

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Energi Air

Penggunaan energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan dengan sumber daya yang cukup adalah tenaga air. Kapasitas yang terpasang pada sumber daya ini masih rendah, terhitung 10,81% dari total sumber daya air yang tersedia. Oleh karena itu, penggunaan energi air harus semakin ditingkatkan (Alit dkk, 2020)

Energi air dapat digunakan dalam bentuk energi mekanik atau energi listrik. Air merupakan sumber energi terbarukan yang sangat ramah lingkungan dan mudah ditemukan. Energi yang terdapat pada air adalah energi potensial dan energi kinetik (Emitor dkk, 2012).

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda ketika bergerak dengan kecepatan tertentu. Rumus energi kinetik adalah sebagai berikut:

$$EK = \frac{1}{2} mV^2 \quad (2.1)$$

Berdasarkan rumus di atas, semakin cepat benda bergerak, maka semakin besar juga energi kinetik pada benda tersebut, Dan semakin bertambah massa pada benda, maka semakin bertambah juga energi kinetik pada benda tersebut (Abadi, 2018).

Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena posisinya atau bentuk maupun susunannya. Berikut adalah rumus energi potensial :

$$EP = m. g. h \quad (2.2)$$

Berdasarkan rumus di atas, energi potensial disebabkan karena adanya gaya gravitasi. Suatu benda memiliki energi potensial yang besar jika massanya semakin besar dan ketinggiannya semakin tinggi (Abadi, 2018).

#### 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

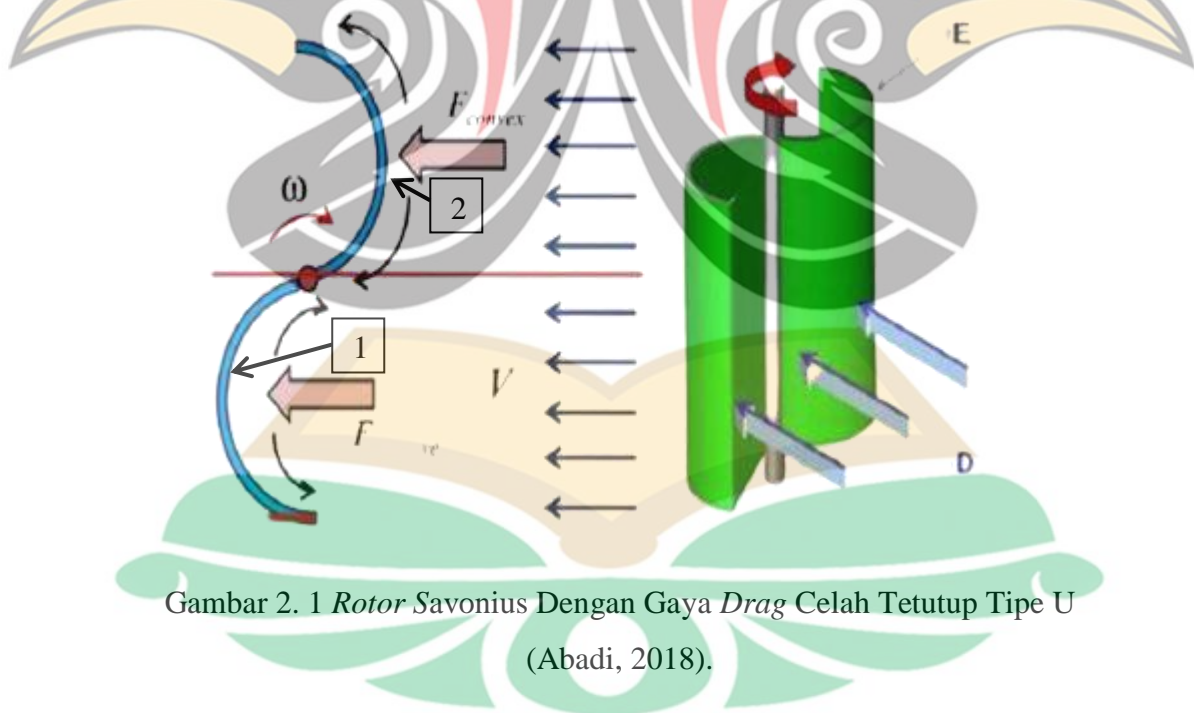
PLTA merupakan salah satu *renewable energy* yang murah dan ramah lingkungan dalam pengoperasiannya. Indonesia memiliki potensi tenaga air yang tersebar diseluruh daerah yaitu sebesar  $\pm 75.000$  MW. Potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal

dan hanya sekitar 6% saja yang sudah dimanfaatkan untuk PLTA, PLTM dan tentunya masih sangat kurang. Pada PLTA, energi air diubah menjadi energi listrik menggunakan mesin pembangkit listrik. Energi air yang bisa berupa kecepatan air dan tinggi jatuh (head) digunakan untuk memutar turbin yang dihubungkan dengan generator sehingga menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air tidak terbatas hanya pada waduk atau air terjun, tetapi juga termasuk pembangkit listrik yang menggunakan energi lain. Salah satu contohnya adalah penggunaan air dalam bentuk tenaga gelombang (Alamsyah dkk, 2017).

### 2.3 Turbin Savonius

Turbin Savonius atau *rotor* Savonius ditemukan pada tahun 1922 oleh insinyur Finlandia Sirgurd Johannes Savonius. Turbin Savonius bekerja dengan memanfaatkan energi dorong atau drag untuk memutar *rotor*. Sungai dan aliran parit yang laju alirannya relatif rendah dan ketinggian jatuh yang rendah dapat dimanfaatkan oleh *rotor* Savonius, dan faktor daya yang cukup tinggi dapat dicapai dalam kondisi tersebut (Abadi, 2018).

Berikut adalah ilustrasi konstruksi turbin Savonius dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Rotor Savonius Dengan Gaya Drag Celah Tetutup Tipe U (Abadi, 2018).

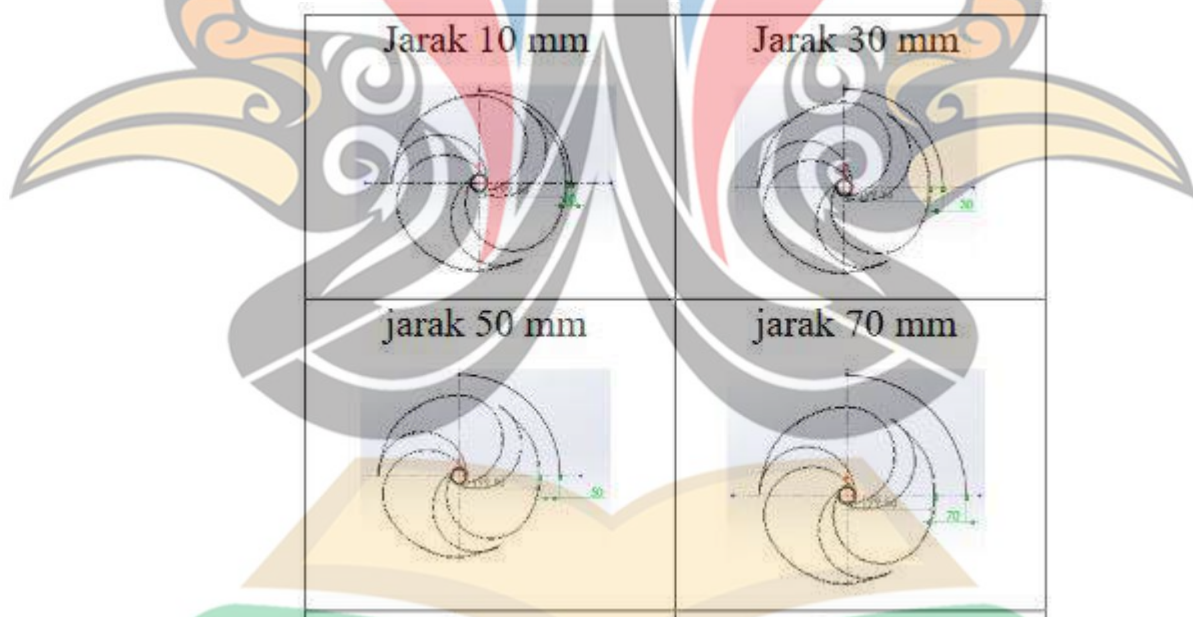
Umumnya *rotor* Savonius terdiri dari dua hingga tiga sudu yang disusun sedemikian rupa. Prinsip kerja *rotor* Savonius vertikal adalah saat *rotor* berputar antara sepertiga dari revolusinya, sudu terbuka (1) tersebut mengenai aliran fluida membuatnya

berputar lalu akan berada di belakang, kemudian sudu selanjutnya berputar dan akan menerima aliran fluida, proses tersebut akan terus terjadi selama ada aliran fluida yang menabrak sudu terbuka. Turbin Savonius terdiri dari pelat, poros, dan bilah (Abadi, 2018).

