

# PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO PADA SUNGAI BATEE ILIEK SAMALANGA BIREUEN

Alfian<sup>1</sup>, Teuku Hasanuddin<sup>2\*</sup>, Said Aiyub<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: alfianoppo789@gmail.com<sup>1</sup>, saidaiyub1@gmail.com<sup>3</sup>

Email Korespondensi: hasanudin10955@gmail.com<sup>2</sup>

**Abstrak** – Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro merupakan salah satu alternatif pembangkit listrik skala kecil yang dapat diterapkan di daerah pedesaan dimana tersedia aliran sungai yang mempunyai debit air yang kontinu dan tinggi jatuh air yang relatif rendah untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan daya listrik. Untuk dapat menghasilkan daya listrik dengan potensi yang demikian, diperlukan pembangkit listrik tenaga air skala mikrohidro. Studi potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada aliran sungai ini bertujuan untuk mengetahui debit air yang dihasilkan pada saluran sungai dan irigasi Batee Iliék Samalanga Bireuen, dan ada potensi daya yang bisa dibangkitkan dari aliran sungai di lokasi tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti persiapan, studi literatur, observasi, pengumpulan data lapangan, analisis data, kesimpulan dan saran. Objek dalam penelitian ini adalah sebuah saluran sungai dan irigasi yang berlokasi di Batee Iliék Samalanga Bireuen. Data pengukuran ini meliputi kecepatan air, *head*, debit air, potensi hidrolik, dan estimasi daya yang dibangkitkan. Hasil dari studi potensi PLTMh pada aliran sungai Batee Iliék Samalanga Bireuen yang telah dilakukan diperoleh debit rata-rata 5,11 m<sup>3</sup>/s dan *head* 5 m, dengan estimasi daya dibangkitkan sebesar 125,5 kW. Pemilihan jenis turbin dan generator menyesuaikan *head* dengan spesifikasinya adalah turbin *crossflow* dengan generator 1 fasa berkapasitas daya sebesar 163,2 kW.

**Kata-kata kunci:** mikrohidro, debit air, *head*, turbin, generator

**Abstract** – Microhydro Power Plants are an alternative small-scale power plant that can be applied in rural areas where there is a river flow that has a continuous water discharge and a relatively low water fall to drive turbines that can produce electrical power. To be able to produce electrical power with such potential, a microhydro scale hydroelectric power plant is needed. This study of the potential for micro-hydro power generation in river flows aims to determine the water discharge produced in the Batee Iliék Samalanga Bireuen river canal and irrigation, and the potential for power that can be generated from river flows at that location. This research was carried out in several stages such as preparation, literature study, observation, field data collection, data analysis, conclusions and suggestions. The object of this research is a river and irrigation canal located in Batee Iliék Samalanga Bireuen. This measurement data includes water speed, head, water discharge, hydraulic potential, and estimated power generated. The results of a study of the potential for PLTMh on the Batee Iliék Samalanga Bireuen river flow, which was carried out, showed an average discharge of 5.11 m<sup>3</sup>/s and a head of 5 m, with an estimated power generated of 125.5 kW. The choice of turbine and generator type adjusts the head to the specifications, namely a crossflow turbine with a single phase generator with a power capacity of 163.2 kW.

**Keywords:** microhydro, water discharge, head, turbine, generator

## I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah sebuah sistem pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air untuk menghasilkan listrik dengan menggunakan turbin air yang dipasang pada skala yang lebih kecil dibandingkan pembangkit listrik tenaga *hydro* besar. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini biasanya digunakan untuk memasok kebutuhan listrik pada skala kecil, seperti pada desa-desa terpencil yang tidak terhubung ke sistem listrik nasional atau untuk memasok kebutuhan listrik pada fasilitas-fasilitas pertanian atau industri kecil [1].

Penggunaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro secara umum diaplikasikan seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Tenaga air atau *hydropower* adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi listrik yang berasal dari energi kinetik air ini sering disebut sebagai *hydroelectric*. *Hydroelectric* menyumbang sekitar 715.000 MW atau sekitar 19% kebutuhan listrik dunia. Indonesia memiliki potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk minihidro sebesar 450 MW [2].

Saat ini pengembangan EBT mengacu pada Perpres No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi

Nasional. Dalam perpres tersebut disebutkan bahwa kontribusi EBT dalam bauran energi primer nasional pada tahun 2025 adalah sebesar 17% dengan biomassa, nuklir, air, surya, dan angin berkontribusi sebesar 5%. Untuk itu langkah yang akan diambil pemerintah adalah menambah kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Mikrohidro menjadi 2.846 MW pada tahun 2025 [3].

