

PEMANFAATAN PIPA AIR BERSIH KRUENG MEUREUDU SEBAGAI PIPA PESAT PADA PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR GAMpong LHOKSANDENG PIDIE JAYA

Muhammad Jazaul Aufa¹, Zamzami², Teuku Hasanuddin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: jazaulaufam@gmail.com¹, zamzami@pnl.ac.id², hasanudin10955@gmail.com³

Abstrak - Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu jenis dari sistem kelistrikan yang berbasis generasi terdistribusi dengan energi terbarukan. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah memanfaatkan energi potensi air yang ada pada Krueng Lhok Sandeng yang berlokasi di Gampong Lhok Sandeng Kecamatan Meurah Dua Kabupaten Pidie Jaya menjadi energi listrik, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat disekitarnya dan masyarakat Aceh pada umumnya. Perancangan pembangkit tenaga air Krueng Lhok Sandeng dimulai dengan pengukuran debit air yang tersedia dan mencari elevasi tertinggi pada sungai tersebut dengan panjang dan diameter pipa penstock yang paling optimal dengan metode pembatasan kecepatan air dan minimalisasi rugi-rugi ketinggian. Dari hasil penelitian diperoleh sebuah kesimpulan bahwa pada perancangan pembangkit listrik tenaga air Lhok Sandeng Meureudu menghasilkan daya listrik efektif pada alat ukur Current Meter sebesar 1616,4 kW, pada alat ukur pelampung menghasilkan daya listrik efektif sebesar 1590,47 kW dan pada debit andalan 90% mendapatkan hasil daya efektif sebesar 1607,66kW. Pada debit 4,7 m³/det dengan elevasi 21 meter dan panjang pipa pesat 1300 KM. Dan rugi-rugi pada pipa pesat dengan debit andalan 90% mendapatkan hasil rugi-rugi daya listrik sebesar 21,34 kW, pada alat ukur Current Meter menghasilkan rugi-rugi daya listrik sebesar 12,6 kW dan pada alat ukur pelampung mendapatkan hasil rugi-rugi daya listrik sebesar 38,53 kW.

Kata-kata kunci: Rugi-rugi pada pipa pesat, Daya listrik efektif

Abstract – Hydroelectric power plants are one type of distributed generation-based electrical system with renewable energy. The objective to be achieved in this study is to utilize the potential water energy in Krueng Lhok Sandeng located in Gampong Lhok Sandeng, Meurah Dua District, Pidie Jaya Regency into electrical energy, to meet the electrical energy needs of the surrounding community and the Aceh community in general. The design of the Krueng Lhok Sandeng hydroelectric power plant begins with measuring the available water discharge and finding the highest elevation in the river with the most optimal length and diameter of the penstock pipe using the method of limiting water velocity and minimizing height losses. From the results of the study, a conclusion was obtained that the design of the Lhok Sandeng Meureudu hydroelectric power plant produced an effective electrical power on the Current Meter measuring instrument of 1616.4 kW, on the float measuring instrument it produced an effective electrical power of 1590.47 kW and at a reliable discharge of 90% it obtained an effective power result of 1607.66 kW. At a discharge of 4.7 m³/sec with an elevation of 21 meters and a penstock length of 1300 KM. And the losses in the penstock with a reliable discharge of 90% get the results of electrical power losses of 21.34 kW, on the Current Meter measuring instrument produces electrical power losses of 12.6 kW and on the float measuring instrument gets the results of electrical power losses of 38.53 kW.

Keywords: Losses in penstock, Effective electrical power

I. PENDAHULUAN

Penggunaan pembangkit listrik thermal dengan bahan bakar batubara dan gas sebagai energi listrik bagi aktifitas keseharian masyarakat terutama untuk kebutuhan rumah tangga, sektor usaha dan industri mulai ditinggal seiring meningkatnya biaya produksi yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan energi listrik tersebut. Untuk menekan biaya produksi yang sangat rendah saat ini sedang digalakkan pengembangan energi terbarukan seperti pembangkit energi listrik tenaga air, pasang surut, arus laut dan energi surya.

Sampai saat ini pembangkit listrik dengan tenaga air merupakan pembangkit yang paling ekonomis [1].

Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu jenis dari sistem kelistrikan yang berbasis generasi terdistribusi dengan energi terbarukan. Sistem kelistrikan berbasis generasi terdistribusi adalah sistem kelistrikan yang bersifat desentralisasi, yaitu penempatan pembangkit listrik secara tersebar pada setiap kota ataupun pada daerah yang mengalami kekurangan daya dan dimungkinkan juga pada pusat beban. Pembangkit tersebut dapat berfungsi sebagai penyuplai energi pada saat beban normal, beban puncak

ataupun difungsikan sebagai siap siaga generator yang akan difungsikan pada saat terjadi gangguan sehingga keandalan sistem terjaga. Pembangkit ini biasanya berskala kecil, yaitu lebih kecil dari 50 MW dan dari jenis tenaga diesel, sel surya, mikro hidro, turbin angin atau yang lainnya.

Pembangkit listrik tenaga air pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Sebuah skema pembangkit listrik tenaga air memerlukan dua hal, yaitu debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat di manfaatkan.

Penelitian ini dilakukan di Krueng Lhoksandeng terletak tepatnya di Gampong Lhoksandeng, Kecamatan Meurah Dua Kabupaten Pidie Jaya Provinsi Aceh. Dari sungai ini, air mengalir ke penjuru persawahan masyarakat Meurah Dua, Ulim, Meureudu dan sekitarnya. Krueng Lhoksandeng dengan debit air dan kemiringan memiliki potensi energi listrik untuk dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga air. Perancangan tersebut menyangkut komponen-komponen utama sebuah pembangkit listrik, yaitu pipa pesat (*penstock*) yang menggunakan pipa air bersih Krueng Meureudu.

Pipa air bersih ini terletak dari Gampong Lhoksandeng menuju ke Gampong Cot Seutui. Jarak pipa Gampong Lhoksandeng menuju Gampong Cot Seutui berkisar antara 5,1 km.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengukuran Daya Listrik

DPD Suparyawan dan kawan-kawan, kapasitas dari pembangkit listrik tenaga air ditentukan oleh besar debit air yang mengalir di sungai dan head. Head adalah beda ketinggian antara lokasi kolam penenang dengan poros dari turbin. Untuk menentukan besar potensi daya listrik dapat digunakan persamaan antara lain [2]:

$$P = 9,8 QH \eta \quad (1)$$

Dengan :

P = Daya listrik (kW)

Q = Debit air (m³/det)

η = efisiensi (%)

H = Head (m)

Debit air pada suatu sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan dan luas area resapan disekitar sungai. Melalui analisis hidrologi diperoleh debit andalan. Debit andalan digunakan untuk menghitung potensi suatu lokasi. Sungai atau saluran yang dipilih untuk lokasi pembangkit listrik tenaga air memiliki karakteristik sebagai berikut [3][4][5]:

1. Terjamin ketersediaan air.
2. Fluktuasi debit air cukup kecil.

3. Terbesar yang pernah terjadi tidak berpotensi merusak komponen pembangkit listrik tenaga air.
4. Pengaruh aliran terhadap pengikisan sungai atau saluran dapat diminimalisir secara teknis.
5. Lokasi saluran pembuang dan saluran pelimpah tidak menimbulkan dampak merugikan.

B. Pengukuran Debit Air

Sri Sukamta dan kawan-kawan, terdapat banyak metode pengukuran debit air. Sistem konversi energi air skala besar pengukuran debit dapat berlangsung bertahun-tahun. Sedangkan untuk sistem konversi energi air skala kecil waktu pengukuran dapat lebih pendek, misalnya untuk beberapa musim yang berbeda saja. Mengukur luas permukaan sungai, dan kecepatan aliran air sungai dapat dilakukan seperti langkah-langkah pengukuran berikut [1]:

1. Pengukuran kedalaman sungai dilakukan di beberapa titik berbeda.
2. Lebar sungai.
3. Menghitung kedalaman rata-rata.
4. Luas diperoleh dengan mengalikan kedalaman rata-rata dengan lebar sungai.
5. Mengukur kecepatan aliran sungai.

Berikut ini adalah langkah-langkah dari pengukuran:

1. Mencari bagian sungai yang lurus dengan panjang sekitar 20 meter, dan tidak mempunyai arus putar yang menghambat jalannya pelampung.
2. Sebuah pelampung kemudian dihanyutkan dari titik ke titik yang lainnya.
3. Catat waktu tempuh pelampung tersebut dengan menggunakan stopwatch.

