

EVALUASI KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS NACA 0014 DENGAN SUDU PENGARAH

B.D. Afrah^{1*}, M.I. Riady², D. Santoso², dan J. Yanto²

¹ Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang

e-mail: bazlina.afrah@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional Pasal (9), pemerintah menargetkan kenaikan peranan energi baru terbarukan sebesar 31% pada tahun 2050. Oleh karena itu, pengembangan dari berbagai macam metode ataupun teknologi yang memanfaatkan energi baru terbarukan sangat banyak dilakukan. Salah satunya adalah pengembangan teknologi yang menggunakan sumber energi dari angin. Penelitian memfokuskan pada kinerja dari turbin angin darrieus dengan menggunakan karakteristik Airfoil NACA 0014. Model ini diuji pada laju aliran angin yang bervariasi (4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s). Nilai torsi terbesar yaitu sebesar 0.2 Nm pada laju aliran 6 m/s dengan maksimum CP adalah sebesar 0.15 pada λ 1.09. Hal ini dikarenakan nilai torsi pada turbin berbanding lurus terhadap laju aliran angin dan diameter turbin.

Kata Kunci: Turbin angin Darrieus sumbu vertikal, Energi angin, Airfoil NACA 0014

1. PENDAHULUAN

Pengembangan dari berbagai macam metode ataupun teknologi yang memanfaatkan energi baru terbarukan sangat banyak dilakukan. Hal ini dilakukan untuk mengatasi tingginya kebutuhan akan bahan bakar fosil. Salah satunya adalah pengembangan teknologi yang menggunakan sumber energi dari angin. Angin merupakan sumber energi yang efektif dan ramah lingkungan. Hal ini menjadikan teknologi yang memanfaatkan energi angin dalam hal ini adalah Turbin Angin Darrieus sebagai salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah terutama untuk mengatasi kelangkaan sumber daya energi dan isu-isu lingkungan yang diakibatkan dari proses pembakaran pada teknologi yang menggunakan bahan bakar fosil dimana pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional Pasal (9), pemerintah menargetkan kenaikan peranan energi baru terbarukan sebesar 31% pada tahun 2050.

Turbin angin Darrieus adalah sejenis turbin angin sumbu vertikal (VAWT) yang digunakan untuk menghasilkan listrik dari energi yang dibawa angin. Turbin angin Darrieus terdiri dari sejumlah bilah aerofoil lengkung yang dipasang pada poros vertikal. Kelengkungan pisau memungkinkan pisau ditekan hanya dalam ketegangan pada kecepatan putar tinggi. Putaran yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus bisa lebih tinggi daripada kecepatan angin yang menabraknya (TSR lebih besar dari 1). Bila dibandingkan dengan Savonius Torsi yang dihasilkan oleh turbin angin Darrieus lebih kecil bila dibandingkan dengan Savonius, akan tetapi putaran yang dihasilkan lebih tinggi. Hal ini membuat turbin angin Darrieus lebih

efektif untuk dijadikan sebagai alat pembangkit listrik daripada digunakan untuk alat-alat pertanian ataupun kegiatan lainnya. Pengembangan turbin angin Darrieus diharapkan mampu memenuhi kebutuhan energi listrik terutama pada daerah terpencil yang memiliki potensi energi angin yang besar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pergerakan rotasi bumi mengakibatkan perbedaan tekanan udara sehingga menyebabkan udara bergerak yang kemudian disebut dengan angin. Energi angin memiliki banyak kegunaan, salah satunya yang paling banyak digunakan adalah untuk menghasilkan energi listrik. Secara umum, pemanfaatan tenaga angin di Indonesia memang kurang mendapat perhatian. Perkembangan pemanfaatan energi angin terbilang lambat, hal ini dapat dilihat dari pemanfaatan energi angin yang hanya mencapai 0,5 MW dari 9,30 GW potensi yang ada pada tahun 2004 [ESDM, 2005] dan sementara pada tahun 2016 dengan potensi sebesar 60 GW, pemanfaatan yang dilakukan hanya sebesar 3,1 MW [ESDM, 2016]. Ini menunjukkan bahwa untuk di Indonesia, pengembangan teknologi yang memanfaatkan energi angin masih sangat kurang.

