

STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR MIKROHIDRO DI SUNGAI KRUENG TUAN NISAM ANTARA ACEH UTARA

Afzalul rizal¹, Rudi Syahputra², Subhan³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: afzalulrizal10@gmail.com, rudi.syahputra75@gmail.com, subhan@pnl.ac.id

Abstrak –Sungai Krueng Tuan yang terletak di Nisam Antara, Aceh Utara, menawarkan potensi yang menarik untuk dikaji sebagai lokasi potensial bagi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikrohidro (PLTMH). Potensi Aliran Sungai Krueng Tuan memiliki debit air yang relatif stabil dan melimpah, terutama selama musim hujan. Potensi aliran air ini merupakan faktor kunci dalam penentuan lokasi pembangunan PLTMH. Energi kinetik dari aliran air ini dapat dioptimalkan untuk menghasilkan listrik dengan menggunakan turbin dan generator PLTMH. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut, Mendapatkan nilai debit air sungai krueng tuan berdasarkan pengamatan. Mendapatkan nilai potensi energi listrik berdasarkan perhitungan di sungai krueng tuan. Menentukan jenis turbin berdasarkan karakteristik dan menentukan kapasitas pembangkit berdasarkan perhitungan. Metode yang digunakan untuk mencari data dengan cara pengumpulan data- data dilapangan dengan pengambilan data awal serta melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang dianalisis. Setelah melakukan pengukuran dan perhitungan di sungai krueng tuan untuk potensi pembangkit listrik maka Hasil dari pengukuran yang ada pada sungai krueng tuan mendapatkan nilai probabilitas debit andalan (Q 70%) 3,55000 m³ /s, (Q 80%) 3,33148 m³ /s dan (Q 90%) 3,096 m³ /s. Jenis turbin dengan head 5.28 meter dengan probabilitas debit andalan mendapatkan jenis turbin yang dapat di gunakan yaitu tubin Crossflow dan Kaplan. Dan daya yang dapat dibangkitkan di sungai krueng tuan dari penelitian ini dengan debit andalan (Q70%), (Q80%) dan (Q90%) adalah 125,03 kw, 117,64 kw dan 108,83 kw.

Kata-kata kunci: PLTMH, Debit, Jenis turbin, Potensi daya.

I. PENDAHULUAN

Pengembangan sumber energi terbarukan menjadi salah satu solusi krusial dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan kebutuhan energi yang terus meningkat di tingkat global. Di Indonesia, sebagai negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah, pemanfaatan energi terbarukan menjadi suatu prioritas dalam upaya mencapai ketahanan energi dan keberlanjutan lingkungan.[1] Sungai Krueng Tuan yang terletak di Nisam Antara, Aceh Utara, menawarkan potensi yang menarik untuk dikaji sebagai lokasi potensial bagi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikrohidro (PLTMH) guna menyumbangkan kontribusi positif dalam memenuhi kebutuhan energi listrik lokal secara berkelanjutan.

Potensi Aliran Sungai Krueng Tuan memiliki debit air yang relatif stabil dan melimpah, terutama selama musim hujan. Potensi aliran air ini merupakan faktor kunci dalam penentuan lokasi pembangunan PLTMH. Energi kinetik dari aliran air ini dapat dioptimalkan untuk menghasilkan listrik dengan menggunakan turbin dan generator PLTMH. Pengembangan PLTMH di Sungai Krueng Tuan dapat berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan listrik lokal secara berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada energi fosil, dan meningkatkan akses terhadap listrik di daerah terpencil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klarifikasi Pembangkit Tenaga Air

1. Large Hydro : Lebih Dari 100 Mw

2. Medium Hydro : Antara 15- 100 Mw
3. Small-Hydro : Antara 1-15 Mw
4. Mini Hydro : Antara 100kw - 1mw
5. Micro-Hydro : Antara 5kw – 100kw
6. Pico-Hydro : Kurang Dari 5 Kw.

B. Bangunan Sipil Pembangkit Listrik Tenaga Air

1. Bendungan

Fungsi dari bendungan yaitu kolam penampung air yang mempunyai peran untuk menyediakan air dan menaikkan ketinggian tekanan air yang merupakan potensi dari air sungai.[2]

2. Saluran pengarah

Saluran pembawa adalah bangunan berupa saluran yang berfungsi untuk mengalirkan air dari intake atau bak pengendap ke bak penenang dan berfungsi untuk mempertahankan kestabilan debit air.[2]

3. Bak Pengendap

Bak pengendap ini berada di ujung saluran pembawa berbentuk seperti kolam yang dalam dan lebar. Di bagian bak pengendap ini terdapat saluran penguras untuk memisahkan partikel (pasir atau lumpur) dengan air. Dengan adanya bak pengendap ini membuat air yang menuju ke turbin tidak kotor dan berlumpur sehingga dapat melindungi komponen lainnya dari kerusakan yang disebabkan oleh pasir atau lumpur tersebut.[2]

4. Pipa pesat

Pipa pesat berfungsi untuk mengalirkan air dari kolam penenang menuju turbin. Factor yang harus dipertimbangkan dalam desain penstock adalah tekanan, diameter, ketebalan dan berat pipa dan kemudahan mobilisasi.

