

# Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Krueng Mane Geumpang Kabupaten Pidie

Teuku Hasanuddin<sup>1</sup>, Zamzami<sup>2</sup>, Fauzan<sup>3</sup>, Radhiah<sup>4\*</sup>, Muhammad<sup>5</sup>

<sup>1,5</sup> *Jurusan Tekniknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 Indonesia*

<sup>1</sup>hasanudin10955@gmail.com

<sup>4\*</sup>radhiah34@yahoo.com(penulis korespondensi)

**Abstrak** - Tujuan yang dicapai pada penelitian ini adalah memanfaatkan potensi energi air pada Krueng Mane Geumpang Pidie menjadi energi listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat disekitarnya dan masyarakat Aceh pada umumnya. Perancangan pembangkit tenaga air Krueng Geumpang dimulai dengan pengukuran debit air dan mencari elevasi tertinggi pada sungai tersebut. Dari data potensi tersebut dilakukan perancangan diameter pipa *penstock* yang paling optimal dengan metode pembatasan kecepatan air dan minimisasi rugi-rugi ketinggian. Berdasarkan kecepatan air dan elevasi jatuh air yang diperoleh ditentukan jenis turbin yang digunakan dan kapasitas generator untuk pembangkitan energi listrik. Dari hasil penelitian diperoleh sebuah kesimpulan bahwa pada perancangan pembangkit listrik tenaga air Krueng Mane Geumpang menghasilkan daya efektif tertinggi pada lokasi Tutut (*turue cot mane*) dengan Tangse sebesar 16,87 MW pada debit 9,95 m<sup>3</sup>/det dengan elevasi 182 meter dan panjang pipa pesat 16,51 KM dengan rugi-rugi ketinggian 10 m dan rugi-rugi daya 0,83 MW. Diameter pipa pesat untuk debit pengukuran 9,95 m<sup>3</sup>/det sebesar 2,27 m dan 1,79 m untuk debit andalan 6,5 m<sup>3</sup>/det. Jenis turbin yang digunakan pembangkit listrik tenaga air Krueng Mane Geumpang dengan debit pengukuran 9,95 m<sup>3</sup>/det dan elevasi 182 m adalah turbin reaksi jenis pelton dengan spesifikasi: jumlah nozzle 5 buah, jumlah sudu 20, diameter nozzle 0,21 m, diameter runner 1,87 m.

**Kata kunci**— Pelton, Debit Air, Daya Listrik, Elevasi, Rugi-Rugi Daya.

**Abstract** - The goal to be achieved in this study is to utilize the potential of water energy in Krueng Mane Geumpang Pidie into electrical energy to meet the electrical energy needs of the surrounding community and the Acehnese people in general. The design of the Krueng Geumpang hydropower plant begins with measuring the available water discharge and looking for the highest elevation on the river. From the potential data, the most optimal penstock pipe diameter design is carried out with the method of limiting water velocity and minimizing height losses. Based on the speed of the water and the elevation of the water fall obtained, the type of turbine used and the capacity of the generator for electricity generation are determined. From the results of the study, it was concluded that the design of the Krueng Mane Geumpang hydroelectric power plant produced the highest effective power at the Tutut location (*turue cot mane*) with a Tangse of 16.87 MW at a discharge of 9.95 m<sup>3</sup>/s with an elevation of 182 meters and a pipe length rapidly 16.51 KM with a height loss of 10 m and a power loss of 0.83 MW. The diameter of the rapid pipe for measuring discharge is 9.95 m<sup>3</sup>/s of 2.27 m and 1.79 m for the mainstay discharge of 6.5 m<sup>3</sup>/s. The type of turbine used by the Krueng Mane Geumpang hydroelectric power plant with a measuring discharge of 9.95 m<sup>3</sup>/s and an elevation of 182 m is a pelton type reaction turbine with specifications: number of nozzles 5, number of blades 20, nozzle diameter 0.21 m, runner diameter 1.87 m.

