

# studi perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) desa tawa kecamatan gane barat selatan kabupaten halmahera selatan

Article history  
Received

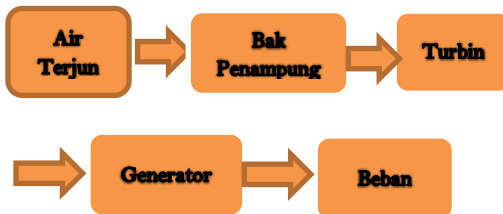
Accepted

M. Yunus Hi. Abbas<sup>a\*</sup>, Achmad P. Sardju<sup>b</sup>

Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

\*Corresponding author  
Myunus2007@gmail.com

## Graphical abstract



## Abstract

**Abstract** - The problem of the need for electrical energy, especially petroleum as a source of energy is decreasing, so that savings must be anticipated as early as possible. One of the saving measures taken to reduce the use of petroleum in order to meet electricity needs is to use water energy as renewable energy, so in this study PLTMH is planned. The things that are taken into account in planning PLTMH are conduits, water tanks, rapid pipes, powerhouses, turbines and generators. The PLTMH research was conducted in Tawa Village, Gane Barat Selatan District, South Halmahera Regency. The results obtained are a water discharge of 0.28 m<sup>3</sup> / s and a waterfall height of 12 meters, a diameter of 12 cm of rapid pipe, a length of 19.20 m of rapid pipe. kW, and the generator is sporadically coupled so that the net power of the turbine is equal to the gross power of the generator. The efficiency of the generator is 90%, so that it produces a rise power of 18.88 kW divided by cos  $\phi$  which is equal to 23.6 kVA

**Keywords:** PLTMH, Tawa Village, Crossflow Turbine, 3 Phase Synchronous Generator

## Abstrak

**Abstrak-** Masalah kebutuhan akan energi listrik terutama minyak bumi sebagai penyediaan sumber energi semakin berkurang, sehingga penghematan harus diantisipasi sedini mungkin. Salah satu tindakan penghematan yang dilakukan dalam mengurangi pemakaian minyak bumi demi memenuhi kebutuhan listrik adalah memanfaatkan energi air sebagai energi terbarukan, maka dalam penelitian ini direncanakan PLTMH. Hal-hal yang diperhitungkan dalam merencanakan PLTMH adalah saluran penghantar, bak air, pipa pesat, rumah pembangkit, turbin dan generator. Penelitian PLTMH dilaksanakan di Desa Tawa Kecamatan Gane Barat Selatan Kabupaten Halmahera Selatan. Hasil yang diperoleh debit air sebesar 0,28 m<sup>3</sup>/det dan tinggi terjun air sebesar 12 meter, diameter pipa pesat 12 cm, panjang pipa pesat 19,20 m jenis turbin yang digunakan turbin Crossflow dengan efisiensi 85% sehingga daya bangkit sebesar 20,98 kW, dan generator dikopel seporos sehingga daya bersih turbin sama dengan daya kotor generator. Efisiensi generator sebesar 90%.sehingga menghasilkan daya bangkit sebesar 18,88 kW di bagi cos  $\phi$  sama dengan 23,6 kVA

**Kata Kunci :** PLTMH, Desa Tawa, Turbin *Crossflow*, Generator Sinkron 3 Fasa

© 2018 Penerbit Fakultas Teknik Unkhair. All rights reserved

## 1.0 PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat, sehingga menyebabkan kebutuhan akan energi listrik masyarakat kita belum tercukupi lebih-lebih masyarakat perdesaan yang terisolasi akan kebutuhan listrik.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah suatu bentuk perubahan tenaga air dengan mengandalkan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin air dan generator. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro merupakan salah satu pembangkit energi yang teknologinya relatif sederhana, karena biaya perawatan yang lebih murah atau ekonomis dibanding pembangkit energi lainnya.

Salah satu daerah yang memiliki potensi air yaitu air terjun yang berada di Desa Tawa. Daerah ini merupakan Desa yang ada di Kecamatan Gane Barat Selatan Kabupaten Halmahera Selatan. Daerah yang terletak di pesisir pantai yang memiliki banyak potensi alam. Secara geografis, Desa ini memiliki 129 perumahan rakyat, 4 fasilitas umum yakni 3 sekolah dan 1 mesjid dengan total penduduk sebanyak 608 jiwa.

