

## Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa

Syahrial<sup>1</sup> dan Prayudi Azis<sup>2</sup>, Chandra Bhuana<sup>3\*</sup>, A. M. Shiddiq Yunus<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\*chandra@poliupg.ac.id

**Abstract:** This research is a descriptive study, studying to determine the large discharge during the dry season, power output and efficiency as well as the suitability of the selection of penstock from the Micro Hydro Power Plant, Buttono Pao Village, Gowa Regency. In this research, the method used is descriptive analysis. This analysis provides an explanation or description of the conditions of the Power Plant starting from power generation and penstock performance evaluation. The results showed that the discharge in the carrier channel in the dry season from May to July 2016 was appropriate, which was between 0.116 m<sup>3</sup> / s - 0.187 m<sup>3</sup> / s and obtained the power generated by the output generator 4322.32 Watt to 4675.73 Watt with system Efficiency spent between 39.43% - 42.66%. From this value obtained from the value of efficiency in the Micro Hydro Power Plant (PLTMH) Tombolo Pao Village, Gowa Regency is less efficient in increasing electricity power. This is because this PLTMH has started operating since 2006 and in its construction design is still very simple. In terms of Penstock analysis the penstock material used is PVC pipe with a diameter of 8 inch or 0.216 m. After calculation, the diameter of the penstock is obtained based on the measurement used by the debit which has been obtained 0.254 m, while the flow velocity of the penstock is 3.205 m / s. To get the hfriiction value, the required parameters are hwall loss and hturb loss. The values are 15,868 m and 0,732 m, the hfriiction value is 16,6 m.

**Keywords:** MHPP; Generation; Performance

**Abstrak:** Penelitian ini adalah penelitian deskriptif, bertujuan untuk mengetahui besar debit saat musim kemarau, daya output dan efisiensi serta kesesuaian pemilihan penstock dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan yakni analisa deskriptif. Analisa ini memberikan penjelasan atau gambaran tentang keadaan dari Pembangkit yang diteliti mulai dari pembangkitan daya dan evaluasi kinerja *penstock*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya debit pada saluran pembawa pada musim kemarau saat bulan Mei sampai Juli 2016 cenderung tetap, yaitu berada diantara 0,116 m<sup>3</sup>/s – 0,187 m<sup>3</sup>/s dan didapatkan besarnya daya output generator yaitu 4322,32 Watt sampai 4675,73 Watt dengan efisiensi sistem berkisar antara 39,43 % - 42,66 %. Dari nilai ini didapatkan bahwa nilai efisiensi pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa kurang efisien dalam membangkitkan daya listrik. Hal ini disebabkan karena PLTMH tersebut sudah beroperasi sejak pada tahun 2006 dan dalam perancangannya masih sangat sederhana. Dari segi analisa Penstock didapatkan bahan penstock yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 8 inch atau 0,216 m. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan diameter *penstock* berdasarkan pengukuran untuk digunakan berdasarkan debit yang telah diukur adalah 0,254 m, sedangkan kecepatan aliran yang mengalir pada *penstock* adalah 3,205 m/s. Mendapatkan nilai  $h_{friction}$ , parameter yang dibutuhkan adalah  $h_{wall\ loss}$  dan  $h_{turb\ loss}$ . Nilainya adalah 15,868 m dan 0,732 m, maka diperoleh nilai  $h_{friction}$  adalah 16,6 m.

**Kata kunci :** PLTMH; Pembangkitan; dan kinerja Penstock

### I. PENDAHULUAN

Keterbatasan tenaga listrik merupakan salah satu permasalahan energi yang paling mendasar di Indonesia. Ketersediaan pembangkit listrik masih sangat kurang. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya daerah yang belum teraliri listrik. Maka dari itu, perlu diciptakan alat atau pembangkit listrik yang dapat menjangkau tempat terpencil yang ramah lingkungan dan harganya terjangkau.

Indonesia dialiri oleh banyak sungai dan belum dimanfaatkan secara optimal. Lokasi sungai-sungai ini juga kebanyakan terletak di desa-desa dan daerah terpencil. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro merupakan pembangkit listrik tenaga air yang dayanya <100 kW. Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi

tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. PLTMH adalah instrument yang tepat untuk memanfaatkan sungai-sungai di daerah yang belum dialiri listrik. Pemanfaatannya sebagai PLTMH diharapkan dapat membantu masyarakat sekitar untuk meningkatkan keadaan ekonomi dan memenuhi kebutuhan konsumsi listrik di daerah [1].

Berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung daripada usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. Pada umumnya debit yang besar membutuhkan fasilitas dengan ukuran yang besar untuk, misalnya, bangunan ambil air (*intake*), saluran air dan turbin, oleh karena itu tinggi jatuh yang besar dengan sendirinya lebih murah. Di hulu sungai di mana pada umumnya kemiringan dasar sungai lebih curam akan mudah diperoleh tinggi jatuh yang besar. Sebaliknya di sebelah hilir sungai, tinggi jatuh rendah dan debit besar. Oleh karena itu bagian hulu sungai lebih ekonomis, sedangkan bagian hilirnya kurang ekonomis mengingat tinggi jatuh yang kecil dan debit yang besar tadi [2], [3].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang ada di Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa.

### B. Teknik Pengumpulan Data

Cara yang digunakan dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah:

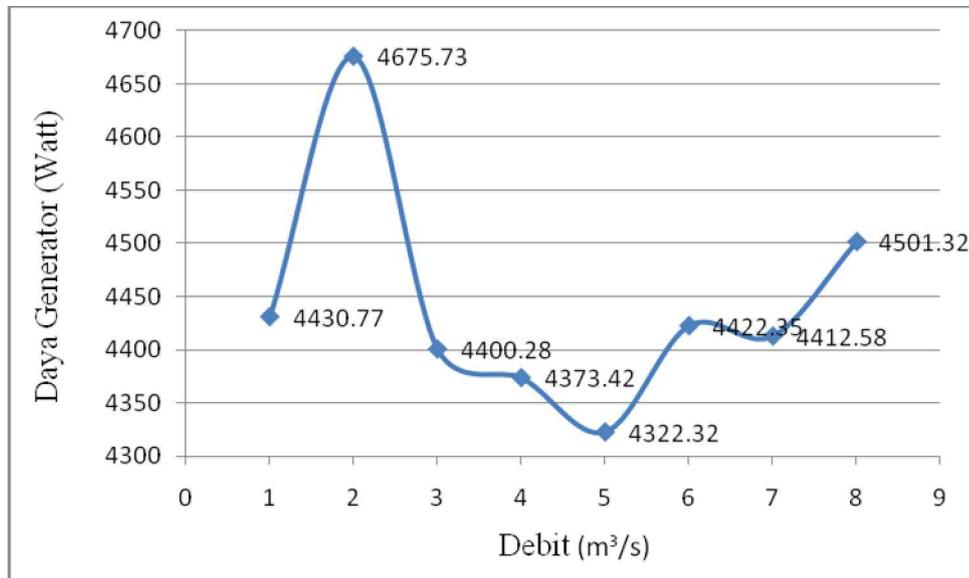
1. Teknik Observasi (*Field Research*)  
Penulis melakukan penelitian secara langsung terhadap obyek penelitian untuk memperoleh data-data yang akan diperlukan dalam penulisan skripsi nantinya.
2. Studi Literatur  
Penulis mengumpulkan data-data dengan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur yang ada sesuai dengan masalah yang diteliti.
3. Wawancara (*Interview*)  
Salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi tentang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan bertanya langsung pada pengelola pembangkit listrik tersebut.

### C. Teknik Pengolahan Data

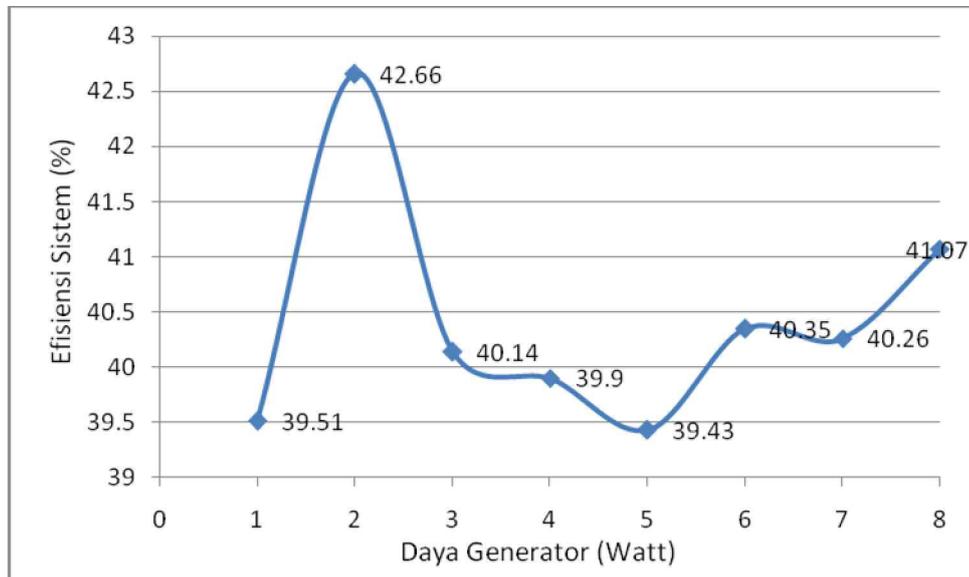
Adapun teknik analisis data yang digunakan yakni analisis deskriptif. Analisa ini memberikan penjelasan atau gambaran tentang keadaan dari Pembangkit yang diteliti mulai dari pembangkitan daya dan evaluasi kinerja.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Keluaran Generator dan Efisiensi PLTMH



