

Identifikasi Potensi Daya Listrik Dengan Pengukuran Debit Air Krueng Meureudu Pidie Jaya

Zamzami¹, Abdullah Irwansyah², Fauzan³, Yassir⁴, Teuku Hasannuddin^{5*}

^{1,5} *Jurusan Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

¹zamzami@pnl.ac.id

^{5*}hasanudin10955@gmail.com (penulis korespondensi)

Abstrak— Tujuan pada penelitian ini adalah memanfaatkan energi potensi air yang ada pada Krueng Meureudu yang berlokasi di Gampong Lhok Sandeng Pidie Jaya menjadi energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat disekitarnya. Identifikasi potensi energi listrik tenaga air Krueng Meureudu dimulai dengan pengukuran debit air yang tersedia dan menetapkan elevasi yang ada pada aliran sungai. Pengukuran debit air sesaat dilakukan dengan melakukan pengukuran luas penampang sungai pada dua lokasi. Setelah didapatkan luas penampang sungai kemudian diukur kecepatan aliran sungai dengan menggunakan alat ukur *current meter* dan pelampung. Sedangkan debit andalan 90% yang merupakan debit yang digunakan untuk menghitung potensi daya listrik diambil dari data Pos Duga Air di bendungan sungai Meureudu selama jangka waktu sembilan tahun di mulai dari tahun 2013 sampai dengan 2021. Berdasarkan hasil pengukuran sesaat diperoleh hasil luas penampang rata-rata sungai yang diukur 12,3 m² dan kecepatan air 0,383 m/det menggunakan alat ukur current meter dan 0,812 m/det menggunakan pelampung. Debit air sesaat pada tanggal 13 Agustus 2022 hasil pengukuran menunjukkan 4,7 m³/det dan 9,98 m³/det. Probabilitas debit andalan Q90% dari data sembilan tahun dengan menggunakan metode Weibull diperoleh hasil 8,77 m³/det. Potensi daya listrik pada debit andalan Q90% 7,92 m³/det pada elevasi 10 m adalah sebesar 776,1 kW.

Kata kunci— debit air, daya listrik, elevasi.

Abstract— The goal to be achieved in this study is to utilize the potential energy of water in Krueng Meureudu 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 Acehnese people in general. Identification of the potential of Krueng Meureudu hydroelectric energy begins with measuring the water flow and determining the elevation in the river flow. Measurement of instantaneous water discharge is carried out by measuring the cross-sectional area of the river at two locations. After obtaining the cross-sectional area of the river, the velocity of the river flow was measured using a current meter and a buoy. While the mainstay discharge of 90% which is the discharge used to calculate the electric power potential is taken from the data of the Air Duga Post at the Meureudu river dam for a period of nine years starting from 2013 to 2021. Based on the results of instantaneous measurements, the average cross-sectional area is obtained. The river measured is 12.3 m² and the water velocity is 0.383 m/s using a current meter and 0.812 m/s using a buoy. The instantaneous water discharge on August 13, 2022, the measurement results showed 4.7 m³/s and 9.98 m³/s. The probability of reliable discharge Q90% from the nine year data using the Weibull method is 8.77 m³/s. The potential for electric power at the Q90% mainstay discharge of 7.92 m³/s at an elevation of 10 m is 776.1 kW.

Kata kunci— water discharge, electric power, elevation.

I. PENDAHULUAN

Air adalah unsur yang paling penting bagi masyarakat dan dibutuhkan oleh setiap benda hidup serta merupakan energi yang mempertahankan permukaan bumi secara konstan. Potensi energi listrik air adalah salah satu dari sekian banyak energi murah dari sumber energi baru yang terbarukan (renewable) yang murah dan ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil. Kebutuhan akan energi listrik akan terus mengalami peningkatan. Pemanfaatan energi listrik akan senantiasa berkembang. Sejalan dengan itu kini pemerintah telah menyadari akan hal itu dan melalui kementerian ESDM yang membawahi bidang pertambangan dan energi, telah mengeluarkan kebijakan untuk menaikkan harga beli listrik untuk menarik investor berinvestasi yang tujuan akhirnya untuk menutupi kekurangan cadangan listrik negara dan menyukseskan cita-cita untuk dapat mengalirkan listrik ke semua daerah di nusantara [1]. Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan kebijakan dengan mengundang 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 batu bara dan gas masing-masing lebih dari 33%

dan 30%, serta sisanya dengan mengembangkan sumber energi baru terbarukan (EBT) [2].

