



## PERENCANAAN DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO-HIDRO JENIS *CROSSFLOW*

<sup>1</sup>Jumadi, <sup>2</sup>Faisal Amir

<sup>1,2</sup> Prodi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Malikussaleh  
Jl. Cot Tgk. Nie Kec. Muara Batu, Aceh Utara 24355  
Email: jumadirusli@gmail.com

### Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) merupakan salah satu tipe pembangkit listrik yang banyak digunakan di Indonesia. PLMTH adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air sebagai energi utama. Turbin bekerja dengan prinsip mengubah gaya potensial air menjadi gaya mekanis. Dalam hal ini fluida yang digunakan adalah fluida cair atau air. Air di sini digunakan untuk menggerakkan sudu-sudu turbin yang tersambung dengan poros turbin sehingga menghasilkan gaya putar. Karena turbin sendiri termasuk ke dalam salah satu mesin konversi energi, diperlukan pengetahuan tentang efisiensi turbin baik itu hal-hal yang mampu menaikkan maupun menurunkan performa dan efisiensi dari turbin. Dalam pembahasan selanjutnya, penulis mengambil subjek pada sebuah instalasi PLMTH yang terdapat di Krueng Kala, Lhoong, Aceh Besar dengan debit air 300 liter/detik dan *head* air jatuh 27 meter. Total kerugian aliran yang terjadi di sepanjang *penstock*, *elbow*, *inlet* dan *valve* yaitu sebesar 6,907 m. Dengan *head* efektif sebesar 20,093m maka didapat daya output turbin sebesar 44 kW dan kapasitas generator sebesar 37 kW.

**Kata kunci:** Efisiensi, generator, *penstock*, performa, turbin air.

### 1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), biasa disebut mikrohidro, adalah suatu pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (*head*, dalam meter) dan jumlah debit airnya ( $m^3/detik$ ).

Bentuk pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* bervariasi, tetapi prinsip kerjanya sama, yaitu perubahan tenaga potensial air menjadi tenaga elektrik (listrik). Perubahan yang terjadi tidak secara langsung, tetapi berturut-turut melalui tahapan sebagai berikut :

1. Tenaga potensial diubah menjadi tenaga kinetik
2. Tenaga kinetik diubah menjadi tenaga mekanik
3. Tenaga mekanik diubah menjadi tenaga listrik

Tenaga potensial adalah tenaga air karena berada pada ketinggian. Tenaga kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan. Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar kincir air atau sudu-sudu turbin. Tenaga elektrik adalah hasil dari generator yang berputar akibat berputarnya kincir air atau sudu-sudu turbin.

Belakangan ini semakin marak digunakannya mikrohidro, pembangkit listrik tenaga air skala kecil

(dibawah 100 kW), sebagai sumber pasokan listrik di desa-desa kecil dan terpencil. PLTA mikrohidro semakin dipilih mengingat banyaknya sungai kecil yang ada di Indonesia. Potensi mikrohidro di Indonesia ada 458,75 MW dan baru terpasang 84 MW. Selain itu, teknologinya yang mudah pun menjadi suatu nilai tambah bagi penduduk desa dalam memanfaatkan aliran sungai sebagai sumber energi primer untuk pembangkit listrik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan perencanaan turbin air aliran melintang (*crossflow turbine*) yang menjadi komponen utama pada sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), serta menganalisa perencanaan komponen utama mekanik Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, yaitu pipa pesat/*penstock*, turbin aliran melintang (*crossflow turbine*), dan generator. Sedangkan komponen ekonomi, sosial, dan sipil tidak dilakukan perhitungan.

### 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan metode pengumpulan data yang diharapkan dapat dijadikan pedoman dalam penyusunan jurnal. Adapun data tersebut diperoleh melalui studi literatur dan analisis hasil studi lapangan yang hanya terbatas pada perencanaan mekanis turbin *crossflow* berupa perencanaan komponen utama mekanik Pembangkit

Listrik Tenaga Mikrohidro, yaitu pipa pesat/*penstock*, turbin aliran melintang (*crossflow turbine*), dan generator. Beberapa data diperoleh bersumber dari buku manual pembangunan PLTMH, *Microhydro Design Manual*. Selain itu beberapa informasi juga penulis peroleh dari buku, koran dan internet.

