

ANALISIS POTENSI DAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) BENDUNG ARGOGURUH DI KEC TEGINENENG KAB PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

Vergie Ari Sondang

Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Vergieari206@gmail.com

Abstrak - Saat ini energi listrik telah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat. Semua bergantung pada ketersediaan energi listrik. Dengan seiringnya pertumbuhan penduduk membuat kebutuhan energi listrik terus meningkat. Oleh karena itu, sumber energi baru terbarukan perlu menjadi fokus penyediaan energi listrik ini demi mendukung lingkungan hidup yang lestari. Dalam hal ini, penulis melakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar potensi energi listrik yang dapat dihasilkan apabila dibangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Bendung Argoguruh. Penelitian ini merupakan salah satu upaya dalam menemukan Potensi energi baru terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik di masyarakat. Dalam penelitiannya, penulis menggunakan data debit air dan tinggi *Head* Bendung Argoguruh untuk kemudian dihitung besar potensi pembangkitan energi listrik di Bendung Argoguruh. Dan data daya beban Rayon Tegineneng untuk mengetahui jumlah beban dan mencari besar potensi PLTMH Bendung Argoguruh dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di Rayon Tegineneng. Penulis menggunakan turbin kaplan sebagai turbin air pada PLTMH Argoguruh yang memiliki nilai efisiensi turbin sebesar 80 hingga 90 %. Didapatkan hasil bahwa, potensi daya listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTMH Bendung Argoguruh adalah 251,0929 kW, besar daya beban listrik rata-rata tahun 2018 di Rayon Tegineneng adalah 2,8 MW, dan persentase potensi daya listrik PLTMH Argoguruh terhadap besar daya beban adalah sebesar 8,9676 %.

I. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat saat ini, listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat. Mulai dari bangun tidur hingga tidur kembali tidak pernah lepas dari pemanfaatan energi listrik. Untuk menghidupkan komputer/laptop atau barang-barang elektronik lainnya semua membutuhkan energi listrik, bahkan di dunia industri hampir semua pabrik menggunakan energi listrik untuk menjalankan mesin produksinya. Oleh karena itu, ketersediaan energi listrik harus berkelanjutan agar kehidupan dan roda perekonomian masyarakat tidak terganggu.

Perkembangan teknologi juga mengakibatkan naiknya kebutuhan energi listrik. Antara kebutuhan dengan ketersediaan energi listrik harus berimbang. Jangan sampai beban meningkat tetapi ketersediaan energi listrik yang ada tidak memadai.

Sehingga, ini dapat membuat kebutuhan sumber energi dalam pembangkitan listrik juga dapat meningkat.

Saat ini, bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara, dan gas bumi sudah semakin langka. Dan hingga saat ini, sebagian besar pembangkit tenaga listrik yang ada di Indonesia masih menggunakan sumber energi fosil untuk membangkitkan listriknya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Telkom University memprediksi bahwa ketersediaan energi minyak bumi dalam keadaan krisis, sedangkan kondisi ketersediaan gas alam dan batu bara menunjukkan masih dalam kondisi aman (saadah, Jonri, & handayani, 2016). Meskipun gas alam dan batu bara masih dikatakan dalam kondisi aman, namun tetap saja jenis bahan bakar tersebut merupakan sumber energi yang tak terbarukan suatu saat pasti akan habis dan hasil gas buang dari pembakarannya dapat mengganggu

lingkungan. Hal ini apabila tidak segera ditangani secara serius maka dapat terjadi krisis energi di dunia, khususnya Indonesia.

Kita bangsa Indonesia tidak dapat terus menerus mengandalkan bahan bakar fosil sebagai sumber pembangkit energi listrik utama. Karena, bahan bakar fosil merupakan jenis sumber energi yang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat diperbaharui yaitu, mencapai jutaan tahun lamanya agar bahan-bahan bakar fosil tersebut bisa terbaru. Sehingga, manusia harus berpikir untuk mencari sumber energi lain yang dapat terbarukan untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi pembangkit listrik. Oleh sebab itu, saat ini kita bangsa Indonesia sudah harus berpikir untuk mengembangkan pembangkit-pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan dalam pembangkitan listriknya. Seperti contohnya adalah potensi air dalam menghasilkan listrik pada PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) ataupun yang berskala kecil seperti PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro).