Hitunglah waktu tempuh rata-rata dari pelampung tersebut:

1. Kecepatan aliran air sungai (v) diperoleh dengan membagi jarak sungai (s) dengan waktu tempuh rata-rata dari pelampung tersebut.
2. Setelah luas dan kecepatan aliran sungai diketahui, maka besar debit pada sungai tersebut dapat dianalisis [3][4][5]:

$$Q = A \times v \quad (\text{m}^3/\text{det}) \quad (2)$$

Dengan :

Q = Debit air (m³/det)

A = luas penampang sungai (m²)

v = kecepatan (m/det)

C. Tinggi Jatuh Air (Head)

Penentuan debit dan head pada pembangkit listrik tenaga air mempunyai arti yang sangat penting dalam menghitung potensi tenaga listrik. Variabel debit "diwakili" oleh jumlah rata-rata bulan kering dalam satu tahun. Artinya dicari areal-areal yang jumlah bulan

keringnya kecil atau bahkan tidak ada bulan keringnya sama Pengukuran debit air sungai pada dasarnya terdapat banyak metode pengukuran debit air. Untuk sistem konversi energi air skala besar pengukuran debit bisa berlangsung bertahun-tahun. Sedangkan untuk sistem konversi energi air skala kecil waktu pengukuran dapat lebih pendek, misalnya untuk beberapamusim yang berbeda saja. Tingkat kemiringan yang diwakili oleh indikator gradien skematik, semakin miring areal, semakin besar kemungkinan untuk ditemukannya head yang cukup untuk pembangkit listrik tenaga air.

D. Pipa Pesat

Untuk membawa air dari bak penenang ke turbin diperlukan pipa yang mampu menahan tekanan yang cukup tinggi, pipa ini disebut juga pipa pesat. Dasar perancangan pipa pesat ini adalah sama dengan perancangan tangki dan vessel (bejana tekan); akan tetapi karena governor kontrol dan katup operasi turbin dapat mengakibatkan tekanan tiba-tiba seperti water hammer maka perencanaannya perlu diperhatikan. Apabila jarak antara bak penenang dan turbin pendek, pipa pesat yang digunakan satu batang pipa untuk satu turbin. Sedangkan untuk pembangkit yang mempunyai head yang tinggi atau jarak antara turbin dan bak penenang panjang maka digunakan satu batang pipa khusus untuk melayani beberapa turbin.

Ada beberapa jenis dan bahan pipa pesat yaitu [6]:

1. Pipa Carbon (Pipa baja).
2. Pipa spiral welded steel (Pipa baja spiral).
3. Pipa PVC.
4. Pipa rolled welded steel (pipa baja gulung).

Berikut perhitungan luas penampang pipa sebagai berikut [3][4][5]:

$$L = \pi \times D^2/4 \quad (3)$$

Dengan :

L = Luas penampang pipa pesat (m)

D = Diameter pipa (m)

Berikut perhitungan kecepatan air dalam pipa sebagai berikut [3][4][5]:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (4)$$

Dengan :

V = Kecepatan air dalam pipa (m/s)

Q = Debit (m³/s)

D = Diameter (m)

Berikut rumus daya Losses Penstock sebagai berikut [1]:

$$PL = p \ g \ Q \ HT \quad (5)$$

Dengan :

PL = Daya losses penstock (watt)

P = Massa jenis air (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Q = Debit air yang masuk (m³/s)

HT = Head losses total penstock (m)

Berikut rumus Head Loss sebagai berikut [1]:

$$h_l = \frac{v^2 \times L \times n^2}{R^4} \quad (6)$$

Dengan :

hl = Head loss (m)

V = kecepatan air (m/s)

L = Panjang pipa pesat (m²)

n = koefisien manning (0,014)

R = jari-jari hidraulik pipa pesat (D/4)

Berikut rumus bilangan Reynold sebagai berikut :

$$Rn = \frac{L \times V}{\nu} \quad (7)$$

Dengan :

Rn = Bilangan Reynold

L = Panjang pipa (m)

V = Kecepatan air (m/s)

ν = Viskositas air (0,001)

E. Turbin

Turbin adalah peralatan yang berfungsi mengubah energi kinetik yang dimiliki aliran air menjadi energi kinetik rotasi. Penentuan pemilihan turbin ditentukan oleh dua faktor yaitu debit air dan head. Turbin air juga dibedakan dalam dua golongan utama, yaitu dipandang dari segi perubahan momentum fluida kerjanya.

