

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh I. W. I. Wadanta dkk [4] didapatkan hasil bahwa kemiringan *head* dan variasi sudut *blade* turbin *screw* berpengaruh terhadap torsi, putaran turbin, tegangan, arus, daya dan putaran yang dihasilkan oleh turbin. Hasil pengukuran tertinggi terdapat pada kemiringan *head* 400 dan variasi sudut *blade* 280°. Tegangan, arus dan daya yang diperoleh 73,8 V, 148,9 A dan 10,98882W. Kecepatan putaran turbin sebelum dikopel generator didapatkan putaran 596 RPM dan 304 RPM setelah dikopel, sedangkan kecepatan putaran generator 3863 RPM. Torsi dan efisiensi yang dihasilkan yaitu 0,3492 Nm dan 14,16 %.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh I. G. W. Putra dkk [1] menganalisis pengaruh tekanan air terhadap torsi yang dihasilkan untuk memutar generator. Efisiensi terbesar yang diperoleh pada pengujian pemodelan PLTMH ini adalah pada tekanan 24 psi yaitu sebesar 18,1%, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada tekanan air 8 psi yaitu sebesar 2,4 %. Peningkatan tekanan air yang diberikan akan menyebabkan efisiensi sistem PLTMH semakin meningkat, dimana efisiensi ini dipengaruhi oleh daya hidrolis dan daya generator. Semakin besar tekanan yang diberikan, gaya dorong dari aliran air akan semakin besar dan kecepatan air yang keluar dari pipa pesat semakin meningkat sehingga daya hidrolis akan semakin besar. Daya hidrolis semakin besar menyebabkan daya *output* generator semakin meningkat sehingga efisiensi pada sistem PLTMH semakin besar.

Penelitian yang dilakukan oleh Rendi dan Firda [5] berhasil melakukan penelitian untuk meningkatkan selisih torsi dengan menambahkan lingkaran pelindung di belakang bilah yang memajukan bilah. Berdasarkan Hasil analisis, penambahan lingkaran pelindung dapat meningkatkan selisih torsi. Nilai torsi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan pelindung lingkari 10 mm dari *blade* 46.524 Nm, nilai daya terbesar dimiliki oleh turbin dengan tambahan lingkaran pelindung 10 mm kali 182 Watt dan terbesar Nilai efisiensi dimiliki oleh

turbin dengan penambahan lingkaran pelindung 10 mm 50% turbin. Penambahan lingkaran pelindung sejauh 10 mm dari bilah adalah paling banyak geometri turbin yang optimal untuk digunakan pada pembangkit listrik dengan aliran air, terutama pada aliran lambat sungai.

Penelitian ini dilakukan T. Wahyudi [6] di Dusun Pinang Desa Sungai Jelayan, Kendawangan dengan type turbin crossflow 18 sudu yang dirancang mengapung diatas air karna sungai memiliki kedalaman  $\pm 2.76$  m sehingga memungkinkan untuk didesain terapung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi energi listrik yang bisa dihasilkan sungai yang berada di desa ini dengan cara mencari kecepatan arus, debit air, arus listrik generator dan tegangan dari generator untuk mencari efisiensi daya.

Adapun letak kesamaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu terletak pada turbin air yang digunakan yaitu turbin air *archimendes screw* sebagai pembangkit listrik tenaga air pada aliran air dengan *head* yang rendah dan aliran sungai yang kecil. Sedangkan perbedaannya adalah untuk penelitian ini peneliti akan melakukan penelitian dengan penambahan sistem mengapung pada turbin, sehingga turbin *archimendes screw* dengan sistem mengapung ini dapat di terapkan pada aliran sungai yang memiliki lebar sungai yang terbilang besar.

## 2.2 Turbin Air

Turbin air adalah turbin dengan media kerja air, secara umum turbin adalah alat mekanik yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap atau *stationary blade*, tidak ikut berputar bersama poros dan berfungsi mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros. Turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Berikut ini merupakan klasifikasi berbagai jenis turbin air yang digunakan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

1. Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari *nozzle* tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Energi potensial yang dimiliki air dikonversi menjadi energi kinetik dan masuk melalui *nozzle*. Air yang keluar dari *nozzle* yang mempunyai kecepatan tinggi

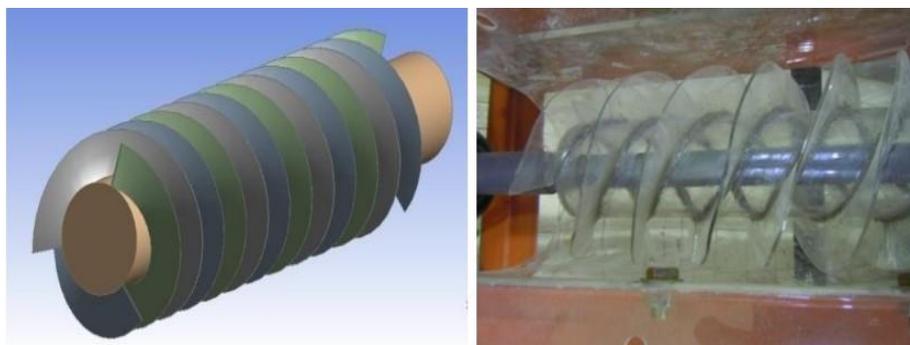
membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*impulse*). Jenis turbin impuls diantaranya yaitu : Turbin *Pelton*, Turbin *Turgo*, Turbin *Cross Flow*.