## 2.4 Deflektor

Deflektor atau penghambat aliran merupakan benda yang dapat menghambat atau mengarahkan suatu fluida yang bertujuan untuk mengurangi torsi negatif atau meningkatkan gaya positif pada sudu (Abadi, 2018).

Deflektor juga mempunyai fungsi untuk meningkatkan performa pada turbin. Untuk hal itu maka harus menambahkan deflektor pelat lengkung atau lingkaran pelindung di depan bagian sudu pada turbin (Rendi & Herlina, 2020). Berikut adalah contoh penambahan pelat pada turbin dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3:



Gambar 2. 2 Penambahan Pelat (Lingkaran Pelindung) Pada Turbin (Rendi & Herlina, 2020).

## 2.5 Kontinuitas fluida

Banyaknya jumlah fluida yang masuk sama dengan banyaknya fluida yang keluar disebut kontinuitas. Jika fluida memiliki massa tertentu masuk pada pipa yang diameternya besar, maka fluida tersebut akan keluar pada pipa yang diameternya kecil

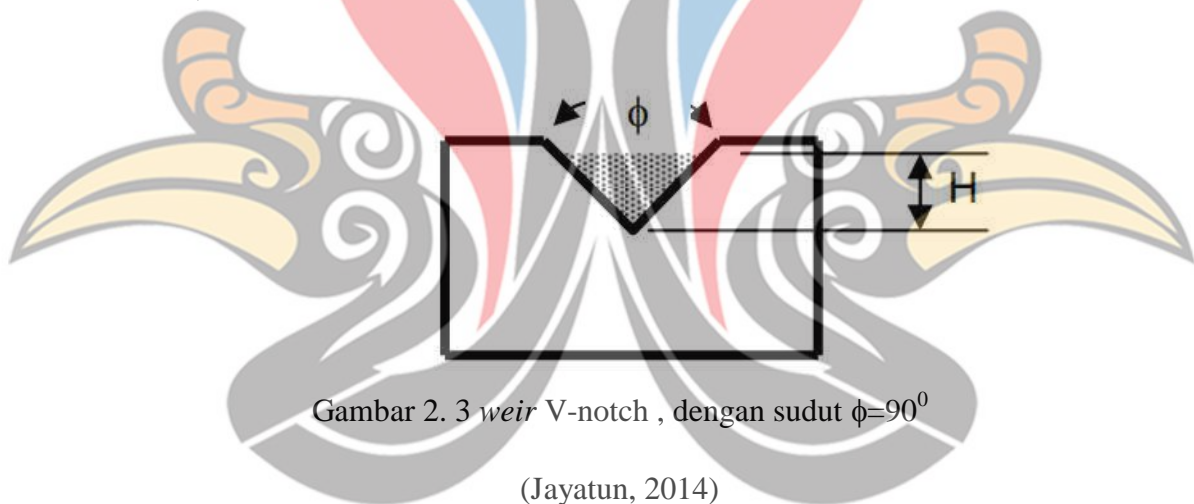
dengan massa yang tetap. Dapat dikatakan bahwa massa yang masuk dan yang keluar adalah konstan walaupun dengan diameter yang berbeda (Maryono, 2003). Persamaan kontinuitas adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung debit air, berikut adalah rumus persamaan kontinuitas yang ditunjukkan pada Persamaan 2.3.

$$Q = v \cdot A \quad (2.3)$$

Untuk menghitung debit air dapat menggunakan beberapa metode salah satunya adalah penggunaan metode *weir* V-notch. Debit air yang mengalir dapat ditunjukkan dengan kurva korelasi atau perhitungan matematis berdasarkan tinggi muka air yang melewati *weir*. Bila nilai  $\phi=90^0$  maka debit aliran air yang melalui *weir* V-notch dapat ditunjukkan pada persamaan 2.4 sebagai berikut.

$$Q = C_w H^{5/2} \quad (2.4)$$

Dengan Q adalah debit air, H adalah ketinggian air terhadap puncak segitiga, dan  $C_w$  untuk  $90^0$  adalah 1,38 untuk satuan SI.



