

Daya Teoretis Turbin Angin Darrieus tipe H

Stenly Tangkuman^{1*}, Tritiya A.R. Arungpadang¹, Michael E. Rembet¹,
Hengky Luntungan¹ dan Alexander P. Widodo²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

²Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

*Corresponding author: st75@unsrat.ac.id

Abstract. A Wind turbine can convert wind kinetic energy into mechanical energy, which can be used to utilize a generator to produce electricity. The amount of electrical energy that can be generated by a generator depends on the amount of output power of a wind turbine. This study aims to find a procedure for determining the power of an H-Darrieus wind turbine with straight blades. The approach is done analytically so that the results of determining the turbine power are categorized as theoretical power of the turbine. Based on this study it was found that the steps of the analysis of the turbine power consist of, the initial calculation of the important parameters of the turbine, the analysis of the lift force and the drag force, the analysis of the normal force and axial force, the analysis of the static force, the analysis of the dynamic force, and finally the theoretical power calculation of the H-Darrieus wind turbine. The stages of the analysis has been applied to an H-Darrieus wind turbine model in which the calculation-based power of the turbine is 151.34 Watt for a wind speed of 2.5 m/s.

Keywords: theoretical power, Darrieus wind turbine, electrical energy

Abstrak. Turbin angin dapat mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk memutar generator agar menghasilkan listrik. Besarnya energi listrik yang dapat dibangkitkan bergantung pada besarnya daya output turbin angin tersebut. Penelitian ini bertujuan mendapatkan cara penentuan daya turbin angin Darrieus tipe H dengan sudu-sudu lurus. Pendekatan dilakukan secara analitis sehingga hasil penentuan daya turbin dikategorikan sebagai daya teoretis turbin. Dari penelitian ini didapatkan bahwa tahapan analisis daya turbin terdiri dari perhitungan awal parameter penting turbin, analisis gaya lift dan gaya drag, analisis gaya normal dan gaya aksial, analisis gaya statis, analisis gaya dinamis, dan perhitungan daya teoretis turbin angin Darrieus tipe H. Tahapan analisis tersebut telah diterapkan pada sebuah model turbin angin Darrieus tipe H yang mana diperoleh daya teoretis turbin sebesar 151,34 Watt untuk kecepatan angin sebesar 2,5 m/s.

Kata kunci: daya teoretis, turbin angin Darrieus, energi listrik

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Turbin angin poros vertikal memiliki kelebihan-kelebihan seperti, memiliki torsi tinggi, dapat berputar pada kecepatan angin rendah, mudah perawatan (dikarenakan generator yang dapat ditempatkan di bagian bawah turbin), dan kerja turbin tidak dipengaruhi arah angin. Kekurangan dari turbin jenis ini adalah kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak memakai *tower* akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi yang lebih rendah dibandingkan turbin angin poros horizontal [1].

Turbin angin Darrieus adalah salah satu tipe turbin angin poros vertical. Turbin tersebut

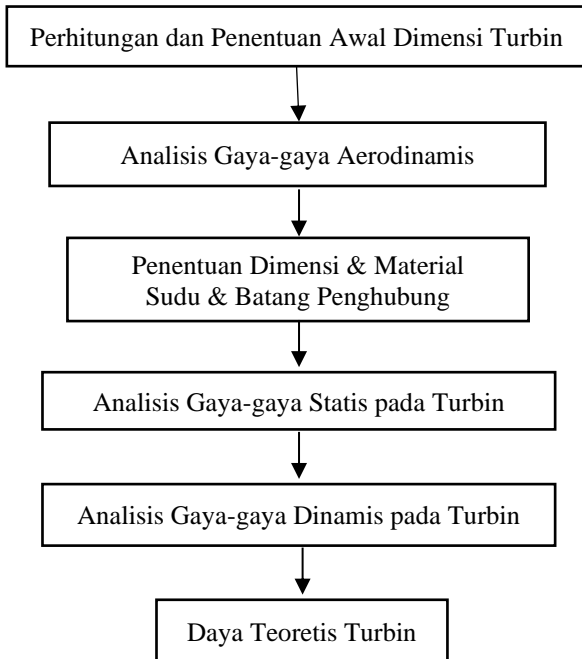
dibentuk menyerupai huruf H dengan bentuk dan konstruksi yang relatif sederhana.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan cara penentuan daya turbin angin Darrieus tipe H dengan sudu-sudu lurus. Kecepatan angin dan dimensi turbin sangat mempengaruhi daya yang akan dihasilkan oleh turbin angin.

