

Simulasi Kincir Angin Savonius dengan Variasi Pengarah

Budi Sugiharto^{1,2}, Sudjito Soeparman², Denny Widhiyanuriyawan², Slamet Wahyudi²

¹⁾ Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
e-mail: sugihartobudi@yahoo.co.id

²⁾ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Abstrak

Kincir Savonius merupakan salah satu jenis kincir yang mempunyai keunggulan desain dan konstruksi sederhana, torsi yang dihasilkan besar, dapat menerima angin dari segala arah dan dapat bekerja pada kecepatan angin rendah. Penambahan pengarah di sekeliling kincir bertujuan untuk meningkatkan koefisien daya dengan mengurangi torsi negatif pada sudu balik dan mengarahkan angin pada sudu dorong, disamping tetap dapat menerima angin dari segala arah. Pada tulisan ini akan disampaikan simulasi dengan menggunakan software ANSYS. Pengarah yang akan dianalisis dengan jumlah 4, 8 dan 16. Hasil yang diperoleh berupa distribusi tekanan pada kincir dan grafik torsi statik. Distribusi tekanan tertinggi terjadi pada saat posisi kincir membentuk sudut 90^0 terhadap arah angin pada masing-masing keadaan kecuali pada kincir dengan pengarah datar yang berjumlah 8 dan 16 terjadi pada posisi kincir membentuk sudut 135^0 . Torsi statik maksimum yang terjadi pada saat posisi kincir membentuk sudut 45^0 . Semakin banyak jumlah pengarah semakin besar torsi statik yang terjadi. Besar torsi statik pada kincir dengan pengarah berjumlah 16 sebesar lebih dari dua kali dari kincir tanpa pengarah. Bentuk pengarah tidak terlalu menunjukkan perubahan hasil torsi statik.

Kata Kunci: distribusi tekanan, pengarah, Savonius, torsi statik

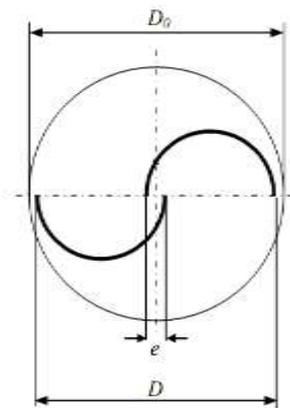
1. Pendahuluan

Saat ini masalah energi menjadi topik yang sangat membutuhkan perhatian yang serius bagi seluruh masyarakat. Kebutuhan listrik belum dapat dinikmati oleh seluruh masyarakat Indonesia terutama bagi mereka yang tinggal di daerah-daerah terpencil. Kebutuhan listrik di daerah terpencil dapat diatasi dengan memanfaatkan energi terbarukan yang cukup sebagai sumber penggerak. Daerah yang memiliki potensi energi air yang cukup besar dapat dibangun pembangkit listrik mikro hidro, daerah dengan potensi panas matahari yang besar dapat memanfaatkan solar sel dan daerah dengan potensi angin yang cukup dapat dibangun kincir angin.

Kincir angin Savonius merupakan salah satu alternatif bagi daerah yang mempunyai potensi energi angin yang cukup besar. Keuntungan kincir angin Savonius memiliki desain dan konstruksi yang sederhana, memiliki torsi yang tinggi dapat

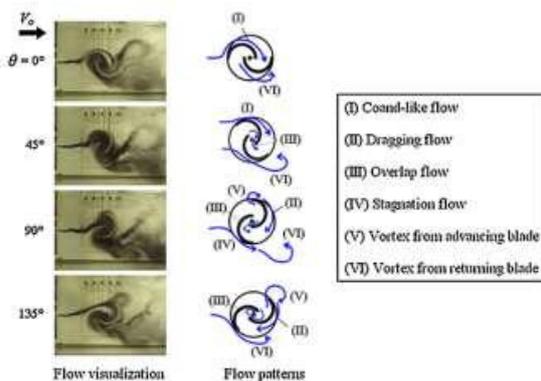
menerima angin dari segala arah dengan kecepatan yang rendah. Kekurangan kincir angin Savonius memiliki koefisien daya (C_p) yang rendah sebesar 15%.