1. Turbin impuls

Turbin impuls disebut juga dengan turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari nozel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Sehingga energi tempat dan energi tekanan yang dimiliki oleh aliran air dirubah semuanya menjadi energi kecepatan. Contoh dari turbin impuls ini adalah turbin pelton, turbin cross flow dan lain – lain. Berikut jenis turbin impuls yaitu [1]:

- Turbin Pelton
- Turbin Turgo
- Turbin Crossflow

2. Turbin Reaksi

Turbin reaksi disebut juga dengan turbin tekanan lebih karena tekanan air sebelum masuk roda turbin lebih besar dari pada tekanan air saat keluar roda turbin. Secara umum dapat dikatakan bahwa aliran air yang masuk keroda turbin mempunyai energi penuh, kemudian energi ini dipakai sebagian untuk menggerakkan roda turbin dan sebagian lagi dipergunakan untuk mengeluarkan air kesaluran pembuangan. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain [6]:

- Turbin Francis
- Turbin Kaplan & Propeller.
- Turbin Kincir Air

F. Generator

Generator termasuk dalam peralatan elektrikal pembangkit listrik tenaga air. Energi kinetik rotasi yang dihasilkan oleh turbin diteruskan oleh transmisi untuk memutar generator. Generator berfungsi untuk menghasilkan energi listrik sedangkan panel kontrol berfungsi untuk mengatur pengoperasian kelistrikan pembangkit listrik tenaga air. Energi kinetik rotasi yang dihasilkan oleh turbin diteruskan oleh transmisi untuk memutar generator. Generator yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga air.

III. METODOLOGI

A. Tahapan Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang dilakukan penelitian untuk merancang pembangkit tenaga air Krueng Lhoksandeng sebagai berikut:

1. Melakukan pengukuran penampang sungai

Mengukur debit air sungai Lhoksandeng dimulai dengan mengukur lebar dan kedalaman sungai pada beberapa titik yang telah ditentukan dengan menggunakan peralatan tongkat meter. Hasil pengukuran lebar dan kedalaman sungai dihitung luas penampang sungai dengan menggunakan metode midsection. Berikut persamaannya [3][4][5]:

$$ax = [(b(x+1)-(b(x-1)))]dx/2] \tag{8}$$

Dengan :

- ax = luas penampang basah pada bagian ke x (m²)
- b(x+1) = jarak titik vertikal sesudah titik vertikal ke x dari titik tetap (m)
- b(x-1) = jarak titik vertikal sebelum titik vertikal ke x dari titik tetap (m)
- dx = kedalaman pada titik vertikal ke x (m)

Berikut gambar 1 pengukuran kedalaman Sungai Lhoksandeng dan gambar 2 Mengukur lebar Sungai.



Gbr. 1 Mengukur Kedalaman Air Sungai



Gbr. 2 Mengukur lebar Sungai

2. Mengukur kecepatan aliran Sungai

Mengukur kecepatan aliran sungai dengan menggunakan current meter pada dua titik penampang sungai yang telah ditentukan pada kedalaman 0,2 dan 0,8 M dari kedalaman sungai. Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [1]:

$$v = (v_{0,8} + v_{0,2})/2 \tag{9}$$

Dengan :

- v_{0,8} = kecepatan air pada kedalaman 80%
- v_{0,2} = kecepatan air pada kedalaman 20%
- V = kecepatan rata-rata.