Saat ini listrik dari PLN belum masuk ke desa tawa sehingga masyarakat setempat masih menghidupkan listrik secara mandiri mulai dari menggunakan genset (generator set) dan ada juga yang menggunakan (PLTS) pembangkit listrik tenaga surya

Adanya potensi yang ada di Desa Tawa berupa air terjun dapat digunakan untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sehingga hasilnya bisa dinikmati oleh seluruh masyarakat di desa Tawa dalam memenuhi akan kebutuhan listrik.

## 2.0 METODE

Penelitian menitikberatkan pada pengumpulan data-data primer yang dibutuhkan dalam menentukan berapa besar potensi air terjun. Pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran langsung menggunakan peralatan ukur sederhana. Disamping pengukuran, juga dilaksanakan diskusi dan studi pustaka untuk membandingkan hasil pengukuran dengan teori dasar.

### *Desain Sistem*

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro sangat bergantung pada tinggi terjun (Head), sehingga dapat kita ketahui sistem perencanaannya. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini membutuhkan tinggi terjun (Hefektif) untuk mengawali proses layaknya sebuah pembangkit, kemudian saluran penghantar akan membawa air menuju ke bak pengendap untuk mengendapkan material-material seperti batuan kecil dan pasir, selanjutnya air akan terus mengikuti saluran penghantar menuju ke bak penenang untuk menampung air yang akan masuk ke dalam pipa pesat. Air dalam pipa pesat akan memutar turbin dan generator sehingga dapat menghasilkan daya bangkit turbin dan generator. Air pembuangan akan dialirkan kembali ke sungai.

## 3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi PLTMH

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di air terjun yang terletak di Desa Tawa yaitu salah satu air terjun yang mengalir keluar dari permukaan batu-batuan. Secara administratif lokasi ini merupakan areal pegunungan Desa Tawa, dalam pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan maka tinggi jatuh air dapat dimanfaatkan secara maksimal sehingga dapat mencapai sasaran dengan baik.

### *Analisis Data Perhitungan*

#### *Perhitungan Debit Air (Q)*

Dari hasil pengukuran di peroleh data sebagai berikut:

- Diameter pipa pesat = 12 cm
- Luas penampang sungai rata-rata = 1,5 m<sup>2</sup>
- Kecepatan air rata-rata = 0,38m/det
- Tinggi terjun (h) = 12 m

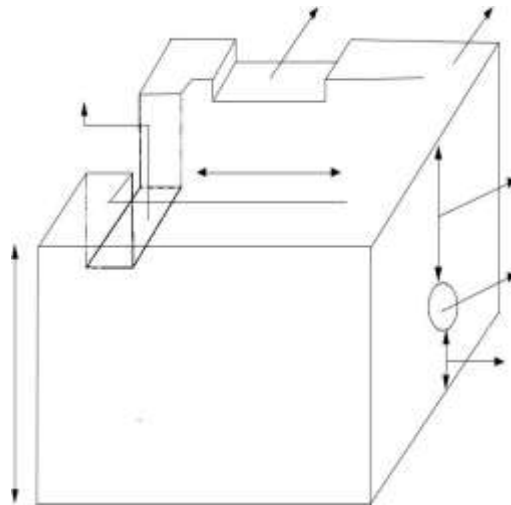
Sehingga diperoleh debit air adalah:

$$\begin{aligned}
 Q &= A.v \\
 &= 1,5 \text{ m}^2 \times 0,38 \text{ m / det} \\
 &= 0,57 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang telah didapat, untuk menentukan besar debit air yang akan digunakan diambil sebesar 50%. Sehingga debit air dalam pipa pesat menjadi 0,28 m<sup>3</sup>/det

#### **Perhitungan konstruksi bak utama (*head tank*)**

Konstruksi bak utama dengan dimensi utama panjang 4 m, lebar 4 m, tinggi 4 m. Pada sisi kiri bak penenang dibuat saluran penguras untuk membuang endapan berupa pasir dan lumpur.



**Gambar 1** Ukuran Bak Utama

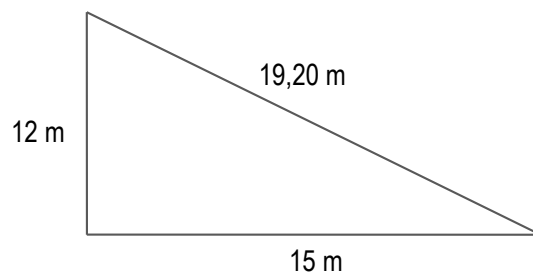
Keterangan:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times H \\ &= 4 \times 4 \times 4 \\ &= 64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Panjang, tinggi dan lebar bak penenang masing-masing 4 m, sehingga untuk volume bak air yaitu  $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 64 \text{ m}^3 = 64000$  liter.

