

BAB II

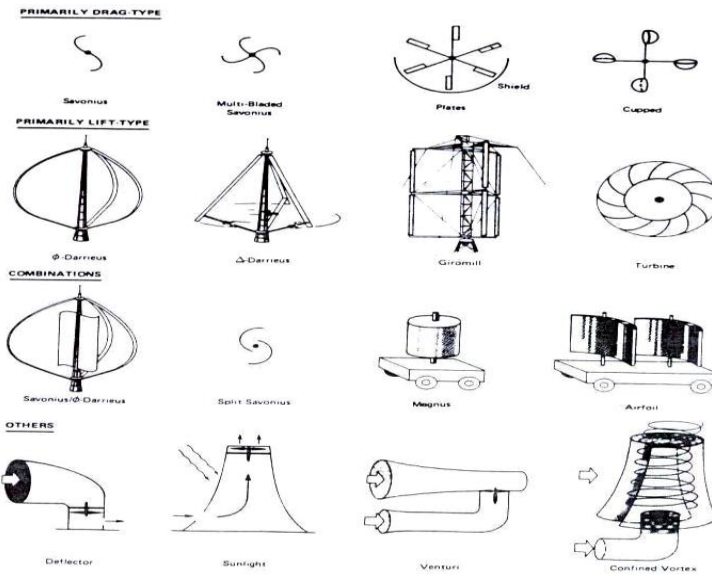
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ENERGI ANGIN

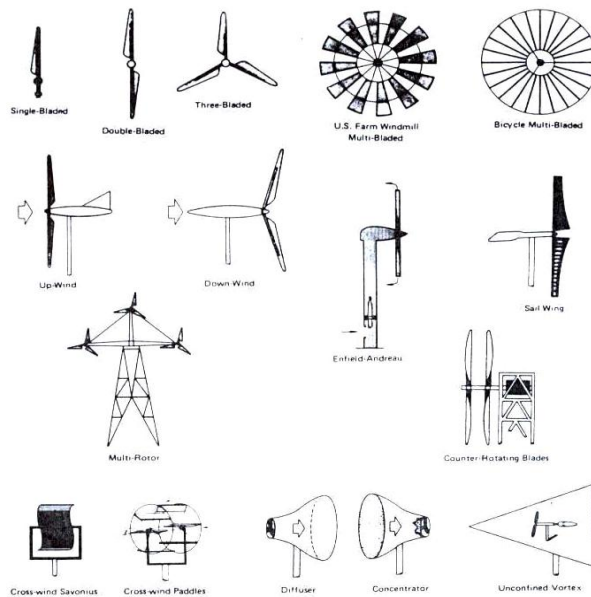
Angin merupakan udara yang bergerak, karena gerakan itu di sebabkan oleh perbedaan massa jenis udara itu sendiri. Massa jenis udara yang rendah menyebabkan tekanan udara ditempat itu sendiri menjadi rendah sehingga bisa terisi oleh tekanan udara yang lebih tinggi dan memiliki massa jenis udara yang lebih tinggi. Tinggi rendahnya massa jenis udara disebabkan oleh temperature sedangkan perbedaan temperature disebabkan oleh perbedaan dari sinar matahari karena perbedaan permukaan bumi.

2.2 PENGERTIAN TURBIN ANGIN

Turbin angin atau yang sering disebut kincir angin merupakan salah satu mesin konversi energi yang menghasilkan energi listrik, dari pemanfaatan perubahan energi kinetik angin menjadi energi mekanik untuk memutar generator dan mengeluarkan listrik, sehingga dapat membangkitkan energi listrik. Kincir angin secara umum dapat dikatakan sebagai suatu alat yang digerakkan oleh udara untuk menghasilkan gaya mekanis dan dilanjutkan sesuai kebutuhan. Penggunaan desain berbagai kombinasi yang berbeda-beda, yang meliputi bentuk sudu, jumlah sudu, dan tentunya sudu tersebut ditetapkan sebagai variable untuk menetapkan perbandingan perlengkapan pada transmisi untuk menghasilkan efisiensi lebih tinggi, keandalan yang lebih besar atau untuk mengurangi biaya. Model yang paling sederhana didasarkan pada suatu teori daya gerak yang dikembangkan selama seabad yang lalu untuk meramalkan bentuk baling-baling kapal. Adaptasi dari teori awal ini untuk memutar turbin telah dikerjakan oleh Bilau pada tahun 1925 dan betz pada tahun 1927. Yang telah dipahami selama bertahun-tahun kincir angin yang utama menjadi keinginan umum antara lain adalah horizontal-axis (poros datar) dan vertical-axis (poros tegak).