**Keywords**—Pelton, Water Discharge, Power Electrical, Elevation, Losses.

## I. PENDAHULUAN

Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan kebijakan dengan mengundangkan Peraturan Presiden (Perpres) No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional yang bertujuan untuk menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri. Pada Perpres tersebut secara rinci diatur beberapa sasaran kebijakan diantaranya adalah pada tahun 2025 terwujudnya elastisitas energi di bawah 1 dan pengurangan porsi bahan bakar minyak dalam komposisi energi primer sampai 20% dan optimalisasi bahan bakar batubara dan gas masing-masing lebih dari 33% dan 30%, serta sisanya dengan mengembangkan sumber energi baru terbarukan (EBT). Optimalisasi energi terbarukan merupakan langkah strategis karena dari sisi sumber daya energi potensi panas bumi Indonesia cukup besar yaitu mencapai 29.038 GWe dan yang dikembangkan baru sebesar 1.226 WW, sehingga masih cukup besar potensi energi panas bumi untuk dikembangkan pada sistem kelistrikan nasional. Sedangkan potensi tenaga air diperkirakan sekitar 75.000 MW dengan kapasitas PLTA terpasang 5.711 MW.[1]. Penelitian tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga air telah banyak dilakukan terbukti dengan banyaknya literatur yang mengangkat masalah tersebut. Diantaranya adalah Teuku Hasanuddin meneliti potensi energi listrik Krueng Lhok Gop di Gampong (desa) Kumba Pidie Jaya. Penelitian tersebut menghasilkan sebuah

kesimpulan bahwa krueng Lhok Gob desa Kumba Pidie memiliki potensi energi listrik sebesar 2540 kW dengan debit air sungai 2,59 m<sup>3</sup>/det dan ketinggian jatuh air optimal 119 meter dengan panjang saluran pipa pesat 1960 m. Pipa pesat hasil rancangan memiliki diameter 1,12 m dengan debit air sungai hasil pengukuran 2,59 m<sup>3</sup>/det.[2] Asrori, mendisain turbin air kapasitas 2x1 MW di PLTM Cianten Kabupaten Bogor dengan hasil stabilitas operasi turbin dinyatakan aman, dimana nilai *speed rise* dan *pressure rise* adalah masing-masing berkisar 44,39% dan 19,39 %. Sedangkan nilai *kmml Weighted Average Efficiency* adalah sebesar 88,67 %.[3].

Krueng Mane terletak tepatnya di Kecamatan Mane Kabupaten Pidie. Sungai ini mengalir dari Geumpang dan menyatu dengan sungai Tangse di Kuala. Dari kuala sungai ini mengalir menuju kabupaten Aceh Jaya. Air sungai Krueng Mane mengalir dengan debit air dan kemiringan besar sehingga memiliki potensi energi listrik yang dapat dimanfaatkan oleh penduduk setempat untuk kebutuhan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan merencanakan spesifikasi teknis menyangkut komponen pada pembangkit listrik tenaga air diantaranya spesifikasi teknis saluran pipa pesat, turbin, dan generator berdasarkan hasil pengukuran debit air sungai dan ketinggian jatuh air.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sungai Krueng Mane Geumpang Kecamatan Mane Kabupaten Pidie dengan luas 817,50 KM2 terbentang di antara 04,30 – 04,60 Lintang Utara dan 95,75 – 96,20 Bujur Timur yang merupakan salah satu kabupaten dalam wilayah Provinsi Aceh. Ruang lingkup wilayah Kabupaten Pidie terletak memiliki batas yang ditentukan berdasarkan pandangan sudut administrasi mencakup wilayah daratan seluas 318.444,77 Ha, yang memiliki 23 kecamatan, 94 kemukiman dan 731 gampong, sedangkan wilayah laut memiliki kewenangan sejauh 4 mil sepanjang garis pangkal seluas 39.845,37 Ha.

Kemiringan atau lereng di Kabupaten Pidie dapat di rinci sebagai berikut:

1. Dataran dengan kemiringan antara 0 – 3 % seluas 68,699 Ha atau 16,51 % dari luas wilayah.
2. Dataran dengan kemiringan antara 3 -15 % seluas 33,698 Ha atau 8,10 % dari luas wilayah.
3. Dataran dengan kemiringan antara 15 – 40 % seluas 32,269 Ha atau 7,76 % dari luas wilayah.
4. Dataran dengan kemiringan lebih besar 40 % seluas 281,389 Ha atau 67,63 % dari luas wilayah.

Kecamatan Mane terletak pada kordinat 4 52 4 N 96 5 33 E pada ketinggian 331 mdpl seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Krueng Mane Geumpang

B. Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan untuk merancang pembangkit tenaga air Krueng Mane Geumpang Pidie sebagai berikut;

1. Mengukur lebar dan kedalaman sungai Krueng Mane pada dua titik yang telah ditentukan dengan menggunakan peralatan tongkat meter
2. Dari hasil pengukuran lebar dan kedalaman sungai dihitung luas penampang sungai dengan menggunakan metode midsection pada persamaan 1 berikut ;[4]

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

Keterangan

- $a_x$  = luas penampang basah pada bagian ke x ( $m^2$ )
- $b_{(x+1)}$  = 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)
- $d_x$  = adalah kedalaman pada titik vertikal ke x (m)
- A = luas seluruh penampang basah ( $m^2$ )