3. Menghitung diameter pipa pesat

Menghitung diameter pipa pesat berdasarkan debit air sungai hasil pengukuran dan perhitungan. Diameter pipa Gordon sebagai berikut [2]:

$$D = 0,72 Q^{0,5} \tag{10}$$

Dengan :

- D = diameter pipa pesat (m)
- Q = debit air sungai (m³/det)

4. Mengukur titik tertinggi dan terendah

Memilih dan mengukur titik tertinggi dan terendah menggunakan aplikasi My Elevation. Beda ketinggian dapat dihitung dengan persamaan berikut [6]:

$$H = H1 - H2 \tag{11}$$

Dengan :

- H = beda ketinggian
- H1 = titik tertinggi
- H2 = titik terendah

5. Menghitung rugi-rugi ketinggian

Berikut cara menghitung rugi-rugi ketinggian menggunakan persamaan [6]:

$$hl = V^2.L.n^2/R^4/3 \tag{12}$$

Dengan :

- hl = rugi-rugi ketinggian
- L = panjang pipa pesat
- n = koefisien manning (0,014)

6. Menghitung potensi daya listrik

Menghitung potensi daya listrik dengan persamaan berikut ini :

$$P = 9,8 QH \eta \tag{13}$$

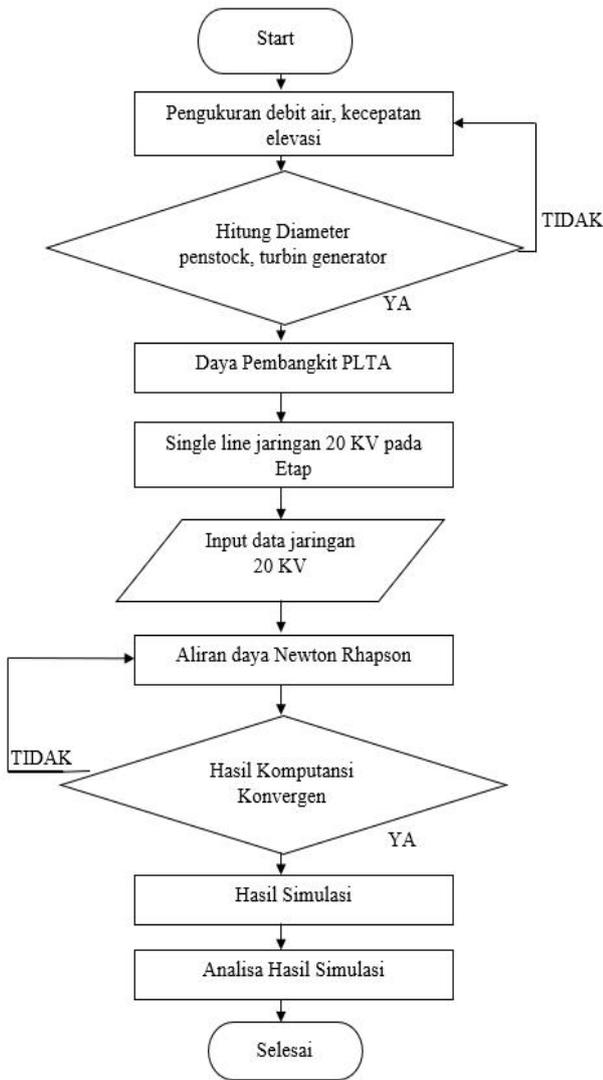
Dengan :

- P = daya listrik (kW)
- Q = debit air (m³/det)
- η = efisiensi
- H = head (m)

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun jadwal pelaksanaan kegiatan ini dimulai pada tanggal 14 Agustus 2022 sampai 14 Februari 2023 di Krueng Lhoksandeng yang terletak di Gampong Lhoksandeng Kecamatan Meurah Dua Kabupaten Pidie Jaya Provinsi Aceh. Penelitian akan dilakukan selama 6 bulan.

Berikut adalah *flowchart* diagram aliran air pada penelitian ini :



Gbr. 3 Flow Chart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

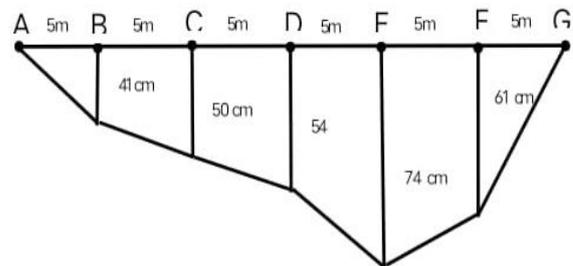
A. Luas Rata-rata Penampang Sungai

Lokasi pengukuran luas penampang sungai Krueng Lhoksandeng dilakukan Gampong Lhoksandeng Kabupaten Pidie Jaya seperti terlihat pada Gambar 4.