### Perhitungan Panjang Pipa Pesat

Jarak horisontal antara bak air dengan rumah pembangkit berkisar 15 meter, dengan tinggi terjun vertikal yaitu 12 meter.



**Gambar 2** Panjang Pipa Pesat

Panjang pipa pesat dihitung dengan menggunakan rumus Pythagoras:

$$\begin{aligned} pp &= \sqrt{12^2 + 15^2} \\ &= 144 + 225 \\ &= 369 \\ &= \sqrt{369} \\ pp &= 19,20 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipilih menggunakan pipa dari plat baja 5 inci yang dirol kemudian dilas luar dalam, dilengkapi dengan flens baja untuk menyambung antara pipa satu dengan yang lain. Diameter 12 cm dan panjang 19,20 m yaitu jarak dari *head tank* ke *power house*.

### Rumah Pembangkit

## Penempatan Rumah Pembangkit

Rumah turbin adalah tempat diletakkannya turbin, generator dan peralatan-peralatan lainnya. Dalam memilih tempat untuk rumah turbin harus diperhatikan keadaan tanah untuk pondasi dan diusahakan agar kedudukan pondasi tidak mengurangi tinggi terjun air.

Untuk perencanaan, rumah turbin di tempatkan disisi sungai dengan konstruksi sebagai berikut :

Pondasi	= beton
Luas bangunan	= 4 m x 4 m
Tinggi bangunan	= 3 m
Rangka	= kayu
Atap	= seng

## Saluran Akhir (Tail Race)

*Tail race* berfungsi untuk membuang air yang telah melewati turbin kesungai.

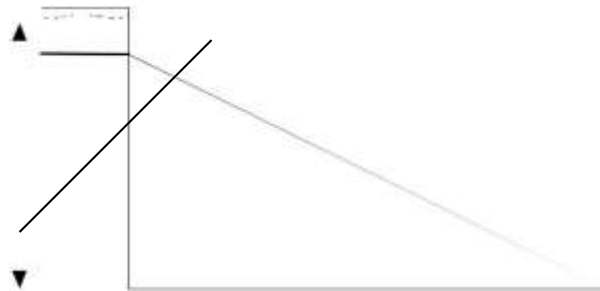
dengan luas penampang 1 m x 0,5 m sepanjang 5 m.

## Pemilihan Turbin

Untuk menentukan jenis turbin yang akan digunakan, terlebih dahulu diketahui tinggi terjun efektif dan debit air.

## Perhitungan tinggi terjun air

Tinggi terjun yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 12 m dan untuk mendapatkan tinggi terjun efektif maka  $H$  kotor = 12 m dan  $H$  rugi = 25 % dari  $H$  kotor.



**Gambar 3** Tinggi Terjun Air

$$\begin{aligned}
 H \text{ kotor} &= 12 \text{ m} \\
 H \text{ bersih} &= H \text{ kotor} - H \text{ rugi} \\
 H \text{ bersih} &= 12 - 0,25 \times 12 \text{ m} \\
 H \text{ bersih} &= 12 - 3 \text{ m} \\
 H \text{ bersih} &= 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kehilangan tinggi pada belokan pipa

Pipa pesat yang digunakan pada perencanaan PLTMH tidak memiliki belokan sehingga tidak ada rugi-rugi pada belokan pipa.

$$h_{L3} = 0$$

Kehilangan tinggi akibat penyempitan mendadak

Perencanaan diameter pipa pesat yang digunakan pada PLTMH sama, dari atas kebawah sehingga tidak ada rugi-rugi akibat penyempitan mendadak.

$$h_{L3} = 0$$

### Perhitungan Daya Hydro

Perhitungan daya hydro yang dapat dibangkitkan adalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{hydro}} &= g \cdot Q \cdot H_{\text{efektif}} \cdot \rho \\ &= 9,8 \times 0,28 \times 9 \times 1 \\ &= 24,69 \text{ kW} \end{aligned}$$

### Perhitungan Daya Turbin

Daya pada turbin yang dapat dibangkitkan dengan efisiensi 85% adalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{turbin}} &= \eta_{\text{turbin}} \times P_{\text{hydro}} \\ &= 0,85 \times 24,69 \text{ kW} \\ &= 20,98 \text{ kW} \end{aligned}$$

### Menentukan Kecepatan Jenis Turbin

Pemilihan putaran turbin disesuaikan dengan putaran generator yang digunakan, pada perencanaan PLTMH yang digunakan adalah generator asinkron empat kutub dengan slip 2%, sehingga rotor harus diputar pada kecepatan 1470 rpm apabila difungsikan sebagai generator untuk mendapatkan frekuensi 50 Hz.