Pada tugas akhir S1 Teknik Elektro ini penulis melakukan penelitian tentang potensi dan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada Bendung Argoguruh di Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Terlalu umumnya penggunaan batubara sebagai sumber energi pembangkit listrik di provinsi Lampung, mendorong penulis untuk melakukan penelitian pada potensi mikrohidro sebagai sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik.

Penulis resah dengan penggunaan batubara dalam pembangkitan energi listrik yang dilakukan secara besar-besaran. Disamping efisiensi PLTU batubara yang terbilang relatif kecil (berkisar 25% – 50%), efek gas buang dari pembakaran batubara ini sangat berbahaya bagi lapisan ozon bumi kita. Efek pelepasan gas karbon dari pembakaran batubara dapat menyebabkan pemanasan global dan tercemarnya udara di bumi kita. Efek pemanasan global dapat menyebabkan es yang ada di kutub utara meleleh sehingga menjadikan naiknya air

laut. Maka, ini sangat berbahaya bagi kelangsungan daratan sebagai tempat tinggal manusia. Sedangkan semakin beredarnya gas karbon di udara dapat menyebabkan munculnya gangguan pernapasan makhluk hidup di bumi.

Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian tentang potensi mikrohidro sebagai energi terbarukan dan ramah lingkungan untuk membangkitkan listrik di Rayon Tegineneng. Agar kebutuhan listrik masyarakat saat ini tidak bergantung pada sumber energi fosil dan di masa mendatang kebutuhan listrik masyarakat juga tetap bisa terpenuhi. Dan masyarakat dapat hidup sehat tanpa harus terkena dampak polusi berlebih akibat dari pemanfaatan energi fosil seperti batubara untuk pembangkitan tenaga listrik.

II. Tinjauan Pustaka

Pengertian PLTMH adalah Pembangkit Tenaga Listrik yang memanfaatkan energi kinetik debit air yang mengalir pada suatu sungai, air terjun, bendungan atau kolam penampung untuk dijadikan sebagai penggerak generator sehingga menghasilkan listrik. Mikrohidro berpotensi dapat membangkitkan daya listrik sebesar 5 kilo watt hingga 1 MW per unit (Badan Litbang ESDM 2012). Terdapat batasan daya lain juga terhadap klasifikasi mikrohidro, yaitu kapasitas maksimal 120 kW per unit (Subekti, 2010) dan kurang dari 200 kW (Damastuti, A.P., 1997).

Output yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga air dibedakan atas keluaran dayanya, yaitu (Munandar & Kuwahara, 1974):

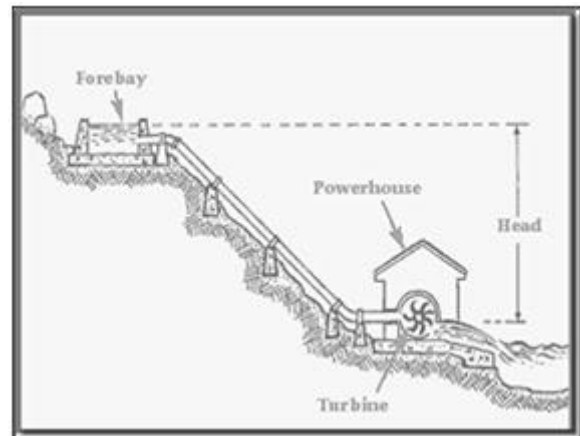
- a. Large-hydro : lebih dari 100MW
- b. Medium-hydro : antara 15 – 100MW
- c. small-hydro : antara 1- 15MW
- d. Mini-hydro : Daya atas 100 kW tetapi di bawah 1 MW
- e. Micro-hydro : antara 5 – 100kW
- f. Pico-hydro : daya yang dikeluarkan kurang dari 5kW

A. Prinsip mikro hidro

1. Energi yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dapat menggunakan dua cara, yaitu :
 - a. Dengan head
Yaitu dengan memanfaatkan beda ketinggian permukaan air (energi potensial sungai).
 - b. Tanpa head
Yaitu dengan memanfaatkan aliran sungai (energi kinetik sungai)
2. Head adalah Jarak vertikal atau besarnya ketinggian jatuh air.
3. Semakin besar *head* umumnya akan semakin baik karena air yang dibutuhkan semakin sedikit dan peralatan semakin kecil, dan turbin bergerak dengan kecepatan tinggi.
4. Masalah yang sering ada adalah tekanan pada pipa dan kekuatan pada sambungan pipa yang harus kuat dan perlu diperhatikan secara cermat.