Untuk menghitung diameter minimum pipa dapat di hitung dengan persamaan berikut.[2][3]

$$D = \left(\frac{10.3 \times n^2 \times Q^2 \times L}{H} \right)^{0,1875} \quad (1)$$

Dimana: Q = debit air (m³/s), n = Kekasaran pipa, L= panjang pipa pesat(m), H = head (m).

Untuk menghitung luas penampang pipa menggunakan persamaan berikut.[2][4]

$$A = \pi \times r^2 \quad (2)$$

Dimana : A = luas penampang pipa, π = 3,14, r = jari-jari pipa.

Untuk menghitung kecepatan aliran dalam pipa dapat di hitung dengan persamaan berikut.[4]

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D} \quad (3)$$

Dimana : Q = debit (m³/s), D = diameter pipa.

Setelah mengetahui kecepatan dan luas penampang pipa debit air dalam pipa dapat dihitung dengan persamaan berikut:[4]

$$Q = A_p \times V_p \quad (4)$$

Dimana: Q = debit air dalam pipa(m³/s), A_p= luas penampang pipa, V_p=kecepatan air dalam pipa.

Loss pada pipa terjadi akibat gesekan dalam pipa, belokan pada pipa dan masuknya pada pipa yang akan menyebabkan rugi-rugi daya pada air,

Minor losses pada sisi masukan air ke pipa di hitung dengan persamaan berikut.[4]

$$h_e = K_e \frac{V^2}{2 \times g} \quad (5)$$

Dimana : h_e= Minor losses, V²= Kecepatan aliran (m/s), g = gravitasi (9,8), k_e = koefisien bentuk mulut pipa.

Untuk menentukan nilai koefisien mulut pipa (k_e) dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

TABEL 1

Nilai Koefisien Ke (Sumber: Ariansyah,2018)

Tipe	Bentuk	Nilai K _e
Runcing		1,0
Menjorok		0,8
Ujung Tegas		0,5
Sedikit Membulat		0,2
Mulut Lonceng (r>0,14D)		0

Kehilangan energi akibat gesekan dinding pipa dapat di cari dengan persamaan berikut.[4]

$$h_f = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g} \quad (6)$$

Dimana: h_f= mayor losses, F= faktor gesekan, L= Panjang pipa (m), D = diameter pipa, V² = kecepatan aliran (m/s), g = gravitasi (9,8).

5. Rumah pembangkit

Rumah pembangkit dibangun untuk menampung dan melindungi peralatan turbin dan generator dari orang yang tidak berkepentingan dan dari kerusakan yang mungkin timbul akibat cuaca.[2]

C. Turbin

Turbin air pada dasarnya mengubah energi potensial fluida menjadi mekanik, semakin tinggi jatuh air (head) maka semakin besar energi potensial yang di hasilkan untuk menjadi energi listrik, tinggi jatuh air juga bisa dibuat dengan cara membendung aliran air sehingga jatuh air dapat maksimal. Pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian turbin yang berputar dinamakan rotor atau roda turbin. Sedangkan yang tidak bergerak adalah rumah stator atau rumah turbin. Roda turbin terdapat di dalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar beban baling baling, generator , dan lain-lain.[3]

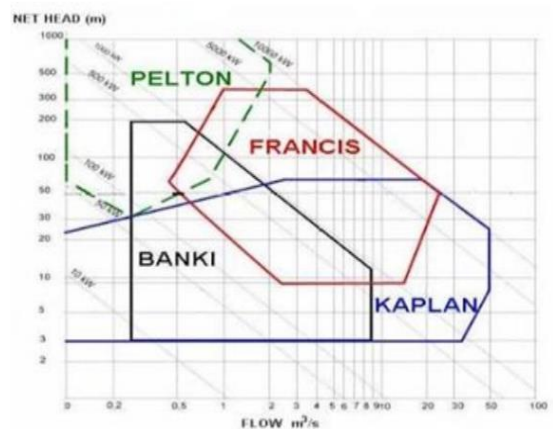
1. Jenis-Jenis Turbin

Turbin Impuls disebut juga dengan turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari nozel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya.. Contoh dari turbin impuls ini adalah turbin pelton, turbin cross flow dan turbin turgo.[3]

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. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain Turbin Francis ,Turbin Crossflow ,Propeller,Turbin Kincir Air.[3]

2. Klarifikasi Karakteristik Turbin

Adapun perbandingan karakteristik turbin dapat kita lihat pada grafik dan tabel tinggi jatuh efektif (m) di bandingkan dengan debit (m³/s) dibawah ini:[2][3]



Gbr. 1 Grafik Perbandingan turbin

E

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.

E. Pengukuran Debit

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit sungai adalah mengukur luas penampang dan kecepatan aliran setelah mendapatkan nilai tersebut maka debit dapat dihitung dengan persamaan berikut.[5][6][7]

$$Q = V \times A \tag{8}$$

Dimana : Q = Debit (m³/s), V= kecepatan aliran sungai (m/s), A= luas penampang sungai (m²).