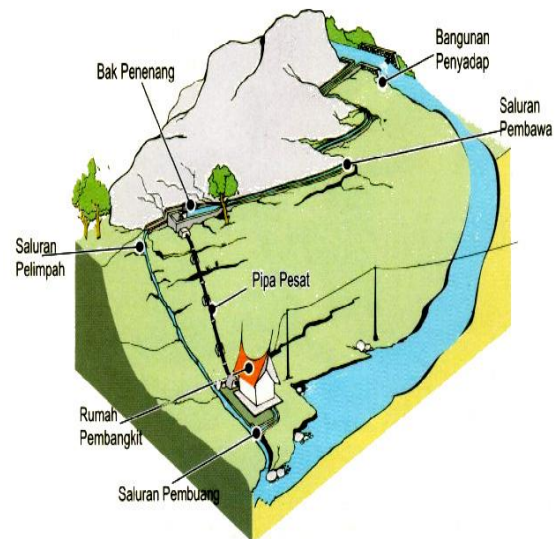
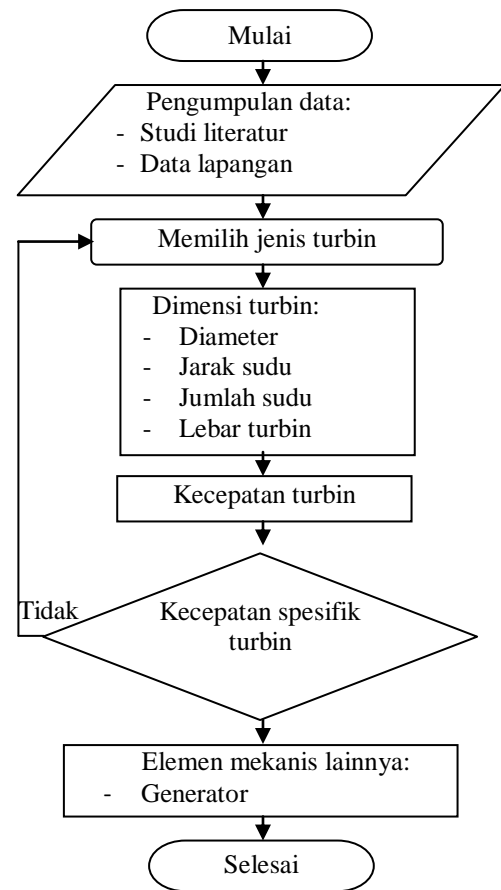
## 2.1 Diagram Alir untuk Perencanaan Turbin *Crossflow*

Pembangkit tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis.

Bentuk pembangkit tenaga mini-hidro adalah bervariasi, tetapi prinsip kerjanya adalah sama, yaitu perubahan tenaga potensial air menjadi tenaga elektrik (listrik). Perubahan tersebut tidak terjadi secara langsung, tetapi berturut-turut melalui perubahan sebagai berikut Tenaga potensial diubah menjadi tenaga kinetik, kemudian tenaga kinetik dirubah menjadi tenaga mekanik dan tenaga mekanik baru menjadi tenaga listrik.

Tenaga potensial adalah tenaga air karena berada pada ketinggian. Tenaga kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan. Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar kincir/turbin. Tenaga elektrik adalah hasil dari generator yang berputar akibat berputarnya kincir/turbin.

Prinsip kerja PLTMH yang paling utama adalah memanfaatkan semaksimal mungkin energi air yang dapat ditangkap oleh peralatan utamanya yang disebut turbin/kincir air. Efisiensi kincir air yang dipilih untuk menangkap energi air tersebut menentukan besarnya energi mekanik atau energi poros guna memutar generator listrik.



Gambar 2.1. Bagan Sebuah PLTMH

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan tujuan dari penelitian ini hanya sebatas kaji unjuk kerja dan perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

Pengukuran debit aliran dilakukan di dua titik atau lokasi yaitu 300 meter ke arah hulu dari terjunan, dan 200 meter ke arah hilir dari terjunan. Pengukuran menggunakan *mid area method* dengan tiga titik pengukuran.

Interval pengukuran : 60 detik  
Persamaan *current meter* :  $V = 49,53 \cdot N + 0,82$  cm/s  
Jumlah titik yang diukur : 3 titik

Hasil pengukuran pada 2 lokasi:

1. Lokasi pengukuran : 300 meter ke arah hulu  
Lebar sungai : 3,2 meter
2. Lokasi pengukuran : 200 meter ke arah hilir  
Lebar sungai : 3,6 meter

Dari hasil pengukuran debit aliran diperoleh debit aliran sesaat sebesar 2,14 m<sup>3</sup>/detik dan 1,8 m<sup>3</sup>/detik. Sebagai dasar untuk perancangan, maka diambil debit rancangan sebesar 1 m<sup>3</sup>/detik dengan asumsi debit ini selalu terpenuhi sepanjang tahun. Pada perencanaan PLTMH ini besarnya tinggi jatuhnya kotoran (H) sesuai dengan data peta topografi lokasi adalah 7 m. Berdasarkan kapasitas air yang dibutuhkan dalam perencanaan, yaitu  $Q = 1$  m<sup>3</sup>/s, maka diameter pipa pesat ( $D_p$ ) dapat ditentukan sebesar = 0,70 m.