3. Mengukur kecepatan aliran sungai Krueng Mane Geumpang dengan menggunakan current meter pada dua titik penampang sungai yang telah ditentukan pada kedalaman 0,2 dan 0,8 dari kedalaman sungai. Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan 2 berikut;[4]

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

Keterangan

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

4. Mengukur kecepatan aliran sungai Krueng Mane Geumpang dengan menggunakan pelampung pada sisi kiri, tengah dan kanan sungai. Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan 3 berikut.[4]

$$V = (C \times L)/t \tag{3}$$

Keterangan

- V = kecepatan aliran sungai
- L = panjang lintasan pelampung
- T = waktu tempuh pelampung
- C = koefisien kecepatan

5. Menghitung rata-rata debit air sungai dengan menggunakan persamaan 4.

$$Q = V_{rata-rata} \times A_{rata-rata} \tag{4}$$

Keterangan

- Q = debit air sungai ( $m^3/det$ )
- $V_{rata-rata}$  = kecepatan rata-rata aliran sungai
- $A_{rata-rata}$  = luas penampang rata-rata sungai

6. Menghitung diameter pipa pesat berdasarkan debit air sungai hasil pengukuran dan perhitungan. Diameter pipa unakan Gordon-Penman berikut ini.

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

Keterangan:

- D = diameter pipa pesat (m)
- Q = debit air sungai ( $m^3/det$ )

7. Memilih dan mengukur titik tertinggi dan terendah menggunakan aplikasi My Elevation. Beda ketinggian dapat dtung dengan persamaan 6 berikut.

$$H = H_1 - H_2 \tag{6}$$

Keterangan

- H = beda ketinggian
- $H_1$  = titik tertinggi
- $H_2$  = titik terendah

8. Menghitung rugi-rugi ketinggian menggunakan persamaan 7.

$$h_f = V^2 \cdot L \cdot n^2 / R^{4/3} \tag{7}$$

Keterangan

- $h_f$  = rugi-rugi ketinggian
- L = panjang pipa pesat
- n = koefisien manning (0,014)
- R = jari-jari hidraulik pipa pesat (D/4)

9. Menghitung potensi daya listrik dengan persamaan 8.

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

Keterangan:

- P = daya listrik (kW)

Q = debit air (m<sup>3</sup>/det)  
 η = efisiensi  
 H = head (m)

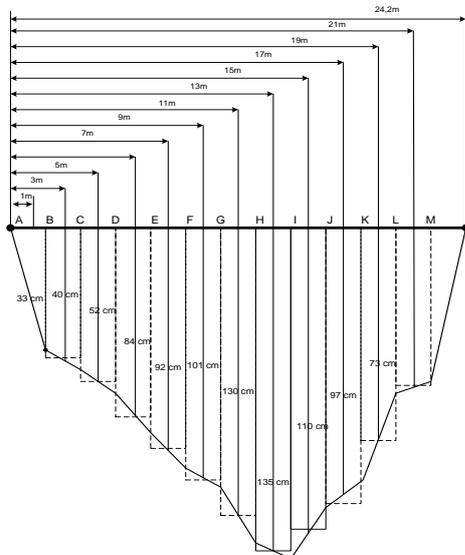
10. Menentukan jenis turbin yang sesuai dengan debit air sungai dan elvasi sesuai dengan hasil pengukuran dan perhitungan.
11. Menentukan kapasitas dan spesifikasi generator

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

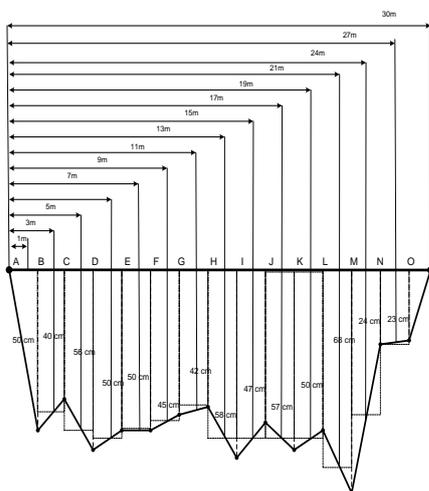
#### A. Debit Air Sungai Krueng Mane Geumpang Pidie

Debit air sungai di dapatkan dengan mengukur luas permukaan sungai pada dua titik yang berbeda dan kecepatan aliran air sungai dapat diukur dengan menggunakan current meter dan pelampung. Debit andalan ditentukan berdasarkan n *Japan International Corporation Agency (JICA)* yang mana untuk debit andalan pembangkit listrik tenaga air yang digunakan yaitu 45% -65%, selanjutnya juga harus mempertimbangkan nilai faktor kapasitasnya yaitu berdasarkan peraturan menteri ESDM nomor 12 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik.[6][7]