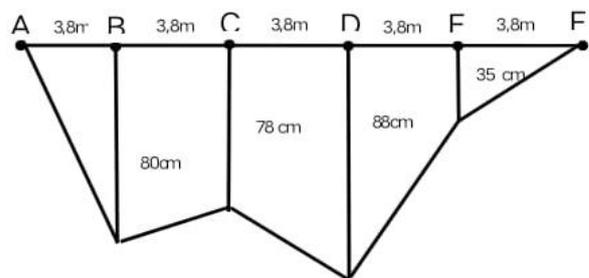
Gbr. 4 Pengukuran Debit Air Sungai Lhoksandeng

Dari hasil pengambilan data di lapangan pada tanggal 13 Agustus 2022, bentuk penampang A sungai Lhoksandeng dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini.



Gbr. 5 Penampang A Sungai Lhoksandeng

Gambar 6 menunjukkan bentuk penampang B sungai Lhoksandeng.



Gbr. 6 Penampang B Sungai Lhoksandeng

Ukuran penampang A dan B sungai Lhoksandeng lebih terperinci seperti ditunjukkan pada Tabel 1 [3][4][5]:

TABEL I
Ukuran Penampang A dan B

No.	Lebar			
	Penampang A		Penampang B	
1.	A-B	5 m	A-B	3,8 m
2.	A-C	10 m	A-C	7,6 m
3.	A-D	15 m	A-D	11,4 m
4.	A-E	20 m	A-E	15,2 m
5.	A-F	25 m	A-F	19,0 m
6.	A-G	30 m		
Kedalaman				
7.	B	41 cm	B	80 cm
8.	C	50 cm	C	78 cm
9.	D	54 cm	D	88 cm
10.	E	74 cm	E	35 cm

Dari ukuran Penampang A dan Penampang B sungai Lhoksandeng pada Tabel 1 dapat dihitung rata-rata penampang sungai Lhoksandeng dengan cara mencari luas membentuk penampang sungai ke dalam bentuk persegi panjang dan segitiga seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6. Kemudian menghitung luas persegi panjang dan luas segitiga tersebut sehingga diperoleh luas penampang rata-rata sungai Lhoksandeng seperti tertera pada Tabel 2.

TABEL II
Luas Penampang Rata-Rata Sungai Lhoksandeng

No.	Penampang A		Penampang B	
1.	B-C	2,05 m ²	B-C	3,04 m ²
2.	C-D	2,5 m ²	C-D	2,96 m ²
3.	D-E	2,7 m ²	D-E	3,34 m ²
4.	E-F	3,7 m ²	E-F	1,33 m ²
5.	F-G	3,05 m ²		
	Total	14,0 m ²	Total	10,67 m ²
	Total Luas Rata-rata		12,3 m ²	

Tabel 2 menunjukkan luas penampang rata-rata sungai Lhoksandeng yang diambil sebagai sampel dalam pengukuran debit air sungai adalah 12,3 m².

B. Kecepatan Rata-rata air Sungai

Setelah dilakukan pengukuran kecepatan air sungai Lhoksandeng pada tanggal 13 Agustus 2022 dengan menggunakan alat ukur *current meter* pada kedalaman 20% dan 80% pada setiap titik yang telah ditentukan pada penampang A dan penampang B, diperoleh kecepatan air sungai seperti terlihat pada Tabel 3 dan 4.

TABEL III
Kecepatan Air Sungai Lhoksandeng dengan Current Meter Penampang A

No.	Titik	V0,8 (m/s)	V0,2 (m/s)	Kecepatan (m/s)
1.	B	0,2	0,1	0,15
2.	C	0,4	0,4	0,4
3.	D	0,6	0,5	0,55
4.	E	0,2	0,2	0,2
5.	F	0,2	0,1	0,15
Kecepatan Rata-rata				0,29

TABEL IV
Kecepatan Air Sungai Lhoksandeng dengan Current Meter Penampang B

No.	Titik	V0,8 (m/s)	V0,2 (m/s)	Kecepatan (m/s)
1.	B	0,4	0,3	0,35
2.	C	0,6	0,4	0,5
3.	D	0,7	0,5	0,6
4.	E	0,6	0,3	0,45
Kecepatan Rata-rata				0,475
Kecepatan Rata-rata A-B				0,383

Pengukuran kecepatan air sungai Lhoksandeng pada tanggal 13 Agustus 2022 dengan menggunakan pelampung dengan jarak lintasan antara penampang A dan penampang B 77 m dengan lima belas kali pengukuran, diperoleh kecepatan air sungai seperti terlihat pada Tabel 5.

