

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

1. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan sebagai penggerak turbinnya untuk menghasilkan energi listrik, yaitu berupa aliran air dari sungai, waduk, atau kolam retensi yang debit airnya cukup kencang sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan energi listrik. Lalu energi mekanik dari turbin ini disalurkan ke generator melalui rotor yang menyambungkan antara keduanya. Kemudian dari generator yang bergerak inilah daya atau energi listrik dihasilkan.

Sebelumnya telah banyak yang melakukan penelitian tentang PLTMH yang memanfaatkan aliran sungai yang di lokasi bendung untuk kemudian dijadikan Pembangkit Listrik. Seperti yang sudah dilakukan oleh Hafiz Al Haidi dalam skripsinya yang berjudul “Analisa Potensi Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro di Bendung Ketulampa Kota Bogor”. Dimana hasil dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa nilai debit air rata-rata pertahun sebesar 12507,1182 (l/dt), tinggi terjun (*head*) sebesar 6 m, menggunakan jenis turbin bertipe kaplan dengan perkiraan daya 1 MW, dan memiliki nilai efisiensi total 61,2%. Metode pengolahan data dan analisis yang dilakukan menggunakan software HOMER.

Kemudian, ada juga hasil penelitian yang dilakukan oleh Raditya Ibnu Anggara dalam skripsinya yang berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Mikrohidro di Saluran Irigasi Desa Sungai Gading, Kab. Mukomuko, Prov. Bengkulu”. Dalam penelitian didapatkan hasil bahwa Daya keluaran yang dihasilkan menggunakan Kincir Undershot adalah sebesar 771,91 watt dan daya output Generator sebesar 540,337 watt.

Hasil dari penelitian tersebut terhadap potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di suatu daerah menjadi dasar penulis dalam melakukan penelitian tentang potensi PLTMH pada Bendung Argoguruh yang terletak di Kec

Tegineneng, Kab Pesawaran, Provinsi Lampung. Penelitian ini memiliki hasil akhir persentase potensi suplai daya oleh PLTMH terhadap beban total yang ada di sekitar Bendung Argoguruh.

2. DASAR TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mirkohidro (PLTMH)

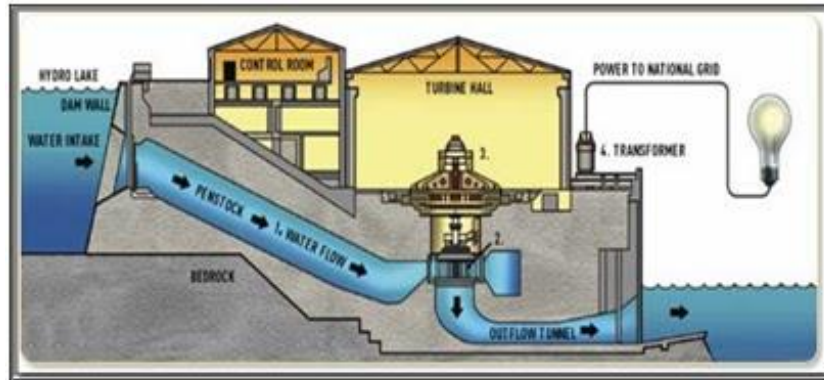
Pengertian PLTMH adalah Pembangkit Tenaga Listrik yang memanfaatkan energi kinetik debit air yang mengalir pada suatu sungai, air terjun, bendungan atau kolam penampung untuk dijadikan sebagai penggerak generator sehingga menghasilkan listrik. Mirkohidro berpotensi dapat membangkitkan daya listrik sebesar 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).

Berdasarkan jurnal dari Mohd Farriz Basar (2013), menyatakan bahwa *“Pico hydro is a hydro-electric that capable of producing a maximum output power up to five kilowatts”*. Maksudnya adalah yang membedakan antara pembangkit skala pikohidro dengan mikrohidro yaitu berdasarkan daya maksimal yang telah diklasifikasikan.

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

Secara skematis sistem kerja PLTMH ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.4 Skema Sistem Kerja PLTMH

(Sumber: Sri Sukamta(Adhi Kusmantoro, 2013)

Secara teknis, mikrohidro mempunyai tiga komponen yang utama yaitu air untuk sumber energi, turbin, dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu dialirkan dengan ketinggian tertentu melalui pipa pesat menuju rumah instalasi (*Power House*). Di *Power House*, air akan menumbuk turbin sehingga menghasilkan energi mekanik berupa putaran pada poros turbin. Lalu putaran poros turbin akan memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik.

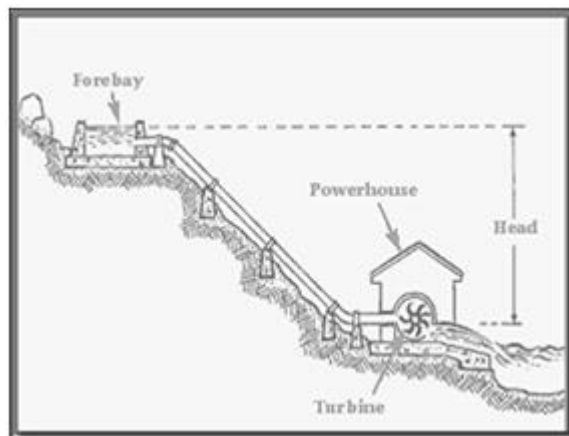
2.2 Prinsip mikro hidro

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.

2.3 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 sama 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.



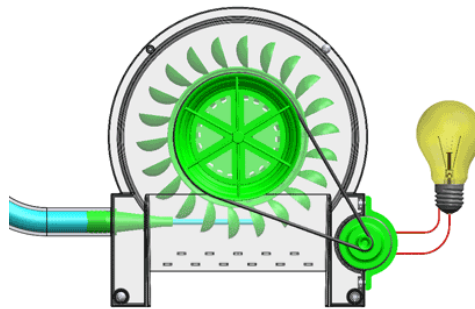
Gambar 5.2 Pengukuran Tinggi Jatuh Air

(Sumber: Sri Sukamta(Adhi Kusmantoro, 2013)

2.4 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 2.6 Turbin Air

(Sumber: <http://www.satuenergi.com/2015/04/jenis-jenis-turbin-air-pltapltmh.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 ketinggiannya 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 % |

2.7 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):

$$P = Q \times H_{\text{bruto}} \times g \times \sum \eta \text{ (kw)} \dots\dots\dots (2.1)$$

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:

$$P_t = Q \times g \times \eta_t \dots\dots\dots (2.2)$$

Daya yang ditransmisikan ke generator

$$P_{trans} = Q \times H_{eff} \times \eta_t \times \eta_{belt} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$H_{eff} = H_{bruto} - H_{losses} \dots\dots\dots (2.4)$$

Daya yang dibangkitkan oleh generator

$$P_g = Q \times H_{eff} \times g \times \eta_t \times \eta_{belt} \times \eta_{gen} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana Q = debit air (m³/s), H_{eff} = tinggi jatuh air efektif (*effective 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

$$\%Potensi = \frac{P_{total}}{Beban} \times 100 \dots\dots\dots (2.6)$$