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit sungai adalah mengukur luas penampang basah dan kecepatan aliran pada tinggi muka air sungai tertentu. Pengukuran Lebar Sungai dapat dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu [3]:

- a) Pengukuran lebar sungai dilakukan dengan menggunakan alat ukur lebar. Jenis alat ukur lebar harus disesuaikan dengan lebar penampang basah dan sarana penunjang yang tersedia.
- b) pengukuran Kedalaman Sungai Pengukuran kedalaman sungai dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur kedalaman di setiap penampang vertikal yang telah diukur jaraknya. Jarak setiap penampang vertikal harus diusahakan serapat mungkin agar debit tiap sub bagian penampang tidak lebih dari 5% dari debit seluruh penampang basah.
- c) Pengukuran Kecepatan Aliran Kecepatan aliran rata-rata di suatu penampang basah diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan rata-rata di beberapa penampang vertikal. Kecepatan rata-rata di suatu penampang vertikal diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan aliran satu titik, dua titik, tiga titik atau lebih banyak titik, yang pelaksanaannya tergantung pada kedalaman aliran, lebar aliran dan sarana yang tersedia.

Pengukuran debit air dengan metode observasi dan metode analisa perhitungan kecepatan air sungai Sario pada bulan Juli tahun 2021, dengan kedalaman rata-rata adalah 0,50 m yang

terjadi pada jarak sekitar 5,5 m dari sisi kanan sungai, kecepatan rata-rata adalah 0,1345 m/detik, debit air rata-rata yang mengalir 0,263 m³/detik[4].

Penelitian ini bertujuan menghitung potensi daya listrik sungai Meureudu Gampong Lhoksandeng dengan melakukan pengukuran debit air sesuai dan analisa probabilitas debit andalan dari data Pos Duga Air di bendungan sungai Meureudu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Tempat utama untuk pelaksanaan penelitian ini adalah sungai Lhok Sandeng Kecamatan Meurah Dua Kabupaten Pidie Jaya. Kabupaten Pidie Jaya adalah salah satu kabupaten yang baru terbentuk di wilayah provinsi Aceh, dengan ibukota Kabupaten adalah Kota Meureudu. Kabupaten ini dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2007, pada tanggal 2 Januari 2007, dengan letak geografis 9603'16,62" sampai dengan 96020'40,5" Bujur Timur dan 5018'6,607" sampai dengan 4056'42,1" Lintang Utara. Secara Topografi Kabupaten Pidie Jaya berada pada ketinggian 0 mdpl s.d 2300 mdpl dengan tingkat kemiringan lahan antara 0 sampai 40%. Kecamatan Bandar Dua berada pada 10 mdpl s.d. 2300 mdpl sedangkan Kecamatan Ulim, Meurah Dua, Meureudu, Trienggadeng, Pante Raja, dan Bandar Baru berada pada 0 mdpl s.d 2.300 mdpl terbentang dari Pesisir Selat Malaka hingga Puncak Gunung Peuet Sagoe pada Gugusan Bukit Barisan. Secara keseluruhan Kabupaten Pidie Jaya rawan terhadap banjir dan erosi. Dari klasifikasi lereng, Kabupaten Pidie Jaya merupakan daerah dataran tinggi yang memiliki daerah kelas lereng sampai dengan 40% seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Krueng Meureudu Pidie Jaya

B. Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan untuk pengukuran debit air Krueng Meureudu Gampong Lhok Sandeng Pidie Jaya sebagai berikut: [5][6]