Menghitung Probabilitas Debit Andalan Menghitung rata-rata debit andalan air sungai dengan Metode Weibull. Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam menentukan besarnya debit andalan dengan peluang 70% ,80 % dan 90% digunakan probabilitas Metode Weibull, dengan Persamaan berikut.[5][6][7]

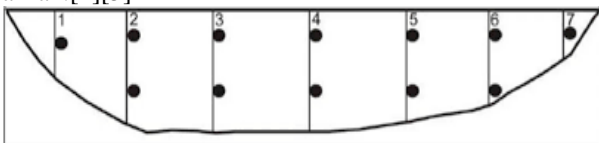
$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100\% \tag{9}$$

Dimana: P = peluang (%), m = nomor urut data, n = jumlah data.

F. Perhitungan Kecepatan Aliran

1. Perhitungan kecepatan aliran menggunakan alat ukur current meter flowatch FL-03

Pengukuran dengan alat ukur current meter flowatch FL-03 cara pengukurannya di bagi per segmen-segmen (horizontal), dst dengan jarak tertentu, dan pengukuran kecepatan arus vertikal dapat di ukur dengan metode 1 atau 2 titik tergantung kedalaman segmen dapat di lihat jelas pada Gbr.2 Contoh sampling pengukuran kecepatan aliran.[2][5]



Gbr. 2 Contoh Sampling Pengukuran Kecepatan Aliran

Setelah pengambilan data pengukuran maka untuk perhitungan mencari nilai rata-rata pada jalur vertikal, kecepatan aliran dapat digunakan rumus persamaan sebagai berikut:[2][5]

Apabila menggunakan cara satu titik:

$$V = V_{0,6} \tag{10}$$

Apabila menggunakan cara dua titik:

$$V = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \tag{11}$$

Dimana : V = kecepatan aliran rata-rata pada satu vertikal, V_{0,2} = kecepatan aliran pada titik kedalaman 0,2 (m/s), V_{0,6} = kecepatan aliran pada titik kedalaman 0,6 (m/s). V_{0,8} = kecepatan aliran pada titik kedalaman 0,8 (m/s).

2. Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan metode pelampung.

Kecepatan aliran dapat di hitung dengan persamaan berikut:[5][6][7]

$$V = \frac{C \times L}{T} \tag{12}$$

Dimana :V= kecepatan aliran(m/s), C=koefisien pelampung, L=jarak(m), T= Waktu(s).

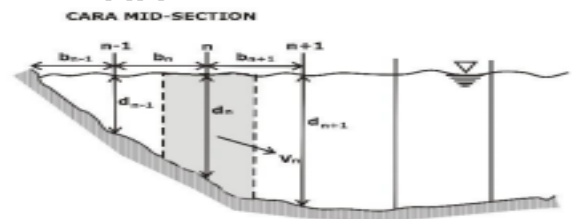
Untuk mencari nilai C (koefisien) tergantung dari jenis pelampung yang digunakan, nilai tersebut dapat dihitung dengan persamaan (Y.B.francis) sebagai berikut:[8]

$$C = 1 - 0,116 \left((\sqrt{1-a}) - 0,1 \right) \tag{13}$$

Dimana : C = koefisien pelampung, a = kedalaman bagian pelampung (h) per kedalaman air (d).

G. Perhitungan Luas Penampang.

Luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai kedalaman air diperoleh dengan cara mengukur kedalaman air pada titik pengukuran dengan menggunakan tongkat atau kabel pengukur. Luas penampang basah dihitung dengan rumus mid section sebagai berikut:[5][8]



Gbr. 3 Cara Menghitung Luas Penampang Basah

$$a_x = [(b_{(x+1)}) - (b_{(x-2)})] dx / 2 \tag{14}$$

Menghitung rata-rata luas penampang :

$$A = \sum_{x=1}^n a_x \tag{15}$$

Dimana : a_x = Luas penampang basah pada bagian x(m²), (b_(x+1)) = Jarak titik vertikal sesudah titik vertikal ke x dari titik tetap (m), (b_(x-2))= Jarak titik vertikal sebelum titik vertikal ke x dari titik tetap (m), Dx= kedalaman pada titik vertikal x (m), A = seluruh penampang basah (m²).

H. Elevasi Sungai

Tingkat kemiringan yang semakin tinggi pada suatu area maka semakin besar kemungkinan untuk ditemukannya head yang cukup untuk pembangkit listrik tenaga air. dapat di hitung dengan persamaan:[6]

$$H = H_1 - H_2 \tag{16}$$

Dimana: H = ketinggian (m), H₁= Elevasi titik tertinggi (m), H₂= Elevasi titik terendah (m).

I. Potensi Hidrolis

Potensi daya yang dibangkitkan sungai akan didapati ketika data keseluruhan telah tercapai berdasarkan head (H) dan debit air (Q). Besarnya potensi dari suatu sungai dapat di jelaskan dengan persamaan berikut:[6]

$$P_h = \rho \times g \times H \times Q \tag{17}$$

Dimana: P_h = potensi hidrolik (Watt) ,Q= Debit air (m³/s), g = percepatan gravitasi (9,81m/s²),H= Head(m), ρ = Massa jenis air (1000kg/m³).

