

Perancangan Turbin Angin Darrieus Tipe H Berkapasitas 1.035 Watt Yang Akan Diaplikasikan Di Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Riau

Romy, Awaludin Martin, Irfandi Pratama, Ivand Hintingo, Hariyono

Laboratorium Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau Kampus Bina Widya Km.12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

E-mail : irfandipratama92@yahoo.co.id

Abstrak

Zaman sekarang ini kita tahu bahwa energi fosil semakin berkurang cadangannya dan akan habis. Oleh sebab itu, energi baru dan terbarukan telah mulai diterapkan untuk pengganti energi fosil. Energi terbarukan mulai dikembangkan agar dapat menghasilkan energi yang dapat digunakan secara berlanjutan serta ramah lingkungan sehingga demi berlangsungnya pembangunan dan kehidupan manusia. Energi angin mempunyai potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik di Indonesia. Kondisi geografis Indonesia yang 2/3 wilayahnya adalah lautan dan mempunyai garis pantai terpanjang di dunia yaitu ± 80.791 km, berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga angin. Bahkan untuk daerah yang angin tidak terlalu besar masih dapat digunakan turbin angin. Salah satu turbin angin untuk daerah yang mempunyai potensi angin tidak terlalu besar adalah dengan menggunakan turbin angin tipe Darrieus, turbin angin tipe Darrieus ini merupakan jenis turbin angin vertikal (VAWT). Salah satu potensi energi listrik yang dapat dikembangkan di Provinsi Riau khususnya di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau adalah energi angin. Pemanfaatan energi angin ini masih sangat sedikit pengaplikasiannya sebagai sumber listrik, dimana kita tahu bahwa sumber angin merupakan energi yang gratis. Untuk itu telah dilakukan pengukuran kecepatan angin sesaat di Lantai 4 Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau dengan menggunakan Anemometer selama 10 hari selama 11 jam per hari (dari pukul 08.00 – 19.00 WIB) dengan rentang waktu pengambilan data 20 menit. Pengukuran yang dilakukan menghasilkan data kecepatan rata-rata angin sebesar 2,69 m/spadakeetinggian 15 m. Penelitian ini dilakukan untuk merancang Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik cadangan pada salah satu ruangan di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau. Jenis dari turbin angin hasil perancangan adalah Turbin Angin Darrieus Tipe H yang mempunyai spesifikasi jumlah *blade* 3 buah, panjang *blade* 6m dan radius keporos utama 3m yang menghasilkan daya sebesar 1.035 Watt.

Keywords : Energi Terbarukan, Turbin Angin Darrieus, PLTB, VAWT.

Pendahuluan

Sifat energy angin yang ramah lingkungan serta kemajuan teknologi turbin angin yang menjanjikan dapat menjadikan turbin angina sebagai energy terbarukan alternative untuk masa depan. Terdapat dua jenis turbin angin yang dibedakan berdasarkan sumbu nya, yaitu horizontal axis wind turbin (HAWT) dan vertical axis wind turbin (VAWT). Meskipun HAWT adalah perangkat yang paling umum dari jenisnya, tetapi darrieus yang merupakan bagian dari VAWT memiliki sistem yang efisien dalam konversi energi angin (Paraschivoiu.I, 2009). VAWT memiliki kebebasan dalam halarah angina dan memiliki bentuk yang sederhana (Paraschivoiu.I, 2009).

Adapun 2 jenis turbin angin yang biasa digunakan

adalah sebagai berikut (Al-shemmeri.T, 2010) :

1. Horizontal Axis Wind Turbines

Horizontal Axis Wind Turbines, juga dikenal dengan sebutan HAWT yang memiliki poros rotor horizontal dan generator listrik yang terletak di puncak menara.