Turbin Darrieus ditemukan dan dipatenkan oleh Georges Jean Marie Darrieus pada awal abad ke 19. Turbin Darrieus digunakan untuk mengkonversi energi angin menjadi energi mekanik yang kemudian dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan sehari-hari seperti untuk menghasilkan energi listrik dengan bantuan generator ataupun untuk menjalankan alat-alat pertanian. Secara umum turbin darrieus terbagi dalam 2 jenis yaitu

Horizontal Axis Turbine dan Vertical Axis Turbine. Setiap jenis turbin ini masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, salah satu nya adalah dalam masalah perawatan dan penempatan generator serta peralatan pendukung lainnya, sementara yang menjadi kekurangan dari turbin Darrieus adalah torsi awal yang relatif kecil dan tingginya tingkat osilasi yang terjadi (Paraschivou, I. 2002). Untuk mengatasi kekurangan pada turbin darrieus, banyak peneliti yang telah melakukan modifikasi dalam usaha untuk meningkatkan performansi dari turbin darrieus. Salah satu modifikasi yang banyak dilakukan adalah pada konfigurasi dan jumlah sudu turbin.

Untuk menghitung daya pada turbin pada penelitian ini akan dilakukan system rope brake dimana gaya gesekan yang bekerja pada keliling brake drum akan menghasilkan torsi. Selanjutnya untuk perhitungan torsi dapat menggunakan formula sebagai berikut:

$$T = (F_2 - F_1) \times R_{pulley} \quad (1)$$

Keterangan:

- F_2 = gaya yang terbaca pada neraca pegas (N)
- F_1 = gaya yang terbaca pada beban (N)
- R_d = jari-jari brake drum (m)
- T = torsi (Nm)

Daya energi angin sebagai daya input ke turbin adalah energi kinetik angin dengan kecepatan V yang menabrak rotor turbin dengan bidang A diberikan oleh hubungan berikut:

$$P_{udara} = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (2)$$

Keterangan:

- P_{angin} = daya angin (W)
- V = kecepatan angin (m/s)
- ρ = densitas udara (kg/m^3)
- A = luas penampang aliran udara (m^2)

Hubungan antara daya turbin dengan daya angin masuk ke turbin dinyatakan koefisien daya atau Power Coefficient (C_p) menjadi:

$$C_p = \frac{P_{turbin}}{P_{udara}} = \frac{T\omega}{\frac{1}{2}\rho A V^3} \quad (3)$$

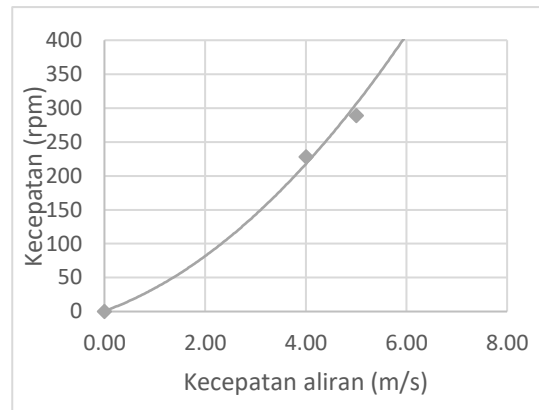
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data disain dari Turbin Angin Darrieus NACA 0014 sumbu vertikal:

Tabel 1. Data disain turbin angin darrieus.