Dari hasil pengukuran diperoleh penampang sungai krueng Mane Geumpang pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Penampang A Sungai Krueng Mane Geumpang



Gambar 3. Penampang B Sungai Krueng Mane Geumpang

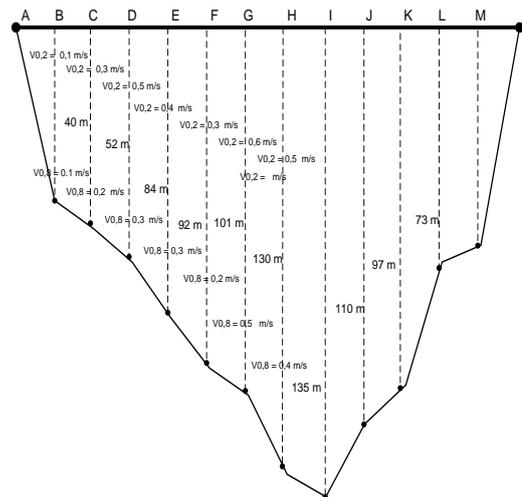
Luas penampang sungai Krueng Mane Geumpang dihitung menggunakan persamaan 3 berdasarkan data pada gambar penampang A dan penampang B. hasil perhitungan tersebut direkapitulasi yang ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I  
 LUAS PENAMPANG RATA-RATA SUNGAI MANE GEUMPANG

No	Luas Penampang A		Luas Penampang B	
	Area	M <sup>2</sup>	Area	M <sup>2</sup>
1	B-C	0.66	B-C	1
2	C-D	0.8	C-D	0.8
3	D-E	1.04	D-E	1.12
4	E-F	1.68	E-F	1
5	F-G	1.84	F-G	1
6	G-H	2.02	G-H	0.9
7	H-I	2.7	H-I	0.84
8	I-J	2.6	I-J	1.16
9	J-K	2.2	J-K	0.94
10	K-L	1.94	K-L	1.14
11	L-M	1.46	L-M	1
12			M-N	0.72
13			N-O	0.69
Total		20,34	Total	12,31
Total Luas Rata-Rata				16,325

Dari Tabel I menunjukkan luas penampang rata-rata sungai Mane Geumpang yang diambil sebagai sampel dalam pengukuran debit air sungai tersebut adalah 16,325 m<sup>2</sup>.

Pengukuran kecepatan air sungai Mane Geumpang pada tanggal 21-22 Agustus 2021 dengan menggunakan alat ukur current meter pada kedalaman 20% dan 80% pada setiap titik yang telah ditentukan pada penampang A dan penampang B seperti terlihat pada Gambar 4 diperoleh kecepatan air sungai seperti terlihat pada Tabel II.



Gambar 4. Kecepatan Air Sungai Mane Geumpang

TABEL II.  
 KECEPATAN AIR SUNGAI MANE GEUMPANG DENGAN CURRENT METER

Penampang A				
No	Titik	V0,8 (m/s)	V0,2 (m/s)	Kecepatan (m/s)
1	A	0,1	0,1	0,1
2	B	0,2	0,3	0,25
3	C	0,3	0,5	0,4
4	D	0,3	0,4	0,35
5	E	0,2	0,3	0,25
6	F	0,5	0,6	0,55
7	G	0,4	0,5	0,45
8	H	0,4	0,5	0,45
Kecepatan Rata-rata				0,35
PENAMPANG B				
No	Titik	V0,8	V0,2	Kecepatan

		(m/s)	(m/s)	(m/s)
1	A	0,6	0,7	0,65
2	B	0,5	0,6	0,55
No	Titik	V0,8 (m/s)	V0,2 (m/s)	Kecepatan (m/s)
3	C	0,4	0,7	0,55
4	D	0,4	0,5	0,45
5	E	0,4	0,5	0,45
6	F	0,3	0,4	0,35
7	G	0,2	0,3	0,25
8	H	0,2	0,3	0,25
Kecepatan Rata-rata				0,44
Kecepatan Rata-rata A-B				0,395

Pengukuran kecepatan air sungai Mane Geumpang pada tanggal 21-22 Agustus 2021 dengan menggunakan pelampung dengan jarak lintasan antara penampang A dan penampang B 30 m dengan lima belas kali pengukuran diperoleh kecepatan air sungai seperti terlihat pada Tabel III.