Perencanaan PLTMH menggunakan mekanisme penyesuaian putaran dengan transmisi sabuk V, perbandingan kopel antara poros roda turbin dengan poros generator adalah 2:3 sehingga putaran turbin yang dikopel dengan generator adalah:

$$n_t = \frac{2}{3} \times 1470$$

$$= 980 \text{ rpm}$$

jadi putaran turbin adalah 980 rpm, dengan demikian kecepatan jenis dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} n_s &= \frac{n \times \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \\ &= \frac{980 \times \sqrt{0,28}}{9^{3/4}} \\ &= \frac{518,567}{5,196} \\ &= 99,8 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan hasil ternyata yang memenuhi karakteristik adalah:

$$Q = 0,28 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H = 9 \text{ m}$$

$$n_s = 99,8 \text{ rpm}$$

Dari data diatas maka dipilih jenis turbin *Crossflow* atau turbin *Banki – Mitchell*.

### Penentuan Jenis Generator

#### Perhitungan Daya Generator

Daya pada generator yang dapat dibangkitkan dengan efisiensi 90% adalah

$$\begin{aligned} P_{\text{Gen}} &= \eta_{\text{Gen}} \times P_{\text{Turbin}} \\ &= 0,9 \times 20,98 \text{ kW} \\ &= 18,88 \text{ kW} \end{aligned}$$

Faktor daya diambil sebesar 0,8 sehingga kapasitas daya generator adalah:

$$\begin{aligned} PS &= \frac{P_g}{\cos \phi} \\ &= 18,88 \text{ kW} / 0,8 \\ &= 23,6 \text{ kVA} \end{aligned}$$

#### 4.0 KESIMPULAN

Debit air yang telah didapat sesuai hasil perhitungan untuk PLTMH di Desa Tawa Kecamatan Gane Barat Selatan Kabupaten Halmahera Selatan adalah debit air 0,28 m<sup>3</sup>/det Tinggi terjun air yang telah didapat sesuai hasil perhitungan untuk PLTMH adalah Hbersih = 9 meter. Konstruksi bak air dengan volume luas 4 m, saluran air masuk 70 cm x 30 cm, saluran pembilas 40 cm x 10 cm. Diameter pipa pesat 12 cm dan tebal dinding 30 cm serta panjang pipa pesat yang direncanakan 19,20 meter. Rumah turbin berukuran luas bangunan 4 m x 4 m. Jenis turbin yang digunakan pada perencanaan ini adalah Turbin *Crossflow*. Daya generator yang dibangkitkan untuk penelitian ini sebesar 23,6 kVA. Jenis Generator yang digunakan pada PLTMH di Desa Tawa adalah Generator 3 pisa. Tegangan Generator 400V / 220V dengan Jumlah Kutub 4 Kecepatan Putar 1500 rpm Frekuensi 50 Hz.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan Terima Kasih dan Penghargaan setinggi-tingginya kepada Fakultas Teknik yang telah membiayai penelitian ini.

#### References

- [1] Faizal Abubakar. (2010). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Di Sungai Gofito Desa Bibinoi Kecamatan Bacan Timur Tengah Kabupaten Halmahera Selatan* (P. 62).
- [2] Purnama, A. (2018). *Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Studi Kasus: PLTMH Minggir Pada Saluran Irigasi Minggir Di Padukuhan Klagaran Desa Sendangrejo Kecamatan Minggir Kabupaten Sleman*. 93–111. <https://doi.org/10.31227/osf.io/9nkym>
- [3] Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385. <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>
- [3] Sukamta, S., & Kusmantoro, A. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(2), 58–63. <https://doi.org/10.15294/jte.v5i2.3555>
- [4] Sunarlik, W. (2017). Prinsip Kerja Generator Sinkron. *Prinsip Kerja Generator Sinkron*, 6.