1. Melakukan pengukuran lebar dan kedalaman sungai Krueng Meureudu di dua lokasi yang telah dipilih menggunakan peralatan metering
2. Hasil pengukuran terhadap lebar dan kedalaman sungai dianalisa luas penampangnya dengan menggunakan metode midsection pada persamaan 1 berikut:[4]

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

Keterangan

a_x = luas penampang basah x (m²)

$b_{(x+1)}$ = jarak antar titik vertikal (m)

$b_{(x-1)}$ = jarak titik vertikal (m)

D_x = kedalaman titik vertikal (m)

3. Melakukan pengukuran kecepatan alir sungai Krueng Meureudu dengan menggunakan alat ukur *current meter* pada dua titik penampang sungai yang telah dipilih di kedalaman 0,2 dan 0,8 dari kedalaman sungai. Menurut referensi [4] kecepatan aliran dihitung dengan persamaan 2 berikut;

$$V = (V_{0,8} + V_{0,2})/2 \quad (2)$$

Keterangan

$v_{0,8}$ = kecepatan air kedalaman 80%.

$v_{0,2}$ = kecepatan air kedalaman 20%

v = kecepatan rata-rata.

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

$$V = (C \times L)/t \quad (3)$$

Keterangan

V = kecepatan alir sungai

L = panjang lintasan

T = waktu tempuh

C = koefisien kecepatan

5. Melakukan perhitungan rata-rata debit air sungai menggunakan Persamaan 4.

$$Q = V_{RATA-RATA} \times A_{rata-rata} \quad (4)$$

Keterangan

Q = debit air sungai (m³/det)

$V_{rata-rata}$ = kecepatan rata-rata aliran sungai

$A_{rata-rata}$ = luas penampang rata-rata sungai

6. Menghitung rata-rata debit andalan air sungai dengan Metode Weibull.[7][8][9]

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam perencanaan proyek-proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*), yang tujuannya adalah untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai. Debit tersebut digunakan sebagai patokan ketersediaan debit yang masuk ke waduk pada saat pengoperasiannya. Untuk menghitung debit andalan tersebut, dihitung peluang 80 % dari debit *inflow* sumber air pada pencatatan debit pada periode tertentu. Dalam menentukan besarnya debit andalan dengan peluang 80 % digunakan probabilitas Metode Weibull, dengan Persamaan 5 berikut

$$P = m/(n + 1) \times 100\% \quad (5)$$

dengan :

P = peluang (%),

m = nomor urut data,

n = jumlah data

7. Menghitung potensi daya listrik dengan persamaan 6.

$$P = 9,8 Q H \eta \quad (6)$$

Keterangan:

P = daya listrik (kW)

Q = debit air (m³/det)

η = efisiensi
 H = head (m)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

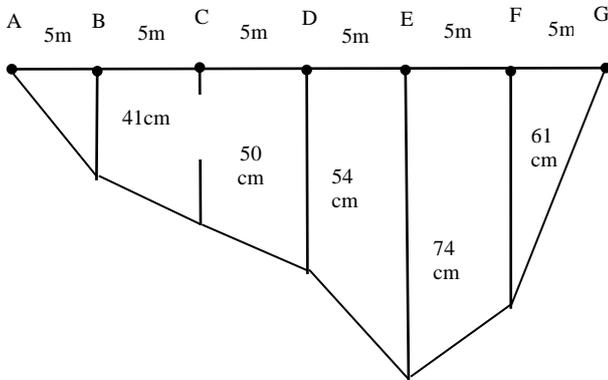
A. Luas Rata-rata Penampang Sungai.

Lokasi pengukuran luas penampang sungai dilakukan di Krueng Meureudu desa Lhoksandeng Kabupaten Pidie Jaya seperti terlihat pada Gambar 2.