J. Estimasi Daya Pembangkit

Tidak seluruh energi yang dimiliki air dalam bentuk potensi hidrolik dapat di ubah menjadi energi listrik. pada saat konversi dari energi potensial menjadi energi listrik sebagian energi akan hilang atau dikenal sebagai losses. selain itu besarnya energi listrik yang dapat di

peroleh sangat bergantung pada besarnya efisiensi turbin dan generator yang di gunakan. Secara sederhana kapasitas daya pembangkit dapat di hitung dengan persamaan berikut:[4]

$$P = P_h \times \eta_{turbin} \times \eta_{generator} \quad (18)$$

Dimana : P = Kapasitas Daya Pembangkit (Kw), P_h = Potensi Hidrolik (Watt), η_{turbin} = Efisiensi turbin (%), $\eta_{generator}$ = Efisiensi generator (%).

TABEL II
Nilai Efisiensi (Sumber : La Hasanudin,2019)

No	Efisiensi	Harga %
1	Efisiensi konstruksi sipil	65-96%
2	Efisiensi Penstock	65-90%
3	Efisiensi Turbin	60-80%
4	Efisiensi Generator	65-85%
5	Efisiensi Trafo	80-96%
6	Efisiensi Transmisi	80-90%

III. METODOLOGI

A. Alat dan Bahan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menggunakan alat dan bahan untuk mendukung penelitian studi potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada Sungai Desa krueng tuan nisam antara Kabupaten Aceh utara. Adapun alat dan bahannya sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan Penelitian

- Perangkat keras telepon genggam android
- Perangkat lunak aplikasi My Elevation
- Meteran
- Tongkat meter
- Stopwatch
- Pelampung.

B. Teknik pengumpulan data

1. Motode Literatur

Dilakukan untuk mendapatkan informasi dan referensi tentang studi potensi pembangkit listrik tenaga Mikro Hidro baik dari buku, jurnal, dan lain sebagainya.

2. Motode Wawancara

Metode yang digunakan untuk mencari data dengan cara menggali informasi-informasi dari masyarakat dan petani yang menggunakan air dari sungai di Krueng tuan, Nisam antara, yang lebih mengetahui kondisi lingkungan dan air pada sungai tersebut.

3. Metode Observasi

Metode yang digunakan untuk mencari data dengan cara pengumpulan data- data dilapangan dengan pengambilan data awal serta melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang dianalisis. Dalam hal ini objek yang akan di analisis adalah sebuah Sungai yang terletak di Krueng tuan, Kecamatan Nisam antara, Kabupaten Aceh utara, Aceh. Berikut langkah-langkah pengambilan data yang dibutuhkan pada lokasi penelitian:

- Pengukuran Lebar Penampang
- Pengukuran Kedalaman Air
- Pengukuran Kecepatan Air
- Pengukuran Elivasi (Head)

4. Teknik pengolahan data

Setelah pengumpulan data dilakukan pada sungai Desa Krueng tuan, seperti data kecepatan air, data kedalaman air, data luas penampang sungai, data elivasi dan data debit air, tahap selanjutnya pengolahan data yang telah didapat sebagai berikut:

- Penyiapan data yang telah diambil.
- Mulai menyusun tugas akhir
- Menganalisa data.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran

Lokasi pengukuran dilakukan di salah satu saluran sungai yang tidak terlalu besar namun memiliki debit air yang bisa diandalkan sebagai pembangkit listrik di sungai krueng tuan kecamatan Nisam Antara, kabupaten Aceh Utara seperti terlihat pada Gbr 4.

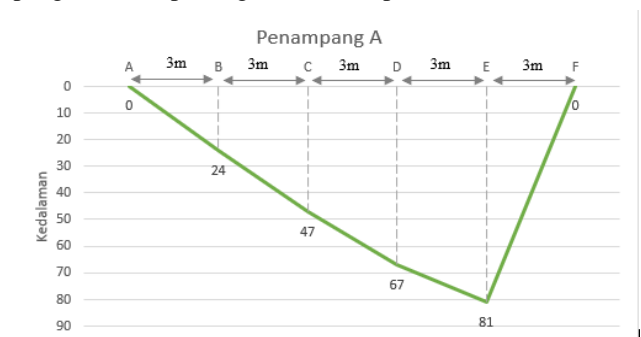


Gbr. 4 Lokasi penelitian sungai krueng tuan

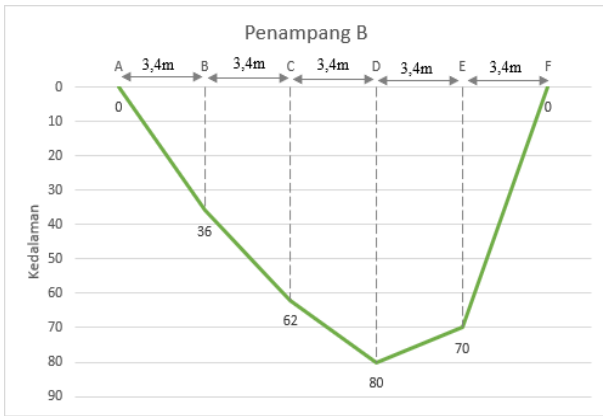
B. Hasil

1. Pengukuran Luas Penampang Sungai

Dari hasil pengumpulan data di lapangan bentuk penampang sungai krueng tuan per dua section 5 kali pengukuran dapat di gambarkan seperti Gbr.5 dan Gbr.6.