Gambar 2. Hubungan antara Debit (m<sup>3</sup>/s) dan daya generator (Watt) pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa



Gambar 3. Hubungan antara Daya Generator dan Efisiensi sistem (%) pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa.

## B. Analisa *Penstock* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa.

### 1 Bahan *Penstock* yang Digunakan pada PLTMH Desa Tombolo Pao Kab. Gowa.

Bahan *penstock* yang digunakan adalah bahan pipa PVC. Bahan tersebut yang terpasang pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa.

### 2 Penentuan Posisi masukan/*inlet Penstock*

*Penstock* harus terendam air dalam kedalaman minimum 2 kali diameter pipa *penstock* dan jarak *penstock* dari dasar bangunan *forebay* minimum 30 cm. Hal ini berdasar pada pedoman studi kelayakan PLTMH yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

### 3 Diameter *Penstock*

Menentukan diameter *penstock* dengan mengetahui terlebih dahulu Debit yang telah ditentukan. Debit tersebut sebesar  $0,114 \text{ m}^3/\text{s}$  dari debit rata-rata hasil pengukuran. Diameter *penstock* ditentukan menurut persamaan [4], [5]:

$$\begin{aligned} Q &= 0,114 \text{ m}^3/\text{s} \\ D &= 0,72 \times Q^{0,5} \\ &= 0,72 \times 0,353 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,254 \text{ m} \end{aligned}$$

### 4 Menghitung Kecepatan Aliran

Menghitung kecepatan aliran pada *penstock* menggunakan persamaan berikut (8). Kecepatan aliran ini membutuhkan data debit dan diameter untuk mendapatkan nilai kecepatan aliran yang mengalir pada *penstock*.

$$\begin{aligned} D &= 0,216 \text{ m} \\ V &= \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot d^2} \\ &= \frac{4 \cdot 0,114}{3,14 \cdot 0,216^2} \\ &= 3,205 \text{ m/s} \end{aligned}$$

### 5 Rugi – Rugi Pada *Penstock*

Menentukan Rugi-rugi pada *Penstock* ( $h_{\text{friction loss}}$ ) dengan parameter yang dibutuhkan adalah  $h_{\text{wall loss}}$  dan  $h_{\text{turb loss}}$ .

#### a. Menghitung rugi-rugi gesekan pada dinding pipa menggunakan persamaan :

$$h_{\text{wall loss}} = \frac{f \cdot l \cdot 0,08 Q^2}{d^5}$$

Dimana :

Q = debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

l = panjang *penstock* (m)

d = diameter (m)

f = konstanta friksi (dari diagram *moody*)

Konstanta friksi diperoleh dari Diagram *Moody* yang memberikan faktor gesekan pipa. Faktor ini dapat ditentukan oleh bilangan *Reynold* dan kekasaran relatif dari Pipa.

$$Re = \frac{DV}{\zeta}$$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{0,216 \times 3,205}{1,172 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 590682,59 \\ &= 5 \cdot 10^5 \end{aligned}$$

Sehingga rugi-rugi gesekan pada dinding pipa dapat ditentukan:

Material : Pipa PVC

$E = 0,01$  (kondisi normal)

$L = 9,8$  m

$\frac{E}{D} = 0,04$  (kekasaran relatif pipa)

$Re = 590682,59 = 5 \cdot 10^5$

$F = 0,065$  (data diperoleh dari diagram *Moody*)

$$h_{\text{wall loss}} = \frac{f \cdot L \cdot 0,08 Q^2}{d^5}$$

$$= \frac{0,065 \cdot 9,8 \cdot 0,08 \cdot 0,114^2}{0,216^5}$$

$$= 15,868 \text{ m}$$

Koefisien nilai Roughness untuk bahan *PVC* dari tabel adalah 0,01 dipilih pada keadaan normal umur bahan sekitar 5 – 15 tahun. Faktor friksi didapat dari grafik diagram *Moody* pada gambar 2, dengan mencari nilai kekasaran relatif dari Pipa ( $E/D$ ) dan  $Re$  maka diperoleh nilai faktor friksi sebesar 0,065. Setelah dilakukan perhitungan maka nilai gesekan pada dinding *penstock* adalah 15,868 m.