Metode Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan seperti pada Gambar 1. Pada gambar, terlihat ada 6 tahapan analisis. Setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut.

Tahap pertama adalah perhitungan dan penentuan awal dimensi turbin. Pada tahap ini dilakukan perhitungan awal dan penentuan dimensi turbin. Perhitungan awal meliputi koefisien kinerja daya, *tip speed ratio*, jumlah sudu, *solidity*, rasio aspek sudu, dimensi turbin dan sudu, dan profil airfoil sudu.



Gambar 1. Tahap-tahap analisis daya teoretis turbin

Tahap kedua adalah analisis gaya-gaya aerodinamis. Pada tahap ini dilakukan analisis gaya-gaya aerodinamis sudu, analisis dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ANSYS Workbench 18.1.

Tahap ketiga adalah penentuan dimensi & material sudu & batang penghubung. Pada tahap ini dilakukan penentuan dimensi dan material dari komponen sudu dan batang penghubung turbin angin.

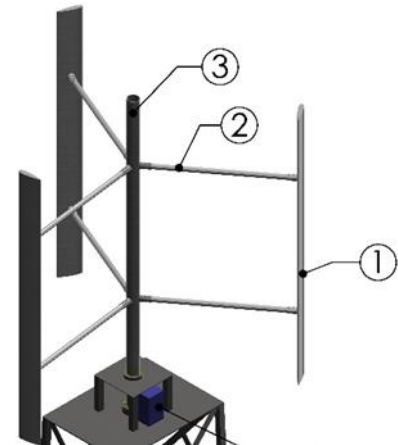
Tahap keempat adalah analisis gaya-gaya statis pada turbin. Pada tahap ini dilakukan analisis gaya-gaya statis pada turbin angin dengan menggunakan data perhitungan gaya-gaya aerodinamis dan gaya-gaya lainnya.

Tahap kelima adalah analisis gaya-gaya dinamis pada turbin. Pada tahap ini, analisis gaya dilanjutkan dengan analisis gaya dinamis pada turbin angin.

Tahap terakhir adalah perhitungan daya teoretis turbin. Berdasarkan hasil analisis tahap sebelumnya maka pada tahap ini sudah dapat ditentukan daya teoretis turbin angin tersebut.

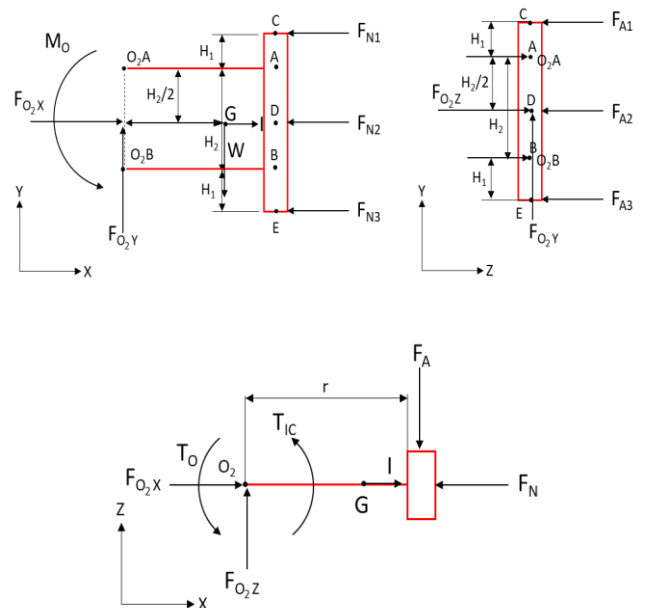
Hasil dan Pembahasan

Parameter-parameter desain turbin angin Darrieus adalah kecepatan angin, koefisien kinerja daya, luas penampang aliran, tip speed ratio, jumlah sudu, *solidity*, rasio aspek, dan profil airfoil. Data kecepatan angin adalah kecepatan angin maksimum sebesar 4,25 m/s, kecepatan angin minimum sebesar 2,5 m/s, dan kecepatan angin rata-rata sebesar 2,74 m/s [2].



Keterangan gambar :
 1. Sudu turbin
 2. Batang penghubung
 3. Poros turbin

Gambar 2. Model turbin Darrieus



Gambar 3. Diagram benda bebas sudu turbin

Analisis gaya-gaya di atas adalah sebagai berikut.