Gambar 2.1 Macam-macam Kincir Angin Poros Tegak (*Vertical Axis Wind Turbin*)

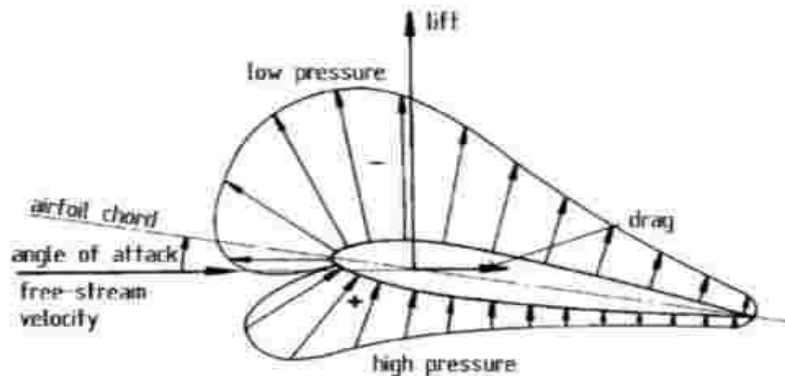


Gambar 2.2 Macam-macam Kincir Angin Poros Datar (*Horizontal Axis Wind Turbin*)

Orang-orang dulu menggunakan kincir angin untuk keperluan tradisional antara lain seperti penggerindaan, menggiling jagung. *Multi-blade* memutar pompa dan baling-baling yang modern seperti jenis kincir yang belakangan sering disebut *cross wind-axis turbin* yang mungkin mempunyai asal lebih awal dan meliputi suatu bentuk wujud dari Cina masa lampau dan Afganistan.

2.2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)

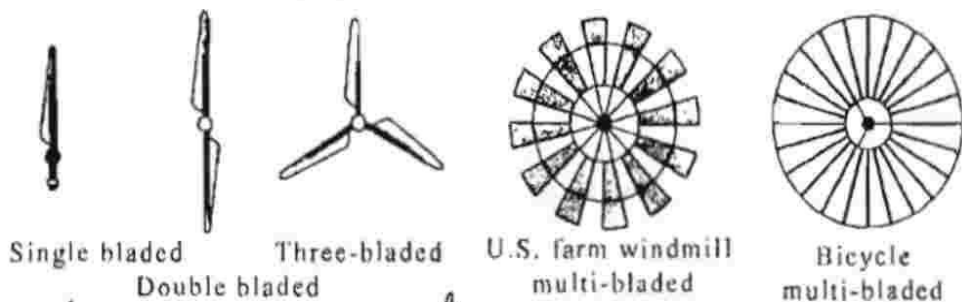
Turbin angin sumbu horizontal yang memiliki poros rotor utama dengan generator listrik yang berada dipuncak menara dan mengarah menuju ke arah datangnya angin untuk mendapatkan manfaat energi angin. Turbin angin ini adalah turbin angin yang rotasi rotornya paralel terhadap permukaan tanah. Rotor turbin angin yang diarahkan menuju ke arah datangnya angin menggunakan pengaturan baling-baling angin sederhana. Dengan prinsip kerja aerodinamis, rotor turbin angin sumbu horizontal akan mengalami gaya *lift* dan gaya *drag*, akan tetapi gaya *lift* lebih besar dari gaya *drag* memungkinkan rotor turbin dikenal dengan rotor turbin tipe *lift*, seperti terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gaya aerodinamik yang rotor turbin anginnya dilalui aliran udara

