

## **ESTIMASI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK MIKRO HYDRO PADA BENDUNGAN BEURACAN**

### ***ESTIMATION OF MICRO HYDRO POWER PLANT POTENTIAL ON BEURACAN IRRIGATION***

<sup>1</sup>Teuku Multazam, Unida, Banda Aceh, Aceh, Indonesia.

<sup>2</sup>Mahdi Syukri, Unsyiah, Banda Aceh, Aceh, Indonesia.

<sup>3</sup>Yuli Prasetyo, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Jawa Timur, Indonesia.

E-mail: [teuku.multazam@gmail.com](mailto:teuku.multazam@gmail.com)

Diterima: 29/07/2018; Disetujui: 27/08/2018

#### **ABSTRAK**

Permintaan energi listrik oleh masyarakat di Indonesia mengalami peningkatan pesat seiring populasi penduduk semakin bertambah. Ketersediaan sumber daya air merupakan potensi besar yang harus dimanfaatkan untuk meningkatkan daya listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Estimasi potensi daya listrik dilakukan untuk mengetahui jumlah energi listrik yang mampu dibangkitkan. Data kecepatan, kedalaman air, head dan lebar bendungan merupakan hal yang paling mendasar diperlukan, data ini diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung yang digunakan untuk menghitung debit air. Debit air efektif yang dihasilkan yaitu 9,35 m<sup>3</sup>/det, head setinggi 2 meter, dan titik kedalaman maksimal adalah 1,2 meter. Berdasarkan hasil tersebut maka perkiraan potensi daya listrik yang dihasilkan oleh bendungan adalah 183,26 kW.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik, Energi, PLTMH, Daya Listrik.

## ABSTRACT

*The demand for electric power in Indonesia has increased rapidly as the population grows. The availability of water resources is a great potential that must be utilized to increase energy through Micro Hydro Power Plant (PLTMH). Estimation of power potential for PLTMH on Beuracan Irrigation to determine the amount of power electric that can be generated. Data of speed, water depth, head and width of the dam are the most fundamental that be required, it is obtained from the results of measurements directly used to calculate the flow of water. Effective water debit produced is  $9.35 \text{ m}^3/\text{s}$ , head 2 meters high and the maximum depth is 1.2 meters. Based on these results, the estimated potential power generated by the dam is 183.26 kW*

*Keywords: Power, PLTMH, Micro Hydro, Power Plant.*

## PENDAHULUAN

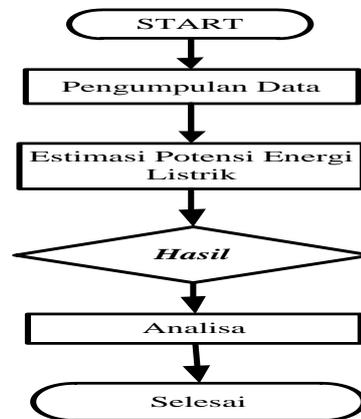
Permintaan energi listrik oleh masyarakat di Indonesia mengalami peningkatan pesat karena populasi penduduk semakin bertambah. Dalam dua tahun ini permintaan energi listrik sebesar 66,63 juta pelanggan menjadi 64,28 juta pelanggan atau meningkat sebesar 3.65 persen. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/09/26/berapa-jumlah-pelanggan-dan-penjualan-listrik-pln-saat-ini>. Untuk menutupi kebutuhan tersebut perlu dilakukan pembangunan pembangkit listrik baru. Kondisi Indonesia yang memiliki iklim tropis menjadi sebuah peluang besar dalam mewujudkan banyak pembangkit, sebab terdapat banyak potensi energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan salah satunya adalah air melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (Teuku Multazam, et.al., 2016: 545).

Kabupaten Pidie Jaya merupakan daerah yang memiliki potensi air untuk dimanfaatkan menjadi listrik salah satunya potensi yang berada di Bendungan Beuracan. Studi untuk kelayakan perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) ini merupakan salah satu upaya estimasi daya listrik untuk perancangan PLTMH pada bendungan.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan meliputi

pengumpulan data, estimasi potensi daya listrik, dan analisa.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi lebar bendungan, kecepatan air, kedalaman air dan ketinggian air (*head*). Data tersebut diperoleh berdasarkan hasil pengukuran.

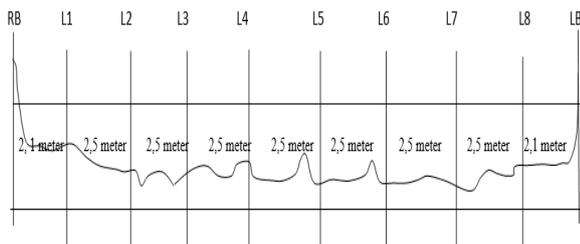
#### a. Lebar Bendungan

Bendungan untuk perencanaan pembangunan PLMTH berupa bendungan beton. Bendungan tersebut berfungsi sebagai penampung aliran air sungai yang dilengkapi dengan pintu air sebagai pengontrol dan pembuangan (Tri Mumpuni, 2003).



