

Simulasi Aliran Fluida pada *Blade* Rotor Turbin Angin Savonius dengan Computation Fluid Dynamics (CFD)

Arifin Sanusi¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380) 881597

Email : arifin_undana@yahoo.com

Abstrak

Pola aliran sangat penting dalam menganalisa fenomena aliran yang digambarkan dalam simulasi numerik yang terjadi rotor sebuah turbin. Turbin angin Savonius merupakan turbin angin poros vertikal dan masih terus diupayakan sehingga dapat meningkatkan efisiensinya. Makalah ini bertujuan menganalisa pola aliran secara numerik disekitar rotor *blade* turbin angin Savonius dengan *computational fluid dynamics (CFD)* menggunakan *Ansys_Fluent 14.5*. Dengan mengetahui pola aliran secara numerik diharapkan dapat diprediksi penyebab hambatan kinerja turbin. Hasil analisa numerik yang ditunjukkan dengan *contour* kecepatan dan tekanan statis terlihat adanya vortex dan aliran resirkulasi pada ujung yang menyebabkan hambatan pada *blade* dan mengurangi efiseinsi rotor. Disamping itu terlihat juga aliran geser (*dragging flow*) pada sisi cembung *blade* maju (*advancing blade*) serta tekanan yang besar pada sisi cembung *blade* kembali (*returning blade*).

Kata kunci: Turbin savonius, Pola aliran, CFD, Kinerja.

Abstract

Flow patterns are very important in analyzing the flow phenomena depicted in numerical simulations that occur in a turbine rotor. Savonius Wind Turbines are vertical axel wind turbines and are still being pursued so as to increase efficiency. This paper discusses the flow pattern of Savonius wind turbine blade rotors with computational fluid dynamics (CFD) used Ansys_Fluent 14.5. The flow pattern can be predicted because of the decrease in turbine performance. The results of numerical analysis indicated by the speed and static pressure contour shows the presence of vortex and recirculation flow at the end which causes resistance to the blade and reduces the efficiency of the rotor. In addition, it shows dragging flow on the advancing blade and pressure on the convex side of the returning blade.

Keyword: Savonius turbine, Flow pattern, CFD, Performance.

PENDAHULUAN

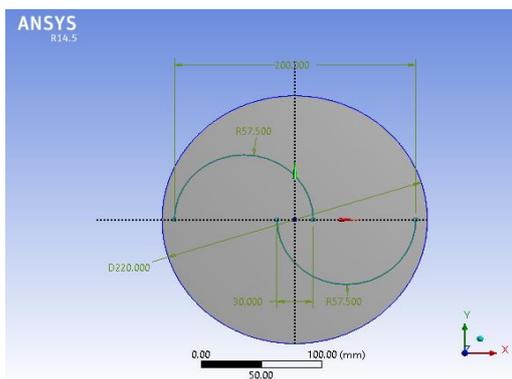
Turbin angin Savonius merupakan salah satu jenis turbin angin poros vertikal yang masih banyak dikembangkan untuk meningkatkan efisiensinya, karena selama ini efisiensi masih rendah dibandingkan dengan jenis turbin lainnya [1]. Turbin angin Savonius konstruksinya cukup sederhana dan dapat memanfaatkan angin dari segala arah, sehingga dapat dikembangkan oleh masyarakat karena bisa menggunakan material yang banyak dipasaran dan tidak memerlukan tiang yang tinggi. Visualisasi melalui simulasi dapat menunjukkan pola aliran yang terjadi sehingga

dapat dilakukan analisa guna melihat fenomena aliran yang terjadi disekitar rotor *blade* yang menyebabkan adanya gaya dorong dan gaya yang menyebabkan hambatan. Ada enam pola aliran yang berpengaruh disekitar rotor turbin [2], model aliran berupa pemisahan *vortex* dan titik *stagnation*, adalah penomena dalam aliran fluida yang dapat mengurangi kinerja pada turbin dan pola aliran serang (*attached flow*) menghasilkan gaya dorong dan gaya angkat, sementara model aliran berupa aliran geser (*dragging flow*) menghasilkan daya pada sisi cembung *blade* maju dan aliran jet pada celah *blade* (*overlap flow*) menghasilkan tekanan pada sisi cekung *blade* kembali, sehingga akan