2. Turbin reaksi adalah turbin reaksi mempunyai profil khusus pada sudu yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga *runner* (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai jenis turbin reaksi diantaranya yaitu : Turbin *Francis*, Turbin *Kaplan* [1].

### 2.3 Turbin Screw (*Archimedes Screw*)

*Archimedean screw* adalah jenis *screw* yang telah dikenal sejak zaman kuno dan telah digunakan sebagai pompa untuk pengairan. Prinsip kerja dari turbin ini dimana tekanan dari air yang melalui bilah-bilah sudu turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudu turbin maka tekanan ini akan memutar turbin dan menggerakan generator listrik setelah sebelumnya daya putaran poros ditransmisikan melalui *gearbox* [7].

Turbin *screw* merupakan salah satu turbin yang sangat spesial karena dapat beroperasi pada daerah yang memiliki *head* yang sangat rendah. Pada penggunaannya turbin *screw* ini posisi sudutnya tergantung dari kondisi *head* yang ada di lapangan. Untuk pembangunan pembangkit listrik PLTMH turbin *archimedes screw*, hal yang harus diperhatikan yaitu : lebar sungai, bagian dari dasar sungai, hambatan alam seperti batu, populasi pohon, dan stabilisasi alur sungai.



**Gambar 2.1** Turbin *Archimedes Screw* [8]

## 2.4 Debit Aliran

Debit adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu, dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/s$ ). Debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk *hidrograf* aliran. *Hidrograf* aliran adalah suatu perilaku debit sebagai respon adanya perubahan karakteristik *biogeofisik* yang berlangsung dalam suatu daerah aliran sungai (DAS), dan atau adanya perubahan iklim lokal baik musiman maupun tahunan. Laju aliran permukaan merupakan jumlah atau volume air yang mengalir pada suatu titik per detik atau per jam [9]. Laju aliran permukaan dikenal juga dengan istilah debit. Besarnya debit ditentukan oleh luas penampang air dan kecepatan alirannya, yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1).

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

Q = debit aliran air ( $m^3 /s$ )

t = waktu (s)

V= volume ( $m^3$ )

## 2.5 Luas Penampang

Luas penampang yang dimaksud adalah luas penampang dari alat *flume test*. Yang mana luas penampang tersebut adalah tinggi permukaan air dan lebar dari bukaan alat *flume test* sebagai berikut :

$$A = p \times l \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

A = Luas penampang ( $m^2$ )

p = tinggi permukaan air (m)

l = lebar alat folume test (m)

## 2.6 Kecepatan Aliran Air

Berikut ini adalah perhitungan kecepatan aliran :

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

$v$  = kecepatan aliran air (m/s)

$Q$  = debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)

$A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

## 2.7 Daya Hidrolis

Daya yang dimiliki air bisa diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_H = \frac{1}{2} \cdot (\rho) \cdot (Q) \cdot (v^2) \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$P_H$  = daya hidrolis (watt)

$\rho$  = massa jenis fluida/air (kg/m<sup>3</sup> )

$Q$  = debit air (m<sup>3</sup> /s)

$v$  = kecepatan aliran air (m/s)

## 2.8 Daya Turbin

Daya mekanik adalah daya yang dibangkitkan oleh turbin air dengan mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin.

$$P_T = T \times \omega \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$P_t$  = daya turbin (Watt)

$T$  = torsi (Nm)

$\omega$  = kecepatan Sudut (rad/s)

## 2.9 Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin adalah kemampuan dari suatu mesin turbin untuk menghasilkan daya dimana daya yang dihasilkan dibagi dengan kinerja mesin turbin. Efisiensi turbin dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_T}{P_H} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$\eta_t$  = efisiensi turbin

$P_T$  = daya mekanik

$P_H$  = daya hidrolis

### 2.10 Torsi

Torsi menunjukkan kemampuan sebuah gaya untuk membuat benda melakukan gerak rotasi.

$$T = F \times r \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan keterangan :

$T$  = torsi (Nm)

$r$  = lengan gaya (m)

$F$  = gaya yang diberikan tegak lurus dengan lengan gaya (N)

### 2.11 Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut sendiri merupakan ukuran bagian sudut lingkaran yang dibentuk oleh lintasan suatu titik yang bergerak dalam lingkaran per satuan waktu.

$$\omega = \frac{2\pi r}{60} \text{ RPM} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$\omega$  = kecepatan sudut ( rad/sekon )

RPM = putaran per menit