Dilihat dari jumlah sudu, turbin angin sumbu horizontal terbagi menjadi:

1. kincir angin satu sudu (*single blade*)
2. kincir angin dua sudu (*double blade*)
3. kincir angin tiga sudu (*three blade*)
4. kincir angin banyak sudu (*multi blade*)



Gambar 2.4 Jenis-jenis kincir angin terhitung dari banyaknya jumlah sudu

2.2.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)

Merupakan turbin angin yang sumbu rotasi rotornya lurus dengan permukaan tanah. Bila melihat turbin angin sumbu horizontal jauh lebih efektif dalam mengekstrak energi angin dari pada turbin angin sumbu vertikal. Walau demikian, turbin angin vertikal memiliki keunggulan, yaitu:

- Turbin angin sumbu vertical tetap sama dan tidak usah diubah.
- Jika arah angin berubah, posisinya tidak harus seperti turbin angin horizontal yang memerlukan mekanisme tambahan untuk mengikuti arah angin.
- Tidak perlu struktur menara yang besar.
- Bentuk turbin angin sederhana.
- Turbin angin sumbu vertikal bisa ditaruh dekat dengan permukaan tanah, hingga kemungkinan dapat menaruh komponen mekanik dan komponen elektronik sebagai pendukung beroperasinya turbin.

Berdasarkan dari prinsip aerodinamik, menggunakan turbin angin sumbu vertikal ada dua bagian rotor yaitu :

a. Turbin Angin Darrieus

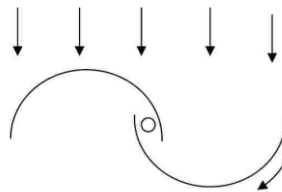
Turbin angin Darrieus bisa disebut dengan turbin *eggbeater*. Turbin angin ini pertama kali yang menemukan adalah Georges Darrieus pada tahun 1931. Turbin angin ini merupakan turbin angin yang menggunakan prinsip aerodinamik dan memanfaatkan gaya *lift* pada luasan penampang sudu rotornya dapat mengekstrak energi angin. Turbin ini memiliki torsi rotor yang kecil/rendah tetapi putarannya tinggi dibanding dengan turbin angin Savonius sehingga lebih diutamakan untuk mendapat hasil energi listrik. Akan tetapi turbin ini sangat memerlukan bantuan energi awal untuk bisa berputar. Rotor turbin angin Darrieus umumnya mempunyai dua jenis sudu yaitu dua atau tiga sudu.



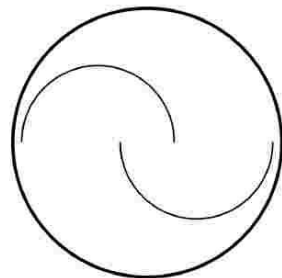
Gambar 2.5 Turbin Darrieus

b. Turbin Angin Savonius

Orang yang mengembangkan turbin angin savonius pertama kali ialah J. Savonius pada tahun 1920an. Konsep awal Savonius dikembangkan oleh Flettner. Savonius menggunakan sudu dengan cara memotong silinder Flettner menjadi 2 paruhan sepanjang garis pusat dan kemudian memposisikan 2 paruhan tersebut membentuk seperti huruf “S” yang diletakan pada lingkaran batas sudu.



Gambar 2.6 Bentuk Turbin Savonius Standar



Gambar 2.7 Turbin Savonius menggunakan dua sudu

Seperti Gambar diatas, memungkinkan aliran fluidanya mengalir tegak lurus dibidang sudu bagian cembung dan bagian cekung. Dimana koefisien drag untuk aliran tegak lurus yang bidang cembungnya sebesar 1.2, untuk sisi cekung besarnya hampir dua kalinya 2.1 . Karena gaya drag pada bagian cekung lebih besar, yang berakibat bisa mempengaruhi torsi putaran Savonius. Rotor yang dibawah pengaruh gaya drag biasanya mempunyai torsi awal yang besar akan tetapi memiliki

efisiensi yang lebih kecil dibandingkan rotor yang bekerja dengan gaya lift. Karena keuntungan ini banyak sekali orang memanfaatkan sebagai penggerak awal dari turbin poros vertikal tipe lift sama seperti yang dilakukan oleh R.gupta, R.Das dan K.K. Sharma dalam penelitiannya menggabungkan turbin Savonius-Darius.