Beberapa peneliti telah berusaha untuk menaikkan dengan berbagai upaya yang dilakukan. Fujisawa (1992) menyampaikan koefisien daya terbaik pada rasio overlap (e/d) sebesar 0,15. Rasio overlap adalah perbandingan jarak overlap dengan diameter sudu (d). Torsi statik maksimum diperoleh pada posisi 45^0 . Hasil visualisasi aliran di dan sekitar kincir, memperlihatkan aliran melalui overlap bermanfaat untuk mendorong sudu balik dari kincir dan mengurangi torsi negatif pada sudu balik. Gambar 1 memperlihatkan dimensi kincir angin Sonius dengan D : diameter kincir, D_o : diameter *end plate* dan e : jarak overlap.



Gambar 1. Skema kincir angin Savonius

Nakajima et al. (2008)] menyampaikan ada enam jenis aliran yang mempengaruhi kinerja kincir angin Savonius dari hasil visualisasi yang diperoleh dengan teknik *smoke-wire* dengan aliran angin dari sisi kiri, yaitu I aliran mirip Coanda yang bekerja di bagian cembung sudu dorong yang mengangkat sudu. II Aliran drag yang bekerja di belakang sudu dorong dan menarik sudu. III aliran overlap yang bekerja melalui celah antara sudu dorong dan sudu balik yang berfungsi mendorong sudu balik. IV aliran stagnasi yang bekerja menghambat gerak sudu. V aliran pusaran di belakang sudu dorong dan VI aliran pusaran di belakang sudu balik. Enam aliran yang ditunjukkan pada Gambar 2 tidak selalu ada pada setiap posisi sudu, aliran I, II dan III memberikan efek pada kinerja yang positif sedang aliran IV, V dan VI justru mengganggu atau mengurangi kinerja kincir.



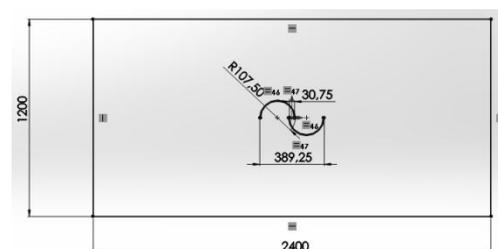
Gambar 2. Pola aliran pada kincir Savonius
Sumber: Nakajima, 2008

Altan et al. (2008), Altan dan Atılğan (2008, 2010, 2012) dalam penelitiannya tentang kincir angin Savonius dengan dua plat pengarah. Plat pengarah diletakkan di depan kincir. Plat pengarah bertujuan mengurangi/menghilangkan torsi negatif yang terjadi pada sudu balik serta mengarahkan aliran ke sudu dorong. Peningkatan koefisien daya yang terjadi sampai sebesar dua kali dari kincir tanpa pengarah atau koefisien daya sebesar 38,5%. Sudut plat pengarah satu dengan yang kedua berbeda, hal ini dikarenakan untuk mendapatkan arah angin ke kincir lebih efektif. Panjang pengarah sangat mempengaruhi koefisien daya, semakin panjang pengarah semakin baik koefisien daya yang dihasilkan. Kelemahan dengan plat pengarah tersebut adalah bila terjadi perubahan arah angin diperlukan alat untuk mengubah posisi plat pengarah.

Penelitian yang dilakukan bertujuan meningkatkan koefisien daya yang ditunjukkan dengan distribusi tekanan pada kincir dan peningkatan torsi statis yang terjadi.

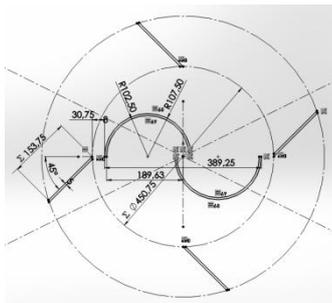
2. Metode

Simulasi kincir angin Savonius menggunakan software ANSYS. Kincir angin Savonius yang dianalisis dengan ukuran sebagai berikut diameter sudu (d) 215 mm, tebal sudu 5 mm, rasio overlap ($G = d/e$) = 0,15 diletakkan pada tengah-tengah terowongan angin ukuran 1200 mm x 2400 mm, ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dimensi kincir angin Savonius dan terowongan angin