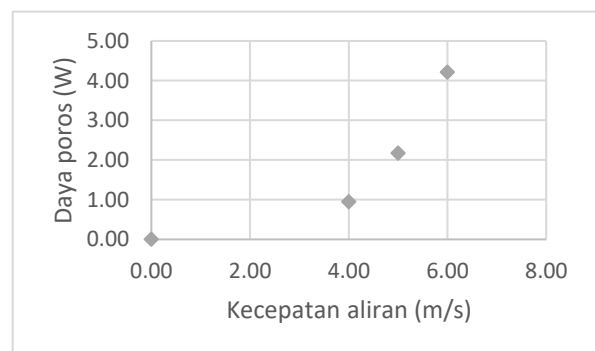
Diameter	0.500 m
Tinggi	0.445 m
Profil Sudu	NACA 0014
Lebar Sudu	0.095 m
Jumlah Sudu	3
Soliditas	0.18
Radius Puli	0.16 m
Radius String	0.0025 m

Tiga karakteristik dasar yang telah diperoleh dalam penelitian ini, yaitu kecepatan rotasi maksimum untuk berbagai kecepatan aliran angin, daya dan koefisien daya untuk berbagai rasio kecepatan keliling ujung sudu dan kecepatan aliran angin. Hasilnya seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 sampai 3.4 berikut ini.



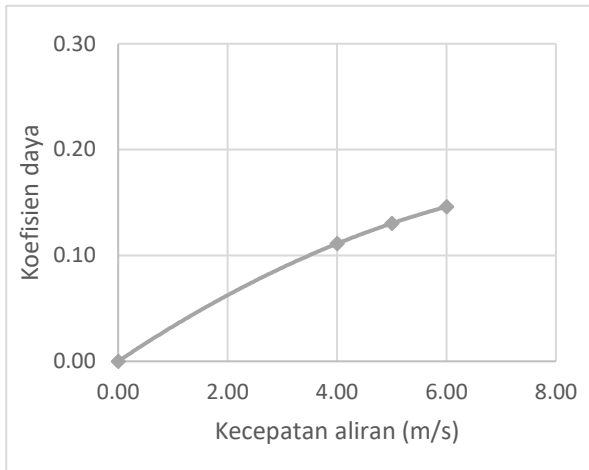
Gambar 1. Hubungan kecepatan maksimum terhadap kecepatan aliran angin.

Pada gambar 1 nampak bahwa kecepatan putar turbin meningkat sejalan dengan peningkatan kecepatan aliran angin. Kecepatan putaran turbin tergantung pada beberapa faktor, yaitu, kecepatan aliran, soliditas atau jumlah sudu dan sudut serang dan faktor gesekan tentunya. Untuk soliditas dan sudut serang yang sama, maka kecepatan putar tentu akan meningkat dengan meningkatnya kecepatan aliran. Demikian pula halnya dengan daya poros, yang cenderung meningkatkan dengan meningkatnya kecepatan aliran seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.

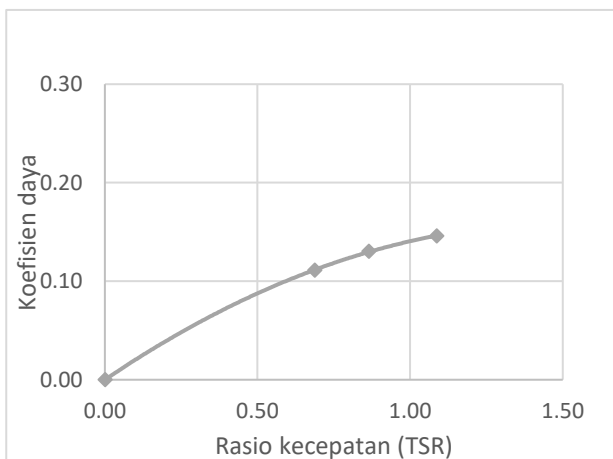


Gambar 2. Hubungan daya poros terhadap kecepatan aliran.

Pada gambar 3 terlihat bahwa koefisien daya masih cenderung meningkat dengan meningkatnya kecepatan aliran angin. Nilai koefisien daya tertinggi adalah 0,14 pada kecepatan aliran sebesar 6 m/s. Sebenarnya peningkatan ini ada batasnya dimana diperoleh koefisien daya yang optimum. Namun dalam eksperimen ini belum diperoleh karena terbatasnya kecepatan angin yang tersedia.



