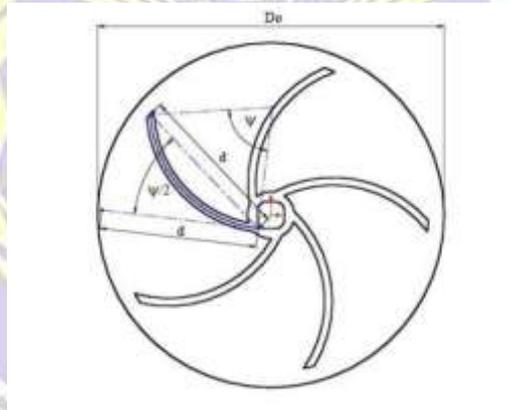


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

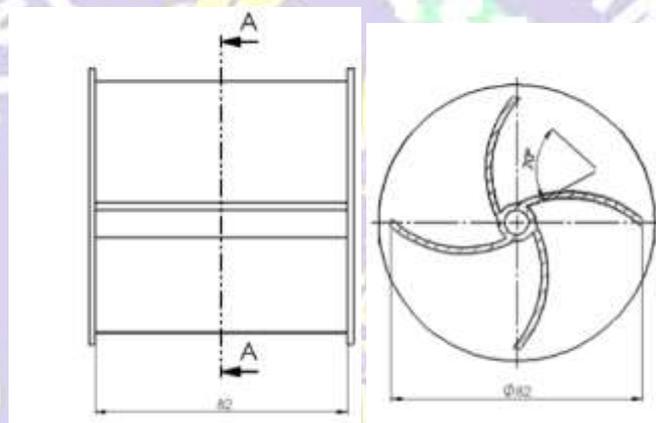
Taufan Apha Sanditya (2016) melakukan penelitian tentang sudut serang turbin air Savonius dengan horizontal axis (HAWT), disimulasikan menggunakan perangkat lunak "Solidworks Flow Simulation", diperoleh dengan menerapkan model dalam aliran melalui pipa. Sudut serangan yang digunakan dalam simulasi ini bervariasi mulai dari 110, 120, 130, dan 140. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan angle of attack yang optimal dengan debit sebesar 0,0122 m<sup>3</sup>/s. Kemudian sudut serangan sudu dievaluasi berdasarkan torsi, kontur tekanan dan distribusi kecepatan fluida. Hasilnya menunjukkan bahwa sudut serangan optimal ditemukan pada 120 dengan torsi sekitar 3,8 N



Gambar 2.1 : Skema sudut kelengkungan sudu Turbin air Savonius

(Sumber : Sanditya Apha Taufan 2016)

Imron Hamzah at, al (2016) telah melakukan penelitian turbin air Savonius dengan sumbu horizontal di sini sebagai turbin. Penelitian membandingkan turbin air Savonius dengan jumlah bilah berbeda 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 menggunakan Computational Fluid Design (CFD) dari SolidWork 2013. Spesifikasi turbin memiliki sudut kelengkungan sekitar 70, rasio aspek 1, rasio pelat ujung 1,1 dan sudut deflektor 45. Data yang diperoleh dalam tulisan ini adalah pressu kembali kontur bilah turbin Savonius, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh mata pisau, nomor dalam turbin Savonius ke pertunjukan turbin dan untuk mendapatkan nomor blade terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua bilah memiliki kinerja terbaik dibandingkan dengan yang lain. Itu memiliki torsi tertinggi sekitar 5,75 Nm

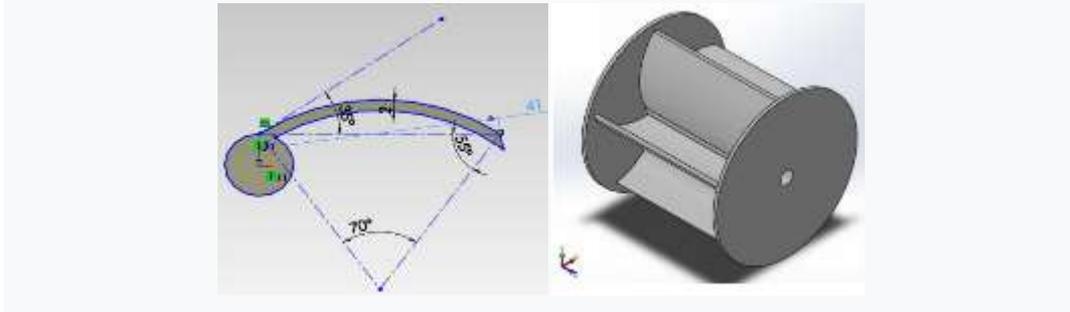


Gambar 2.2 : Dimensi turbin Savonius.