Gbr. 5 penampang A sungai krueng tuan minggu ke 1



Gbr. 6 panampang B sungai krueng tuan minggu ke 1

Dari hasil analisis data menggunakan persamaan (14), di dapati rata-rata luas penampang setiap minggunya dalam 5 kali pengukuran seperti pada Tabel 3.

TABEL III
Luas Penampang Rata -Rata Pada Sungai Krueng Tuan Setiap Minggunya

Nilai Rata-Rata luas Penampang A Dan B		
No	Minggu	Luas penampang Rata-Rata m ²
1	1	7,62 m ²
2	2	7,9 m ²
3	3	8,64 m ²
4	4	9,8 m ²
5	5	10,72 m ²

2. Perhitungan kecepatan

Dilakukan pengukuran kecepatan air sungai krueng tuan dengan dua metode yaitu:

a) Metode Pengukuran Kecepatan Menggunakan Alat Ukur Current Meter Flowatch Fl -03

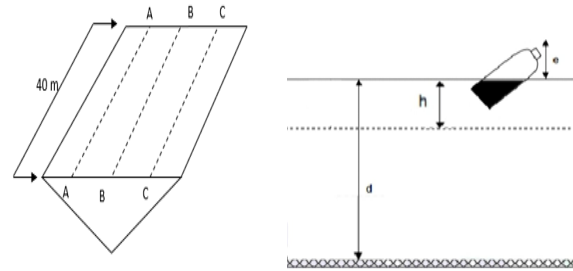
Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada setiap jalur vertikal dengan metode 2 titik dari hasil data pengukuran kecepatan menggunakan alat ukur Current meter flowatch FL-03 dapat di hitung nilai rata-rata kecepatan menggunakan persamaan (10) dan mendapatkan hasil perhitungan kecepatan setiap minggunya pada tabel 4 sebagai berikut.

TABEL IV
Kecepatan rata -rata menggunakan current meter pada sungai krueng tuan setiap minggunya

Nilai Rata-Rata Kecepatan Penampang A Dan B		
No	Minggu	Kecepatan Rata-Rata m/s
1	1	0,40625 m/s
2	2	0,4625 m/s
3	3	0,50625 m/s
4	4	0,475 m/s
5	5	0,5 m/s

b) Metode pelampung

Pengukuran kecepatan dengan menggunakan pelampung botol air minum dengan kedalaman bagian pelampung 12 cm dan bagian di atas permukaan air 11 cm, jarak lintasan 40 meter,melakukan 3 kali percobaan pada setiap jalur seperti pada Gbr.7.



Gbr.7 Lintasan dan sketsa pelampung

Untuk perhitungan mencari nilai rata - rata menggunakan persamaan (12).

$$V = \frac{(CxL)}{t} = \dots m/s$$

$$V = \frac{(0,60 \times 40)}{55,99} = 0,428648 m/s$$

Untuk mencari nilai C (Koefisien) tergantung dari jenis pelampung yang digunakan,nilai tersebut dapat dihitung dengan persamaan (13) sebagai berikut.

$$C = 1 - 0,116 \left((\sqrt{1-a}) - 0,1 \right)$$

$$C = 1 - 0,116 \left((\sqrt{1-0,22}) - 0,1 \right)$$

$$C = 0,884((0,78) - 0,1)$$

$$C = 0,884(0,68)$$

$$C = 0,60$$

Setelah menghitung kecepatan berikut tabel hasil kecepatan rata-rata menggunakan pelampung setiap minggunya di sungai krueng tuan.

TABEL V
Kecepatan Rata -Rata Setiap Minggunya Menggunakan Pelampung

Nilai Rata-Rata Kecepatan Metode Pelampung		
No	Minggu	Kecepatan Rata-Rata m/s
1	1	0,437203
2	2	0,449368
3	3	0,472062
4	4	0,471328
5	5	0,489194

3. Perhitungan Debit Air

Pengukuran yang di lakukan pada sungai krueng tuan ini meliputi lebar saluran sungai, kedalaman sungai, luas penampang, dan kecepatan aliran. Pengukuran untuk kedalaman memakai tomkuat meter,pengukuran lebar sungai memakai meteran dan mengukura kecepatan yang

pertama dengan alat ukur Current meter Flowatch FL-03 dan yang kedua menggunakan pelampung dan stopwatch.maka dari itu perhitungan debit menggunakan persamaan (7), hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

a) Nilai debit dari pengukuran kecepatan menggunakan current meter flowatch fl-03

TABEL VI
Debit air sungai krueng tuan setiap minggunya

Debit Air Sungai Krueng Tuan Pengukuran Dengan Current Meter				
No	Uraian	Luas Penampang Sungai (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
1	Minggu 1	7,62	0,40625	3,096
2	Minggu 2	7,9	0,4625	3,654
3	Minggu 3	8,64	0,50625	4,374
4	Minggu 4	9,8	0,475	4,655
5	Minggu 5	10,27	0,5	5,135

b) Nilai debit dari pengukuran kecepatan menggunakan pelampung.