2.3 Rumus – Rumus Perhitungan

2.3.1 Menentukan Luas Plat Yang Digunakan Sebagai Bahan Sudu

Menentukan luas plat yang akan digunakan untuk membuat sudu dapat diketahui dengan mencari sudut (α) atau sudut yang dibentuk oleh kedua ujung plat setelah proses pembentukan sudu. Adapun persamaan untuk menentukan sudut (α) yaitu sebagai berikut ini :

$$h = \frac{L}{2} x \tan \alpha$$

maka,

$$\frac{2h}{L} = \tan \alpha$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{2h}{L}$$

Dimana :

h : tinggi lengkungan sudu (m)

L : lebar sudu (m)

Setelah nilai sudut (α) didapatkan, maka untuk menentukan lebar plat yang akan digunakan dapat diperoleh dengan persamaan:

$$b = \frac{\pi x d x \alpha}{360}$$

Dimana :

b : lebar sudu setelah dilengkungkan (m)

d : Diameter sudu (m)

Maka luas plat yang akan digunakan sebagai bahan sudu dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$A = t x b$$

Dimana :

- A : Luas penampang sudu setelah dilengkungkan / luas penampang sapuan (m^2)
t : panjang sudu (m)
b : lebar setelah dilengkungkan (m)

2.3.2 Daya angin

Energi yang terdapat pada angin merupakan energi kinetik, sebagaimana diketahui energi kinetik dari sebuah benda dengan massa m dan kecepatan v adalah $E_k = \frac{1}{2} m.v^2$, dengan ketentuan, kecepatan v tidak mendekati kecepatan cahaya. Rumus ini juga berlaku untuk angin, yang merupakan udara yang bergerak.

$$E_k = \frac{1}{2} m.v^2$$

Dimana:

E_k : Energi kinetik (joule)

m : massa udara (kg/m^3)

v : kecepatan angin (m/s)

Volume udara per satuan waktu (debit) yang bergerak dengan kecepatan v dan melewati daerah dengan luas A adalah:

$$V = v.A$$

Dimana:

V : Volume udara

v : kecepatan angin (m/s)

A : Luas penampang (m^2)

Bilamana suatu Blok udara yang mempunyai penampang A (m^2), dan bergerak dengan kecepatan v (m/s), maka jumlah massa, yang melewati suatu tempat adalah :

$$m = \rho.v = \rho.A.v \text{ (kg/s)}$$

Dimana:

A : luas penampang (m^2)

v : kecepatan (m/s)

ρ : kepadatan udara (kg/m^3)

Daya angin (P_A) adalah daya yang dimiliki oleh angin untuk memutar sudu – sudu kincir Savonius U. Dengan demikian maka daya angin yang dapat dihasilkan per satuan waktu adalah :

$$P_A = 1/2 (\rho \cdot A \cdot v) v^2$$
$$P_A = 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Dimana :

P_A : Daya angin (Watt)

ρ : Massa jenis udara ($kg\ m^3$)

A : Luas penampang sapuan (m^2)

v : Kecepatan angin (m/s)

2.3.3 Daya Generator

Daya genetator turbin dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$P_g = V \cdot I$$

Dimana :

P_g : Daya generator (Watt)

V : Tegangan listrik (volt)

I : Kuat arus listrik (amper)

2.3.4 Efisiensi Sistem

Efisiensi sistem merupakan perbandingan antara daya generator angin dan daya angin dari turbin angin, dapat ditulis dengan persamaan

$$\eta = \frac{P_g}{P_A} \times 100\%$$

Dimana :

η : efisiensi system (%)

P_g : daya generator (watt)

P_A : daya angin (watt)