TABEL V
Kecepatan Air Sungai Lhoksandeng Dengan Pelampung

No.	Panjang Lintasan (m)	Waktu (det)	Kecepatan (m/det)
1.	77	62	1,24
2.	77	77	1,00
3.	77	75	1,03
4.	77	78	0,99
5.	77	73	1,05
6.	77	77	1,00
7.	77	60	1,28
8.	77	73	1,05
9.	77	60	1,28
10.	77	47	1,64
Kecepatan Rata-rata			1,16

Dari Tabel 5 kecepatan rata-rata air sungai Lhoksandeng hasil pengukuran sebesar 1,16 meter/detik. Dari hasil pengukuran luas penampang dan kecepatan air sungai Lhoksandeng diperoleh debit air pengukuran seperti ditunjukkan pada Tabel 6 [3][4][5]:

TABEL VI
Debit air sungai Lhoksandeng

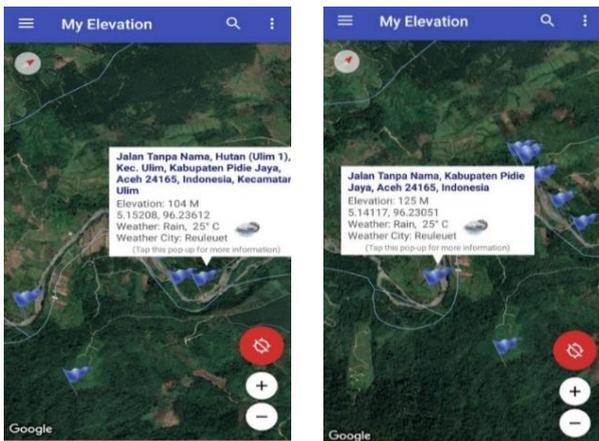
No.	Uraian	Luas Penampang Sungai (m ²)	Kecepatan (m/det)	Debit (m ³ /det)	Sumber Data
1.	Debit Tanggal 13/08/2022	12,3	0,383	4,7	Current meter
2.	Debit Tanggal 13/08/2022	12,3	1,16	14,3	Pelampung

TABEL VII
Rata-Rata Debit Andalan Lhoksandeng 10-100%

Urutan	Debit M ³ /S	Probalitas
1	4,7	sesaat
2	9,98	sesaat
3	17,61	Q 10%
4	14,66	Q 20 %
5	13,23	Q 30 %
6	11,99	Q 40%
7	10,98	Q 50%
8	9,99	Q 60%
9	9,19	Q 70 %
10	8,58	Q 80%
11	7,92	Q 90%
12	6,9	Q 100%

C. Elevasi sungai

Gambar 7 adalah hasil pengukuran elevasi titik A dan B menggunakan My Elevaion.



Gbr. 7 Pengukuran elevasi Titik A dan B menggunakan My Elevation

Dari Gambar 7 dapat dihitung beda ketinggian dengan rumus sebagai berikut :

$$H = H1 - H2$$

$$H = 125 - 104$$

$$H = 21 \text{ m}$$

Setelah dihitung titik elevasi dengan aplikasi My Elevation, didapatkan head adalah sebesar 21 m.

D. Pipa Pesat

- Diameter pipa pesat

Setelah terjun langsung ke lapangan untuk melihat diameter pipa pesat, didapatkan diameter pipa pesat sebesar 0,28 m.

- Luas penampang pipa pesat

Berikut adalah perhitungan luas penampang pipa pesat.

$$L = \frac{\pi x D^2}{4}$$

$$L = \frac{3,14 x 0,28^2}{4}$$

$$L = \frac{3,14 x 0,0784}{4}$$

$$L = 0,061 \text{ m}^2$$

Jadi luas penampang pipa adalah 0,061 m².

- Kecepatan aliran air pipa pesat

Untuk mengetahui kecepatan aliran pipa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [3][4][5]

$$V = \frac{4 x Q90\%}{\pi x D}$$

$$V = \frac{4 x 7,92\%}{3,14 x 0,28}$$

$$V = \frac{31,68}{0,88}$$

$$V = 36 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan aliran pipa pesat adalah 36 m/s.