(Sumber : Hamzah Imron 2016)

Ari Prasetyo at.al (2016) Melakukan simulasi ini untuk mendapatkan kinerja terbaik di setiap sudut deflektor, maka hasilnya dibandingkan dengan turbin tanpa deflektor. Kinerja deflektor dianalisis oleh kontur tekanan torsi dan sudut serangan. Sudut deflektor berbeda-beda sudut 20,30,40 dan 50 dengan rasio deflektor 50%. Dengan menggunakan input debit  $12,2 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ , hasil menunjukkan bahwa

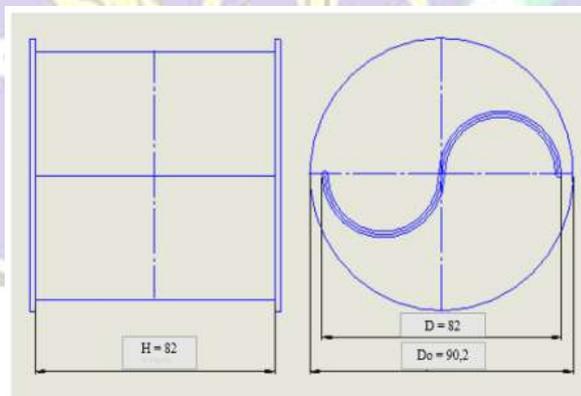
sudut deflektor 30 diperoleh sebagai kinerja terbaik di mana ia menghasilkan kontur tekanan sekitar 279820,99 Pa, torsi 0,6070 Nm dan sudut serangan lebih stabil.



Gambar 2.3 : Dimensi Turbin Air Savonius.

Sumber : (Prasetyo Ari 2016)

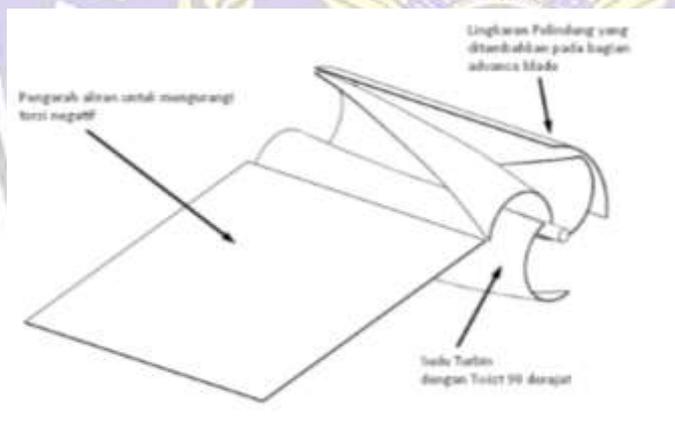
ang tindh 0,3 diperoleh nilai torsi maksimum 5,22 Nm. Khusnul Qulqi at.al (2018) telah melakukan penelitian turbin Savonius untuk menggunakan gaya hambat dan bekerja secara efisien pada kecepatan rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui torsi optimal turbin air savonius, dan distribusi aliran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju aliran 11,9 l / s dengan variasi tump



Gambar 2.4 : Dimensi Turbin Savonius

(Sumber. Qulqi Khusnul 2018)

Rendi at, al (2020) melakukan penelitian ini untuk meningkatkan perbedaan torsi dengan menambahkan lingkaran pelindung di belakang blade yang memajukan blade. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Solidwork untuk merancang turbin dan perangkat lunak Ansys CFX 19.2 untuk menganalisa torsi. Berdasarkan hasil analisis, penambahan lingkaran pelindung dapat meningkatkan perbedaan torsi. Nilai torsi terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung 10 mm dari blade 46.524 Nm, Nilai daya terbesar dimiliki oleh turbin dengan penambahan lingkaran pelindung 10 mm oleh 182 Watt dan efisiensi terbesar nilai dimiliki oleh penambahan lingkaran pelindung 10 mm dari blade adalah geometri turbin yang paling optimal untuk digunakan dalam pembangkit listrik aliran air, terutama di sungai dengan aliran lambat.



Gambar 2.5 : Desain turbin dan lingkaran pelindung.

Sumber : (Rendi, 2020)

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Energi Air

Air merupakan sumber energi yang mudah didapat, karena pada air terdapat energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (*Hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya air terjun atau air sungai (Prayitno 2005)

### 2.2.2 Energi Potensial

Energi potensial yaitu energi yang timbul karena adanya pengaruh gaya gravitasi bumi  $g$  ( $m/s^2$ ) dan tinggi jatuh air ( $m$ ) yang diberikan oleh masa jenis ( $\rho$ ) dan fluida. Dimana dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_p = m \times g \times h$$

(2.1)

Keterangan :

$E_p$  = Energi Potensial

$m$  = Massa benda (kg)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s$ )

$h$  = Tinggi jatuh air (m)

### 2.2.3 Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi dari suatu benda yang dimiliki akibat pengaruh pergerakannya, energi kinetik memiliki massa  $m$  (kg) dan kecepatan  $v$  ( $m/s$ ) dan dapat dihitung dengan :

$$E_k = \frac{1}{2}.m.v^2 \quad (2.2)$$

Keterangan :

$E_k$  = Energi kinetik (j)

$m$  = Massa benda (kg)

$V$  = Kecepatan (m/s)

#### 2.2.4 Hukum Kekekalan Energi

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, jadi perubahan bentuk energi terjadi dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya, tidak merubah jumlah atau besar energi secara keseluruhan. Berikut adalah perasamaan mekanik yang berhubungan dengan hukum kekekalan energi :

$$E_m = E_p + E_k \dots (J) \quad (2.3)$$

Keterangan :

$E_m$  = Energi mekanik (j).