2. Vertical Axis Wind Turbines

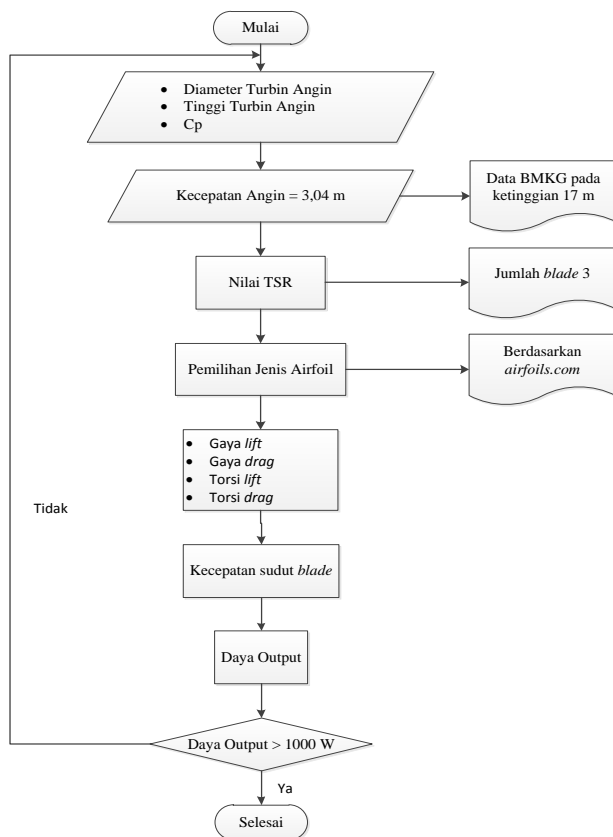
Disingkat VAWT, dirancang dengan poros rotor vertikal, generator dan *gearbox* yang ditempatkan di bagian bawah turbin, dan blade rotor berbentuk unik yang dirancang untuk mendapatkan kekuatan angin yang berhembus dari arah manapun.

Turbin Darrieus merupakan salah satu jenis turbin yang dikembangkan oleh seorang *aeronautical engineer* asal Prancis yang bernama Georges Jean Marie Darrieus pada tahun 1931 (Sudargana, dan R.G.K Yuniarso, 2012). Turbine darrieus ini memiliki keunggulan diantaranya tidak terlalu memperhitungkan arah aliran karena

bentuknya yang simetri, tekanan gravitasi tidak mampu balik pada bentuk sudunya, mampu beroperasi pada head dan kecepatan yang rendah (El-Sayed, A.F dan A.Azim, 1995), sedangkan kelemahannya adalah ketidak mampuan melakukan *self-starting*, dan getaran yang tinggi.

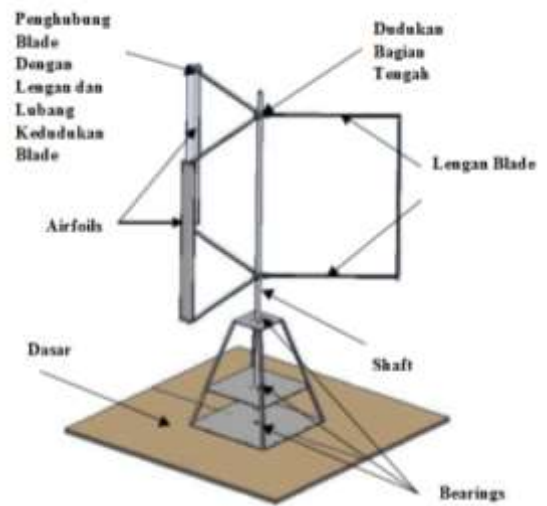
Metode

Proses perancangan turbin angin darrieus tipe H dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau. Turbin angin darrieus tipe H yang dirancang terdiri 3 blade. Adapun diagram alir perancangannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Alat Turbin Angin Darrieus Tipe H.