Secara perhitungan, kecepatan spesifik didapat sebesar  $N_s = 33,22$  rpm, maka kecepatan putaran turbin sebesar  $N = 143$  rpm.

Berdasarkan debit dan tinggi terjunan yang tersedia, jenis turbin yang akan digunakan dapat ditentukan dengan grafik klasifikasi turbin, maka PLTMH ini lebih cocok menggunakan **turbin crossflow**.

Setelah diketahui jenis turbin yang akan dirancang maka dimensi turbin juga dapat dihitung, antara lain: Diameter luar,  $D_1 = 0,70$  m. Diameter dalam,  $D_2 = 0,462$  m. Jarak lingkaran bagian dalam dan luar turbin,  $a = 0,119$  m. Lebar untuk turbin *crossflow*,  $L = 0,67$  m. Jarak antar sudu dalam rotor turbin *crossflow*,  $t = 0,109$  m. Kelengkungan sudu,  $r = 0,114$  m. Jumlah sudu,  $n = 20$  buah. Daya output turbin sebesar = 48,02 kW, dengan memperhatikan akses daya maka dapat membangkitkan generator sebesar = 40 kW.

Diameter pipa pesat = 0,70 m, kecepatan putaran turbin sebesar = 143 rpm sehingga diperoleh kecepatan spesifik sebesar = 33,22 rpm. Maka berdasarkan grafik klasifikasi turbin, turbin yang sesuai digunakan adalah turbin *crossflow*.

Dimensi poros dan bantalan juga dapat dihitung, dan didapat sebesar:

Diameter poros	= 0,060 m
Diameter Bore Bantalan	= 60 mm
Diameter Luar Bantalan	= 151 mm
Lebar Bantalan	= 70 mm

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan perhitungan pada perencanaan dan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro jenis *crossflow* maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. perencanaan dan perancangan PLTMH jenis *crossflow*

2. daya output turbin sebesar = 48,02 kW, dengan memperhatikan akses daya maka dapat membangkitkan generator sebesar = 40 kW
3. diameter pipa pesat = 0,70 m, kecepatan putaran turbin sebesar = 143 rpm sehingga diperoleh kecepatan spesifik sebesar = 33,22 rpm. Maka berdasarkan grafik klasifikasi turbin, turbin yang sesuai digunakan adalah turbin *crossflow*.

### 4.2 Saran

Untuk penelitian lanjutan yang harus dilakukan adalah membuat sebuah pengujian dengan memvariasikan beberapa jenis kaca dan menghitung kenyamanan termal dengan menggunakan AC sebagai perbandingan.

### Daftar Pustaka

- Anonim, *Manual Book of Solar ray Collector* ©PHYWE SYSTEME GMBH & Co.KG. Gottingen, Germany.
- Anonim, *Gambaran Umum Kondisi Aceh*, Rencana Pembangunan Jangka Panjang Aceh (RPJP Aceh) Tahun 2005-2025.
- Anonim, *Geografis Aceh*, Bappeda Aceh, Banda Aceh
- Athienitis, A, *Design of Advanced Solar Homes Aimed At Net-Zero Annual Energy Consumption in Canada*, Jurnal Solar Sel.
- Brilianz, Ltd, 2006, *Innovation in the Application of Light*, England.
- Duffie, J.A. dan Beckman, W.A. , 1991, *Solar Engineering of Thermal Processes*, John Willey and Sons Inc, Wisconsin.
- Musunuri, R.K. Sanchez, D. Rodrigues, R, 2007, *Solar Thermal Energy*, University of Gavl, Germany.
- Muharto, dkk, *Efektifitas Penyerapan Panas Sinar Matahari Oleh Air yang Mengalir Dalam Pipa*, ITS, Sukolilo, Surabaya.
- Sudirham, S, *Mengenal Sifat Material*, [www.buku-e.lipi.go.id](http://www.buku-e.lipi.go.id)