

## Pengaruh Penambahan Fix Drag Reducing Pada Bilah Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius

Indra Herlamba Siregar<sup>1,\*</sup>, Moch Effendy<sup>2</sup> dan Akhmad Hafizh Ainur Rasyid<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

\* indrasiregar@unesa.ac.id

**Abstract.** This article proposes a design model for vertical axis wind turbines based on drag forces by adding fix drag reducing to the blades tested by subsonic wind tunnel with wind speeds of 3-6 m / s and opening angle variations of fix drag reducing from 0, 15, 30 and 45<sup>0</sup>. research explained that at the opening angle of 15<sup>0</sup> can improve the performance of the wind turbine model significantly at high wind speeds on the contrary for larger angle openings the addition of fix drag reducing instead reduces the performance of the wind turbine model significantly on all variations of wind speed tested.

**Abstrak.** Artikel ini mengusulkan desain model turbin angin sumbu vertikal berbasis *drag forces* dengan menambahkan *fix drag reducing* pada bilah yang diuji diterowongan angin subsonic dengan kecepatan angin 3-6 m/s dan variasi sudut bukaan *fix drag reducing* dari 0, 15, 30 dan 45<sup>0</sup>. Hasil penelitian memaparkan bahwa pada bukaan sudut 15<sup>0</sup> mampu meningkatkan kinerja model turbin angin secara signifikan pada kecepatan angin yang tinggi sebaliknya untuk bukaan sudut yang lebih besar penambahan *fix drag reducing* malah mereduksi kinerja model turbin angin secara signifikan pada semua variasi kecepatan angin yang diujikan.

**Keywords:** model turbin angin, drag forces, *fix drag reducing*, bukaan sudut, kinerja.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi dan penduduk dunia yang tinggi membutuhkan sumber energy, dimana menurut prediksi *international energy agency* [1] pada tahun 2030 kebutuhan energy meningkat 45%, dan penggunaan energy fosil masih mendominasi hingga 80% dari kebutuhan energy dunia.

Penggunaan energy fosil berdampak serius baik dari sisi sumbernya dimana energy fosil terklasifikasi sebagai *unrenewable energy*, maupun dampak penggunaannya bagi manusia yang terkait dengan lingkungan, dimana penggunaan energy fosil menyebabkan meningkatnya emisi karbon yang merupakan penyebab utama efek rumah kaca di atmosfer yang pada akhirnya menyebabkan terjadi perubahan iklim [2].

Energi terbarukan adalah subjek yang sangat diperhatikan di seluruh dunia. Energi angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan, banyak negara telah mengeksplorasi dan menggunakan energi angin karena bebas polusi dan ketersediaan sumber energy angin untuk dikonversi melimpah dimana Indonesia menurut PEU memiliki potensi energy angin sebesar 9 GW dengan kecepatan angin rata-rata antara 3 m/detik hingga 6,3 m/detik, [3].

Ada dua tipe turbin angin sumbu vertikal yaitu pertama tipe drag yang biasa dikenal dengan turbin angin Savonius dimana turbin ini berkerja dengan

adanya perbedaan gaya drag yang tercipta pada sisi *returning blade* dan *advancing blade* dan yang kedua adalah tipe lift yang biasa dikenal dengan turbin angin Darrieus, dimana turbin ini bekerja akibat gaya lift yang tercipta pada blade [4].

Angin di Indonesia memiliki karakteristik berubah-ubah karena posisi geografis Indonesia di garis katulistiwa dan kecepatan angin rata-ratanya rendah [5] sehingga pengembangan jenis turbin angin yang cocok adalah turbin angin sumbu vertikal Savonius.

Kinerja turbin angin Savonius dipengaruhi banyak hal salah satunya adalah bentuk geometri bilah dan parameter aliran [6].

Pengaruh jumlah bilah pada turbin angin savonius telah banyak di teliti [7-9], hasil penelitian mereka memaparkan bahwa semakin banyak jumlah bilah pada turbin angin savonius berdampak terhadap penurunan kinerja turbin dan jumlah bilah 2 yang adalah jumlah yang menghasilkan kinerja turbin yang terbaik.