mempengaruhi kinerja rotor, dengan demikian pola aliran tersebut memberikan kontribusi terhadap peningkatan koefisien daya dan torsi pada turbin. Pemisahan *vortex* pada ujung *blade* maju dan pada ujung *blade* dari *blade* kembali, serta pemisahan *vortex* yang tumbuh sebagai aliran ke hilir rotor akan berpengaruh untuk mengurangi kinerja rotor. Tujuan makalah ini adalah melakukan simulasi secara *computational fluid dynamics (CFD)* menggunakan software *Ansys Fluent* versi 14.5 guna menganalisa pola aliran pada rotor *blade* turbin angin tipe Savonius. Dari hasil simulasi terhadap rotor *blade* turbin angin Savonius, akan menghasilkan counter kecepatan dan tekanan yang dapat dianalisa dan disimpulkan tentang pola aliran yang terjadi, sekaligus menjadi bahan kajian untuk meningkatkan kinerja turbin angin melalui modifikasi bentuk *blade*.

METODE PENELITIAN

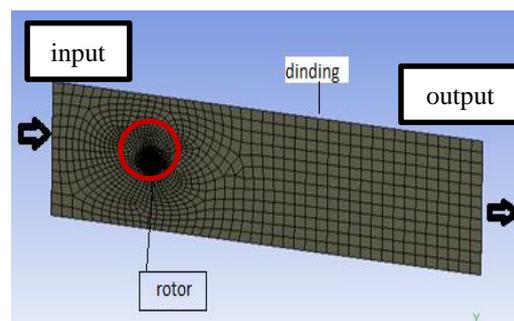
Prosedur simulasi program dilakukan dengan identifikasi dimensi rotor turbin dengan membuat model *blade* menggunakan *Ansys-Design Modeler V.14.5* sebagaimana pada gambar 1 berikut:



Gambar 1 Model Dimensi *Blade* Rotor

Adapun dimensi *blade* rotor ditentukan oleh diameter rotor yang direncanakan yakni sebesar (D) 200 mm, sehingga ukuran lainnya dapat ditentukan dengan formulasi sebagai berikut: rasio *overlap* (e/D) 0,15 dan *endplat* (Do/D) 1,1.

Setelah membuat model dan dimensi rotor dilanjutkan dengan pembuatan mesh dan menginput kondisi batas serta sifat-sifat fluida lainnya dengan menggunakan software *Ansys Fluent* versi 14.5 yang akan digunakan dalam simulasi. Input yang diberikan pada simulasi berupa aliran udara dengan kecepatan 9 m/detik dengan menganggap dinding tanpa slip dan aliran udara keluar sebagai output, sebagaimana pada skema domain simulasi pada gambar 2 berikut :



Gambar 2 Skema Domain Simulasi

Adapun 3 (tiga) tahapan utama dalam melakukan simulasi CFD [3] yakni:

Pre processor,

- Pendefinisian dari geometri daerah kajian dan domain komputasi
- *Grid generation* yaitu pembagian domain ke domain yang lebih kecil yaitu grid atau mesh dari elemen-elemen kecil (*cell*)
- Pemilihan fenomena fisik dari masalah yang dimodelkan/penentuan persamaan atur
- Pendefinisian properti fluida
- Spesifikasi kondisi batas yang sesuai pada *cell* yang bersinggungan dengan batas domain.