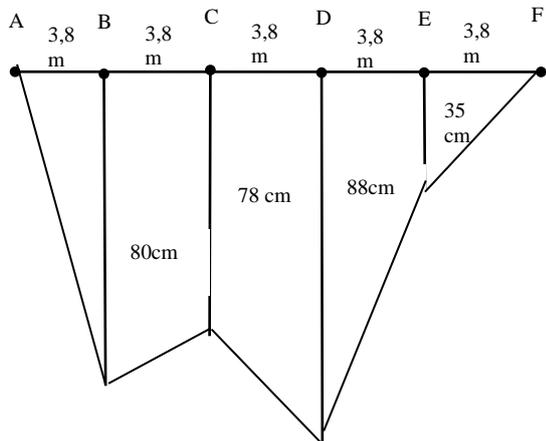


Gambar 2. Pengukuran Debit Air Sungai Meureudu

Dari hasil pengambilan data di lapangan pada tanggal 13 Agustus 2022 bentuk penampang A sungai Lhoksandeng Meureudu dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Penampang A Sungai Meureudu



Gambar 4. Penampang B Sungai Meureudu

Gambar 4 dan 3 menunjukkan bentuk penampang A dan B sungai Lhok Sandeng Meuredu. Ukuran penampang A dan B sungai Lhok Sandeng Meuredu lebih terperinci seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

TABEL I
 Ukuran Penampang A dan B Sungai Meureudu

No	Penampang A	Lebar		Kedalaman				
		m	Penampang B	m	Penampang A	m	Penampang B	cm
1	A-B	5	A-B	3,8	B	41	B	80
2	A-C	10	A-C	7,6	C	50	C	78
3	A-D	15	A-D	11,	D	54	D	88
4	A-E	20	A-E	15,	E	74	E	35
5	A-F	25	A-F	19,	F	61		
6	A-G	30						

Dari ukuran Penampang A dan Penampang B sungai Lhoksandeng Meuredu pada Tabel I dapat dihitung rata-rata penampang sungai Lhoksandeng Meuredu dengan cara mencari luas membentuk penampang sungai ke dalam bentuk persegi panjang dan segitiga. Kemudian menghitung luas persegi panjang dan luas segitiga tersebut sehingga diperoleh luas penampang rata-rata sungai Meureudu seperti tertera pada Tabel II berikut:

TABEL II
 Luas Penampang Rata-rata Sungai Meureudu

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

Dari Tabel II. menunjukkan luas penampang rata-rata sungai Meuredu yang diambil sebagai sampel dalam pengukuran debit air sungai tersebut adalah 12,3 m².

B. Kecepatan Rata-rata air Sungai

Setelah dilakukan pengukuran kecepatan air sungai Lhoksandeng Meuredu 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 III.

TABEL III
 Kecepatan Air Sungai Meureudu Current Meter

No	Titik	PENAMPANG A		
		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
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 Meureudu pada tanggal 13 Agustus 2022 dengan menggunakan pelampung dengan jarak lintasan antara penampang A dan penampang B adalah 77 m dengan lima belas kali pengukuran diperoleh kecepatan air sungai seperti terlihat pada Tabel IV.

TABEL IV

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
Rata-rata			1,16

Dari Tabel IV kecepatan rata-rata air sungai Meureudu hasil pengukuran sebesar 1,16 meter/detik. Dari hasil pengukuran luas penampang dan kecepatan air sungai Lhoksandeng Meuredu diperoleh debit air pengukuran seperti ditunjukkan pada Tabel V berikut:

TABEL V

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	Pengukuran (current meter)
2	Debit Tanggal 13/08/2022	12,3	0,812 (1,16 x 0,7)	9,98	Pengukuran (Pelampung)

