

Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)

Journal homepage: <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JMST>

Original Article

Pengaruh Penambahan *Fin* Pada Sudu Terhadap *Cut In Speed* Turbin Angin *Savonius* Tipe L

Deny Prabowo^{1,*}, Danar Susilo Wijayanto¹, Indah Widiastuti¹

¹ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ahmad Yani 200A Pabelan, Surakarta

*Corresponding author:

E-mail: denyprabowo2420@gmail.com

Abstract – This research aims to analyze the influence of adding fin on blade of the cut in speed by a savonius wind turbine type L with variation of wind speed. This research used a savonius wind turbine type L with a rotor diameter of 1.1 m and a rotor height of 1.4 m. The method used is the experimental method by varying the addition of the fin on blade and the wind speed. Variables taken in this research are wind speed, variation of adding fin, and cut in speed by wind turbine. Variations of adding fin are without fin, 1 fin, 2 fin, 3 fin, 4 fin. Testing tools using anemometer. The results of the research was found that the adding fin affect the cut in speed with the number of fin in the blade is linearly result in increasing of the cut in speed. The lowest cut in speed is 2 m/s achieved the addition of 4 fin on the blade.

Keywords – Cut in Speed; Fin; Wind Speed; Savonius Wind Turbin type L.

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki beberapa potensi sumber daya energi fosil diantaranya minyak bumi, gas bumi dan batubara. Pada tahun 2014, cadangan minyak bumi sebesar 3,6 miliar *barrel*, gas bumi sebesar 100,3 TCF dan cadangan batubara sebesar 32,27 miliar *ton*. Minyak bumi akan habis dalam 12 tahun, gas bumi 37 tahun, dan batubara 70 tahun jika diasumsikan tidak ada penemuan cadangan baru, berdasarkan rasio R/P (*Reserve/Production*) tahun 2014, (Sugiyono, dkk., 2016). Cadangan energi fosil tersebut akan lebih cepat habis dari tahun yang diperkirakan karena kecenderungan produksi energi fosil yang terus meningkat.

Energi fosil telah menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pengembangan energi dari energi berbasis fosil menjadi energi baru terbarukan diharapkan menjadi tren di masa depan, karena energi fosil merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbarui, padahal Indonesia mempunyai sumber daya energi terbarukan yang signifikan. Adapun yang dimaksud sumber energi terbarukan yaitu sumber energi yang tidak dapat habis

walaupun digunakan terus-menerus, dapat diperbarui dan dapat dibuat. Angin adalah sumber energi yang jumlahnya melimpah, dan tidak menimbulkan polusi udara karena tidak mempunyai gas buang yang dapat mencemari lingkungan. Letak wilayah Indonesia yang berada pada daerah tropis memiliki kecepatan angin rata-rata 2 s.d. 3 m/s (Faqihuddin dkk., 2014).

Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia khususnya energi angin saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemetaan potensi energi baru terbarukan menunjukkan bahwa dari sumber daya angin yang ada, yaitu 970 MW baru terpasang sekitar 1,96 MW (Sugiyono, dkk., 2016). Pemetaan ini menunjukkan bahwa belum banyak masyarakat yang memanfaatkan energi angin sebagai sumber energi yang berguna. Potensi energi angin tersebut dapat dikembangkan turbin angin skala kecil untuk kecepatan angin rendah sebagai pembangkit listrik. Akan tetapi, hal ini belum dimanfaatkan secara optimal karena minimnya penguasaan teknologi konversi energi angin.

Berdasarkan alasan tersebut, maka penelitian tentang penggunaan turbin angin di Indonesia terus dilakukan. Ada beberapa cara untuk menambah performansi dari turbin angin, antara lain memodifikasi bentuk sudu, menambahkan penyekat (*fin*) pada sudu, memasang sistem transmisi dan sebagainya. Pada penelitian ini akan menganalisis variasi penambahan *fin* (penyekat) pada sudu terhadap *cut in speed* dari turbin angin Savonius tipe L. *Cut in speed* (kecepatan *cut in*) merupakan kemampuan turbin angin untuk berputar dari keadaan diam pada kecepatan angin tertentu.