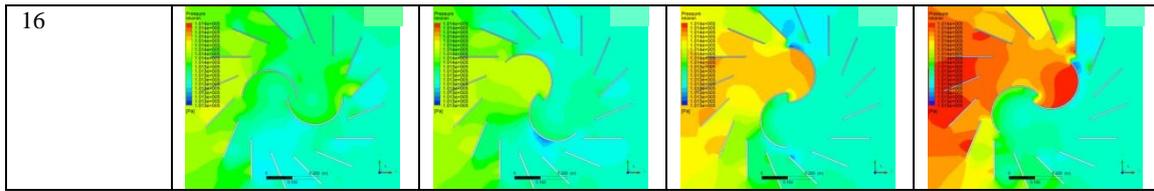
Posisi angin masuk dari sisi kiri, keluar dari sisi kanan sedang sisi atas dan bawah sebagai dinding terowongan angin. Jumlah pengarah divariasikan 4, 8 dan 16 pengarah dengan bentuk pengarah plat datar dan lengkung. Pengarah dengan panjang 153,75 mm disusun dengan sudut 45° terhadap garis menuju sumbu kincir. Pengarah ditempatkan mengitari kincir dan berjarak dari sisi luar sudu sebesar 30,75 mm seperti pada Gambar 4 Sudu dianalisis pada posisi sudut 0° , 45° , 90° dan 135° terhadap datangnya arah angin.



Gambar 4. Dimensi kincir dan pengarah datar

Penyelesaian yang dilakukan dengan dasar *pressure based, time steady* pada *space 2D*. Model *k-epsilon Standard Wall Functions*, sebagai kontrol penyelesaian *Pressure Velocity Coupling* berupa *Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equation (SIMPLE)* dengan diskritisasi *Momentum Second Order Upwind* dan *Pressure Standard*. Kondisi batas dalam simulasi sebagai berikut arah angin dari sisi kiri dengan kecepatan angin 5 m/detik, keluar pada sisi kanan dengan tekanan sama dengan tekanan atmosfer yaitu sebesar 101.325 Pa. Selama analisis kincir dalam kondisi diam. Material yang mengalir adalah udara dengan massa jenis 1.225 kg/m³ dan viskositas dinamis 1.7894×10^{-5} serta kondisi operasional pada tekanan atmosfer.

| | 0 | 45 | 90 | 135 |
|---------|---|----|----|-----|
| Standar | | | | |
| 4 | | | | |
| 8 | | | | |



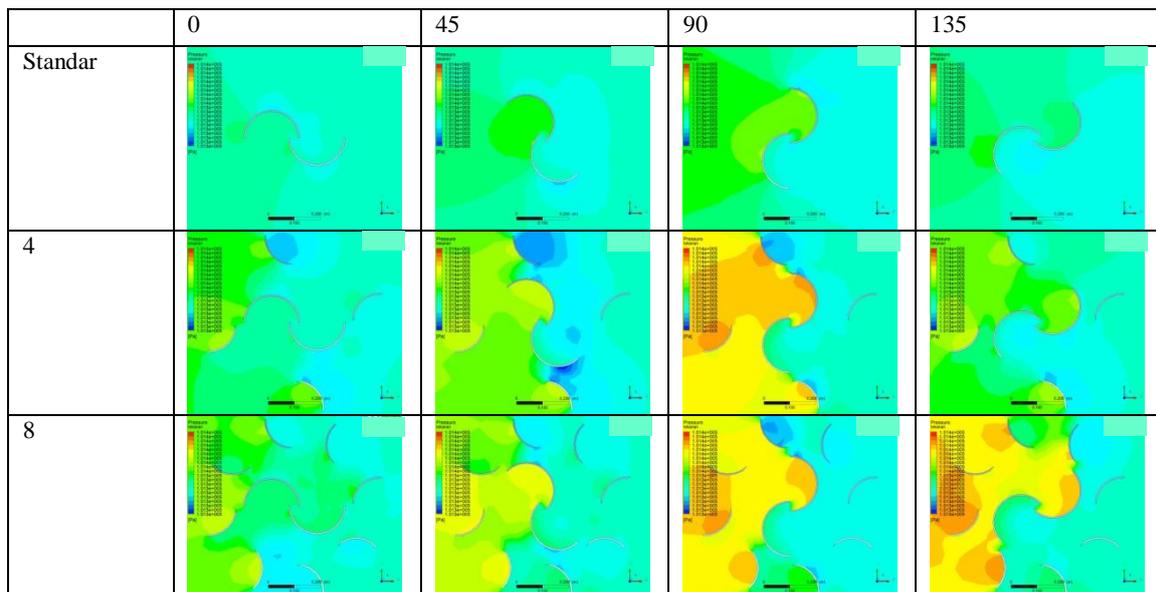
Gambar 5. Perbandingan distribusi tekanan pada kincir, tanpa dan dengan pengarah datar.