Gambar 2. 3 *weir* V-notch , dengan sudut  $\phi=90^0$

(Jayatun, 2014)

## 2.6 Tip Speed Ratio

Rasio kecepatan ujung turbin ( $\lambda$ ) atau TSR (dalam kasus ini fluidanya berupa air) merupakan perbandingan antara kecepatan putaran ujung sudu terhadap kecepatan aliran air yang sebenarnya yang mempengaruhi kecepatan putaran rotor (Abadi, 2018). Untuk mencari nilai TSR dapat menggunakan Persamaan 2.5, Sedangkan untuk mencari nilai kecepatan sudu dapat menggunakan Persamaan 2.6.

$$\lambda = \frac{\omega D}{2v} \quad (2.5)$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60 \text{ detik}} \quad (2.6)$$

www.itk.ac.id

(Abadi, 2018)

## 2.7 Daya Turbin

Ketika aliran air mengenai sudu-sudu pada turbin akan menyebabkan turbin tersebut bergerak sehingga poros pada turbin juga akan ikut bergerak. Hal tersebut dapat menghasilkan daya pada turbin (Muliawan & Yani, 2017). Untuk mencari daya turbin dapat menggunakan Persamaan 2.7.

$$P_t = T \cdot \omega \quad (2.7)$$

$$P_t = T \frac{2\pi n}{60} \quad (2.8)$$

Untuk mencari torsi yang dihasilkan turbin dapat menggunakan Persamaan 2.9.

$$T = F L \quad (2.9)$$

(Abadi, 2018)

## 2.8 Koefisien daya dan Koefisien Torsi Pada Turbin

Koefisien daya dapat dijadikan salah satu faktor dari performa pada turbin. Untuk mencari koefisien daya pada turbin tersebut dapat menggunakan Persamaan 2.10.

$$C_p = \frac{2P_t}{\rho H_t D v^3} \quad (2.10)$$

(Abadi, 2018)

Untuk mencari koefisien torsi pada turbin tersebut dapat menggunakan Persamaan 2.11.

$$C_m = \frac{4T}{\rho H_t D^2 v^2} \quad (2.11)$$

(Abadi, 2018)

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi harus serupa dan sejenis dengan penelitian yang dilakukan sekarang. Hal tersebut agar memudahkan penulis untuk

melakukan penelitian. Berikut adalah penelitian yang dijadikan acuan oleh penulis yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya Sebagai Referensi

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Rendi dan Herlina, (2020)	<p><b>Metode</b> : Penambahan Deflektor Pelat Lengkung (Lingkaran Pelindung) Pada Turbin Air Rotor Savonius</p> <p><b>Hasil</b> : Hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan menambahkan lingkaran pelindung di belakang sudu, turbin dapat meningkatkan gaya drag sudu yang maju. Menambahkan lingkaran pelindung sejauh 10mm dari bilah turbin menambah gaya maksimum (232,62N), nilai torsi maksimum (46,524N.m), nilai daya maksimum (182W) dan nilai efisiensi (50%).</p>
2	Jamal(2019)	<p><b>Metode</b> : Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Savonius</p> <p><b>Hasil</b> : Pada eksperimen yang dilakukan oleh Jamal menunjukkan bahwa Turbin 2 sudu menghasilkan putaran yang lebih besar dibandingkan turbin 3 dan 4 sudu, tetapi turbin 2 sudu memiliki momen gaya/torsi yang rendah dibandingkan turbin 3 dan 4 sudu, hal ini terlihat pada rendahnya efisiensi turbin 2 sudu pada kecepatan angin rendah dengan pembebanan tinggi</p>
3	Kailash dkk., (2012)	<p><b>Metode</b> : Pengaruh Variasi Posisi <i>Deflector Plate</i> Pada Turbin Air Savonius</p> <p><b>Hasil</b> : Dalam penelitian ini, pelat deflektor berfungsi untuk menghalangi aliran air melalui sudu balik. Performa suatu turbin dapat ditingkatkan dengan menggunakan pelat defleksi yang benar salah satunya adalah faktor daya hingga 50% dibandingkan dengan tidak menggunakan pelat deflektor.</p>

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)