

## Pengaruh Jumlah dan Sudut Sudu Pengarah Omni-Directional Terhadap Daya yang Dihasilkan Turbin Angin Savonius

Dominicus Danardono Dwi Prija Tjahjana<sup>1,a\*</sup>, Yasir Denhas<sup>1,b</sup> dan Eko Prasetya Budiana<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Indonesia 57126

<sup>a</sup> danar1405@gmail.com, <sup>b</sup> yasirdenhas21@gmail.com, <sup>c</sup> budiana.e@gmail.com

### Abstrak

Tujuan dari riset ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah dan sudut dari *omni-directional guide vane* (sudu pengarah multi arah) terhadap daya output dari sebuah turbin angin tipe savonius. Turbin angin kecepatan rendah ini diperuntukkan untuk mendapatkan energi di puncak (*roof-top*) gedung bertingkat di daerah perkotaan (*urban*). Pengujian dilaksanakan dalam skala lab, dengan menggunakan turbin angin savonius berdiameter 200 mm dan tinggi 180 mm. Kecepatan angin penggerak turbin diatur antara 6,5 sampai dengan 10,6 m/det. Sedangkan variasi jumlah sudu yang digunakan ada 3 macam dan masing-masing diuji pada 3 macam besar sudut sudu yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa turbin angin yang dilengkapi 6 buah sudu pengarah pada sudut 60° mampu menghasilkan daya terbesar. Sudu pengarah *omni-directional* mampu meningkatkan daya turbin savonius sampai sebesar 146%.

**Kata kunci** : Savonius, Sudu pengarah, *Omni-directional*, *Urban*

### Pendahuluan

Dewasa ini energi angin menjadi sumber energi yang mempunyai pertumbuhan paling pesat di dunia. Selama bertahun-tahun turbin angin, terutama turbin angin dengan sumbu poros horisontal (HAWT) digunakan untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan, yang kemudian disuplai ke perkotaan. Kapasitas energi angin di dunia dari tahun ke tahun selalu meningkat dan di tahun 2010 mencapai 196.630 MW [1]. Sayangnya, di daerah-daerah dengan kecepatan angin yang rendah, turbin angin konvensional tidak cocok untuk dipasang, karena turbin-turbin tersebut dirancang untuk bekerja di wilayah dengan kecepatan angin tinggi [2]. Kondisi kecepatan angin rendah dialami oleh daerah di sekitar garis katulistiwa (*doldrums*) seperti di Indonesia.

Penggunaan turbin angin di daerah perkotaan di Indonesia masih belum menjadi isu yang menarik. Hal ini dikarenakan kekasaran permukaan di perkotaan yang sangat tinggi, menyebabkan penurunan

pecepatan angin yang cukup signifikan. Di sisi lain, semakin banyaknya gedung pencakar langit di daerah perkotaan menjadi suatu peluang untuk bisa mendapatkan energi angin dengan memasang turbin angin yang sesuai di puncak gedung-gedung tersebut [2]. Tipe turbin angin harus dipilih dan dirancang dengan hati-hati dengan mempertimbangkan karakteristik angin di wilayah perkotaan. Selain itu turbin angin mempunyai kekurangan terhadap lingkungan, yang disebut sebagai *visual impact* atau *visual pollution*. Untuk mengatasi hal ini perlu dirancang turbin angin yang menyatu dengan desain gedung, sehingga tidak mengurangi estetika gedung di mana turbin angin dipasang [3,4].