Gambar 2. Bendungan Beuracan

Pengukuran lebar bendungan untuk mendapatkan nilai kecepatan dan kedalaman air pada bendungan tersebut sehingga memudahkan penentuan titik lokasi aliran air ke bak penenang (*forebay*). Pengukuran dilakukan dengan cara membagi menjadi tujuh titik dengan jarak masing-masing yaitu 2.5 meter.



Gambar 3. Model Lebar Pembagian Lebar Bendungan

**b. Debit Air**

Debit merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan PLTMH. Volume debit air akan menentukan besarnya energi yang mampu dihasilkan. Debit juga akan menentukan ukuran dan jenis turbin yang akan digunakan. Pengukuran debit aliran sungai biasanya dilakukan dengan menggunakan alat *Current Meter Counter* (Dandekar, M.M et.al, 1991). Pengukuran dilakukan di sepanjang penampang melintang sungai. Dan bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk menghitung debit air maka dapat ditulis

$$Q = A \times V$$

Untuk mendapatkan luas penampang maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Wesli, 2008):

$$A = B \times h$$

Dimana

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/detik)

V = Kecepatan Air (m/detik)

A = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

B = Lebar bawa Bendungan (m)

d = Kedalaman Air (m)



Gambar 4. Pengukuran Kecepatan Air

**c. Tinggi Jatuh (Head)**

*Head* adalah ketinggian vertikal dimana air jatuh. Pengukuran *head* dilakukan dengan menggunakan *Theodolite*, pengukuran dilakukan di sepanjang sungai dari hulu sungai, yang diperkirakan merupakan lokasi dam, sampai hilir, yang diperkirakan tempat instalasi mesin pembangkit *Counter* (Kurniawan, et.al, 2009). Besarnya *head* dinyatakan dengan satuan meter (m).



Gambar 4. Pengukuran Head

#### d. Estimasi Potensi Energi

Estimasi potensi energi listrik dari pembangkit listrik tenaga air mikro hidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai dan air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik (Herianto, 2001).

Pada saluran besar volume air yang masuk ke pipa pesat diatur melalui pintu pengatur. Turbin pada proses pembangkitan listrik ini berputar karena adanya pengaruh energi potensial air yang mengalir dari pipa pesat dan mengenai sudut-sudut turbin. Berputarnya turbin kemudian akan mengakibatkan generator juga berputar sehingga generator dapat menghasilkan listrik sebagai keluarannya. Besarnya daya listrik sebelum masuk ke turbin secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_{in \text{ turbin}} = \rho \cdot Q \cdot h \cdot g$$

Sedangkan besar daya *output* turbin adalah sebagai berikut :

$$P_{out \text{ turbin}} = \rho \times Q \times h \times g \times \eta_{turbin}$$

Sehingga secara matematis daya real yang dihasilkan dari pembangkit adalah sebagai berikut :

$$P_{real} = \rho \times Q \times h \times g \times \eta_{turbin} \times \eta_{generator} \times \eta_{tm}$$

Dimana :

$P_{in \text{ turbin}}$  = Daya masukan ke turbin (kW)

$P_{out \text{ turbin}}$  = Daya keluaran dari turbin (kW)

$\rho$	= Massa jenis air (kg/m <sup>3</sup> )
$Q$	= Debit air (m <sup>3</sup> /s)
$h$	= Ketinggian efektif (m)
$g$	= Gaya gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
$\eta$	= Efisiensi
$\eta_{tm}$	= Efisiensi tegangan mekanis

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1) Pembahasan 1

#### a. Pehitungan Luas Penampang

Perhitungan luas dihasilkan dari perkalian antara lebar bendungan dengan kedalaman sungai pada setiap lokasi. Lokasi perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi tujuh titik dengan selisih dari masing lokasi 2.5 meter. Hasil perhitungan luas penampang pada setiap lokasi.

**Tabel 4.1. Luas penampang bendungan untuk masing-masing lokasi**

Lokasi	Luas Penampang (A) (meter <sup>2</sup> )
I	0,672
II	1,425
III	1,7
IV	2,2
V	2,37
VI	3
VII	1,875
VIII	1,5

**b. Perhitungan Debit**

Volume debit air diperoleh secara langsung dengan menggunakan data pengukuran memakai *current* meter selama dua period yaitu pagi – siang dan petang – malam. Pengukuran dua period untuk melihat kontinuitas debit air yang dihasilkan. Hasil perhitungan debit air pada dua perode tidak terjadi perbedaan yang signifikan seperti terlihat pada pada tabel 1.2.

**Tabel 1.2 Jumlah Debit yang dihasilkan Bendungan pada masing-masing lokasi**

Lokasi	Debit (meter <sup>3</sup> /detik)	
	Pagi - Siang	Petang - Malam
I	0,604	0,604
II	0,997	1,068
III	1,615	1,7
IV	1,98	2,31
V	2,375	2,493
VI	2,85	3,3
VII	1,781	1,968
VIII	1,575	1,575
<b>Jumlah Debit</b>	<b>13,777</b>	<b>15,018</b>

Volume rata-rata debit air yang didapatkan adalah:

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$Q = \frac{13.777 + 15.018}{2}$$

$$= 14,39 \text{ meter}^3/\text{detik}$$

$$= 14390 \text{ Liter/det}$$

Karena dalam bendungan terdapat endapan pasir maka faktor koreksi digunakan adalah 0,65.