Kelebihan turbin angin tipe Savonius yaitu dapat menerima angin dari segala arah, mudah dan murah dalam pembuatannya, dan dapat berputar pada kecepatan angular yang cukup rendah (Akwa dkk., 2012). Turbin angin Savonius memiliki konstruksi yang sederhana dan kemampuan *self starting* pada kecepatan angin rendah (Abdullah dkk., 2017). Selain itu, Turbin angin Savonius juga memiliki torsi awal yang besar pada kecepatan angin rendah (Kamal, 2008).

Frederikus dkk. (2015) meneliti tentang Studi eksperimental tentang kinerja turbin angina Savonius dengan variasi jumlah sudu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sudu mempengaruhi performansi dari turbin angin. Mahmoud dkk. (2012) melakukan penelitian mengenai peningkatan kinerja rotor. Hasil penelitian mengatakan bahwa rotor dengan 2 sudu lebih efisien dibandingkan dengan 3 dan 4 sudu turbin. Rotor turbin dengan penambahan end plates menyebabkan efisiensi turbin meningkat. Ali (2013) melakukan penelitian mengenai turbin savonius dengan 2 dan 3 sudu. Hasilnya menunjukkan bahwa turbin dengan 2 sudu memiliki koefisien daya yang lebih tinggi dari 3 sudu.

Hasan dkk. (2013) meneliti tentang studi eksperimental *vertical axis wind turbine* tipe Savonius dengan variasi jumlah *fin* pada sudu. Penelitian ini menggunakan sudu berbentuk U dengan memvariasikan jumlah *fin* 1, 2, 4, 7, dan tanpa *fin*. Hasil pengujian menyimpulkan bahwa penambahan variasi *fin* dapat meningkatkan performa turbin Savonius jika dibandingkan dengan tanpa variasi *fin*.

Fin merupakan bagian tambahan atau modifikasi pada sudu turbin yang berfungsi memperkecil luasan ruang dan memperbesar tekanan disepanjang luasan sudu. Bentuk *fin* mengikuti dari bentuk sudu. Dengan melakukan variasi penambahan *fin* pada sudu maka akan didapat *cut in speed* yang optimal.

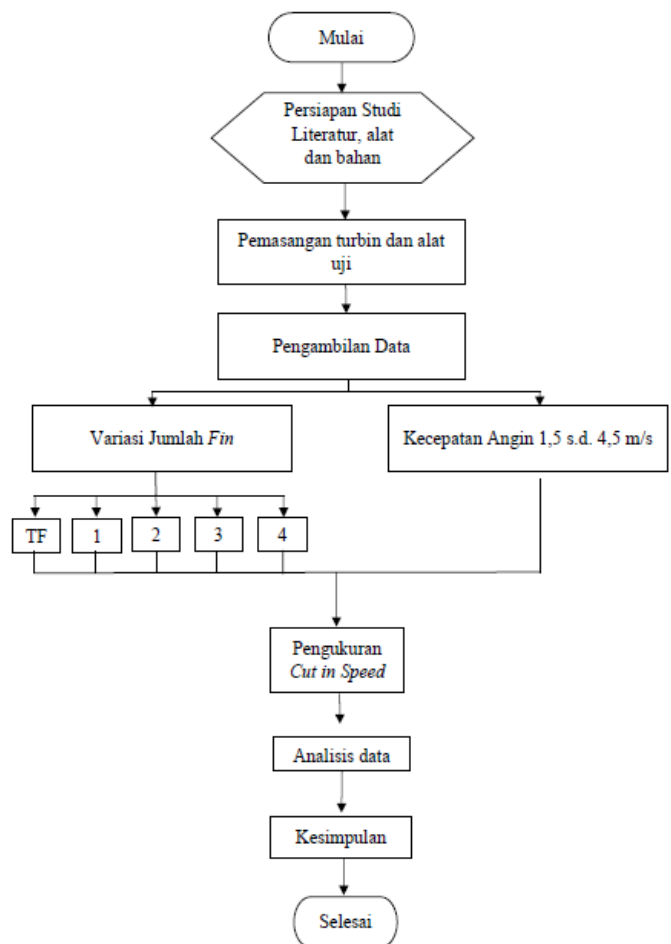
2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: studi literatur, mempersiapkan turbin angin, *set up* alat, pengambilan data, dan analisis data. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur dan mencatat kecepatan angin saat turbin mulai berputar untuk setiap variasi jumlah *fin* pada sudu. Analisis data dilakukan dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan pendekatan komparatif. Variasi kecepatan angin yang digunakan yaitu 2