Turbin angin Savonius adalah sebuah turbin angin tipe *drag* dengan sumbu vertikal (VAWT). Turbin ini mempunyai konstruksi yang sederhana, mudah dibuat dan mampu memanfaatkan angin dari segala arah untuk menghasilkan energi. Meskipun demikian, sisi cembung sudu yang dihadapkan pada arah

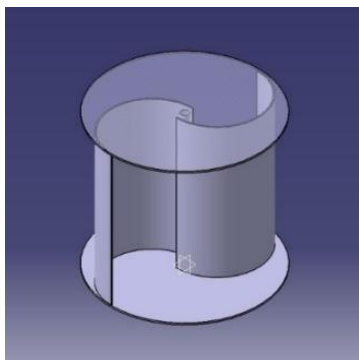
datangnya angin menjadi penghambat karena menghasilkan torsi negatif yang berlawanan dengan arah putaran turbin [5]. Untuk mengurangi torsi negatif yang dihasilkan oleh sisi cembung sudu maka digunakan sudu pengarah aliran (*guide vane*). Sudu pengarah akan menutup aliran angin yang menuju sisi cembung sudu dan mengarahkannya ke sisi cekung sudu.

Penelitian sebelumnya terhadap panjang dan sudut sudu pengarah pada turbin savonius menunjukkan adanya peningkatan daya turbin sampai dengan 75% dengan penambahan *sudu pengarah* pada panjang dan arah tertentu [5]. Banyak faktor dari sudu pengarah yang berpengaruh terhadap peningkatan daya turbin, diantaranya panjang sudu pengarah, bentuk, jumlah dan sudut kemiringan dari sudu pengarah. Untuk menghasilkan daya yang optimal bentuk dari turbin savonius juga harus diperhatikan. Turbin savonius yang mampu menghasilkan daya yang baik pada kecepatan rendah adalah turbin yang memiliki 2 buah sudu [6] dan memiliki *end plate* atau penutup pada bagian atas dan bagian bawah turbin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah sudu pengarah dan sudut kemiringan sebuah *omni-directional guide vane* (sudu pengarah multi arah) terhadap daya yang dihasilkan poros turbin angin Savonius.

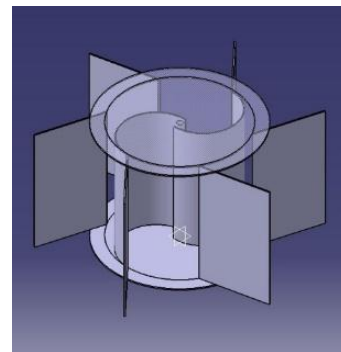
### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan turbin Savonius dengan 2 sudu rotor, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1, dengan diameter 200 mm dan tinggi 180 mm.

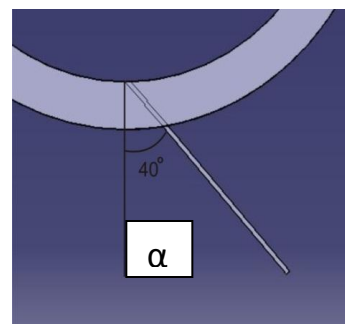


Gambar 1. Turbin Savonius

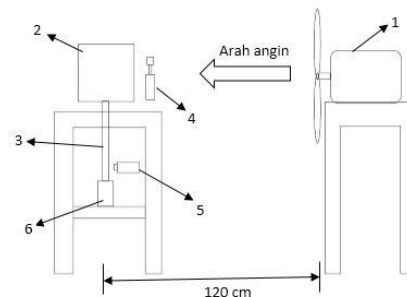
Turbin Savonius dengan sudu pengarah dapat dilihat pada Gambar 2. Variasi jumlah sudu pengarah dan sudut kemiringan sudu pengarah diujikan pada penelitian ini. Variasi jumlah sudu pengarah yaitu 4, 5 dan 6 buah sudu. Sedangkan pada sudut kemiringan menggunakan variasi 20°, 40° dan 60° (Gambar 3). Pengujian dilakukan dengan menempatkan blower sebagai sumber angin tegak lurus dengan turbin, seperti terlihat pada skema pada Gambar 4.



Gambar 2. Turbin Savonius dengan sudu pengarah



Gambar 3. Sudut kemiringan ( $\alpha$ ) sudu pengarah.