Penelitian yang terkait dengan geometri dari bilah banyak dilakukan oleh para peneliti antara lain Modi dan Fernando [10] melakukan modifikasi bilah yang dikembangkan oleh savonius, dimana bilah baru tersebut mampu meningkatkan nilai Cp dari turbin. Kamoji dkk [11] mereka melakukan modifikasi bilah dasar savonius dengan bilah berbentuk huruf J yang mana *returning* dan *advancing*

bladenya terpisah, modifikasi ini mendapat nilai  $C_p$  sebesar 0,2 sedangkan Kacprzak [12] memodifikasi bilah yang dikembangkan oleh Kamoji dengan mengurangi bidang datar dari geometris bilah nilai  $C_p$  yang dihasilkan lebih baik dari bilah yang dikembangkan oleh Kamoji dkk [11] dan Tartuferi [13] mengembangkan bilah baru untuk turbin angin berbasis drag forces yang dinamakan SR3345 dan SR 5050, namun nilai  $C_p$  yang dihasilkan tidak lebih baik dari bilah yang dikembangkan kamoji walaupun demikian nilai  $C_p$  maksimum di capai pada *tip speed ratio* yang lebih rendah. Hasan [14] mengajukan desain penambahan elliptical fin untuk bilah turbin savonius hasilnya menunjukkan desain bilah turbin angin savonius dengan jumlah elliptical fin 1 mampu menghasilkan koefisien performace optimum 0,34 pada TSR 0,8.

### Metode Penelitian

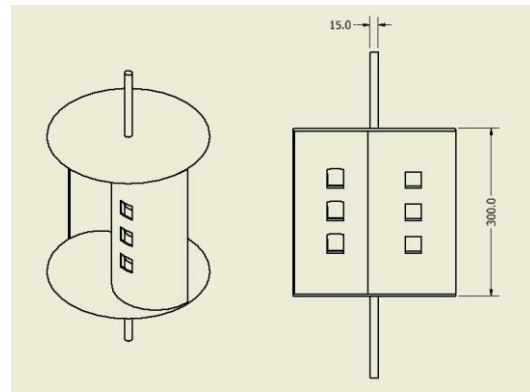
Pada penelitian yang dilakukan sekarang adalah pengujian model turbin angin di terowongan angin subsonic dengan luas penampang keluar 2025 cm<sup>2</sup> dengan inverter kecepatan.



Gambar 1. Instrumen dan Peralatan Uji

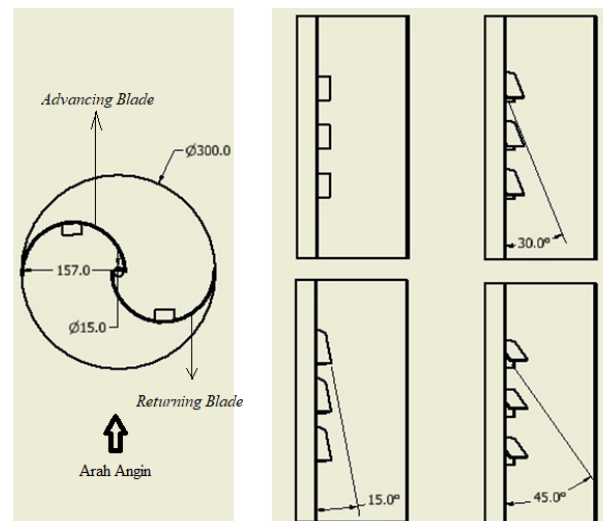
Adapun spesifikasi model dapat dilihat pada table 1 dengan gambar sket diperlihatkan pada gambar 2.