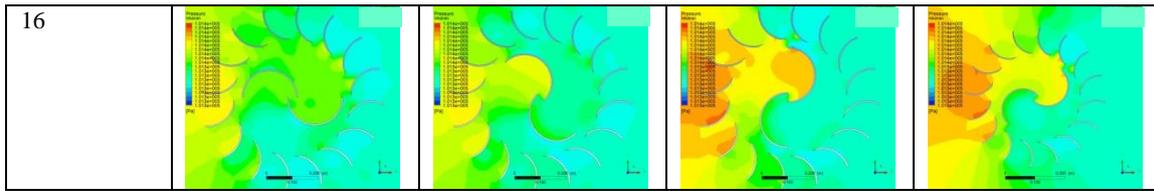
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi ditunjukkan dengan distribusi tekanan pada posisi 0° , 45° , 90° dan 135° . Distribusi tekanan membandingkan antara kincir angin Savonius tanpa dan dengan pengarah. Hasil distribusi tekanan ditunjukkan pada Gambar 5 untuk perbandingan kincir angin Savonius tanpa dan dengan pengarah datar, sedang penggunaan pengarah lengkung ditunjukkan pada Gambar 6. Skala gambar dan skala besaran tekanan yang digunakan pada masing-masing distribusi tekanan adalah sama.

Torsi kincir Savonius ditunjukkan dengan perbedaan tekanan yang terjadi pada sisi depan sudu dorong dengan sudu balik. Semakin besar perbedaan yang terjadi semakin besar torsi yang dihasilkan. Distribusi tekanan diperlihatkan dengan gradasi warna dari biru hingga merah, warna biru memperlihatkan nilai tekanan terendah sebesar

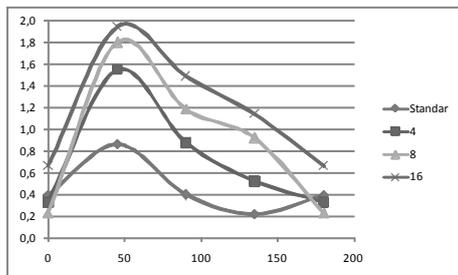
191.448 Pascal dan warna merah memperlihatkan nilai tekanan tertinggi sebesar 101.256 Pascal. Dari hasil distribusi tekanan yang melalui kincir angin Savonius, tanpa atau dengan pengarah, torsi maksimum terjadi pada posisi sudut 45° . Tekanan maksimum terjadi pada posisi sudu 90° untuk kincir tanpa pengarah dan dengan 4 pengarah sedang pada kincir dengan 8 dan 16 pengarah bertambah besar pada posisi sudu 135° . Perbesaran tekanan pada kincir dengan 8 dan 16 pengarah disebabkan pengarah pada sudut 315° membentuk sudut 90° terhadap arah angin serta posisi sudu balik tepat berada di belakang pengarah tersebut. Sehingga aliran angin seolah-olah terhenti dan menyebabkan tekanan membesar dan didistribusikan ke kincir. Peningkatan tekanan di kincir hampir merata baik di sudu dorong maupun sudu balik sehingga kincir pada posisi 135° tidak menghasilkan torsi yang lebih besar.





Gambar 6. Perbandingan distribusi tekanan pada kincir tanpa dan dengan pengarah lengkung.

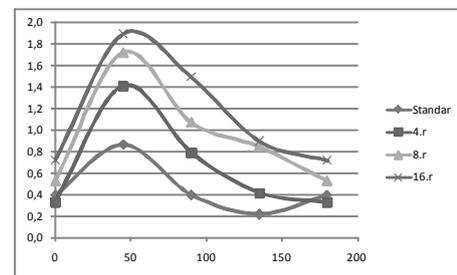
Dari Gambar 5 dan 6, kontur distribusi tekanan pada kincir angin Savonius dengan pengarah datar maupun lengkung tidak menunjukkan perbedaan yang jelas. Tekanan maksimum pada kincir terjadi saat posisi kincir membentuk sudut 90^0 terhadap aliran angin untuk masing-masing kondisi. Perbedaan pada pengarah dengan bentuk lengkung terjadi peningkatan tekanan pada pengarah di depan kincir sehingga tekanan yang diterima kincir lebih rendah dibanding dengan pengarah datar. Pengarah lengkung menghalangi aliran pada sisi sudu balik dan mengarahkan ke sudu dorong namun sedikit menghambat aliran sehingga tekanan naik pada pengarah dan terjadi penurunan tekanan yang diterima kincir.