TABEL III.  
KECEPATAN AIR SUNGAI MANE GEUMPANG DENGAN PELAMPUNG

No	Panjang Lintasan (m)	Waktu (det)	Kecepatan (m/det)
1	30	47,3	0.63
2	30	48,2	0.62
3	30	64,8	0.46
4	30	52,1	0.58
5	30	56,3	0.53
6	30	46,3	0.65
7	30	54,5	0.55
8	30	47,9	0.63
9	30	55,5	0.54
10	30	44,5	0.67
11	30	49,7	0.60
12	30	56,1	0.53
13	30	43,6	0.69
14	30	42,8	0.70
15	30	43,4	0.69
Rata-rata			0,61

Dari Tabel III. kecepatan rata-rata air sungai Mane Geumpang hasil pengukuran sebesar 0,61 meter/detik. Dari hasil pengukuran luas penampang dan kecepatan air sungai Mane Geumpang serta data dari PT.Mega Tuah Raya diperoleh debit air pengukuran seperti ditunjukkan pada Tabel IV berikut:

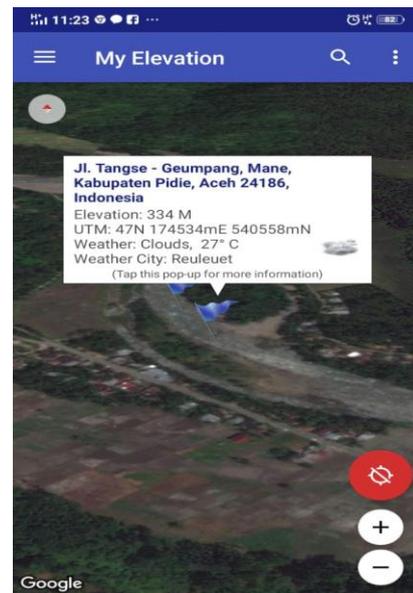
TABEL IV  
DEBIT AIR SUNGAI KRUENG MANEE GEUMPANG

N0	Uraian	Luas Penampang Sungai (m <sup>2</sup> )	Kecepatan (m/det)	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Sumber Data
1	Debit Andalan	-	-	6,5	PT.Mega Tuah Raya
2	Debit Banjir 1000	-	-	878,96	PT.Mega Tuah Raya
3	Debit Tanggal 21-22/08/02	16,325	0,395	6,45	Pengukuran (current meter)
4	Debit Tanggal 21-22/08/02	16,325	0,61	9,95	Pengukuran (Pelampung)

**B. Elevasi Sungai Krueng Mane Geumpang Pidie**

Tingkat kemiringan yang diwakili oleh indikator gradien skematik, semakin miring areal, semakin

besar kemungkinan untuk ditemukannya head yang cukup untuk pembangkit listrik tenaga air. Dari data pengukuran dengan menggunakan My Elevation seperti pada Gambar 5 diperoleh hasil pada Tabel V berikut:



Gambar 5. Pengukuran ketinggian

Pada Gambar 5. menunjukkan elevasi pada area Kecamatan Mane sebesar 334 MDPL dengan kordinat UTM 47N 174534mE 540558mN.

TABEL V.  
DATA HASIL PENGUKURAN ELEVASI

No	Titik A			Titik B			Elevasi (m)	Jarak Men datar (Km)
	H (m)	Koordinat (UTM)	Lokasi	H (m)	Koordinat (UTM)	Lokasi		
1	315	47N 17333 0mE 54203 2mN	Mane	551	47N 1794 56m E 5433 95m N	Mane	236	6,27
		47N 16822 2mE 54565 5mN			47N 1828 03m E 5455 29m N			
2	276	47N 16822 2mE 54565 5mN	Mane	742	47N 1779 52m E 5438 55m N	Lutue ng	199	9,88
		46N 83182 2mE 54585 0mN			47N 1828 03m E 5455 29m N			
3	276	47N 16822 2mE 54565 5mN	Mane	475	47N 1779 52m E 5438 55m N	Lutue ng	199	9,88
		46N 83182 2mE 54585 0mN			47N 1828 03m E 5455 29m N			
4	259	46N 83182 2mE 54585 0mN	Tangse	742	47N 1828 03m E 5455 29m N	Mane	483	16,45
		47N 16822 2mE 54565 5mN			47N 1779 52m E 5438 55m N			

5	262	46N 83172 7mE 54556 1mN	Tan gse	475	47N 1779 52m E 5438 55m N	Lutue ng	213	11,83
No	H (m)	Titik A		Titik B		Ele vasi (m)	Jarak Men datar (Km)	
		Koordi nat (UTM )	Lok asi	H (m)	Koor dinat (UT M)			Lokas i
6	382	47N 17781 6mE 54028 9mN	Lut ung man e	691	47N 1848 36m E 5401 18m N	Mane	309	7,01
7	382	47N 17781 6mE 54028 9mN	Lut ung man e	849	47N 1877 92m E 5392 15m N	Mane	467	10,1
8	435	47N 18015 6mE 53740 0mN	Tut ut, Tur ue Cut Ma ne	253	46N 8318 08m E 5457 24m N	Tangs e	182	16,51

