

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO PADA SUNGAI BATEE ILIEK SAMALANGA BIREUEN

Alfian¹, Said Aiyub², Teuku Hasanuddin³

^{1,2,3}Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Teknik Elektro
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: alfianoppo789@gmail.com, saidaiyub1@gmail.com, hasanudin10955@gmail.com

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 kontinue dan tinggi jatuh air yang relatif rendah untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan daya listrik.. Studi potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada aliran sungai ini bertujuan untuk mengetahui debit air yang dihasilkan pada saluran sungai dan irigasi batee iliek 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 yang didapatkan, kesimpulan dan saran atau rekomendasi. Objek dalam penelitian ini adalah sebuah saluran sungai dan irigasi yang berlokasi di batee iliek samalanga bireuen. Data pengukuran ini meliputi kecepatan air, head, debit air, potensi hidrolik dan estimasi daya dibangkitkan. Hasil dari studi potensi PLTMh pada aliran sungai batee iliek samalanga bireuen yang telah dilakukan diperoleh debit rata-rata 5,11 m³/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 dengan potensi hidrolik 251 kW. Yang kedua Hasil dari studi potensi PLTMh pada aliran irigasi batee iliek samalanga bireuen yang telah dilakukan diperoleh debit rata-rata 0,81 m³/s dan head 1 m, dengan estimasi daya dibangkitkan sebesar 3,969 kW.

Kata-kata kunci: Mikrohidro, debit air, head, turbin, 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]. Kabupaten Bireuen memiliki beberapa sungai besar diantaranya Sungai Pandrah, Sungai Jeunieb, Sungai Nalan, Sungai Peudada, Sungai Peusangan dan Sungai Batee Iliek yang semuanya bermuara di Selat Malaka. Di kabupaten Bireuen juga terdapat 4 dataran tinggi atau pegunungan yaitu Gunong Ujong, Gunong Panyang, Gunong Kareueng, dan Gunong Batee. Kecamatan Samalanga memiliki luas wilayah 156,22 km² (15622 Ha). Kecamatan Samalanga memiliki luas wilayah 156,22 km² (15622 Ha) dan memiliki salah satu sungai di Kabupaten Bireun yaitu Sungai Batee Iliek. Sungai Batee Iliek merupakan sungai besar yang bermuara langsung ke Selat Malaka yang berlokasi di Gampong Batee Iliek, Kecamatan Samalanga, Kabupaten Bireuen, Aceh. [4]

II. TINJAUAN PUSTAKA

PLTMH secara bahasa diartikan mikro adalah kecil dan hydro adalah air, maka dapat dikatakan bahwa mikrohydro 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 mikrohydro tidak perlu membuat waduk yang besar seperti PLTA.[5]

Pembangkit listrik tenaga air (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 hidroelektrik. 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. Prinsip kerja PLTA bekerja dengan cara mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan motor dari energi potensial air menjadi energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator. [6] Air dari sungai Batee Iliék ini mengalir ke penjurur persawahan masyarakat Samalang dan sekitarnya. Sungai Batee Iliék dengan debit air dan kemiringan memiliki potensi energi listrik untuk dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Dengan kondisi topografi tersebut, maka dapat dimungkinkan untuk dilakukan perencanaan pengembangan PLTMH di Kecamatan Samalanga di mana penelitian ini berfokus pada lokasi Sungai Batee Iliék. Perencanaan tersebut menyangkut dengan pengukuran debit dan luas penampang pada sungai tersebut sehingga dapat diketahui kapasitas potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

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 dari cara tersebut.

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 d.

3. Meteran

Pengukuran panjang dan lebar penampang yang akan diukur memerlukan ketelitian dan akurasi yang harus presisi sehingga dibutuhkan meteran agar tidak terjadi kekeliruan 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.

5. Tali Rafia

Penggunaan tali rafia disini untuk menandai antar titik penampang yang akan dilakukan pengukuran menggunakan current meter antar titik penampang yang telah dibagi, kemudian untuk menandai panjang aliran antara titik penampang A dan titik penampang B.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Luas Penampang A dan B Sungai

TABEL I
Luas Penampang

Lebar			
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
E-F	5	E-F	3

TABEL II
Kedalaman Penampang

Kedalaman			
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

B. Perhitungan Debit Air

Pengukuran yang dilakukan pada sungai batee iliek 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 ini dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus.

$$Q = V \times A$$

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

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

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

TABEL III
Debit Air

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

C. Estimasi Daya yang Dibangkitkan

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 iliek samalanga bireun meliputi topografi, debit aliran dan head, maka dapat diperkirakan potensi daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTMh. Secara sederhana kapasitas daya dapat dihitung :

$$Pel = nt \times Ph$$

$$Pel = 50\% \times 251 \text{ kW}$$

$$Pel = 125,5 \text{ kW}$$

$$Pel = 125,5 \text{ kW}$$

Dari beberapa referensi dapat diketahui bahwa untuk sistem pembangkit kecil, sebagai acuan kasar dapat digunakan harga nt = 50%. Berikut ini hasil perhitungan estimasi daya yang dibangkitkan setelah diketahui estimasi potensi hidrolik.