m/s s.d. 4,5 *m/s* dengan interval 0,1 *m/s*. Variasi penambahan *fin* yang digunakan yaitu tanpa *fin*, 1 *fin*, 2 *fin*, 3 *fin*, 4 *fin*. Instrumen penelitian untuk memperoleh data dari variabel bebas adalah sudu turbin dan jumlah *fin*. Instrumen penelitian yang digunakan untuk memperoleh data dari variabel terikat adalah anemometer.

Pada desain penelitian anemometer digunakan untuk mengukur angin yang terjadi pada saat pengujian. Anemometer dipasang pada rangka turbin untuk mengetahui kecepatan angin yang berhembus. Tahap berikutnya melakukan variasi penambahan jumlah *fin* secara bergantian. Selama eksperimen dilakukan pencatatan kecepatan angin pada saat turbin angin sudah mulai berputar dari keadaan diam. Besar kecepatan angin pada saat mulai berputar dijadikan dasar dalam penentuan *cut in speed*.

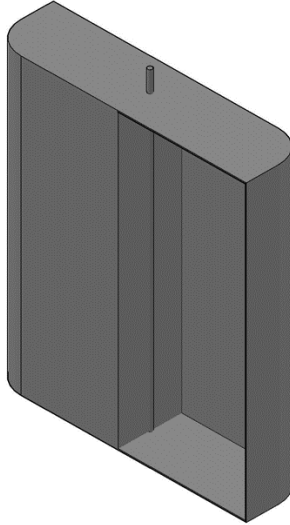
Pengambilan data dilakukan selama 5 hari pada tanggal 16 s.d. 20 April 2017 pukul 14.30 s.d. 17.30 WIB pada kondisi cuaca berawan. Pengambilan data pengujian dilakukan dengan mengambil 5 data dari setiap nilai kecepatan angin dalam interval 0,1 *m/s*. Data yang diambil kemudian dirata-rata untuk dijadikan hasil akhir dari setiap perlakuan.



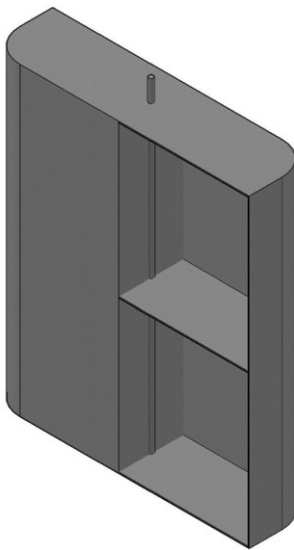
Gambar 1. Diagram alir Penelitian

2.1. Desain *Fin* pada Sudu

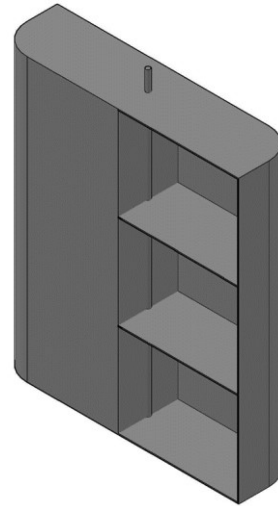
Fin merupakan bagian tambahan atau modifikasi pada sudu turbin yang berfungsi memperkecil luasan ruang dan memperbesar tekanan disepanjang luasan sudu. Penelitian ini menggunakan 2 sudu dengan variasi penambahan *fin* seperti tampak seperti gambar berikut (satuan cm) :