Parameter	Bentuk/Nilai
Profile Bilah	C
Jumlah	2
Panjang busur, [cm]	14
Diameter Rotor, [cm]	30
Diameter Poros, [cm]	1,5
Jumlah FDR	3 per bilah
Dimensi [cm <sup>2</sup> ]	5 x 5
Bahan disk atas	Arcliryc
Bahan disk bawah	Arcliryc
Bahan bilah	Plat seng



Gambar 2. Model Turbin Angin yang diteliti

Untuk parameter uji adalah besar dari bukaan fix drag reducing yang dipasang pada bilah dengan bukaan sudut sebesar 0,15, 30 dan 45<sup>0</sup> dengan kecepatan angin 3 sampai 6 m/s sesuai dengan kondisi kecepatan angin rata-rata di Indonesia

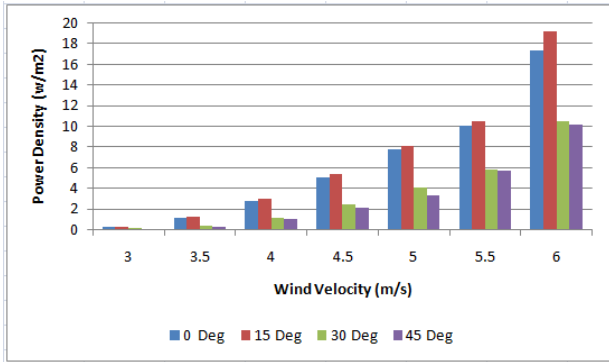


Gambar 3. Besar Sudut Bukaan Fix Drag Reducing

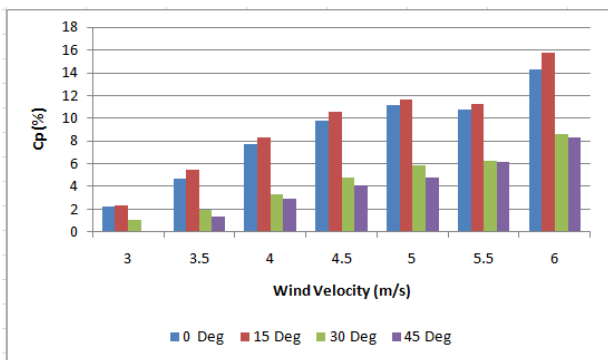
### Hasil dan Pembahasan

Parameter kinerja dari model turbin angin sumbu vertical dengan fix drag reducing (FDR) di bilahnya dengan berbagai bukaan sudut di paparkan dalam bentuk grafik *power density* dan Koefisien kinerja model uji turbin angin ( $C_p$ ) dengan berbagai variasi kecepatan angin dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.

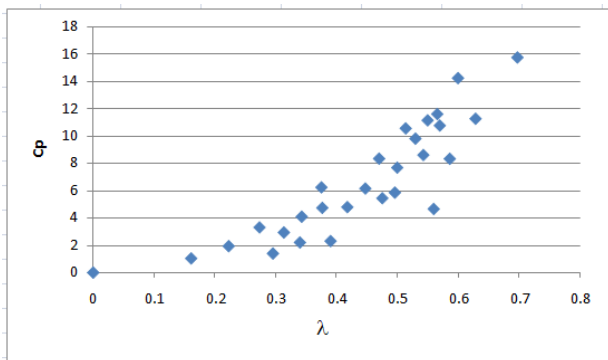
Selain itu data sebaran  $C_p$  dan koefisien torsi model uji turbin angin ( $C_t$ ) terhadap tip speed rasio ( $\lambda$ ) dipaparkan pada gambar 6 dan 7.



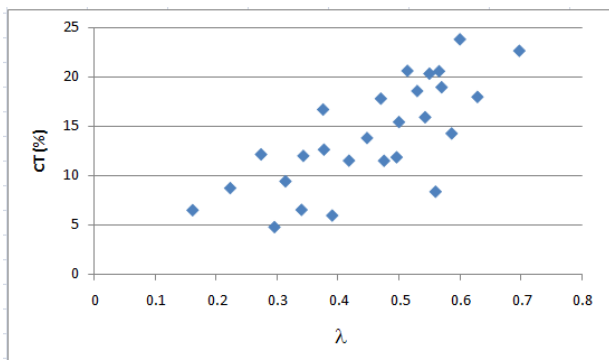
Gambar 4. Variasi Power density terhadap kecepatan angin



