

Aspek-aspek perancangan PLTB untuk Penggunaan Rumah Tangga di Kecamatan Tembilahan Hulu

Rendra*, Indra Yasri**

*Alumni Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: rendra.ee@gmail.com

ABSTRACT

Tembilahan hulu is area which has a low wind speed with 4 m/s as a mean. Vertical axis wind (VAWT) turbine is more effective to low wind speed application with several advantages, can capture wind from any direction and simple in fabrication and cost. 3 blades H-Darrieus type is chosen for used. This paper is focused on a technique that can be used effectively for design and fabrication to developed wind turbine as a device to convert kinetic energy from wind to electrical power. Q-blade is used to simulation and determined parameter to design wind turbine. NACA 8612 used as airfoil with 0,21 m chord line and 4^0 angle of attack. Turbine has 0,4 m in height and 0,6 m diameter. Performance test show torque, rotational speed, power coefficient and mechanical power that can used to determine generator and accumulator for this system.

Keywords: Low wind speed, vertical axis wind turbine, Darrieus, Q-blade

1. PENDAHULUAN

Daerah pesisir pantai atau sungai memiliki potensi energi angin yang baik untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Kecamatan Tembilahan hulu berada pada daerah tepian sungai mengarah ke laut sehingga potensi energi angin sangat bagus. Kecepatan rata-rata energi angin di daerah ini adalah 4,1 m/s. PLTB dengan jenis vertikal lebih optimal karena dapat menerima angin dari segala arah dan mudah dalam pembuatan.

Ada dua jenis turbin angin tipe bertikal yaitu savonius dan darrieus. Savonius bekerja berdasarkan prinsip gaya dorong, dan darrieus bekerja berdasarkan gaya angkat. Savonius dapat berputar pada angin kecepatan rendah tetapi memiliki efisiensi yang rendah. Darrieus memiliki efisiensi yang lebih baik tetapi tidak dapat berputar pada angin kecepatan rendah

Dalam merancang PLTB pemilihan generator, sistem transmisi dan baterai yang

digunakan harus diperhitungkan secara tepat agar PLTB dapat bekerja secara efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Turbin angin vertikal tipe Darrieus memiliki kelebihan dalam hal efisiensi jika dibandingkan dengan savonius. Tetapi memiliki kekurangan dalam kemampuan *starting*.

Panjang lengan pada turbin darrieus berpengaruh pada putaran turbin. Semakin pendek lengan turbin maka putaran turbin semakin cepat (Adityo putranto, 2011).

Jumlah bilah pada turbin darrieus berpengaruh terhadap performa turbin. Turbin Darrieus dengan jumlah bilah 3 lebih stabil jika dibandingkan dengan 2, atau 4 bilah (Agus sunyoto, 2013)

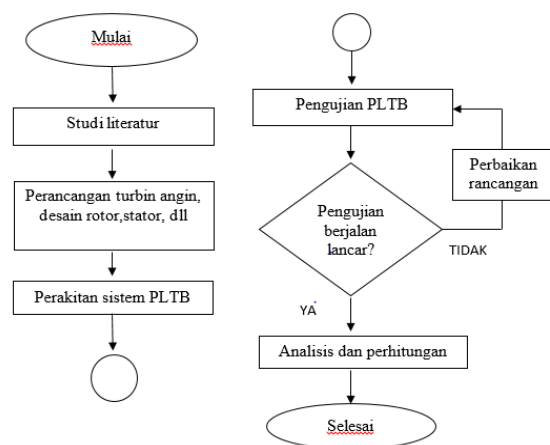
Dalam merancang turbin Darrieus banyak parameter-parameter yang harus diperhatikan. Airfoil, sudut serang, merupakan parameter yang

harus diperhatikan karena sangat berpengaruh pada performa turbin.

Perancangan turbin tipe Darrieus dengan bantuan software sangat membantu melihat performa turbin. software Q blade adalah salah satu software yang dapat digunakan. Perbandingan airfoil juga dapat disimulasikan pada software Q blade. Melakukan perbandingan jumlah sudu serta airfoil juga dapat disimulasikan dengan software Q blade (P.D Abd. Aziz,2014)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2 Parameter dalam perancangan PLTB

Dalam merancang PLTB luas daerah sapuan menjadi hal utama yang harus ditentukan. luas sapuan angin didapat berdasarkan daya rencana dari PLTB yang akan dirancang sesuai dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad 2.1$$

Dimana P adalah daya angin [watt], ρ adalah masa jenis angin [kg/m^3], V adalah kecepatan angin [m/s]. A adalah luas daerah sapuan angin [m^2]. Untuk turbin darrieus dimensi turbin adalah:

$$A = H \times D \quad 2.2$$

Dimana H adalah tinggi turbin dan D adalah diameter turbin dalam meter

nilai betz adalah nilai daya maksimal yang dapat dikonversi oleh turbin angin dari

energi kinetik angin ke dalam energi mekanik, yaitu 59%.