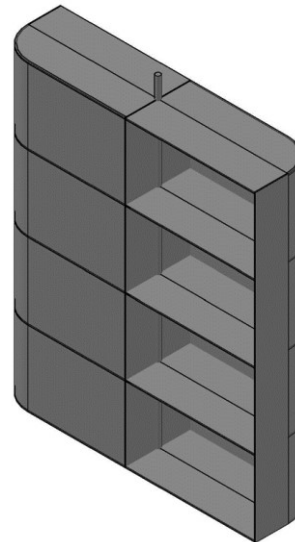
Gambar 2. Rotor Tanpa *Fin*



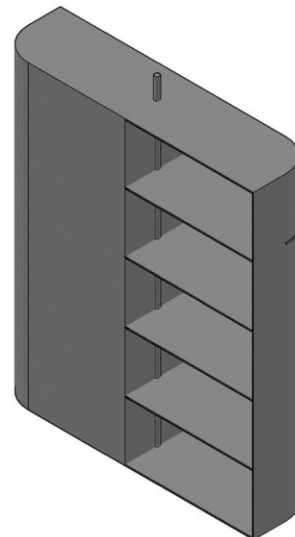
Gambar 3. Rotor dengan Variasi 1 *Fin*



Gambar 4. Rotor dengan Variasi 2 *Fin*



Gambar 5. Rotor dengan Variasi 3 *Fin*



Gambar 6. Rotor dengan Variasi 4 *Fin*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kecepatan Angin di Kampus V UNS

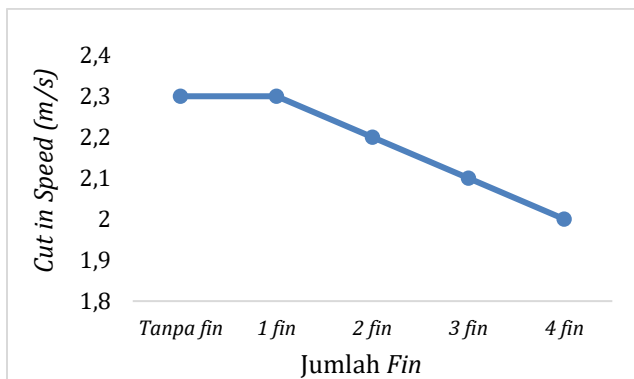
Berdasarkan data kecepatan angin menunjukkan bahwa kecepatan angin rata-rata di area kampus V UNS Pabelan adalah 2,8 m/s. Hal ini berarti bahwa kecepatan angin di daerah ini tergolong rendah. Hasil kecepatan angin rata-rata tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya yakni sebesar 2,46 m/s (Widiastuti & Wijayanto, 2017).

3.2 Pengaruh Variasi Penambahan Fin terhadap Cut In Speed

Cut in speed (kecepatan cut in) merupakan kemampuan turbin angin untuk berputar dari keadaan diam pada kecepatan angin tertentu dan menghasilkan daya bermanfaat. Tabel 1 menunjukkan bahwa turbin angin Savonius tipe L tanpa variasi penambahan fin maupun dengan variasi penambahan fin pada kecepatan angin dibawah 2 m/s belum mampu memutarakan sudu turbin sehingga daya listrik yang dihasilkan 0 Watt.

Tabel 1. Cut in Speed

No	Variasi	Cut In Speed (m/s)
1	Tanpa fin	2,3
2	1 fin	2,3
3	2 fin	2,2
4	3 fin	2,1
5	4 fin	2



Gambar 7. Hubungan Jumlah Fin terhadap Cut in Speed

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin banyak fin yang ditambahkan pada sudu, maka akan mempermudah sudu turbin untuk berputar pada kecepatan yang lebih rendah. Turbin angin dengan variasi penambahan 4 fin terlihat memiliki kecepatan cut in lebih rendah dibandingkan dengan variasi lainnya, yakni pada kecepatan 2 m/s. Kecepatan cut in untuk variasi 3 fin pada kecepatan angin 2,1 m/s, sedangkan untuk variasi 2 fin pada kecepatan

angin 2,2 m/s. Variasi tanpa fin dan 1 fin memiliki kecepatan cut in pada 2,3 m/s. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah fin yang ditambahkan pada sudu turbin akan meningkatkan kemampuan cut in speed dari turbin angin Savonius.