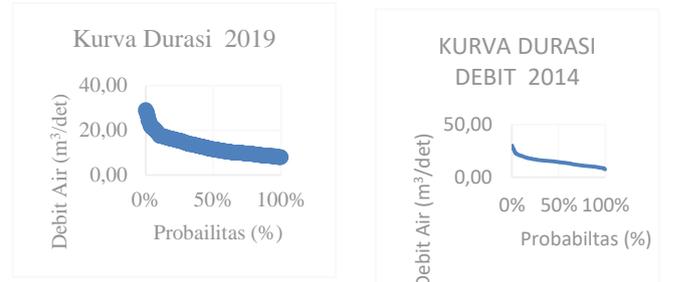
C. Menghitung rata-rata debit andalan

Debit andalan dihitung pada sungai Lhok Sandeng Pidie Jaya dengan keandalan 80% dan 90%. Dari data pintu air sungai Lhok Sandeng, debit 9 tahun yaitu dari tahun 2013 sampai dengan 2021, kemudian data debit tersebut diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil pertahunnya sehingga mendapat nilai probabilitas 80% dan 90% dengan metode Weibull. Hasil analisa debit andalan seperti ditunjukkan pada Tabel VI dan Gambar 5 berikut.

TABEL VI

Tahun	Debit andalan rata-rata (Q80%)	Debit andalan rata-rata (Q90%)
2013	9,78	8,81
2014	10,75	9,95

2015	9,57	8,85
2016	9,04	8,33
2017	9,20	8,63
2018	9,32	8,59
2019	9,32	0,90
2020	9,82	9,40
2021	8,95	7,81
Rata-rata	9,53	8,77



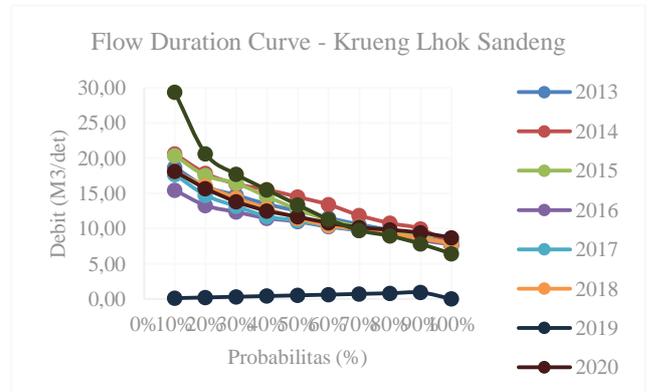
Gambar 5. Kurva Durasi Debit 2014 dan 2019

Hasil hitungan probabilitas debit andalan sungai Lhok Sandeng dari 10% sampai 100% dari tahun 2013 - 2021 yaitu selama sembilan tahun seperti ditunjukkan pada Tabel VII

TABEL VII
Rekapitulasi Debit Andalan Sungai Meureudu

Probabilitas	Q (m3/det)								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
10%	18,68	20,60	20,35	15,45	17,68	18,12	0,10	18,12	29,36
20%	15,98	17,84	17,52	13,28	14,73	16,03	0,20	15,69	20,64
30%	14,73	16,33	16,43	12,34	13,17	14,29	0,30	13,81	17,70
40%	13,46	15,52	14,54	11,47	11,72	12,83	0,40	12,50	15,50
50%	12,50	14,48	12,72	10,98	11,13	11,47	0,50	11,67	13,36
60%	11,52	13,40	11,22	10,25	10,34	10,47	0,60	10,80	11,31
70%	10,57	11,87	10,25	9,73	9,78	9,90	0,70	10,16	9,73
80%	9,78	10,75	9,57	9,04	9,20	9,32	0,80	9,82	8,95
90%	8,81	9,95	8,85	8,33	8,63	8,59	0,90	9,40	7,81
100%	8,15	7,61	7,74	7,74	7,84	7,91	0,00	8,70	6,41

Dari Tabel VII dapat di buat grafik probabilitas untuk debit air Sungai Lhok Sandeng seperti pada Gambar 6. Debit andalan Q90 % tertinggi pada tahun 2014 dan terendah pada tahun 2019 dari sumber Pos Duga Air Krueng Meureudu.