Secara skematis gambar Turbin Angin Darrieus Tipe H yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skematis Rancangan Turbin Angin Darrieus Tipe H

Keterangan :

1. Airfoils
2. Lengan Blade
3. Dudukan Bagian Tengah
4. Penghubung Blade Dengan Lengan dan Lubang Kedudukan Blade
5. Shaft
6. Bearings
7. Dasar

Padaperancangan turbin angina adarrieus ini data kecepatan angina diperoleh dari data BMKG Kota Pekanbaru, dimana data yang diperoleh adalah data kecepatan angina selama 10 tahun (2003-2012) yang kemudiandirata ratakan sehingga diperoleh kecepatan angin rata-rata selama 10 tahun adalah 2,69 m/s.

Turbin angin yang direncanakan menggunakan airfoil NACA 0015 dengan bilangan Reynold 500.000. Ukuran turbin angin darrieus tipe H pada perancangan ini yakni Diameter 6m dan tinggi 6m. Turbin angin ini akan ditempatkan pada lantai atas Gedung Fakultas Teknik Universitas Riau dengan ketinggian 14,5m agar kecepatan angin yang diperoleh lebih besar.

Data awal yang diperlukan dalam perancangan turbin angin ini adalah kecepatan angin, nilai CP, diameter turbin, dan massa jenis udara.

Dalam perancangan turbin angin darrieus tipe H, perhitungan torsi dan kecepatan sudut dilakukan untuk mengetahui kapasitas atau daya yang dapat dihasilkan dari turbin angin..

Untuk menghitung total daya yang dihasilkan dari turbin angin ialah melalui perkalian nilai torsi dengan kecepatan sudut. Torsi yang digunakan adalah nilai torsi total. Adapun persamaan yang digunakan ialah :

$$T_t = F_t \times R \quad (1)$$

$$T_d = F_d \times R \quad (2)$$

$$T_{total} = T_l - T_d \quad (3)$$

$$P = T_{total} \times \omega \quad (4)$$

Dalam perancangan turbin angin darrieus tipe H nilai *chord length* (cl) dibutuhkan untuk mendapatkan nilai gaya *lift* (F_l) dan gaya *drag* (F_d) sehingga untuk menghitung *chord length* (cl) digunakan persamaan berikut:

$$Re = \frac{W \times TSR \times \rho_{udara} \times cl}{v_{udara}} \quad (5)$$

Gaya *lift* (F_l) dapat dihitung dengan persamaan;

$$F_l = \frac{1}{2} \rho_{udara} W^2 \times cl \times bl \times C_l \quad (6)$$

Gaya *drag* (F_d) dapat dihitung dengan persamaan;

$$F_d = \frac{1}{2} \rho_{udara} W^2 \times cl \times bl \times C_d \quad (7)$$

Torsi *lift* (T_l) dapat dihitung dengan persamaan;

$$T_l = F_l \times R \quad (8)$$

Torsi *drag* (T_d) dapat dihitung dengan persamaan;

$$T_d = F_d \times R \quad (9)$$

Untuk penentuan TSR dapat dihitung dengan persamaan;

$$B = \frac{80}{\lambda^2} \quad (10)$$

Prosedur Perancangan

Dalam perancangan turbin angin darrieus tipe H tahapan perhitungan adalah sebagai berikut :

- 1) Diameter, tinggi turbin dan cpdi asumsikan
- 2) Data kecepatan angin diambil dari BMKG kota Pekanbaru. Kecepatan angin yang digunakan adalah 3,04 m/s pada ketinggian 17 m

$$V_{i,2} = 3,25 \left(\frac{h_2}{10} \right)^{0,23} \quad (11)$$

- 3) Berdasarkan jumlah blade didapatkan nilai TSR, turbin menggunakan 3 blade.
- 4) Pemilihan jenis airfoil yang digunakan berdasarkan *airfoiltools.com* yang terdapat beberapa jenis *airfoil*. Pada

umumnya *airfoil* yang paling sering digunakan adalah NACA 0015.