## II. METODOLOGI

PLTMh mengandung makna, secara bahasa diartikan mikro adalah kecil dan *hydro* adalah air, maka dapat dikatakan bahwa mikrohidro adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang berskala kecil, karena pembangkit tenaga listrik ini memanfaatkan aliran sungai atau aliran irigasi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan turbin dan memutar generator. Jadi pada prinsipnya dimana ada air mengalir dengan ketinggian minimal 2,5 meter dengan debit 250 liter/detik, maka disitu ada energi listrik. Selain dari pada itu mikrohidro tidak perlu membuat waduk yang besar seperti PLTA [4].

PLTA adalah salah satu pembangkit listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan dari hal ini disebut sebagai *hydroelectric*. Empat komponen utama dari PLTA adalah adanya waduk atau bendungan, saluran pelimpah (pembawa air), gedung sentral (*power house*), dan serendang hubung (*switchyard*) atau unit transmisi yang mengalirkan produksi listrik ke konsumen [5]. Prinsip kerja PLTA bekerja dengan cara mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan motor, menjadi energi listrik dengan bantuan generator [6].

### A. Metode Analisis

Analisis digunakan berdasarkan data yang diperoleh, metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk menjelaskan tentang potensi pembangkit listrik tenaga air skala mikrohidro yang terdapat pada sungai Batee Iliék Samalanga Bireuen.

### B. Metode Pengukuran

#### 1. Pelampung

Pelampung dihanyutkan diatas permukaan air yang berjarak 10 meter lalu diukur menggunakan *stopwatch* berapa kecepatan yang dihasilkan.

#### 2. *Current Meter*

Berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan, penggunaan *Current Meter* dengan cara mengukur dalam 2 level kedalaman per titik penampang, yaitu pada level kedalaman 0,2 dan 0,6 m.

#### 3. Meteran

Pengukuran panjang dan lebar penampang yang akan diukur memerlukan ketelitian dan akurasi yang harus presisi sehingga dibutuhkan meteran agar tidak terjadi kesalahan saat terjadi pembagian titik, panjang dan lebar objek yang tepat.

## 4. Elevasi

Pengukuran *head* atau ketinggian pada tahap ini dibutuhkan cara yang presisi agar hasil dari pengukuran lebih akurat. Pada tahap ini penggunaan aplikasi *My Elevation* pada *handphone* sangat dibutuhkan agar dapat mengukur ketinggian dengan lebih akurat. Ketinggian air seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

TABEL I  
Ketinggian Air

Penampang A	m	Penampang B	m
B-A	0,46	B-A	0,7
C-B	1,25	C-B	0,88
D-C	0,78	D-C	1,86
E-D	0,52	E-D	1,95

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Luas Penampang A dan B Sungai

Luas Penampang A dan B seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

TABEL II  
Luas Penampang A dan B

Penampang A	m	Penampang B	m
A-B	5	A-B	3
B-C	5	B-C	3
C-D	5	C-D	3
D-E	5	D-E	3

### B. Perhitungan Debit Air

Pengukuran yang dilakukan pada sungai Batee Iliék Samalanga Bireuen ini meliputi lebar saluran sungai, kedalaman saluran sungai, luas penampang, kecepatan aliran sungai, debit air, dan curah hujan. Pengukuran dilakukan dengan cara otomatis menggunakan *Current Meter*, tali, meteran, dan *stopwatch*. Oleh sebab itu data yang dihasilkan juga tidak terlalu akurat.

Perhitungan debit air dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$Q = V \times A \quad (1)$$

$$Q = 0,33 \text{ m/s} \times 15,7 \text{ m}^2$$

$$Q = 5,11 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil perhitungan debit air seperti pada Tabel 3.

TABEL III  
Hasil Perhitungan Debit Air

No	Penampang A			Penampang B			
	V (m <sup>3</sup> /s)	A	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m <sup>3</sup> /s)	A	Q (m <sup>3</sup> /s)	
1	0,37	15,7	5,809	0,375	15,7	5,887	
2	0,36	15,7	5,652	0,245	15,7	3,846	
3	0,355	15,7	5,573	0,35	15,7	5,495	
4	0,195	15,7	3,061	0,36	15,7	5,652	
Nilai Rata-Rata			5,023 m <sup>3</sup> /s	Nilai Rata-Rata			5,213 m <sup>3</sup> /s
Nilai rata-rata debit air: (Penampang A + Penampang B) / 2						5,11 m <sup>3</sup> /s	

C. Potensi Hidrolik

Besarnya potensi hidrolik ditentukan oleh besarnya debit air Q dan ketinggian kemiringan saluran sungai atau *head* (h).