E. Daya Listrik Efektif

Daya listrik efektif adalah daya listrik yang dihasilkan setelah dikurangi dengan rugi-rugi daya pada pipa pesat yang disebabkan gesekan air dalam pipa tersebut.

Daya listrik efektif dengan menggunakan debit andalan 90% dapat dihitung sebagai berikut [1]:

$$P_{\text{efektif}} = P - P_{\text{rugi-rugi}}$$

$$P_{\text{efektif}} = 1629 \text{ kw} - 21,34 \text{ kw}$$

$$P_{\text{efektif}} = 1607,66 \text{ kW}$$

Jadi untuk daya listrik efektif dengan menggunakan debit andalan 90% mendapatkan hasil sebesar 1607,66 kW.

Daya listrik efektif dengan menggunakan debit alat ukur Current Meter dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_{\text{efektif}} = P - P_{\text{rugi-rugi}}$$

$$P_{\text{efektif}} = 1629 \text{ kw} - 21,34 \text{ kw}$$

$$P_{\text{efektif}} = 1616,4 \text{ kW}$$

Jadi daya listrik efektif dengan menggunakan alat ukur Current Meter menghasilkan daya sebesar 1616,4 kW.

Daya listrik efektif dengan menggunakan debit alat ukur pelampung dapat dihitung dengan persamaan berikut :

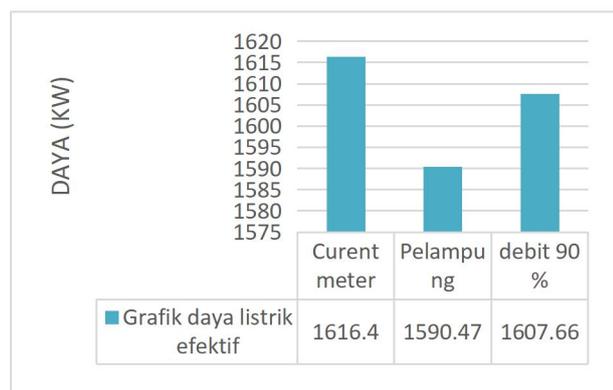
$$P_{\text{efektif}} = P - P_{\text{rugi-rugi}}$$

$$P_{\text{efektif}} = 1629 \text{ kw} - 21,34 \text{ kw}$$

$$P_{\text{efektif}} = 1590,47 \text{ kW}$$

Jadi daya listrik efektif dengan menggunakan pelampung mendapatkan hasil sebesar 1590,47 kW.

Dari perhitungan di atas dapat dibuat sebuah grafik, seperti pada Gambar 8.



Gbr. 8 Grafik Daya listrik efektif

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian perancangan pembangkit listrik tenaga air Gampong Lhoksandeng Kabupaten Pidie Jaya dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Debit rata-rata Krueng Lhoksandeng dari hasil pengukuran pada luas penampang sebesar 12,3 m² dan kecepatan air Sungai sebesar 0,383 m/s.
2. Dari pengukuran titik elevasi A dan B menggunakan aplikasi My Elevation di dapatkan Head sebesar 21 m.
3. Daya listrik efektif pada lokasi Krueng Lhoksandeng dengan menggunakan alat ukur Current meter mendapatkan hasil sebesar 1616,4 kW, sedangkan pelampung mendapatkan hasil sebesar 1590,47 kW, dan untuk Debit andalan 90% mendapatkan hasil sebesar 1607,66 kW.

REFERENSI

- [1] Sukamta, S., & Kusmantoro, A. (2013). Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(2).
- [2] Suparyawan, D. P. D., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2013). Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 12(2).
- [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] Hasannuddin, T. (2022). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Krueng Lhok sandeng Desa Lhoksandeng Kabupaten Pidie Jaya. *In Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 3, No. 1).
- [5] Hasannuddin, T. (2022). Optimasi Aliran Daya Sistem Kelistrikan Nanggroe Aceh Darussalam Berbasis Distributed Generation Dengan Menggunakan Metode Algoritma. *Jurnal Energi Elektrik*, 5(1).
- [6] Dwiyanto, V. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *JRSDD*, 4(3), 407-422.