Gambar 5. Variasi Cp terhadap kecepatan angin

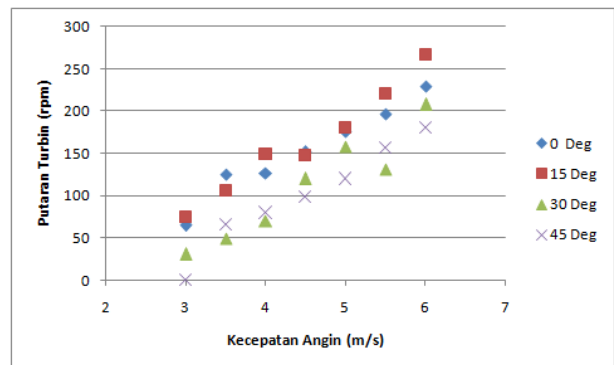


Gambar 6. Variasi Cp terhadap tip speed ratio

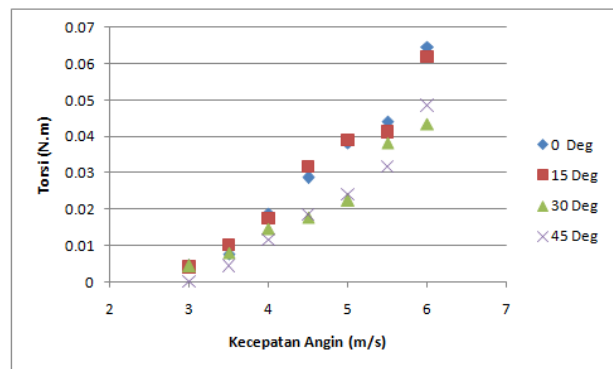


Gambar 7. Variasi Ct terhadap tip speed ratio

Berikutnya data penelitian berupa putaran dan torsi yang dihasilkan oleh model tu turbin di paparkan pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Variasi putaran model turbin angin terhadap kecepatan angin



Gambar 9. Torsi model turbin angin terhadap kecepatan angin

Dari gambar 4 dan 5 terlihat kinerja model uji turbin angin yang diberikan *fix drag reducing* pada bilah mampu menaikkan kinerja model uji turbin angin pada sudut bukaan yang kecil tepatnya sudut 15°. Hal ini diduga dengan bukaan sudut kecil dari *fix drag reducing* mampu mengurangi drag pada returning blade, namun selain itu gaya dorong yang diharapkan pada sisi advancing blade berkurang dikarenakan ada sedikit celah yang dihasilkan pada posisi sudut 15°, sehingga secara keseluruhan penambahan *fix drag reducing* pada bilah tidak menambah torsi yang dihasilkan terlihat pada gambar 9 besar torsi yang dihasilkan pada sudut 15° dan 0° berbeda tidak cukup signifikan. Namun pada bukaan sudut 15° menghasilkan efek jet dibelakang bilah sehingga membantu mendorong returning blade searah dorongan angin di advancing blade sehingga secara keseluruhan hal ini mampu meningkatkan putaran model uji turbin angin lihat gambar 8. Efek jet ini juga signifikan pada kecepatan angin yang tinggi sehingga efeknya

terlihat jelas pada kecepatan angin yang tinggi pula lihat gambar 8.

Begitupula sebaliknya semakin besar bukaan sudut *fix drag reducing* selain mengurangi drag pada sisi returning blade juga mereduksi gaya dorong pada sisi advancing blade. Hal ini dikarenakan celah pada sisi itu semakin besar seiring kenaikan bukaan sudut sehingga gaya dorong yang dihasilkan turun, dimana secara keseluruhan semakin bertambahnya bukaan sudut *fix drag reducing* mengakibatkan kinerja model uji turbin angin semakin berkurang dapat dilihat pada gambar 4 dan 5 di semua variasi kecepatan yang diujikan.

Ada fenomena yang menarik dari desain bilah yang diteliti, dimana desain bilah berbasis drag forces ini mampu menghasilkan torsi yang bertambah besar seiring dengan bertambahnya kecepatan hal dapat dilihat pada gambar 7. Selain itu kinerja model uji turbin angin masih terus meningkat seiring kenaikan kecepatan angin artinya masih ada ruang untuk penelitian selanjutnya terkait dengan rentang kecepatan angin yang diujikan dan sudut bukaan dari *fix drag reducing*.