- 5) Gaya *lift* dihitung berdasarkan *coefficientlift* sesuai spesifikasi NACA 0015.
- 6) Gaya *drag* dihitung berdasarkan *coefficientdrag* sesuai spesifikasi NACA 0015.
- 7) Perhitungan *torsi lift*.
- 8) Perhitungan *torsi drag*.
- 9) Nilai Kecepatan Sudut diambil berdasarkan penelitian Sudargana dan R. Guruh Kis Yuniarso, 2012.
- 10) Perhitungan daya output yang dihasilkan oleh turbin angin darrieus.

Hasil Pembahasan

Kecepatan angin yang ada akan mempengaruhi rancangan dari turbin angin. Berdasarkan data pengukuran selama 10 hari dan data dari BMKG Pekanbaru, kecepatan angin rata-rata adalah 2,69 m/s² dengan pengukuran kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Adapun variabel yang didapat dari data perancangan sebagai berikut:

Perhitungan Luas Sapuan

Pada turbin angina darrieus tipe H besarnya luas sapuan dapat dihitung dengan :

$$A = D_t \times t$$

Dimana :

D_t : diameter turbin

T : tinggiturbin

Pada perancangan ini asumsi untuk perhitungan adalah sebagai berikut :

$$D_t = 6 \text{ m}$$

$$T = 6 \text{ m}$$

$$C_p = 0,4$$

Sehingga besar luas sapuan pada perancangan ini adalah :

$$A = 6m \times 6m = 36m^2$$

Perhitungan Nilai TSR

Untuk Pada perancangan ini digunakan 3 blade pada turbin angin darrieus tipe H. Sehingga didapatkan nilai TSR engan rumus sebagai berikut :

$$B = \frac{80}{\lambda^2}$$

$$\lambda = 5,16$$

Jumlah *blade* 3 didapatkan TSR yaitu 5,16.

Pada perancangan turbin angina darrieus ini data kecepatan angina diperoleh dari data BMKG Kota

Pekanbaru, dimana data yang diperoleh adalah data kecepatan angin selama 10 tahun (2003-2012) yang kemudiandirata-ratakan sehingga diperoleh kecepatan angin rata-rata selama 10 tahun adalah 2,69 m/s.

Kemudian pembuatan turbin angin berlokasi di atas Gedung Fakultas Teknik Universitas Riau, dengan ketinggian gedung 14,5 m. Dan dengan tambahan pondasi 2,5 m untuk posisi turbin, sehingga ketinggian turbin yang akan langsung berhadapan dengan angin adalah 17 m. Berdasarkan rumus di bawah ini kecepatan angin pada ketinggian 17 m dapat dihitung yaitu dengan rumus :

$$V_{i,2} = 3,25 \left(\frac{h_2}{10} \right)^{0,23}$$

$$V_{i,2} = 3,25 \left(\frac{17}{10} \right)^{0,23} = 3,04 \text{ m/s}$$

Perhitungan Chord length dan Gaya Yang Bekerja

Berdasarkan *airfoiltools.com* terdapat beberapa jenis *airfoil*. Pada umumnya *airfoil* yang paling sering digunakan adalah NACA 0015. Sehingga pada perancangan ini kami menggunakan NACA 0015 dengan spesifikasi sebagai berikut :

- *Reynold number* = 500.000
- Max Cl/Cd = 66.43 dengan sudut serang 7,5°
- Cl (*CoefficientLift*) = 0,9107
- Cd (*CoefficientDrag*) = 0,01371

$$Re = \frac{W \times TSR \times \rho_{udara} \times cl}{V_{udara}}$$

Dimana :

W : kecepatan angin (m/s)

TSR : Tip Speed Ratio

ρ_{udara} : 1,225 kg/m³

cl : *chord length* (m)

V udara : 1,81x10⁻⁵ Ns/m²

Tabel1 Nilai cl, Fl, dan Fd dengan 3 blade

Nilai	3 Blade
cl	0.41
Fl	6.16
Fd	0.09

Sehingga dapat diketahui nilai torsi adalah sebagai berikut :