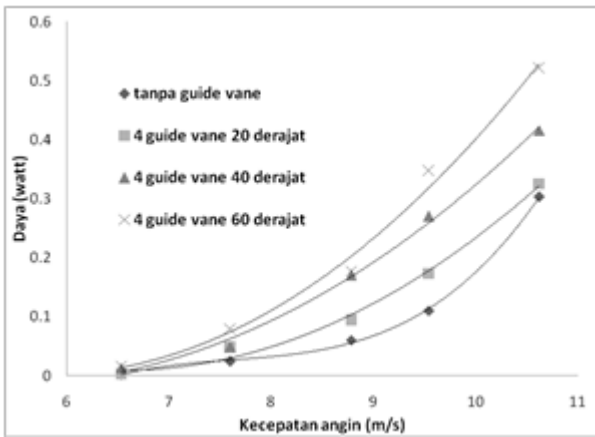


1. Fan
2. Turbin Angin
3. Poros turbin angin
4. Anemometer
5. Tachometer
6. Generator

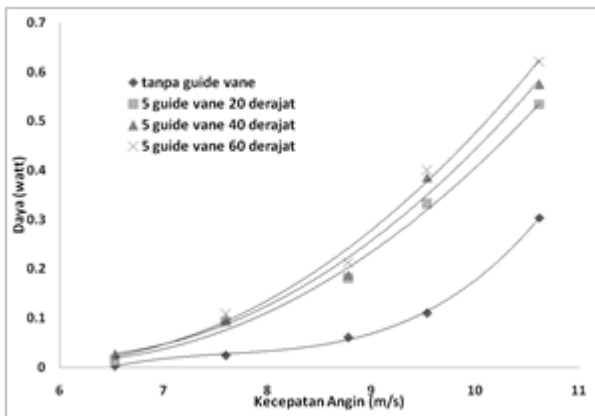
Gambar 4. Skema percobaan

**Hasil dan Pembahasan**

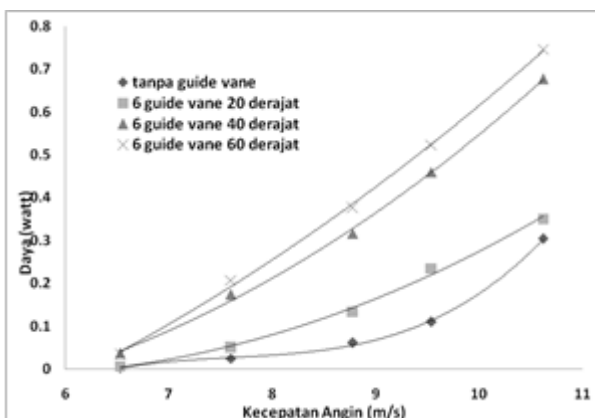
Daya pada turbin savonius pada setiap variasi desain akan meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan angin, seperti terlihat pada Gambar 5.



a. Variasi 4 sudu pengarah



b. Variasi 5 sudu pengarah



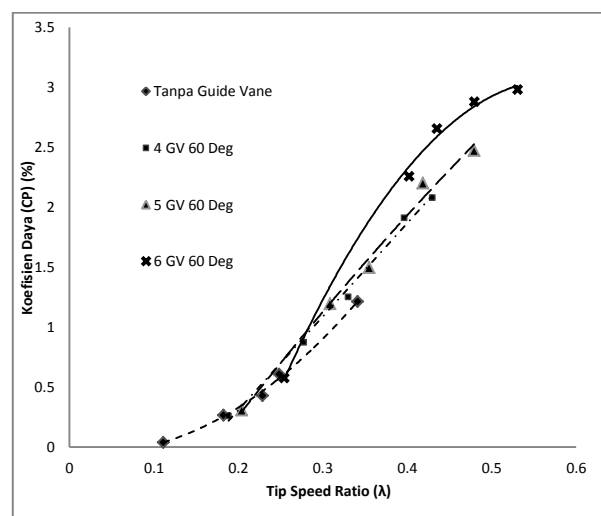
c. Variasi 6 sudu pengarah

Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan angin dan daya pada variasi jumlah sudu pengarah

Gambar 5.c menunjukkan bahwa turbin tanpa pengarah menghasilkan daya  $303,6 \times 10^{-3}$  Watt. Sedangkan turbin dengan 6 sudu pengarah pada posisi kemiringan  $60^\circ$  turbin mampu menghasilkan daya  $746,5 \times 10^{-3}$  Watt.