B. Tinggi Jatuh Air (*Head*)

Penentuan debit dan *head* pada PLTMH memiliki arti penting dalam menghitung potensi energi listrik. Variabel debit diwakili oleh jumlah rata-rata bulan kering selama satu tahun. Artinya kita perlu mencari area-area yang jumlah bulan keringnya sedikit atau bahkan sene sekali tidak ada bulan keringnya. Untuk sistem konversi energi air yang berskala besar, pengukuran debit airnya dapat berlangsung selama bertahun-tahun. Sedangkan, untuk sistem konversi energi air dengan skala kecil dapat dilakukan pengukuran debit air dengan waktu yang relatif singkat. Indikator gradien skematik mewakili tingkat kemiringan suatu area. Semakin miring suatu area, maka semakin besar potensi untuk ditemukannya head yang cukup untuk PLTMH.



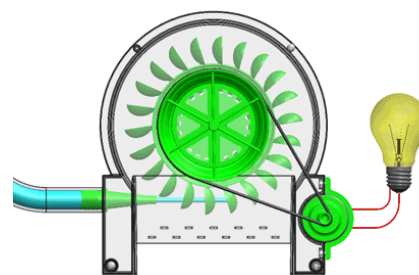
Gambar 1.2 Pengukuran Tinggi Jatuh Air

(Sumber: Sri Sukamta(Adhi Kusmantoro, 2013)

C. Turbin Air

Pengertian turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida atau cairan sebagai penggerakannya. Turbin yang sederhana memiliki satu bagian yang bergerak yaitu, asembli rotor-blade. Fluida dengan tekanan tertentu yang bergerak membuat baling-baling berputar dan menghasilkan energi gerak atau kinetik untuk memutar rotor.

Turbin gas, uap, dan air pada umumnya memiliki *casing* di sekitar baling-balingnya untuk memfokuskan dan mengontrol fluida agar menghasilkan energi kinetik yang maksimal pada turbin. *Casing* dan turbin memiliki geometri variabel yang dapat membuat pengoperasian menjadi efisien untuk beberapa kondisi aliran fluida.



Gambar 2.2 Turbin Air

(Sumber:<http://www.satuenergi.com/2015/04/jenis-jenis-turbin-air-pltaplpmh.html>)

Berdasarkan perubahan momentum kerja fluida, turbin air dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Turbin Impuls.

Pada turbin ini, seluruh energi potensial dari air diubah menjadi energi kinetik sebelum menyentuh sudut-sudut *runner* oleh alat pengubah atau Nozel.

2. Turbin Reaksi

Seluruh energi potensial air pada turbin ini, diubah menjadi energi kinetik pada saat air melewati lengkungan sudut-sudut pengarah, dengan ini maka putaran *runner* disebabkan oleh perubahan momentum air.

Berdasarkan *head* dan debit air, turbin air dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. *Head* yang rendah yaitu ketinggian dibawah 40 meter namun dengan debit air yang besar, maka untuk kaondisi seperti ini turbin kaplan atau popeller lah yang cocok.
2. *Head* yang sedang dengan ketinggian antara 20 hingga 200 meter dengan debit air yang relatif cukup, maka Turbin Francis atau *Cross-Flow* yang cocok untuk kondisi seperti ini.
3. *Head* yang tinggi yakni ketinggian diatas 200 meter dengan debit air sedang, maka kita dapat menggunakan Turbin Impuls seperti Turbin Pelton.

Setiap turbin memiliki nilai efisiensi masing-masing, berikut adalah beberapa data nilai efisiensi berbagai jenis turbin (Sunardi, 2017):

- | | | |
|----------------------------|---|-----------|
| a. Turbin Pelton | : | 80 – 85 % |
| b. Turbin Francis | : | 80 – 90 % |
| c. Turbin <i>Crossflow</i> | : | 70 – 80 % |