(Anthon Jothan Ratho, 2011), sehingga debit efektif air di bendungan Beuracan adalah:

$$Q = c Q_{\text{total}} = 0,65 \times 14.39$$

$$= 9,35 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 9350 \text{ liter/detik}$$

**c. Estimasi Daya**

Estimasi kapasitas daya listrik yang diperoleh pada Bendungan Beuracan merupakan daya yang dihasilkan berdasarkan perkalian dari data debit air, *head*, *massa jenis* dan *gaya gravitasi*. Dalam penelitian ini, nilai *head* yang digunakan yaitu dua meter. Hasil perhitungan diperoleh bahwa daya yang mampu dibangkitkan oleh Bendungan Beuracan adalah:

$$P = \rho \cdot Q \cdot h \cdot g$$

$$= 1000 \times 9,35 \times 2 \times 9,8$$

$$= 183260 \text{ watt}$$

$$= 183,26 \text{ kW}$$

**d. Pembahasan**

Perolehan daya tergantung pada faktor kedalaman dan kecepatan air. Dari hasil pengukuran yang dilakukan, jika kedalaman air dangkal maka kecepatan air yang mengalir akan sangat lambat. Sebaliknya, jika kedalaman air semakin dalam mendalam maka nilai kecepatan air yang mengalir akan semakin tinggi, hal tersebut dikarenakan aliran air dengan tingkat kedalaman yang dalam tidak bisa dipengaruhi oleh angin sehingga nilai kecepatan menjadi tinggi. Sedangkan pada tingkat kedalaman yang dangkal, aliran air akan dipengaruhi oleh kekuatan angin. Untuk itu, faktor kedalaman dan

kecepatan air pada bendungan tersebut sangat menentukan jumlah daya yang dihasilkan.

Selain dipengaruhi oleh kedua faktor di atas, kecepatan dan kedalaman air, daya yang dihasilkan oleh bendungan Beuracan juga ditentukan oleh ketinggian (*head*) air. Jika ketinggian airnya dangkal maka debit air yang dihasilkan kecil. Untuk Bendungan Beuracan, ketinggian (*head*) air yang layak digunakan terhadap bendungan adalah sebesar 2 (dua) meter. Hal ini didasarkan pada perhitungan besarnya perkiraan daya yang dapat diperoleh pada titik lokasi pengukuran ke enam, (L6), titik dengan kedalaman terbesar, yaitu 1,2 meter. Pada kedalaman ini, debit yang diperoleh adalah 3,075 m<sup>3</sup>/s. Dikarenakan pada bendungan tersebut terdapat turbulensi aliran air yang tidak menentu maka faktor koreksi yang dipakai adalah 0,65, sehingga debit air pada lokasi ke enam sebesar 1,383 m<sup>3</sup>/s. Jika lokasi kedalaman itu adalah dijadikan acuan ketinggian (*head*) air, maka perkiraan daya yang dihasilkan 27106,8 watt atau 27,1 kW .

Total perkiraan daya rata-rata yang dihasilkan oleh Bendungan Beuracan adalah sebesar 183260 watt atau 183,26 kW.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa bendungan Beuracan dapat dijadikan sebagai sumber daya untuk perencanaan pembangunan PLTMH karena perkiraan daya yang dihasilkan dari debit air pada bendungan tersebut sebesar

183260 watt atau 183.26 kW. Ketinggian (*head*) air 2 (dua) meter telah memenuhi target daya yang harus disediakan oleh PLTMH sebesar 7040 watt yang diperlukan oleh bangunan dan/atau fasilitas yang akan menggunakan PLTMH sebagai sumber daya listrik pengganti PLN.

## DAFTAR PUSTAKA

- a. BPS Kabupaten Pidie Jaya, 2015, Pidie Jaya Dalam Angka 2015.
- b. Dandekar, M.M dan K.N Sharma. 1991. "Pembangkit Listrik Tenaga Air". Jakarta: Universitas Indonesia.
- c. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/09/26/berapa-jumlah-pelanggan-dan-penjualan-listrik-pln-saat-ini>.
- d. Herianto., 2001, "Analisis Pembangunan PLTMH di Desa Domnyong", Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- e. T. Multazam, R.I. Putri, M. Pujiantara, A. Priyadi, P.M. Hery, "*Wind farm site selection base on fuzzy analytic hierarchy process method; Case study area Nganjuk*", 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), pp. 545-550, 2016
- f. Kurniawan, A, dkk. 2009. "Pedoman Studi Kelayakan Teknis". Jakarta: Integrated Microhydro Development and Application Program.
- g. Tri Mumpuni Wiyatno.,2003, "Studi Kelayakan PLTMH", Diktat, Yayasan Ibeka, Bandung.
- h. Wesli,Ir.,2008, "Drainase Perkotaan", Graha Ilmu, Yogyakarta.