$E_p$  = Energi potensial (j).

$E_k$  = Energi kinetik (j) Energi tekanan.

#### 2.2.5 Daya Turbin

Daya kerja turbin merupakan besarnya kerja dalam satuan detik yang dilakukan oleh massa air (kg) yang jatuh pada ketinggian tertentu dimana turbin terpasang. daya yang dihasilkan adalah :

$$T = F \times L$$

(2.4)

Dimana :

T = Torsi

F = Beban Pengereman

L = Panjang Lengan

Besar efisiensi turbin di peroleh dari rumus :

$$\eta^T = P \text{ turbin dengan beban} \div P \text{ turbin tanpa beban} \times 100\%$$

### 2.3 Pengertian Turbin Air

Turbin air adalah turbin yang menggunakan fluida kerja air. Air mengalir dari tempat tinggi menuju ketempat rendah. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Dalam proses aliran dalam pipa energi potensial perlahan-lahan berubah menjadi energi kinetik. Di dalam turbin, energi kinetik air dirubah menjadi energi mekanis, dimana air memutar roda turbin (Sularso dan Harou, 1983)

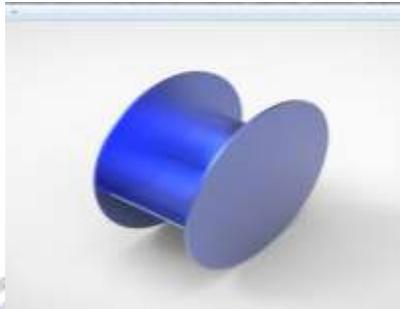
Turbin secara umum dapat diartikan sebagai mesin penggerak mula dimana energi fluida kerja yang digunakan langsung memutar roda turbin, fluida kerjanya yaitu berupa air, uap air dan gas. Dengan demikian turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula yang fluida kerjanya adalah air (Arismunandar, W., 2004)

Menurut Djoko Luknanto (2007), dalam suatu sistem PLTA, turbin air merupakan salah satu peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi air menjadi energi puntir. Energi puntir ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator.

#### 2.3.1 Turbin Savonius

Turbin Savonius pertama kali diperkenalkan oleh insinyur Finlandia Sigurd J. Savonius pada tahun 1992. Turbin poros vertikal tipe Savonius pada penerapannya digunakan untuk keperluan kecil dan sederhana. Turbin poros vertikal tipe Savonius tidak sesuai digunakan untuk pembangkit listrik yang besar dikarenakan tipe speed

ratio dan factor daya yang relative rendah (Lutfi Nurafif. 2012). Turbin air Savonius memiliki bentuk yang sangat sederhana dan kontruksi mudah dibuat. Memiliki karakteristik torsi yang besar bisa beroperasi di aliran lambat



Gambar 2.6: Turbin air Savonius

#### 2.4 Prinsip Kerja Turbin Air

Pada roda turbin terdapat sudu yaitu suatu kontruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir melalui ruang diantara sudu tersebut, dengan demikian roda turbin akan dapat berputar dan sudu akan ada suatu gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi karena ada perubahan momentum dari fluida kerja air yang mengalir diantara sudu. Sudu sebaiknya dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida kerja air tersebut (Wiranto, 1997).

#### 2.5 Parameter Turbin Air

Estimasi parameter kinerja CFHT telah dihitung dari koefisien dorong (CT) dan efisiensi rotor ( $\eta$ ), pengikut persamaan telah digunakan untuk menghitung CT dan  $\eta$ .

$$CT = T / (\frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^2)$$

(2.5)

Dimana  $\rho$ , A, dan V adalah masa jenis air, luas proyeksi dari sudu turbin dan kecepatan aliran air masing-masing. Efisiensi turbin  $\eta$  telah diperkirakan sebagai,

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

(2.6)

Dimana  $P_{out}$  dan  $P_{in}$  adalah daya keluaran dan daya masukan masing-masing telah diperkirakan sebagai,

$$P_{out} = \Theta \times \omega \text{ dan } \Theta = T \times R \quad (2.7)$$

$$P_{in} = \rho \times Q \times g \times H$$

(2.8)

Dimana  $\Theta$ ,  $\omega$ ,  $T$ , dan  $R$  adalah torsi keluaran, kecepatan sudut pelari, output daya dorong tangensial dan jari jari pelari, disisi lain  $Q$ ,  $g$  dan  $H$  adalah laju aliran air melalui turbin percepatan gravitasi dan head melintasi turbin.