Keseimbangan gaya pada sumbu-x

$$0 = F_{O_2X} - F_N + I \quad (1)$$

keseimbangan momen pada titik o

$$0 = M_O + F_{N1}(H_1) - F_{N2}\left(\frac{H_2}{2}\right) + F_{O_2BX}(H_2) - F_{N3}(H_2 + H_1) - W(O_2G) + I(H_2) \quad (2)$$

keseimbangan gaya pada sumbu z

$$0 = F_{O_2Z} - F_A \quad (3)$$

perhitungan daya teoretis

$$P_h = T_o \omega = T_o \frac{V_t}{r} \quad (4)$$

Hasil perhitungan gaya-gaya dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil perhitungan gaya-gaya pada turbin

Jenis Gaya	Nilai Gaya/Momen		
	$V_w = 4,25 \text{ m/s}$	$V_w = 2,74 \text{ m/s}$	$V_w = 2,5 \text{ m/s}$
F_N	160,183 N	66,580 N	55,427 N
q_N	68,163 N/m	28,332 N/m	23,586 N/m
F_A	-20,584 N	-8,556 N	-7,122 N
q_A	-8,759 N	-3,641 N	-3,031 N
W	205,808 N	205,808 N	205,808 N
I	7797,376 N	3240,946 N	2698,054 N
F_{O_2AX}	-3818,596 N	-1587,183 N	-1321,314 N
F_{O_2BX}	-3818,596 N	-1587,183 N	-1321,314 N
F_{O_2X}	-7637,193 N	-3174,366 N	-2642,627 N
F_{O_2AY}	102,904 N	102,904 N	102,904 N
F_{O_2BY}	102,904 N	102,904 N	102,904 N
F_{O_2Y}	205,808 N	205,808 N	205,808 N
F_{O_2AZ}	-10,292 N	-4,278 N	-3,561 N
F_{O_2BZ}	-10,292 N	-4,278 N	-3,561 N
F_{O_2Z}	-20,584 N	-8,556 N	-7,122 N
M_O	-4580,14 Nm	-1903,23 Nm	-1584,28 Nm
T_O	-23,260 Nm	-9,668 Nm	-8,048 Nm

Selanjutnya hasil perhitungan daya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil perhitungan daya teoretis

Kecepatan Angin (m/s)	Torsi (Nm)	Daya Hitungan Turbin (W)
4,25	23,260	437,411
2,74	9,668	181,81
2,5	8,048	151,34

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh daya teoretis turbin maksimum adalah 437,411 watt dengan kecepatan angin 4,25 m/s, daya teoretis turbin rata-rata adalah 181,81 watt dengan kecepatan angin 2,74 m/s. Sedangkan daya teoretis turbin minimum adalah 151,34 watt dengan kecepatan angin 2,5 m/s.

Kesimpulan

Tahapan analisis daya turbin terdiri dari perhitungan awal parameter penting turbin, analisis gaya lift dan gaya drag, analisis gaya normal dan gaya aksial, analisis gaya statis, analisis gaya dinamis, dan perhitungan daya teoretis turbin angin Darrieus tipe H. Untuk model turbin Darrieus yang sudah dianalisis, diperoleh bahwa daya teoretis turbin adalah 151,34 watt dengan kecepatan angin 2,5 m/s.

Penghargaan

Penelitian ini mendapat dukungan dana dari Universitas Sam Ratulangi pada tahun anggaran 2019.

Referensi

- [1] Mittal, Neeraj. 2001. Investigation Of Performance Characteristics Of A Novel VAWT. Thesis. Glasgow: Departement of Mechanical, Engineering, University of Strathclyde.
- [2] Global Wind Atlas, Wind Power Density of Sulawesi Utara - Indonesia. <https://globalwindatlas.info/area/Indonesia/Sulawesi%20Utara> (diakses pada tanggal 14 Desember 2018)
- [3] Airfoiltools, NACA 0018 (naca0018-il). <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca0018-il> (diakses pada tanggal 17 Desember 2018)

- [4] Hameed, M. S. and Afaq, S. K, 2013. Design and Analysis of A Straight Bladed Vertical Axis Wind Turbine Blade Using Analytical and Numerical Technique. *Ocean Engineering* 57, 248-255
- [5] Hau, E. 2013. *Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics*, Third Translated Edition, Springer, Berlin.
- [6] Wood, D. 2011. *Small Wind Turbines Analysis, Design, and Application*, Springer, London.