TABEL VII
Debit air sungai krueng tuan setiap minggunya

Debit Air Sungai Krueng Tuan Pengukuran Dengan Pelampung				
No	Uraian	Luas Penampang Sungai (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
1	Minggu 1	7,62	0,437203	3,3314
2	Minggu 2	7,9	0,449368	3,5500
3	Minggu 3	8,64	0,472062	4,07861
4	Minggu 4	9,8	0,471328	4,6190
5	Minggu 5	10,27	0,489194	5,0240

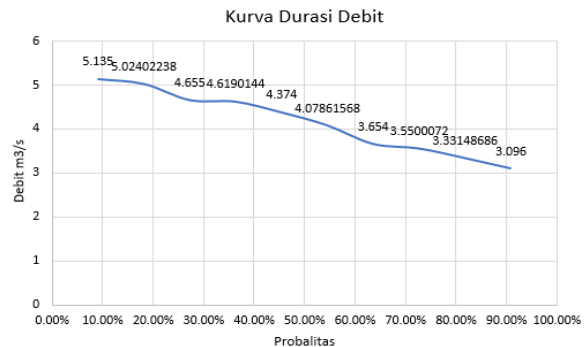
4. Menghitung Debit Andalan

Debit andalan dihitung pada sungai Krueng Tuan Nisam Antara dengan ke andalan 70% , 80% dan 90%. Dari data pengukuran yang di lakukan perminggu dengan 5 kali pengukuran, pengukuran dilakukan dengan dua metode yaitu dengan current meter dan metode pelampung. Pengukuran dilakukan yaitu dari tanggal 20 mei sampai tanggal 17 juni, kemudian data debit tersebut di urutkan dari nilai terbesar hingga terkecil sehingga mendapat nilai probalitas 70%, 80% dan 90% dengan metode weibull persamaan (8).Hasil analisa debit andalan seperti ditunjukan pada Tabel 9 berikut:

TABEL XI
Debit andalan sungai krueng tuan

Urutan	Debit m3/s	Probalitas
1	5,135	9,09%
2	5,02402238	18,18%
3	4,655	27,27%

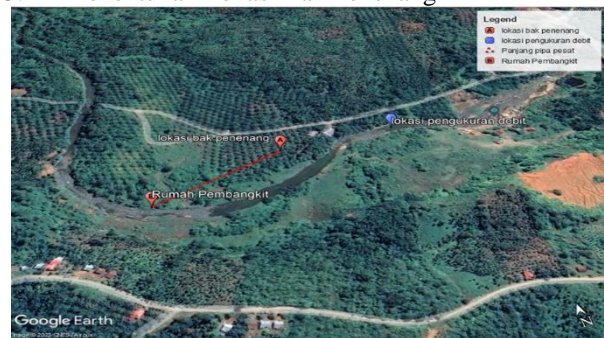
4	4,6190144	36,36%
5	4,374	45,45%
6	4,07861568	54,55%
7	3,654	63,64%
8	3,5500072	72,73%
9	3,33148686	81,82%
10	3,096	90,91%



Gbr. 8 Kurva Durasi Debit Andalan

Hasil dari perhitungan untuk memperoleh nilai debit andalan menggunakan persamaan (8) dan mendapat kan nilai (Q 70%) 3,5500072 m³/s, (Q 80%)3,33148686 m³/s dan (Q 90%) 3,096 m³/s.

5. Menentukan Lokasi Bak Penenang



Gbr. 9 Lokasi Bak Penenang

Lokasi bak penenang terletak pada bagian belakang lokasi penelitian yang dimana bak penenang ini lebih terjal dibanding sungainya. Perencanaan lokasi bak penenang dapat di lihat pada Gbr.9.

6. Elevasi Sungai pada Perencanaan Pembangkit

Pengukuran Elevasi sungai menggunakan Aplikasi My Elevation. Cara pengukurannya, yaitu dengan menempatkan dua titik yang berbeda pada lokasi yang ingin diukur elevasinya. Penghitungan head sungai dapat dilakukan dengan cara mengurangkan nilai elevasi pada titik yang lebih tinggi dengan nilai elevasi pada titik yang lebih rendah,dihitung dengan persamaan (16).

