2) sampai (4).

$$\text{Daya Teoritis} = 9,81 \times P \times Q \times \text{Heff} (w) \quad (2)$$

$$\text{Daya Turbin} = 9,81 \times \rho \times \eta_t \times Q \times \text{Heff} (w) \quad (3)$$

$$\text{Daya Generator} = 9,81 \times \rho \times \eta_g \times \eta_t \times Q \times \text{Heff} (w) \quad (4)$$

dengan :

$P$  = daya yang dihasilkan (kW)

$\eta_t$  = efisiensi turbin (rpm)

$\eta_g$  = efisiensi generator (rpm)

$\rho$  = massa jenis air = 1000 (kg/m<sup>3</sup>)

$Q$  = debit pembangkit (m<sup>3</sup>/dtk)

$\text{Heff}$  = tinggi jatuh efektif (m)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

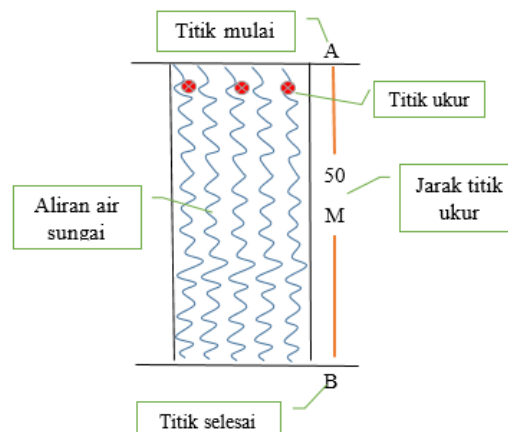
### Ilustrasi Pengukuran

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



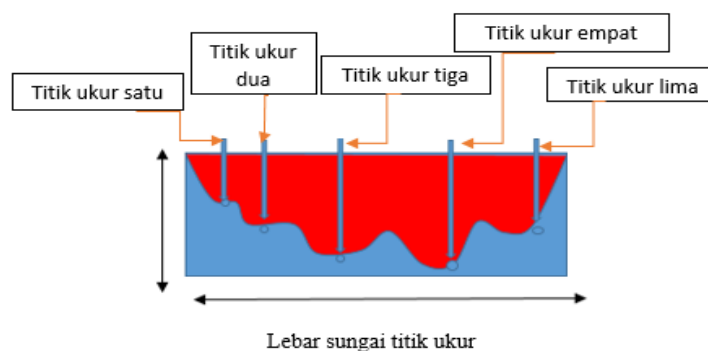
Gambar 1. Lokasi Pengukuran

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa penulis menentukan dua titik yaitu titik A dan titik B dimana titik A adalah titik start sedangkan titik B yaitu titik finiss pengukuran. Ilustrasi pengukuran dapat di lihat 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 5. Pengukuran Kedalaman Sungai

Dari gambar diatas 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 perhitungna 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 (m)	Waktu (detik)	Jarak (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
<b>Rata-rata kecepatan</b>					<b>1.54</b>

Tabel. 2  
Data Pengukuran Kedua

No	Titik ukur	Lebar (m)	Waktu (detik)	Jjarak (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
<b>Rata-rata kecepatan</b>					<b>2.07</b>

### Perhitungan Debit Air

Dengan menggunakan persamaan 1, hasil perhitungan debit air pada pengukuran pertama adalah sebesar 20,328 m<sup>3</sup>/detik dan pada pengukuran ke dua adalah sebesar 27,324 m<sup>3</sup>/detik sehingga rata-rata debit diperoleh 23,826 m<sup>3</sup>/detik. Dengan nilai debit tersebut, jenis turbin yang digunakan adalah jenis turbin *crossflow*.

### Perhitungan Potensi Pembangkit

Berdasarkan data debit yang di hasilkan dari perhitungan dan nilai-nilai efisiensi dimana:

$$\text{Eff turbin} = \text{efisiensi turbin (0,8 - 0,95)}$$

$$\text{Eff transmisi} = \text{efisiensi transmisi (0,95 - 0,98)}$$

$$\text{Eff generator} = \text{efisiensi generator (0,8 - 0,95)}.$$

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:

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

$$\begin{aligned} P \text{ turbin} &= P \text{ air} \times \text{Ef turbin} \\ &= 933,9792 \times 0,85 \\ &= 793,8823 \text{ KW} \end{aligned}$$

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

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

Berdasarkan analisis di atas menunjukkan bahwa debit rerata Sungai Air Besar terhitung sebesar 23,826 m<sup>3</sup>/detik dengan tinggi jatuh efektif aliran 4 m dan diperkirakan dapat menghasilkan daya listrik sebesar 620,8159 KW. Daya sebesar terhitung tersebut, dapat diasumsikan untuk dimanfaatkan bagi pemenuhan kebutuhan listrik di beberapa wilayah atau masyarakat dengan perkiraan, jika tiap KK menggunakan daya 900W, maka daya tersebut dapat diasumsikan untuk memenuhi sekitar 688 KK.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil kesimpulan Sungai Air Besar, Kampung Air Besar, Kabupaten Fakfak memiliki potensi untuk PLTMH dengan perkiraan menghasilkan daya listrik sebesar 620,8159 KW.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Andika Lesmana. (2008). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Head Rendah di Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung (Kajian Ekonomis). *Bandung : ITB*
- Gama Prayoga. (2008). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Head Rendah di Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung (Kajian Teknis). *Bandung : ITB*
- Integrated Microhydro Development and Application Program (IMIDAP), (2009). Pedoman Studi Kelayakan PLTMH. Jakarta: *Dirjen Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral*.
- Markus Dwiyanto Tobi Sogen. (2017). Studi Perencanaan Pembangunan Pltmh Di Kampung Sasnek Distrik Sawiat Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat. *Jurnal Electro Luceat (JEC) VOL 3 NO 1*.
- Setya Perwira Putra. (2008). Studi Potensi Saluran Irigasi Cipaganti dan Cibarani Bandung sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Micro-Hydro. *Bandung : ITB*
- Teguh Marhendi, Toifin, (2019). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Sungai Brukah (Kali Bening, Banjarnegara). *Jurnal Techno, Vol.20, No.1*
- UNDESA. (2010). The Human Right to Water and Sanitation. International Decades for Action 'Water for Life' 2005 – 2015. *United Nation Department of Economic and Social Affairs (UNDESA)*.