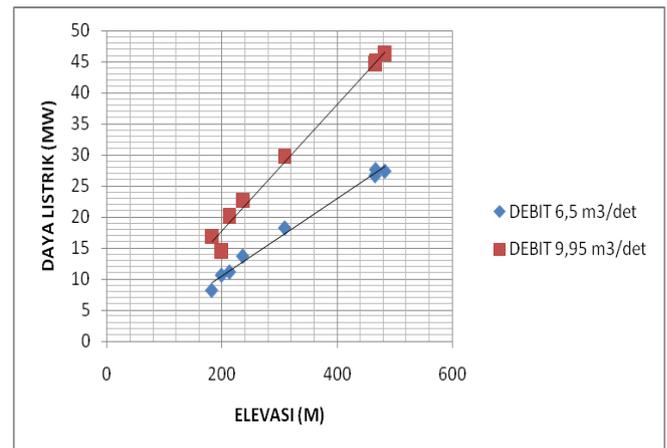
C. Potensi Daya Listrik Sungai Krueng Mane Geumpang Pidie

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 dapat dihitung dengan melakukan pengurangan antaran daya potensi dengan daya rugi-rugi pada pipa pesat. Dengan menggunakan metode iatas diperoleh daya efektif untuk setiap elevasi seperti tertera pada Tabel VI.

TABEL VI  
POTENSI DAYA LISTRIK EFEKTIF KRUENG MANEE GEUMPANG.

No	Debit	H (m)	P	P <sub>rugi-rugi</sub>	P <sub>efektif</sub>
1		236	15.0	1.30	13.7
2		466	29.7	3.03	26.67
3		199	12.7	2.06	10.64
4	6,5	483	30.8	3.41	27.39
5		213	13.6	2.44	11.16
6		309	19.7	1.46	18.24
7		467	29.7	2.06	27.64
8		182	11.6	3.41	8.19
1		236	23.0	0.33	22.67
2		466	45.4	0.99	44.65
3		199	19.4	0.66	14.51
4	9,95	483	47.1	0.83	46.27
5		213	20.8	0.58	20.22
6		309	30.1	0.33	29.77
7		467	45.5	0.50	45
8		182	17.7	0.83	16.87

Dari grafik pada Gambar 6 dan Tabel VI terlihat bahwa daya efektif tertinggi sebesar 46,27 MW pada debit 9.95 m<sup>3</sup>/det dengan elevasi 483 meter dan panjang pipa pesat 16,456 km.



Gambar 6. Grafik debit terhadap daya

Daya efektif yang sesuai pada pengukuran debit air adalah pada lokasi Tutut (turue cot mane) dengan Tangse sebesar 182 m dengan daya 16,87 MW dengan panjang saluran 16,511 KM.

D. Diameter dan Rugi-rugi pada Pipa Pesat Krueng Mane Geumpang

Diameter pipa pesat pada perancangan pembangkit listrik tenaga air Krueng Mane Geumpang dihitung berdasarkan persamaan Gordon-Penman. Perhitungan didasarkan pada debit air sungai hasil pengukuran yang diperoleh Tabel VII berikut ini;

TABEL VII  
DIAMETER SALURAN PIPA PESAT

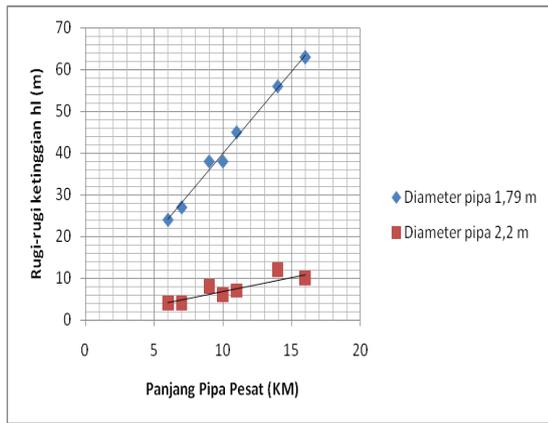
No	Debit Air	Satuan	Diameter Pipa Pesat (m)
1	Debit Andalan	6,5	1,79
2	Pengukuran	6,45	1,83
3	Pengukuran	9,95	2,27

Rugi-rugi ketinggian dihitung dengan menggunakan persamaan 7. Dengan menggunakan persamaan 7 tersebut dan dilengkapi hasil pengukuran debit air, diameter pipa pesat, kecepatan aliran dalam pipa dan panjang saluran pipa pesat diperoleh rugi-rugi ketinggian hasil perhitungan seperti Tabel VIII berikut.