## Kesimpulan

Penambahan *fix drag reducing* mampu meningkatkan kinerja model uji turbin angin pada bukaan sudut kecil yaitu  $15^0$  sebaliknya mereduksi kinerja model uji turbin angin pada bukaan sudut yang lebih besar. Kemudian penambahan *fix drag reducing* menimbulkan fenomena dimana koefisien torsi (Ct) meningkat seiring bertambahnya *tip speed ratio* ( $\lambda$ )

## Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih pada kementerian riset dan teknologi yang membiayai penelitian ini melalui skim Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi dan Universitas Negeri Surabaya yang mendukung moril dan administratif agar penelitian ini berjalan dengan baik.

## Referensi

- [1] Anonim., 2015. Kebutuhan energi di dunia. (Online) (<http://etutm.blogspot.com/2015/04/normal-0-false-false-false-en-us-x-none.html>) diakses 9 September 2018)
- [2] The IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (online)

([http://www.economicpolicyresearch.org/images/docs/SCEPA\\_blog/economics\\_of\\_climate\\_change/Edenhofer\\_Presentation\\_Sept\\_2011\\_Compatibility\\_Mode.pdf](http://www.economicpolicyresearch.org/images/docs/SCEPA_blog/economics_of_climate_change/Edenhofer_Presentation_Sept_2011_Compatibility_Mode.pdf) diakses 9 September 2018)

- [3] PEU, 2006, Wind Energy Country Analyses Indonesia (Online) ([https://energypedia.info/wiki/Wind\\_Energy\\_Country\\_Analyses\\_Indonesia](https://energypedia.info/wiki/Wind_Energy_Country_Analyses_Indonesia) diakses 13 agustus 2016)
- [4] Roy, S., & Saha, U. K., 2013. Review of experimental investigations into the design, performance and optimization of the Savonius rotor. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 227(4), 528-542
- [5] Siregar, I. H., and Ansori, A. 2016. Performance of Combined Vertical Axis Wind Turbine blade between airfoil NACA 0018 with Curve Blade with and without Guide vane. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7 (8), 863-867
- [6] Akwa JV, Vielmo HA, and Petry AP, 2012, A review on the performance of Savonius wind turbines, *Renewable and Sustainable Energi Reviews*, Vol. 16, No. 5, pp. 3054–3064.
- [7] Ali, M. H., 2013. Experimental comparison study for Savonius wind turbine of two & three blades at low wind speed. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 3(5), 2978-2986.
- [8] Wenehenubun, F., Saputra, A., & Sutanto, H., 2015. An experimental study on the performance of Savonius wind turbines related with the number of blades. *Energy Procedia*, 68, 297-304.
- [9] Fitrandi, Robby Ilham., Siregar, Indra Herlamba., 2014, KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN SAVONIUS 2 DAN 3 BLADE DENGAN MENGGUNAKAN BANTUAN GUIDE VANE, *Jurnal Teknik Mesin Vol 2*, No 02. 125-131.
- [10] Modi, V. J., & Fernando, M. S. U. K., 1989. On the performance of the Savonius wind turbine. *Journal of solar energy engineering*, 111(1), 71-81.
- [11] Kamoji, M., Kedare, S., Prabhu, S., 2009. Experimental investigations on single stage modified Savonius rotor, *Applied Energi* 86, 1064–1073.

- [12] Kacprzak, K., Liskiewicz, G., & Sobczak, K. (2013). Numerical investigation of conventional and modified Savonius wind turbines. *Renewable energy*, 60, 578-585.
- [13] Tartuferi, M., D'Alessandro, V., Montelpare, S., & Ricci, R., 2015. Enhancement of Savonius wind rotor aerodynamic performance: a computational study of new blade shapes and curtain systems. *Energy*, 79, 371-384.
- [14] Hasan Ola Dwi Sandra., Ridho Hantoro, Gunawan Nugroho., 2013. Studi Eksperimental *Vertical Axis Wind Turbine* Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah *Fin* pada Sudu., JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013).