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada setiap variasi jumlah pengarah 4, 5 dan 6 sudu, sudut kemiringan  $60^\circ$  memiliki performa yang paling baik. Peningkatan daya disebabkan karena dengan semakin bertambahnya sudut kemiringan sudu pengarah, maka bagian cembung dari turbin savonius akan semakin tertutup, sehingga torsi negatif yang dihasilkan turbin akan berkurang [5]. Sudu pengarah mampu meningkatkan unjuk kerja aerodinamika turbin angin [7,8]. Semakin bertambahnya sudut kemiringan sudu pengarah, akan semakin meningkatkan kecepatan angin yang sampai ke rotor, sehingga daya yang dihasilkan akan semakin meningkat [7].

Daya yang dihasilkan turbin savonius juga akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah sudu pengarah. Peningkatan daya disebabkan karena dengan semakin banyak sudu pengarah maka akan terjadi penurunan luasan penampang melintang ruang antar sudu pengarah. Sehingga bertambahnya jumlah sudu akan meningkatkan kecepatan angin yang masuk menuju turbin.



Gambar 6. Hubungan *Coefficient of Performance* ( $C_p$ ) dengan *Tip Speed Ratio* ( $\lambda$ ) pada sudut kemiringan 60 derajat.

Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan nilai koefisien daya dengan *tip speed ratio* pada variasi jumlah sudu pengarah dengan sudut kemiringan  $60^\circ$ . Turbin savonius dengan 6 sudu pengarah kemiringan sudu  $60^\circ$  nampak memiliki koefisien daya yang paling besar diantara semua variasi pengujian.

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil percobaan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Turbin Savonius dengan penambahan 6 buah sudu pengarah memiliki unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan 4 dan 5 sudu pengarah.
2. Turbin Savonius dengan sudu pengarah dengan kemiringan  $60^\circ$  mampu menghasilkan daya yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kemiringan  $20^\circ$  dan  $40^\circ$ .
3. Jika dibandingkan dengan turbin Savonius tanpa sudu pengarah, maka peningkatan daya terbesar terjadi pada variasi 6 sudu pengarah dengan kemiringan  $60^\circ$ , dimana terjadi kenaikan sebesar 146%. Turbin tanpa pengarah menghasilkan daya  $303,6 \times 10^{-3}$  Watt sedangkan dengan sudu pengarah pada variasi ini menghasilkan daya  $746,5 \times 10^{-3}$  Watt.

### Referensi

- [1] S. Gsänger, World Wind Energy Report 2010, in World Wind Energy Association, 2010.
- [2] W. T. Chong, A. Fazlizan, S. C. Poh, K. C. Pan, H. W. Ping, Early development of an innovative building integrated wind, solar and rain water harvester for urban high rise application, *Energy and Buildings* 47 (2012) 201-207.
- [3] S. Martens, Wind energy in urban areas. *Refocus* March/April 2002:22-4.
- [4] E. Dayan, Wind energy in buildings. *Refocus* March/April 2006:33-8.
- [5] B. Altan and M. Atilgan, A Study on Increasing The Performance of Savonius Wind Rotor. *Journal of Mechanical Science and Technology* 26 (5) (2012) 1493-1499.
- [6] N. H. Mahmoud, A. A. El-Haraoun, E. Wahba, M.H. Nasef, An experimental study on improvement of Savonius rotor performance, *Alexandria Engineering Journal* (2012) 51, 19-25.
- [7] Y. X. Yao, Z. P. Tang, X. W. Wang, Design based on a parametric analysis of a drag driven VAWT with a tower cowling, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 116 (2013) 32-39.
- [8] M. H. Mohamed, G. Janiga, E. Pap, D. Thëvenin, Optimal blade shape of a modified Savonius turbine using an obstacle shielding the returning blade, *Energy Conversion and Management* 52 (2011) 236-242.