TABEL VIII  
RUGI-RUGI KETINGGIAN (HL)

No	V(m/det)	Debit	L (km)	R (m)	h <sub>r</sub> (m)
1			6,274		24
2			14,56		56
3			9,882		38
4			16,456		63
5	2,59	6,5	11,831	0,45	45
6			7,01		27
7			10,011		38
8			16,511		63
13			6,274		4
14			14,56		12
15			9,882		8
16			16,456		10
17	1,20	9,95	11,831	0,57	7
18			7,01		4
19			10,011		6
20			16,511		10

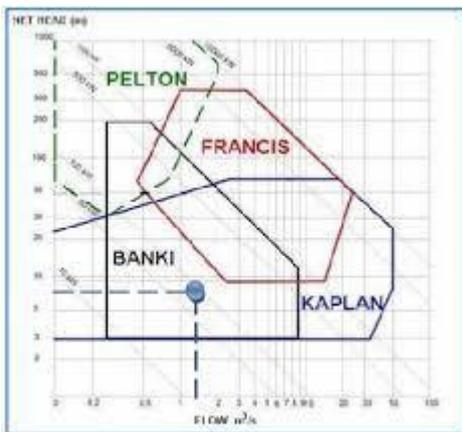
Dari Tabel VIII dan Gambar 7 menunjukkan rugi-rugi ketinggian  $h_1$  terbesar sebesar 63 m pada panjang pipa pesat 16,456 km dan debit  $6,5 \text{ m}^3/\text{det}$ .



Gambar 7. Rugi-rugi ketinggian

**E. Turbin Dan Generator Diameter Krueng Mane Geumpang**

Pemilihan jenis turbin yang akan digunakan didasarkan pada beberapa parameter diantaranya adalah ketinggian jatuh air efektif, debit air dan daya keluaran. [3] Dari nilai hasil rancangan parameter tersebut diatas jenis turbin dapat ditentukan dengan merujuk kepada grafik seperti terlihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Grafik pemilihan tipe turbin (Q) dan (H) [6].

Dari hasil perhitungan dan merujuk pada Gambar jenis turbin yang pada perancangan pembangkit listrik tenaga air Krueng Mane Geumpang dengan debit  $9,95 \text{ m}^3/\text{det}$  dan elevasi 182 m adalah turbin impuls jenis pelton. Spesifikasi turbin pelton dapat dihitung dengan mengikuti tahapan sebagai berikut:

- 1) Mengitung Kecepatan air pada nozzle[8]
 
$$v = (2 \times g \times h)^{1/2}$$

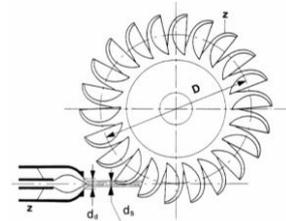
$$v = (2 \times 9,8 \times 182)^{1/2}$$

$$v = 59,7 \text{ m/det}$$
- 2) Pemilihan Jumlah Nozzle  
Jumlah nozzle dipilih 5 buah
- 3) Menghitung diameter nozzle  $d_s$ 

$$d_s = [(4 \times Q) / (z \times 3,14 \times v)]^{1/2}$$

$$d_s = [(4 \times 9,95) / (5 \times 3,14 \times 59,7)]^{1/2}$$

$$d_s = 0,21 \text{ m}$$



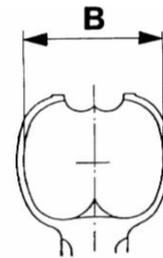
Gambar 9. Diameter Nozzle Turbin Pelton

- 4) Menghitung lebar sudu
 
$$B = 3,3 \times d_s \text{ untuk } 4-5 \text{ nozzles}$$

$$B = 3,3 \times d_s$$

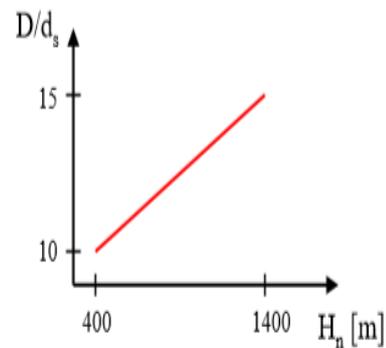
$$B = 3,3 \times 0,21$$

$$B = 0,68 \text{ m}$$



Gambar 10. Sudu Turbin Pelton

- 5) Menghitung diameter runner turbin.  
Untuk menghitung diameter runner turbin pelton digunakan rumus interpolasi dari grafik dibawah.