TABEL IV
Potensi Daya

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

D. 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 sebagai berikut:

$$Ph = p \times g \times Q \times h$$

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

$$Ph = 250,390 \text{ kW}$$

$$Ph = 251 \text{ kW}$$

Data potensi hidrolik yang dihasilkan perharinya sesuai debit yang dihasilkan. Data-data hasil perhitungan selengkapannya dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

TABEL V
Potensi Hidrolik
Penampang A

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

E. Spesifikasi Generator

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

generator. Untuk menentukan besar kapasitas generator digunakan persamaan rumus.

$$PG = 130\% \times P$$

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

$$PG = 163,15 \text{ kW}$$

$$PG = 163,2 \text{ kW}$$

Dari hasil tersebut dapat dihitung kapasitas generator sehingga diperoleh kapasitas generator adalah 163,2 kW

F. Luas Penampang Irigasi Sungai

TABEL VI
Luas Penampang Irigasi

Lebar			
Penampang	m	Penampang	m
A		B	
A-B	0,9	A-B	0,9
B-C	0,9	B-C	0,9
C-D	0,9	C-D	0,9
D-E	0,9	D-E	0,9
E-F	0,9	E-F	0,9
Kedalaman			
Penampang	m	Penampang	m
A		B	
B-a	1,3	B-a	0,62
C-b	1,3	C-b	0,62
D-c	1,3	D-c	0,62
E-d	1,3	E-d	0,62

G. Perhitungan Debit Air

Pengukuran yang dilakukan pada irigasi batee iliek ini meliputi lebar saluran sungai, kedalaman saluran sungai, luas penampang, kecepatan aliran sungai, debit air dan curah hujan. Pengukuran dilakukan dengan cara manual menggunakan botol aqua , tali, meteran, dan stopwatch oleh sebab itu data yang dihasilkan juga tidak terlalu akurat Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus:

$$Q = A \times U \times k$$

$$Q = 3,456 \times 0,362 \times 0,64$$

$$Q = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan data data pada tabel 4.9 didapatkan debit rata rata saluran sungai batee iliek tersebut 0,81 m³/s.

H. Pengukuran Kecepatan Aliran Air

Pengukuran dilakukan pada hari sabtu tanggal 24 juli 2023, pengambilan data dilakukan pada jam 12:00-17:00 WIB. Adapun teknis pengukuran kecepatan aliran air dilakukan dengan menggunakan sebuah botol aqua diketahui kecepatan m/s di irigasi batee iliek. Untuk mengetahui kerugian pada pelampung nilai k yaitu koefisien tergantung dari jenis pelampung yang

digunakan, nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus:

$$k = 1 - 0,116 ((\sqrt{1 - \alpha}) - 0,1)$$

Panjang Pelampung = Kedalaman Tangkai
Diisikan Air (h) (0,10 m)

Kedalaman Penampang = Kedalaman Air
(d) (0,62 m)

$$\alpha = \frac{h}{d}$$

$$\alpha = \frac{0,10}{0,62}$$

$$\alpha = 0,17 \text{ m}$$

$$k = 1 - 0,116 ((\sqrt{1 - \alpha}) - 0,1)$$

$$k = 1 - 0,116 ((\sqrt{1 - 0,17}) - 0,1)$$

$$k = 0,884 (1 - 0,17) - 0,1$$

$$k = 0,884 (0,83) - 0,1$$

$$k = 0,73372 - 0,1$$

$$k = 0,63372$$

$$k = 0,64$$

I. Pengukuran Head

Pengukuran head ini menggunakan aplikasi android yaitu My Elivation dengan memanfaatkan fitur GPS. Adapun cara pengukurannya yaitu dengan meletakkan telfon android yang sudah di instal aplikasi My Elivation tersebut pada 2 titik yang berbeda dengan jarak yang diinginkan, kemudian hasil elivasi yang tinggi dikurangi dengan elivasi rendah, Perhitungan head dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus:

$$H_t = h_1 - h_2$$

$$H_t = 35 - 34$$

$$H_t = 1 \text{ m}$$

J. 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 rumus:

$$P_h = p \times g \times Q \times h$$

$$P_h = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,81 \text{ m}^3/\text{s} \times 1 \text{ m}$$

$$P_h = 7,938 \text{ kW}$$

K. Estimasi Daya yang Dibangkitkan

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 survei awal yang dilakukan yaitu melihat kondisi daerah aliran sungai yang terletak di sungai batee iliek samalanga bireun meliputi topografi, debit aliran dan head, maka dapat diperkirakan potensi daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTMh. Secara sederhana kapasitas daya dapat dihitung dengan persamaan rumus:

$$Pel = nt \times Ph$$

$$Pel = 50\% \times 7938$$

$$Pel = 3,969 \text{ kW}$$

Dari beberapa referensi dapat diketahui bahwa untuk sistem pembangkit kecil, sebagai acuan kasar dapat digunakan harga nt = 50%. Berikut ini hasil perhitungan estimasi daya yang dibangkitkan setelah diketahui estimasi potensi hidrolik.

V. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan antara lain adalah :

1. Data debit air yang dihasilkan dari sungai batee iliek samalanga bireuen tersebut Berdasarkan perhitungan diperoleh rata-rata debit air 5,11 m³/s.
2. Berdasarkan analisis :data pada aliran sungai batee iliek samalanga bireuen, berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (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 sungai batee iliek samalanga bireuen yaitu menggunakan generator 1 phasa yang berkapasitas 163,2 kW
4. Data debit air yang dihasilkan dari irigasi batee iliek samalanga bireuen. Berdasarkan perhitungan diperoleh rata-rata debit air 0,81 m³/s dengan daya yang dihasilkan yaitu 3,969 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). ISO 690
- [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). ISO 690
- [3] Hasanuddin, 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 yang 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., Prasetijo, 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.