- d. Turbin Propeller/Kaplan : 80 – 90 %

D. Potensi Daya

Daya kotor (P) dapat ditentukan dengan perhitungan *Head* kotor (Hbruto) dikalikan dengan debit air (Q) dan dikalikan dengan sebuah faktor gravitasi ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Sehingga persamaan dasar pada perhitungan potensi daya listrik pembangkit adalah sebagai berikut (Rompas, 2011):

$$P = Q \times H_{bruto} \times g \times \sum \eta \text{ (kw)}$$

Dimana H bruto adalah tinggi jatuh air kotor (m) dan Q addebit air (m^3/s^2). Perhitungan daya listrik pada sistem PTLMH adalah sebagai berikut:

$$P_t = Q \times g \times \eta_t$$

Daya yang ditransmisikan ke generator

$$P_{trans} = Q \times H_{eff} \times \eta_t \times \eta_{belt}$$

$$H_{eff} = H_{bruto} - H_{losses}$$

Daya yang dibangkitkan oleh generator

$$P_g = Q \times H_{eff} \times g \times \eta_t \times \eta_{belt} \times \eta_{gen}$$

Dimana Q = debit air (m^3/s^2), H_{eff} = tinggi jatuh air efektif (*efective head*) (m), H_{losses} adalah kehilangan ketinggian jatuh air = $10\% \times H_{bruto}$, η_t = efisiensi turbin, η_{belt} adalah efisiensi transmisi (0,98 untuk *flat belt*), η_{gen} adalah efisiensi generator (0,89).

Persentase potensi pembangkitan energi listrik terhadapn beras kWh Beban

$$\%Potensi = \frac{P_{total}}{Beban} \times 100$$

III. Metodologi Penelitian

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini penulis lakukan kurang lebih selama satu bulan, yaitu bulan April s/d mei dan berlokasi di Bendung Argoguruh Kec. Tegineneng, Kab. Pesawaran, Lampung.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Meminta data teknis Bendung Argoguruh kepada pengelola Bendung atau instansi yang terkait. Data teknis yang diminta yaitu data yang berhubungan dengan data debit air dan tinggi terjun air bendung tahun terakhir yang telah ada. Dan data yang diminta merupakan data bendung yang didapat dari pengukuran setiap harinya pada pagi hari yang dilakukan pengelola bendung.
2. Meminta data teknis beban PLN untuk mengetahui besar daya beban yang ada di Rayon Tegineneng.

C. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul maka langkah yang dilakukan adalah melakukan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut :

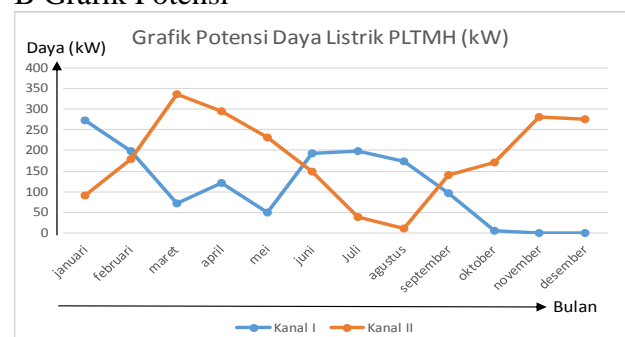
1. Data debit air dan tinggi jatuh air (*Head*) Bendung Argoguruh akan dirata-rata menjadi satu bulan, lalu debit dan *Head* akan dirata-rata kembali menjadi data selama satu tahun.
2. Data tinggi jatuh air atau terjun air dan debit air rata-rata, digunakan untuk menentukan jenis turbin apa yang cocok untuk digunakan pada PLTMH Bendung Argoguruh.
3. Menggunakan data debit air rata-rata, ketinggian jatuh air bendung, nilai efisiensi turbin, nilai efisiensi generator, dan gravitasi (m/s^2) untuk mencari besar daya yang dapat dihasilkan oleh PLTMH dengan cara mengalikan semua data tersebut.
4. Data teknis beban listrik PLN di sekitar Bendung yang digunakan untuk menghitung berapa persen PLTMH ini dapat membantu dalam mensuplai daya listrik.

IV. Hasil Penelitian dan Analisis

A. Hasil Potensi PLTMH

Bulan	Potensi Kanal I (kW)	Potensi Kanal II (kW)
Januari	271,602	90,7285
Februari	199,6739	180,2389
Maret	72,0602	337,5113
April	121,0432	295,9252
Mei	50,2232	232,493
Juni	193,8853	149,7507
Juli	199,6727	37,348
Agustus	173,0072	11,8888
September	95,2753	140,4389
Oktober	6,4569	170,0459
November	0	282,141
Desember	0	275,5007
Selama Satu Tahun	85,8235	165,2695

B Grafik Potensi



Grafik 4.14 merupakan grafik yang menunjukkan naik atau turunnya potensi pembangkitan listrik oleh PLTMH di Bendung Argoguruh. *Grafik 4.14* juga merupakan grafik yang dibuat dengan data perhitungan potensi daya rata-rata perbulan selama tahun 2018.