Gambar 11. Kurva Interpolasi  $d/d_s$  dan H

$$D/d_s = (0,005 \times H) + 8$$

$$D/d_s = (0,05 \times 182) + 8 = 8,91$$

$$D/d_s = 8,91$$

$$D = 8,91 \times d_s$$

$$D = 8,91 \times 0,21$$

$$D = 1,87 \text{ m}$$

- 6) Menghitung speed turbin
 
$$n = (u \times 60) / (3,14 \times D)$$
 Hitung nilai
 
$$u = 0,48 \times v$$

$$u = 0,48 \times 59,7$$

$$u = 28,66 \text{ m/det}$$

$$n = (28,66 \times 60) / (3,14 \times 3)$$

$$n = 182 \text{ rpm}$$
- 7) Menghitung Jumlah kutub generator pada frekuensi 50Hz
 
$$p = (120 \times f) / n$$

$$p = (120 \times 50) / 182$$

$$p = 32 \text{ kutub}$$

$$P = 18 \text{ pasang kutub}$$
- 8) Menghitung jumlah sudu turbin

$$z = 15 + (0,5 \times (D/d_s))$$

$$z = 15 + (0,5 \times 8,91)$$

$$z = 15 + 4,45$$

$$z = 19,45$$

$$z = 20$$



Gambar 12. Runner dan sudu turbin

Ada dua parameter dasar untuk menentukan spesifikasi dari generator yang akan ditempatkan pada pembangkit listrik tenaga air. Dua parameter dasar menentukan spesifikasi generator yaitu yang pertama potensi daya listrik yang dihasilkan berdasarkan debit air sungai dan elevasi jatuh air. Parameter yang kedua adalah putaran runner turbin yang dipengaruhi oleh kecepatan jatuh air yang menghantam sudu-sudu turbin. Dari hasil pengukuran dan perhitungan spesifikasi generator yang sesuai pada perencanaan pembangkit tenaga air Krueng Mane Geumpang adalah generator dengan kapasitas daya 130% dari potensi daya listrik 16,87 MW. Untuk spesifikasi jumlah kutub didasarkan pada putaran runner turbin 182 rpm pada frekuensi 50Hz menghasilkan jumlah kutub 32 kutub. Jumlah kutu yang sangat besar dapat direduksi dengan penambahan gear box sehingga putaran poros generator meningkat dan jumlah kutub dapat dikurangi pada frekuensi 50 Hz.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian perancangan pembangkit listrik tenaga air Krueng Mane Geumpang berdasakan besaran pengukuran debit air sungai dan elevasi jatuh air menghasilkan jenis turbin

yang sesuai dengan Krueng Mane Geumpang adalah dari jenis turbin impuls yaitu turbin pelton.

Potensi daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air krueng mane Geumpang sebesar 16,87 MW dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di Kecamatan Mane Kabupaten Pidie untuk kebutuhan energi listrik dalam kegiatan sehari-harinya. Kelebihan daya listrik tersebut dapat juga disalurkan ke jaringan interkoneksi 150 kV Aceh yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat Aceh dan Sumatera Utara. Potensi energi listrik ini bila dibangun menjadi sebuah pembangkit energi listrik sangat bermanfaat bagi masyarakat disekitar dalam menjalankan kehidupan sehari – hari dan juga bagi sitem interkoneksi 150kV Aceh.

Jumlah kutub generator yang dihasilkan perencanaan ini sangat besar. Bila ditinjau dari sisi teknis jumlah kutub hasil perencanaan sangat tidak sesuai, sehingga perlu dilakukan perhitungan tambahan dengan menambah peralatan gear box untuk menaikan putaran runner turbin.

#### REFERENSI

- [1] Azmi Riza dan Hidayat Amir, “Ketahanan Energi: Konsep, Kebijakan dan Tantangan bagi Indonesia”, Buletin Info Risiko Fiskal Edisi 1, 2014.
- [2] Hasannuddin Teuku,, “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 ISSN: 2598-3954,2019.
- [3] Asrori, “Perencanaan Turbin Air Kapasitas 2 x 1 MW di PLTM Cianten 1 Kabupaten Bogor” , Vol. 01, No. 01, Bulan Juni, Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur ,2018.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, “Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung”,SNI 8066:2015,2015.
- [5] Layman's guidebook. 1998. On how to develop a small hydro site second edition.1998.
- [6] JICA. “Panduan Untuk Pembangunan PLTMH”. Jakarta. JICA,2003.
- [7] Mahendra Dwi Sukma, ”Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Di Sungai Warkapi Distrik Tanah Rubuh Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat”. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan UNIBRAW Vol 1, No 2,2018
- [8] M. EdySunarto, Markus Eisenring. ”Turbin Pelton Mikro“, Yogyakarta: MHPG ANDI OFFSET.1994