Panjang lengan sangat mempengaruhi performa turbin. Semakin pendek lengan maka ecepatan turbin akan semakin meningkat (Adityo Putranto,2011).

Jumlah bilah berpengaruh kepada kestabilan turbin. Darrieus 3 bilah lebih stabil daripada dengan 2 atau 4 bilah untuk daerah dengan kondisi angin yang rendah (Agus Sunyoto,2014).

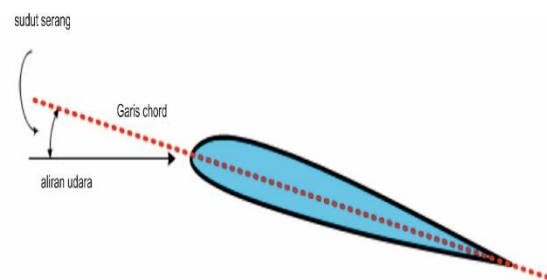
Airfoil atau *aerofoil* adalah suatu bentuk geometri yang apabila ditempatkan di suatu aliran fluida akan memproduksi gaya angkat (*lift*) lebih besar dari gaya hambat (*drag*). Airfoil mempunyai bentuk ujung yang lancip untuk menjamin aliran udara sedapat mungkin sealiran

Pemilihan airfoil berpengaruh pada torsi yang dihasilkan turbin. Semakin tinggi perbandingan nilai c_l/c_d per alpha suatu airfoil maka gaya lift dan gaya dragnya akan semakin baik. Gaya lift dan drag berpengaruh terhadap gaya resultan turbin yang berpengaruh pada torsi. sesuai persamaan berikut:

$$F = L \sin \alpha - D \cos \alpha \quad 2.3$$

Dimana F adalah resultan gaya [N] L adalah gaya angkat [N] D adalah gaya dorong [N] dan α adalah sudut serang.

Sudut serang adalah sudut yang dibentuk oleh tali busur sebuah *airfoil* dan arah aliran udara yang melewatinya (*relative wind*). Biasanya diberi tanda α (*alpha*). Untuk airfoil simetris, besar lift yang dihasilkan akan nol bila sudut serang nol, sedang pada airfoil tidak simetris sekalipun sudut serang nol tetapi gaya angkat telah timbul. Gaya angkat menjadi nol bila airfoil tidak simetis membentuk sudut negatif terhadap aliran udara. Sudut serang dimana gaya angkat sebesar nol ini disebut *zero angle lift*.



Gambar 2.1 sudut serang

Dalam pemilihan airfoil digunakan menggunakan software Q blade. Dengan menggunakan software Q blade nilai c_l/c_d dan α suatu airfoil dapat dilihat. Sehingga dapat dipilih airfoil mana yang tepat digunakan.

Parameter selanjutnya yang harus diperhatikan adalah panjang chord. Panjang chord berpengaruh terhadap torsi yang dihasilkan. Chord yang panjang memiliki torsi yang tinggi tapi memiliki tip speed ratio yang rendah. torsi yang tinggi berpengaruh terhadap proses starting turbin.

Daya mekanik turbin pada turbin angin adalah,

$$P = T \times \omega \quad 2.4$$

Dimana T adalah torsi[Nm] adalah hasil perkalian dari resultan gaya dengan panjang lengan, sedangkan ω adalah kecepatan sudut [rad/s]. Dimana kecepatan sudut adalah sesuai persamaan berikut:

$$\omega = \pi \frac{Dn}{60} \quad 2.5$$

dengan n adalah kecepatan putar turbin dalam rpm. Kedua parameter ini akan diukur untuk mendapatkan pemilihan generator serta sistem transmisi,

Generator untuk PLTB umumnya adalah generator dengan kecepatan rendah, yang memiliki banyak kutub dengan menggunakan magnet permanen.

Energi listrik hasil keluaran generator akan disimpan ke dalam baterai sebelum akan digunakan untuk menyuplai beban.