Gambar 6. Probabilitas debit air sungai Lhok Sandeng

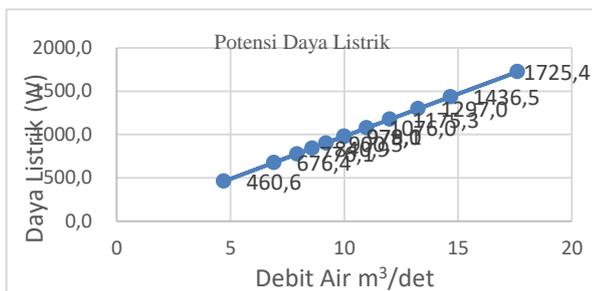
D. Potensi Tenaga Listrik

Debit andalan ditentukan berdasarkan Japan International Corporation Agency (JICA) yang mana untuk debit andalan pembangkit listrik tenaga air yang digunakan yaitu 45% -65% [10]. Potensi daya listrik dapat dihitung dengan persamaan 6 dan menetapkan elevasi 10 m pada aliran sungai Meureudu Gampong Lhok Sandeng. Dari hasil debit air sesaat dan andalan diperoleh potensi daya listrik seperti Tabel VIII dan Gambar berikut:

TABEL VIII
Rekapitulasi Debit Andalan Lhok Sandeng 10-100%

No	Debit (m ³ /det)	Elevasi (m)	Daya Listrik (kW)
1	4,7 (sesaat)	10	978,0
2	9,98 (sesaat)	10	460,6
3	17,61 (Q10%)	10	1725,4
4	14,66 (Q20%)	10	1436,5
5	13,23 (Q30%)	10	1297,0
6	11,99 (Q40%)	10	1175,3
7	10,98 (Q50%)	10	1076,0
8	9,99 (Q60%)	10	979,1
9	9,19 (Q70%)	10	900,5
10	8,58 (Q80%)	10	840,9
11	7,92 (Q90%)	10	776,1
12	6,9 (Q100%)	10	676,4

Dari Gambar 7 terlihat daya pada Q90% adalah 776,1 kW yang merupakan daya andalan dengan kemungkinan terjadi sebesar 90% dan kegagalan 10%. Potensi daya listrik terbesar pada debit Q10% sebesar 1725,2 kW namun kemungkinan terjadi hanya 10% dan kegagalannya 90%. Jika asumsi per kepala keluarga di desa Lhok Sandeng menggunakan daya sebesar 900 VA, maka dengan menggunakan debit Q90% ada 689 keluarga yang menggunakan energi listrik.



Gambar 7. Potensi Daya Listrik Sungai Lhok Sandeng

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian identifikasi potensi daya listrik di sungai Meuredu Gampong Lhoksandeng memberikan hasil daya listrik dalam kategori Pembangkit Listrik Mini Hidro (PLTMH) yang dapat menerangi Gampong Lhok Sandeng.

Probabilitas debit andalan pada Q80% dan Q90% dengan data sembilan tahun sangat tinggi yaitu 8,85 dan 7,92 m³/det.

REFERENSI

- [1] Anshar Abdullah, Analisis Hidrologi Rencana Bendungan Buttu Batu, Prosiding Seminar Nasional XII “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta 2017.
- [2] Azmi Riza dan Hidayat Amir, “Ketahanan Energi: Konsep, Kebijakan dan Tantangan bagi Indonesia”, Buletin Info Risiko Fiskal Edisi 1, 2014.
- [3] Anonim, “Modul Perhitungan Hidrologi”, Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi, Tanpa Tahun
- [4] Teddy T, “Identifikasi dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario”, Volume 3 N03, Jurnal Teknik Sipil Terapan, 2021
- [5] 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.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, “Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung”, SNI 8066:2015, 2015.
- [7] Soewarno, “Hidrologi-Hidrometri”, Penerbit Nova, Bandung, 1998
- [8] 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
- [9] Lukis Tria, “Optimasi Pola Taman Daerah Irigasi Uwai Pangoan Kabupaten Kampar”, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Volume 1 No. 2 Oktober 2014
- [10] JICA. “Panduan Untuk Pembangunan PLTMH”. Jakarta. JICA, 2003