Gambar 3. Hubungan Koefisien daya terhadap kecepatan aliran.



Gambar 4. Hubungan Koefisien daya terhadap rasio kecepatan (TSR).

Dalam eksperimen ini, koefisien daya masih cenderung mengalami peningkatan dengan meningkatnya rasio kecepatan. Jadi dalam eksperimen ini belum diperoleh nilai yang optimum. Nilai koefisien daya tertinggi adalah 0,14 pada rasio kecepatan sebesar 1,09.

4. SIMPULAN

Pada eksperimen ini, koefisien daya turbin angin baru mencapai 0,15 pada kecepatan aliran 6 m/s dengan TSR sebesar 1,09. Eksperimen masih perlu dilakukan dengan variable yang lebih banyak lagi untuk mendapatkan koefisien daya yang lebih tinggi dan nilai TSR yang optimum.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] A.K.M. Sadrul Islam, M. Q. Islam, M. Z. Hossain, M. I. Khan and S. A. Uddin, 2002, Appropriate Low Head Micro Hydro Systems for Bangladesh, Second International Conference on Electrical and Computer Engineering ICECE 2002, 26-28 December 2002, Dhaka, Bangladesh

[2] Castelli, M. R., Betta, S. D., Benini, E. 2013. Three Dimensional Modeling of a Twisted Blade Darrieus Vertical Axis Wind Turbine. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*. Vol 7. No 6: 2013.

[3] Danao, A. L., Edwards, J., Eboibi, O., Howell, R. 2013. The Performance of Vertical Axis Wind Turbine in Fluctuating Wind – A Numerical Study. *Proceeding of the World Congress on Engineering: 3-5 July 2013, London, UK*.

[4] Irsyad, Muhammad. 2010. Kinerja Turbin Air Tipe Darrieus dengan Sudu Hydrofoil Standar NACA 6512

[5] Kaprawi. 2011. Pengaruh Geometri Sudu dari Turbin Air Darrieus Terhadap Kinerjanya. *Prosiding Seminar Nasional A VoER ke-3: 1-8, FT UNSRI*

[6] Kaprawi., Santoso, D., & Ilyas. 2012. Darrieus Water Turbine of Six Blades Combination Of NACA 0015 And 0025 Airfoil. *Artikel Seminar AVoER 2012, FT UNSRI*

[7] Leclerc, M. 2007. The Very Low Head Turbine enters into industrial phase and confirms its Extremely Low Environmental Impact

[8] McKenzie, T.C. 1989. Floating Water Turbine, US Patent No. 4849647

[9] Presiden Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional. Jakarta, Indonesia, 2014

[10] Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, Prakiraan Penyediaan dan Pemanfaatan Energi Skenario Optimalisasi EBT Daerah, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Jakarta, Indonesia, 2016.

[11] Putranto, A. 2011. Rancang bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga, Universitas Diponegoro, Diploma III Teknik Mesin.

[12] R.A. McAdam G.T. Houlby, M.L.G. Oldfield and M.D. McCulloch. 2006. Experimental Testing of the Transverse Horizontal Axis Water Turbine, University of Oxford, Department of Engineering Science

[13] Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, Outlook Energi Indonesia 2016, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Jakarta, Indonesia, 2016.

[14] Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, Outlook Energi Indonesia 2004, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Jakarta, Indonesia, 2005.

[15] The British Hydropower Association, 2005, A Guide to UK Mini-Hydro Developments, Version 1.2

[16] UIUC Applied Aerodynamics Group, 2015. UIUC Airfoil Coordinates Database.

[17] Winchester J.D., Quayle S.D. 2009. Torque ripple and variable force: A comparison of Darrieus and Gorlov-type turbine for tidal stream energy conversion, *Proceedings of the 8th European Wave and Tidal Energy, Uppsala, Sweden*.