3.3 Spesifikasi turbin hasil rancangan

Pengujian dilakukan di laboratorium Tegangan menengah Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau.dengan spesifikasi turbin hasil rancangan

Tabel 3.1 spesifikasi rancangan awal turbin

Jenis turbin	Darrieus
Jumlah bilah	3
Tinggi x diameter	0,4 x 0,6 meter
airfoil	NACA 8612
Sudut serang	4 ⁰
Bahan	Acrilic 1 mm

Poros	19 mm
-------	-------

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Dimensi turbin

Dimensi turbin berpengaruh terhadap performa turbin, untuk turbin angin darrieus tipe H dimensi turbin 0,4 m menyebabkan performa turbin tidak maksimal karena torsi balik yang terjadi semakin besar. Tetapi pada kecepatan angin yang tinggi 8-12 m/s hasil simulasi q blade menunjukan turbin lebih efisien.

4.2 Material yang digunakan

Penggunaan material dari bahan acrylic mudah dalam pembuatan, tetapi tidak maksimal pada performa turbin. Hal ini dikarenakan pada ujung trailing edge konstruksi bilah tidak kokoh sehingga tidak kuat menahan gaya dorong angin yang datang sehingga menyebabkan kerugian torsi. Sehingga daya mekanik yang dihasilkan turbin juga tidak maksimal.

4.3 Airfoil Yang Digunakan

Airfoil yang digunakan adalah NACA 8612. Naca 8612 memiliki nilai c_l/α yang tinggi yaitu 1,8. Pemilihan airfoil sangat berpengaruh pada performa turbin, nilai c_l yang tinggi menyebabkan gaya lift yang dihasilkan semakin besar sehingga turbin dapat berputar pada angin dengan kecepatan rendah.

4.4. Sudut serang

Airfoil yang memiliki nilai c_l/c_d yang tinggi tidak akan optimal apabila diaplikasikan pada sudut serang yang tidak tepat. Dengan simulasi pada qblade dapat dilihat grafik yang menampilkan nilai c_l/c_d pada sudut serang yang paling optimal

4.5 Panjang chord

Panjang chord berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan, penggunaan panjang chord yang berbeda pada turbin dengan jumlah bilah yang sama menunjukan perbedaan daya mekanik yang dihasilkan.

4.6Jumlah bilah

Penentuan jumlah bilah yang digunakan sangat berpengaruh pada kemampuan starting turbin. Bilah dengan jumlah 3 lebih stabil

daripada 2 dan 4 blade hal ini ditunjang dengan hasil simulasi pada qblade

4.6 Generator yang digunakan

Generator yang digunakan harus sesuai dengan rating kerja nominal turbin. Dalam hal ini adalah putaran turbin dan torsi turbin. Ketidaksesuaian antara turbin dan generator membuat efisiensi PLTB tidak optimal.

4.7 Accumulator

Generator harus dihubungkan dengan Accumulator yang sesuai. Hal ini dikarenakan apabila kerja turbin tidak maksimal tetapi masih bisa mengisi accumulator dikarenakan tegangan keluaran generator sudah bisa dipakai untuk mengisi accumulator.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan dan pengujian turbin Darrieus 3 blade didapatkan kesimpulan :

- A. Aspek-aspek yang berpengaruh dalam perancangan PLTB adalah dimensi turbin, airfoil, sudut serang, panjang chord, jumlah bilah, material yang digunakan, generator yang digunakan, accumulator
- B. Sistem PLTB akan memiliki efisiensi yang baik jika semua aspek-aspek rancangan bekerja pada performa yang baik pula.
- C. Dengan menggunakan software qblade performa turbin dapat dilihat tanpa perlu melakukan perakitan dan pengujian terlebih dahulu. Sehingga waktu perancangan serta biaya perancangan sistem menjadi lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Putranto, Adityo. 2011. Rancang bangun turbin angin vertikal untuk penerangan rumah tangga. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro
- Sudargana. 2012. Analisa perancangan turbin darrieus pada hydrofoil NACA 0015 dari karakteristik C_l dan C_d pada variasi sudut serang menggunakan regresi linier pada Matlab. Jurnal teknik mesin Universitas diponegoro (2014).21-28
- Aziz, P.D Abd. 2014. A simulation study on Airfoil Using VAWT Design for Low Wind Speed Application. 4th International conference on Engineering Technology and Technopreneurship (2014).105-109
- Shahariar, G.M Hasan. 2014. Design and construction of vertical axis wind turbine. The 9th International Forum on strategic Technology (IFOST) october 21-23 (2014). 326-329
- Safe, A.A. 2010. Design and fabrication & Analysis of twist Blade Vertical axis wind turbine (VAWT) and simple Alternator for VAWT. The 9th International Forum on strategic Technology (IFOST) october 21-23 (2014).304-308