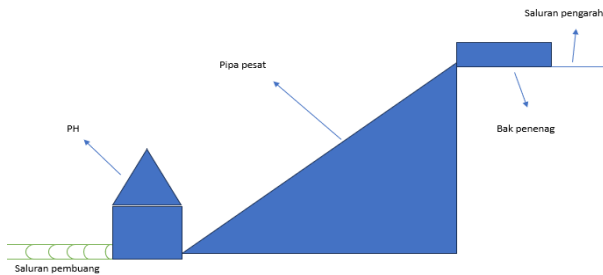
$$H = H1 - H2$$

$$Ht = 250 - 243$$

$$Ht = 7 \text{ m}$$

7. Perancangan Pipa Pesat

Untuk perencanaan pipa pesat harus mengetahui nilai head terlebih dahulu dapat dilihat pada Gbr.10 berikut:



Gbr. 10 Skema perancangan pipa pesat

Untuk panjang pipa pesat 200 meter dengan head nya adalah 7 meter.

a) Menentukan Diameter Pipa Pesat

Untuk mencari diameter pipa pesat saya mengambil sampel dengan debit andalan 70 % dapat di hitung dengan persamaan (1).

$$D = \left(\frac{10,3 \times n^2 \times Q^2 \times L}{H} \right)^{0,1875}$$

$$D = \left(\frac{10,3 \times 0,012^2 \times 3,55000^2 \times 200}{7m} \right)^{0,1875}$$

$$D = 0,8892m = 88,92cm = 889,2mm$$

b) Menghitung Luas Penampang Pipa

Menghitung luas penampang pipa dapat di hitung setelah mengetahui diameter pipa dapat di hitung dengan persamaan (2) sebagai berikut.

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = 3,14 \times 0,4446^2$$

$$A = 0,621 m^2$$

c) Menghitung Kecepatan air dalam pipa

Kecepatan aliran dalam pipa dapat di hitung dengan persamaan (3) sebagai berikut.

- Hasil dengan debit andalan 70%

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

$$V = 5,72 m/s$$
- Hasil dengan debit andalan 80%

$$V = 5,3675 m/s$$
- Hasil dengan debit andalan 90%

$$V = 4,989 m/s$$

d) Menghitung Debit air dalam pipa

Debit air dalam pipa dapat di hitung dengan persamaan (4) sebagai berikut.

- Dengan kecepatan debit andalan 70% dalam pipa.

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,621 m^2 \times 5,72 m/s$$

$$Q = 3,55 \frac{m^3}{detik}$$
- Dengan kecepatan debit andalan 80% dalam pipa.

$$Q = 3,34 \frac{m^3}{detik}$$

- Dengan kecepatan debit andalan 90% dalam pipa.

$$Q = 3,09 \frac{m^3}{detik}$$

e) Rugi – rugi pada pipa pesat

- Minor losses, dengan persamaan (5).

$$h_e = K_e \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$h_e = 0,5 \frac{5,72^2}{2 \times 9,8}$$

$$h_e = 1,67 m$$

- Mayor losses, dengan persamaan (6).

$$h_f = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$h_f = 0,012 \frac{200}{88,92} \times \frac{5,72^2}{2 \times 9,8}$$

$$h_f = 0,04509 m$$

- Losses total

$$H_{loss} = \text{Major Loss} + \text{Minor Loss}$$

$$H_{loss} = H_e + H_f$$

$$H_{loss} = 1,67 + 0,04509 = 1,7151 m$$

- Head efektif pada pipa pesat.

$$H_{efektif} = H_{tersedia} - H_{loses}$$

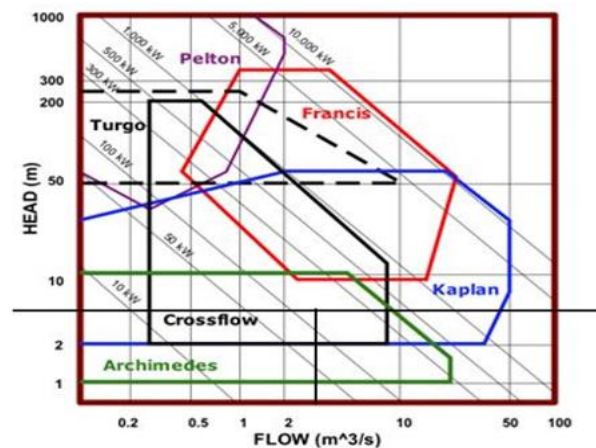
$$H_{efektif} = 7 m - 1,7151 m$$

$$H_{efektif} = 5,28 m$$

Dari perhitungan pipa pesat mendapat kan head efektif dengan nilai 5,28 meter .

8. Menentukan karakteristik turbin

Setelah mendapatkan kecepatan air dalam pipa ,debit keluaran pipa dan haed efektif pada perencanaan pipa pesat maka akan dapat menentukan karakteristik turbin yang di pakai dapat dilihat pada Gbr.11.



Gbr.11 Karakteristik Turbin 70%, 80%, dan 90% pada sungai krueng tuan dengan head 5,28 meter adalah turbin CROSSFLOW dan KAPLAN.

9. Estimasi Daya Yang Dibangkitkan

a) Menghitung daya hidrolis keluaran pipa pesat dapat menggunakan persamaan (17).