**b. Menghitung rugi – rugi gesekan pada belokan, katup, konstruksi dan saluran masuk.**

$K_{\text{entrance}}$  adalah koefisien saluran masuk *penstock* dipilih berdasarkan konstruksi pada pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa yaitu 0,5 data tersebut diambil dari gambar 3.  $K_{\text{bend}}$  adalah koefisien pada belokan, sudut belokan *Penstock* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa ada 2 yaitu masing-masing  $45^0$  maka masing-masing koefisiennya adalah 0,45. *Penstock* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa tidak memiliki koefisien konstruksi sambungan pengecilan atan pembesaran serta tidak memiliki katup, sehingga nilai  $K_{\text{contraction}}$  dan  $K_{\text{valve}}$  tidak ditentukan.

$$h_{\text{turb loss}} = \frac{V^2}{2 \cdot g} (K_{\text{entrance}} + K_{\text{bend}} + K_{\text{bend}})$$

$$h_{\text{turb loss}} = \frac{3,205^2}{2 \cdot 9,81} (0,5 + 0,45 + 0,45)$$

$$= 0,732 \text{ m.}$$

Setelah parameter yang dibutuhkan terkumpul maka dilakukan perhitungan. Hasil perhitungan rugi – rugi turbulensi pada *penstock* tersebut adalah 0,732.

**c. Menghitung rugi – rugi friksi**

$$h_{\text{friction loss}} = h_{\text{wall loss}} + h_{\text{turb loss}}$$

$$h_{\text{friction loss}} = 15,868 \text{ m} + 0,732 \text{ m}$$

$$= 16,6 \text{ m}$$

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Debit pada pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa dari hasil pengukuran pada musim kemarau saat pengambilan data bulan Mei dan bulan Juni, cenderung tetap, yaitu berada diantara  $0,116 \text{ m}^3/\text{s} - 0,187 \text{ m}^3/\text{s}$ . sehingga cukup efektif dalam kontinuitas Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).
2. Daya *output* yang diperoleh pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa dari hasil pengukuran saat pengambilan data bulan Mei 2016 sampai bulan Juli 2016 yaitu berada diantara 4322,32 Watt – 4675,73 Watt. Sedangkan daya

yang terpasang sebesar 7500 Watt, berkurangnya nilai tersebut karena PLTMH ini sudah terbilang cukup lama karena sudah beroperasi sejak pada tahun 2006 dan dalam perancangan konstruksinya masih sangat sederhana. Sehingga mengakibatkan terbatasnya peralatan listrik yang dapat digunakan oleh masyarakat yang menggunakan PLTMH ini sebagai sumber listriknya.

3. Efisiensi sistem pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa berada di bawah 50% yaitu 39,43 % - 42,66 %. Hal ini disebabkan PLTMH ini sudah terbilang cukup lama karena sudah beroperasi sejak pada tahun 2006 dan dalam perancangan konstruksinya masih sangat sederhana.
4. Diameter *penstock* yang terpasang pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Desa Tombolo Pao Kabupaten Gowa masih tergolong kecil di dibandingkan dengan debit yang tersedia. Diameter yang terpasang sebesar 0,210 m sedangkan jumlah debit yang tersedia mampu sebesar 0,254 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alifi, Yunar. 2009. *Perencanaan Low Head Mikro Hidro Di Dusun Iv Desa Walatana Kec. Dolo Selatan Kabupaten Sigi*, Media Litbang Sulawesi Tenggara.
- [2] Arismunandar, A. 1991. *Teknik Tenaga Listrik jilid I*. Paradya Paramita, Jakarta.
- [3] Departemen ESDM. 2015. *Petunjuk Teknis Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. ESDM: Jakarta.
- [4] Kadir, Abdul. 2008. *Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*. Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- [5] PLN. 2014. *Statistik PLN 2014*. Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero), Jakarta