Tabel2 Nilai Torsi

Jumlah Blade	Torsi Lift	Torsi Drag	Torsi Total
3	18.48	0.28	18.20

Tabel3 Nilai Kecepatan Sudut (Sudargana dan R. Guruh Kis Yuniarso, 2012)

Kecepatan aliran (u)	Kecepatan sudut (ω)
2 m/s	29.351 Rad/s
2.5 m/s	41.833 Rad/s
3 m/s	56.897 Rad/s
3.5 m/s	74.651 Rad/s
4 m/s	95.203 Rad/s

4.4 Perhitungan Daya Output

Dari tabel 3 dan tabel 4 didapatkan nilai daya output, dimana daya output (3.4) didapatkan adalah

Tabel4 Nilai Daya Output

Jumlah Blade	Daya Output (w)
3	1035

Jadi, jumlah *blade* yang digunakan untuk turbin angin darrius ini sebanyak 3 buah *blade* karena menghasilkan daya yang lebih dari 1000 W.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Perancangan turbin angin darrius tipe H menghasilkan daya lebih besar dari daya perancangan yaitu 1035 W. Besarnya daya tersebut dipengaruhi dari kecepatan angin, ketinggian turbin dan jumlah *blade* turbin.

Untuk perancangan selanjutnya sebaiknya ada kombinasi dengan energi solar sehingga panas dari matahari bisa di manfaatkan dan bisa menghasilkan daya yang lebih besar. (3.6)

DAFTAR PUSTAKA

1. Paraschivoiu. I , *Wind Turbin Design*, 4th ed. Canada: BPIDP, 2009.
2. Al-shemmeri.T , *Wind Turbines*, 1st ed. Canada: Ventus Publishing ApS, 2010.
3. El-Sayed, A.F , Abdel Azim, 1995. “*Dynamics of Vertical Axis Wind Turbines (Darrius Type)*”. Zagazig University.
4. Sudargana, R. Guruh Kis Yuniarso, 2012. “*Analisa Perancangan Turbin Darrius Pada Hydrofoil Naca 0015 Dari Karakteristik C_l Dan C_d Pada Variasi Sudut Serang Menggunakan Regresi Linier Pada Matlab*”. Universitas Diponegoro.
5. Decoste , Josh, 1995. “*Self-Starting Darrius Wind Turbine*”. Department of Mechanical Engineering, Dalhousie University.

6. Johnson, Dr. Gary L. (November 21, 2001) "Wind Turbine Power – Ch 4. Wind Turbine Power, Energy and Torque." Retrieved from <http://www.eece.ksu.edu/~gjohnson/wind4.pdf> in Juni 2013.
7. Chang, Professor L.(2005) "Advanced Topics in Environmental Engineering - Wind Power," Ch 4. University of New Brunswick. Retrieved from <http://www.ece.unb.ca/powereng/courses/EE6693/index.html> in October, 2013.
8. Kirke, Brian Kinloch, 1998. "Evaluation of Self-Starting Vertical Axis Wind Turbines for Stand-Alone Applications". Griffith University, Australia. Retrieved from <http://www4.gu.edu.au:8080/adt-root/public/adt-QGU20050916.120408/> on November 1, 2005.
9. Sheldahl, Robert E., Klimas, Paul C., 1981. "Aerodynamic Characteristics of Seven Symmetrical *Airfoil* Sections Through 180-Degree Angle of Attack for Use in Aerodynamic Analysis of Vertical Axis Wind Turbines", Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM., USA.
10. Gipe, Paul, 2004. "Wind Power," Chelsea Green Publishing Company, Page 97
11. www.Airfoiltools.com/airfoil/detail?airfoil=naca0015-il
12. Afifuddin A.M., dkk., 2010. "Studi Eksperimental Performansi *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) Dengan Variasi Desain Turbin", Teknik Fisika Fakultas Teknologi ITS, Surabaya., Indonesia.
13. John D., Denise M., dkk., 2005. "Vertical Axis Wind Turbine", Department of Mechanical Engineering Dalhousie University.