Terlihat pada *Grafik 4.1* bahwa potensi pembangkitan listrik PLTMH di Bendung Argoguruh kurang stabil. Pergerakan grafik antara kedua kanal pun tidak sama, bahkan cenderung berbanding terbalik. Wajar saja karena kedua kanal ini merupakan pintu air untuk mengalirkan air ke irigasi daerah yang berbeda. Dan pihak bendungan memiliki tugas untuk dapat membagi air sesuai dengan jadwal musim tanam dan panennya daerah-daerah tersebut. Sehingga pada saat Kanal I ditutup pada Bulan November dan Desember seperti yang ditunjukkan pada *Grafik 4.14*, hanya sistem pembangkit pada Kanal II saja yang dapat menghasilkan energi listrik.

B. Persentase Potensi PLTMH Terhadap Beban

Setelah menghitung besar potensi daya listrik setiap bulannya, maka dapat diketahui persentase daya PLTMH yang dapat disuplai terhadap besar kW beban total di Rayon Tegineneng dengan perhitungan berikut :

Diketahui :

$$\begin{aligned} P_{total} &= P \text{ Kanal I} + P \text{ Kanal II} \\ &= 251,0929 \text{ kW} \\ \text{Beban} &= 2800 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Potensi} &= \frac{P_{total}}{\text{Beban}} \times 100 \\ &= \frac{251,0929}{2800} \times 100 \\ &= 8,9676 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa Potensi PLTMH guna penyediaan listrik di Rayon Tegineneng sebesar 8,9676 %. Hasil ini didapat dari perhitungan menggunakan data Bendung Argoguruh tahun 2018 dan data daya beban PLN tahun 2018.

V. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Dari Data Hasil Penelitian dan Analisis yang telah penulis uraikan yang ada pada BAB IV, maka dapat dibuat kesimpulan pada BAB V ini sebagai akhir dari

pembahasan tugas akhir ini. Berdasarkan Data Hasil Penelitian dan analisis yang telah penulis uraikan pada BAB IV dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan sumber dan dasar teori yang ada, jenis Turbin Reaksi adalah yang cocok untuk kondisi aliran air di Bendung Argoguruh. Turbin Reaksi yang sesuai untuk digunakan pada PLTMH Bendung Argoguruh adalah Turbin Kaplan. Karena turbin ini memang dirancang untuk digunakan pada kondisi aliran air dengan *Head* yang rendah seperti kondisi aliran air Bendung Argoguruh. Yaitu, aliran air dengan $Head \leq 5$ meter. Sedangkan aliran air Bendung Argoguruh memiliki tinggi $Head \pm 1$ meter.
2. Potensi pembangkitan energi listrik (P_{total}) PLTMH Bendung Argoguruh yang didapatkan dari hasil perhitungan data debit dan *Head* rata-rata satu tahun yaitu sebesar 251,0929 kW.
3. Jika dilakukan perbandingan dengan kWh beban total Rayon Tegineneng, maka didapatkan bahwa PLTMH mampu menyuplai 8,9676 % dari total kWh beban di Rayon Tegineneng.
4. Gerakan Grafik Potensi pembangkitan listrik PLTMH di Bendung Argoguruh kurang stabil.
5. Gerakan grafik kW beban listrik di Rayon Tegineneng tidak menunjukkan adanya pertumbuhan beban listrik. Dilihat dari *Grafik 4.2* diketahui bahwa besar kW beban listrik rata-rata setiap bulannya mengalami naik turun.

B. Saran

1. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perancangan terhadap PLTMH Bendung Argoguruh atau meneliti tentang kelayakan dibangunnya PLTMH di Bendung Argoguruh berdasarkan lingkungan sekitar atau debit air.

2. Untuk penggunaan sumber air yang optimal disarankan mahasiswa untuk terus melakukan penelitian dan pengembangan terkait PLTMH. Agar air yang mengalir pada sungai yang ada dapat menambah manfaat bagi masyarakat.