- perhitungan potensi hidrolis dengan debit andalan 70%

$$P = p \cdot g \cdot Q \cdot H_{efektif}$$

$$P = 183878 \text{ watt} = 183,87 \text{ kw}$$

- perhitungan potensi hidrolis dengan debit andalan 80%

$$P = p \cdot g \cdot Q \cdot H_{efektif}$$

$$P = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \times 3,34 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 5,28 \text{ m}$$

$$P = 173001 \text{ watt} = 173 \text{ kw}$$

- perhitungan potensi hidrolis dengan debit andalan 90%

$$P = p \cdot g \cdot Q \cdot H_{efektif}$$

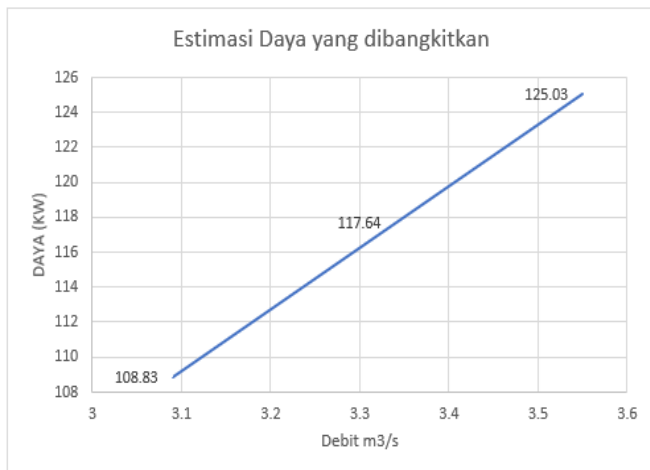
$$P = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \times 3,09 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 5,28 \text{ m}$$

$$P = 160052 \text{ watt} = 160,05 \text{ kw}$$

b) Menghitung Daya yang Dibangkitkan
Setelah mendapat kan potensi hidrolis kita dapat menghitung daya yang di bangkitkan dengan persamaan (18) mendapatkan hasil pada Tabel 10.

TABEL X
Potensi Daya yang dibangkitkan sungai krueng tuan debit andalan 70%-90%

Debit air m3/s	Elevasi	Daya Listrik (kw)
3,55 (Q70%)	5,28	125,03
3,34 (Q80%)	5,28	117,64
3,09 (Q90%)	5,28	108,83



Gbr. 12 Potensi Daya Terbangkitkan Sungai Krueng Tuan

Dari Gbr.12 Terlihat daya pada Q90% adalah 108.83 kw yang merupakan daya andalan dengan kemungkinan terjadi sebesar 90% dan kegagalan 10%. Potensi listrik terbesar pada debit Q70% sebesar 125,83 kw dan kegagalan nya 30%.

V. KESIMPULAN

1. Hasil dari pengukuran debit yang ada pada sungai krueng tuan mendapatkan nilai probabilitas debit andalan (Q 70%) 3,55000 m3/s, (Q 80%) 3,33148 m3/s dan (Q 90%) 3,096 m3/s. Adapun debit dari perhitungan keluaran pipa pesat mendapat kan nilai debit andalan (Q70%) 3,55 m3/s, (Q80%) 3,34 m3/s dan (Q90%) 3,09 m3/s.
2. Dengan head sebesar 5,28 meter dan probabilitas debit andalan pada tingkat 90%, 80%, dan 70%, jenis turbin yang cocok adalah turbin Crossflow dan Kaplan.
3. Potensi daya yang dapat dihasilkan dari Sungai Krueng Tuan pada probabilitas debit andalan (Q70%), (Q80%), dan (Q90%) adalah 125,03 kW, 117,60 kW, dan 108,3 kW.

REFERENSI

- [1] Aditya, A. (2020). **Pengembangan Sumber Energi Terbarukan Di Indonesia Berbasis Mikro Hidro**. Malang: Universitas Muhammadiyah.
- [2] T.Ananda, S.R. (2022).**Potensi Energi Listrik Pada Aliran Sungai Alue Meuh Sebagai Sumber Tenaga Pembangkit Listrik**. Lhokseumawe : Politeknik Negeri Lhokseumawe. Skripsi.
- [3] Afandi, A. (2018).**BAB II dasar teori pengertian turbin Air**. Diambil dari: <http://repository.untag-sby.ac.id/323/3/BAB%202.pdf>. Diakses Pada Tanggal 28 Febuari 2022.
- [4] Salmadi. (2022). **Studi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Desa Rerebe Kecamatan Tripe Jaya Kabupaten Gayo Lues**. Lhokseumawe : Politeknik Negeri Lhokseumawe. Skripsi.
- [5] Badan Standarisasi Nasional (2015). **Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung**. SNI 8066:2015.
- [6] Hasanuddin. (2021). **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Krueng Lhok Gob Desa Kumba Kabupaten Pidie Jaya**. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe: Vol.3 No.1 Oktober 2019.
- [7] Zamzami. (2022). **Identifikasi Potensi Daya Listrik Dengan Pengukuran Debit Air Krueng Meuredu Pidie Jaya**. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe: Vol.6.No.1 November 2022 ISSN:2598-3954.
- [8] Widyastuti.M. (2016). **BAB II Hidrologi Dan Hidrogeologi Karst**. Diambil Dari : [https://osf.io/pdf/BAB II Hidrologi Dan Hidrogeologi Karst](https://osf.io/pdf/BAB%20II%20Hidrologi%20Dan%20Hidrogeologi%20Karst/). Di Akses Pada Tanggal 10 Juli 2023.