Secara matematis, besarnya potensi hidrolik dari suatu potensi energi mikrohidro dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$P_h = \rho \times g \times Q \times h \tag{2}$$

$$P_h = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 5,11 \text{ m}^3/\text{s} \times 5 \text{ m}$$

$$P_h = 250,390 \text{ kW} = 251 \text{ kW}$$

Data potensi hidrolik yang dihasilkan perharinya sesuai debit yang dihasilkan. Data-data hasil perhitungan potensi hidrolik seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

TABEL IV  
Potensi Hidrolik

No	Penampang A		Penampang B	
	Q ( m <sup>3</sup> /s )	Ph ( kW )	Q ( m <sup>3</sup> /s )	Ph ( kW )
1	5,809	284,641	5,887	288,463
2	5,652	276,948	3,846	188,454
3	5,5735	273,101	5,495	269,255
4	3,0615	150,013	5,652	276,948
	Rata-rata:	246,2	Rata-rata:	255,8
		Rata-rata: (A + B)/2		251

D. Potensi Daya

Pada saat konversi dari energi potensial menjadi energi listrik sebagian energi akan hilang atau dikenal sebagai *losses*. Selain itu besarnya energi listrik yang dapat diperoleh sangat bergantung pada besarnya efisiensi turbin dan generator yang digunakan. Berdasarkan survey awal yang dilakukan, yaitu melihat kondisi daerah aliran sungai yang terletak di sungai Batee Iliék Samalanga Bireun meliputi topografi, debit aliran dan *head*, maka dapat diperkirakan potensi daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTMh.

Secara sederhana potensi daya dapat dihitung dengan Persamaan (3).

$$P_{el} = \eta_t \times P_h \tag{3}$$

$$P_{el} = 50\% \times 251 \text{ kW}$$

$$P_{el} = 125,5 \text{ kW}$$

Dari beberapa referensi dapat diketahui bahwa untuk sistem pembangkit kecil, sebagai acuan kasar dapat digunakan harga  $\eta_t = 50\%$ .

Tabel 5 adalah hasil perhitungan potensi daya yang dibangkitkan setelah diketahui estimasi potensi hidrolik.

TABEL V  
Potensi Daya

No	Penampang A		Penampang B	
	P <sub>h</sub> (kW)	Estimasi daya (kW)	P <sub>h</sub> (kW)	Estimasi daya (kW)
1	284,641	142,3205	288,463	144,231
2	276,948	138,474	188,454	94,227
3	273,101	136,5505	269,255	134,627
4	150,013	75,0065	276,948	138,474
	Rata-rata:	123,087	Rata-rata:	127,889
		Rata-rata: (A + B)/2		125,5

E. Spesifikasi Generator

Pemilihan generator tergantung dari kapasitas daya yang akan dibangkitkan oleh PLTA. Energi kinetik rotasi yang dihasilkan oleh turbin diteruskan oleh transmisi untuk memutar generator.

Besar kapasitas generator ditentukan dengan menggunakan Persamaan 4.

$$P_G = 130\% \times P \tag{4}$$

$$P_G = 130\% \times 125,5 \text{ kW}$$

$$P_G = 163,15 \text{ kW} = 163,2 \text{ kW.}$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pada hasil dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Data rata-rata debit air yang dihasilkan dari sungai Batee Iliék Samalanga Bireuen adalah 5,11 m<sup>3</sup>/s.
2. Aliran sungai Batee Iliék Samalanga Bireuen berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif, yaitu (PLTMh). Berdasarkan perhitungan diperoleh rata-rata daya yang dihasilkan 125,5 kW dengan potensi hidrolik 251 kW.
3. Perencanaan yang dihasilkan dari data pengukuran pada Batee Iliék Samalanga Bireuen yaitu menggunakan Generator 1 Phasa yang berkapasitas 163,2 kW.

REFERENSI

[1] Zamzami, Z., Irwansyah, A., Fauzan, F., Yassir, Y., & Hasanuddin, T. (2022). Identifikasi Potensi Daya Listrik dengan Pengukuran Debit Air Krueng Meuredu Pidie Jaya. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 6, No. 1, pp. 128-132).

[2] Hasanuddin, T., Zamzami, Z., Fauzan, F., Radhiah, R., & Muhammad, M. (2021). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Krueng Mane Geumpang Kabupaten Pidie. In

- Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 5, No. 1, pp. 28-34).
- [3] Hasannuddin, T., Maimun, M., Radhiah, R., Fauzan, F., & Muhammad, M. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Krueng Lhok Gob Desa Kumba Kabupaten Pidie Jaya. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 3, No. 1, p. 182).
- [4] Kusdiana, D. (2008). Kondisi riil kebutuhan energi di indonesia dan sumber-sumber energi alternatif terbarukan. Makalah dalam Seminar HKI : Strategi Penelitian Berbasis Paten untuk Sumberdaya Energi Terbarukan. Direktorat Riset dan Kajian Stragis Institute Pertanian Bogor.
- [5] Jawadz, U. H., Prasetyo, H., & Purnomo, W. H. (2019). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Aliran Sungai Desa Kejawar Banyumas. *Dinamika Rekayasa*, 15(1), 11-24.
- [6] Ointu, S., Surusa, F. E. P., & Zainuddin, M. (2020). Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2(2), 30-38.