Peningkatan kemampuan cut in speed disebabkan karena luasan ruang sudu turbin yang dibentuk antar fin, semakin banyak jumlah fin maka luas penampang antar fin menjadi lebih kecil. Hal ini menyebabkan angin lebih terfokus dan terarah, sehingga energi angin lebih mengisi ruang dalam sudu turbin. Ketika angin lebih terfokus dan lebih cepat mengisi ruang sudu turbin, terjadi peningkatan tekanan di sepanjang luasan ruang sudu. Peningkatan tekanan berbanding lurus dengan gaya dorong yang bekerja pada sudu, sehingga gaya dorong meningkat saat keadaan sudu turbin akan mulai bergerak rotasi.

4. Kesimpulan

Adanya pengaruh penambahan fin terhadap cut in speed turbin angin Savonius tipe L. Semakin banyak jumlah fin yang ditambahkan pada sudu turbin akan meningkatkan kemampuan cut in speed dari turbin angin Savonius. Variasi penambahan 4 fin terlihat memiliki kecepatan cut in lebih rendah dibandingkan dengan variasi lainnya, yakni pada kecepatan 2 m/s. Kecepatan cut in untuk variasi 3 fin pada kecepatan angin 2,1 m/s, sedangkan untuk variasi 2 fin pada kecepatan angin 2,2 m/s. Variasi tanpa fin dan 1 fin memiliki kecepatan cut in pada 2,3 m/s. Peningkatan kemampuan cut in speed terjadi karena adanya peningkatan tekanan di sepanjang luasan ruang sudu sehingga gaya dorong meningkat dan menyebabkan turbin angin akan lebih mudah berputar.

Daftar Pustaka

- Abdullah Al-Faruk, Sharifian,A. (2017) *Flow Field and Performance Study of Vertical Axis Savonius type SST Wind Turbine*. 1st International Conference on Energy and Power, ICEP2016, 14-16 December 2016, RMIT University, Melbourne, Australia Energy Procedia 110 (2017) 235 - 242 doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.133
- Akwa, J V., H.A. Vielmo, & A.P. Petry. (2012). *A Review on the Performance of Savonius Wind Turbines*. *Renewable and Sustainable Energy Riviews*, 16, 3054-3064.
- Ali, H.A. (2013), *Ekperimental Comparasion Study for Savonius Wind Turbine of Two & There Blades at Low Wind Speed*, *Internasional Journal of Modern Research IJMER.*, 3, 2978-2986.
- Faqihuddin, M. F., Nizam, M., Danardono, D., & Prija, D. (2014). *Karakteristik Model Turbin Angin Untwisted Blade dengan Menggunakan Tipe Airfoil Nrel S833 pada Kecepatan Angin Rendah*. *Jurnal MEKANIKA Volume 12 Nomor 2, Maret 2014* hal., 84-88
- Frederikus Wenehenubun, Saputra,A., Sutanto, H. (2015). *An Experimental Study on The Performance of Savonius Wind Turbines Related with the Number of Blades*. 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA 2014 Energy Procedia 68 (2015) 297 - 304 doi: 10.1016/j.egypro.2015.03.259

- Hasan, O. D. S., Hantoro, R., & Nugroho, G. (2013) *Studi Eksperimental Vertical Axis Wind Turbine Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah Fin pada Sudu*. Jurnal Teknik POMITS, 2(2), 350–355.
- Kamal, Faizul M. (2008) *Aerodynamics Characteristics of A Stationary Five Bladed Vertical Axis Vane Wind Turbine*. Journal of Mechanical Engineering, ME39 (2), 95-99.
- Mahmoud, N H., El-Haroun, A.A., E. Wahba, Nasef, M.H. (2012) *An Experimental Study on Improvement of Savonius Rotor Performance*. Alexandria Engineering Journal, 51 (1), 19-25
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2012.07.003>
- Sugiyono, Anindhita, Adiarso. (2016) *Outlook Energi Indonesia 2016*. Jakarta: Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia (PTSEIK-BPPT). ISBN 978-602-74702-0-0 (www.bppt.go.id)
- Widiastuti, Indah & Wijayanto, Dinar Susilo. (2017) *Developing a Hybrid Solar/Wind Powered Drip Irrigation System for Dragon Fruit Yield*. The 1st Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC 2016) Bandung. IOP Sciece Publishing. <http://iopscience.iop.org/article/10.108>