Gambar 7. Torsi statik terhadap posisi sudut kincir pengarah datar

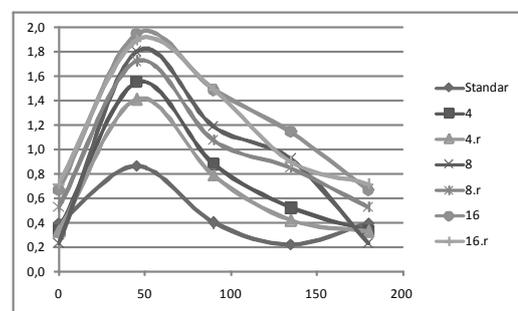
Dari Gambar 7 torsi statik pada kincir dengan pengarah menunjukkan peningkatan. Pada kincir tanpa pengarah torsi statik minimum terjadi pada posisi sudut 135^0 sedang kincir dengan pengarah torsi statik minimum terjadi pada posisi sudut 0^0 . Torsi statik maksimum tidak mengalami perubahan posisi, yaitu terjadi pada posisi sudut 45^0 . Torsi statik maksimum dicapai pada kincir dengan jumlah

pengarah 16 sebesar lebih dua kali torsi statik kincir tanpa pengarah. Torsi statik pada kincir dengan pengarah berjumlah 4 dan 8 mengalami penurunan di banding kincir tanpa pengarah saat kincir membentuk sudut 0^0 .



Gambar 8. Torsi statik terhadap posisi sudut kincir pengarah lengkung

Gambar 8 menunjukkan perbandingan torsi statik yang terjadi pada kincir tanpa pengarah dan dengan pengarah lengkung. Pengarah lengkung berjumlah 8 mengubah torsi statik pada posisi sudut 0^0 menjadi lebih besar dibanding dengan kincir tanpa pengarah. Secara umum karakteristik torsi statik pengarah lengkung tidak berbeda dengan pengarah datar.



Gambar 9. Torsi statik terhadap posisi sudut kincir pengarah datar lebih baik dibanding dengan kincir

Gambar 9 memperlihatkan torsi statik kincir dengan pengarah datar lebih baik dibanding dengan kincir

dengan pengarah lengkung, meskipun masih lebih baik dibanding dengan kincir tanpa pengarah.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Distribusi tekanan pada kincir maksimum pada posisi sudut 90^0 , kecuali kincir dengan pengarah datar yang berjumlah 8 dan 16 terjadi pada posisi sudut 135^0 .
- Torsi statik maksimum terjadi pada posisi sudut 45^0 .
- Torsi statik maksimum pada kincir dengan pengarah datar berjumlah 16, dengan nilai lebih dari dua kali torsi statik tanpa pengarah.
- Pengarah lengkung tidak menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding dengan pengarah datar.

Ucapan Terima Kasih

Kepala Studio Perancangan dan Design Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan fasilitas software ANSYS.

Daftar Pustaka

- Altan, B.D., Atilgan, M., dan Ozdamar, A., 2008, An Experimental Study on Improvement of a Savonius Rotor Performance, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 32, pp. 1673-1678.
- Altan, B.D., dan Atilgan, M., 2008, An Experimental and Numerical Study on the Improvement of the Performance of Savonius Wind Rotor, *Energy Conversion and Management*, 49, pp. 3425-3432.
- Altan, B.D., dan Atilgan, M., 2010, The Use of a Curtain Design to Increase the Performance Level of a Savonius Wind Rotors, *Renewable Energy*, 35, pp. 821-829.
- Altan, B.D., dan Atilgan, M., 2012, A Study on Increasing the Performance of Savonius Wind Rotors, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26 (5), pp. 1493-1499.
- Fujisawa, N., 1992, On the Torque Mechanism of Savonius Rotors, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 40, pp. 277-292.

Gupta, R., Das, R., Gautam, R., dan Deka, S.S., 2012, CFD Analysis of a Two-bucket Savonius Rotor for Various Overlap Conditions, *ISESCO Journal of Science and Technology*, 8 (13), pp. 67-74.

Irabu, K., dan Roy, J.N., 2007, Characteristic of Wind Power on Savonius Rotor Using a Guide-box Tunnel, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 32, pp. 580-586.

Nakajima, M., Lio, S., dan Ikeda, T., 2008, Performance of Double-step Savonius Rotor for Environmentally Friendly Hydraulic Turbine, *Journal of Fluid Science and Technology*, 3 (3), pp. 410-419.

Nakajima, M., Lio, S., dan Ikeda, T., 2008, Performance of Savonius Rotor for Environmentally Friendly Hydraulic Turbine, *Journal of Fluid Science and Technology*, 3 (3), pp. 420-429.