Solver

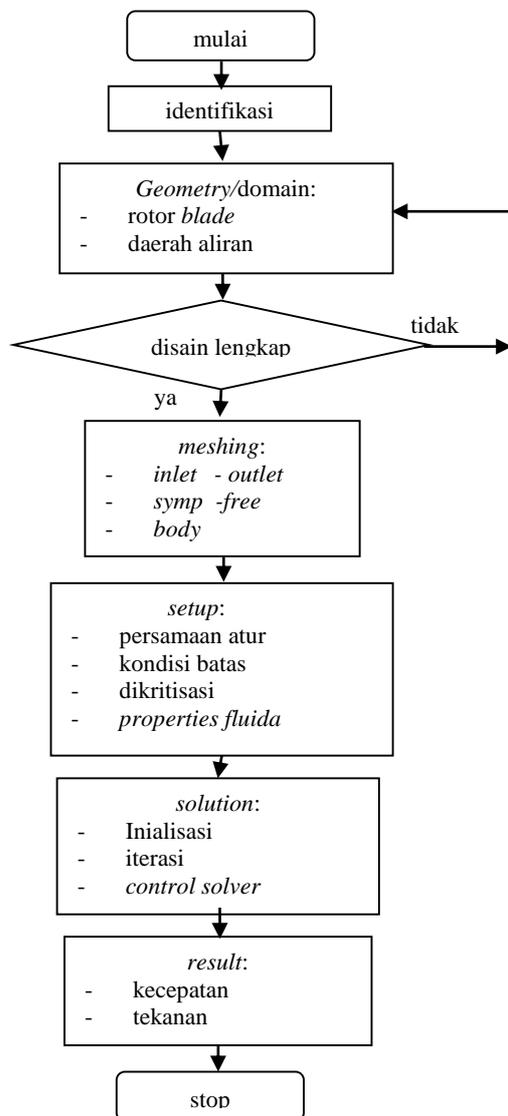
- Aproksimasi dari variabel aliran yang tidak diketahui dengan memakai fungsi-fungsi sederhana
- Diskritisasi dengan melakukan substitusi dari aproksimasi tersebut kepersamaan atur aliran dan dilanjutkan dengan manipulasi matematis

Post processor

Bagian ini mengandung kemampuan grafis yang dibutuhkan untuk menampilkan hasil

termasuk visual yang lain seperti animasi. Hal lain yang juga termasuk adalah *display grid* dan domain geometri, plot vektor, plot *contour* (kontur), plot permukaan 2 D atau 3 D dan lain lain

Adapun prosedur pelaksanaan simulasi sebagaimana terlihat pada gambar berikut:

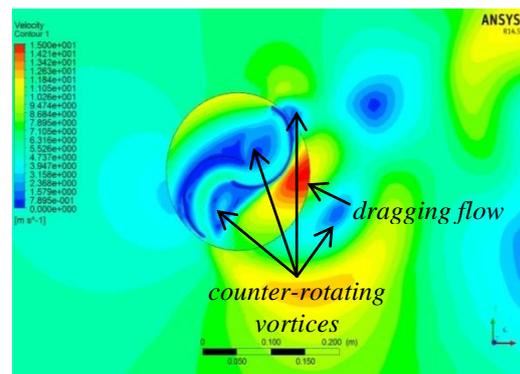


Gambar 3 Flowchart proses simulasi

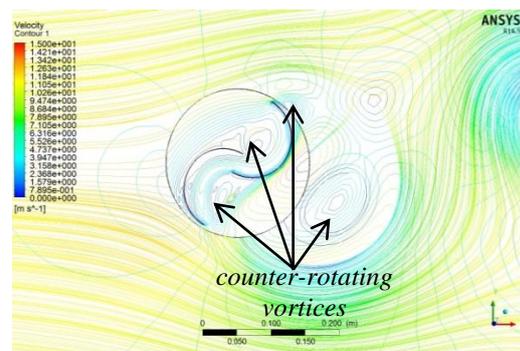
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola aliran yang terjadi di sekitar *blade*

rotor merupakan informasi yang sangat penting dan diperlukan dalam analisa numerik. Hasil simulasi yang menunjukkan pola aliran berupa *contour* kecepatan dan tekanan statis menunjukkan pola aliran yang berbeda-beda sesuai posisinya disekitar *blade* rotor konvensional. Kinerja turbin Savonius dipengaruhi oleh aliran dan parameter geometri *blade* rotor [4].



(a)



(b)

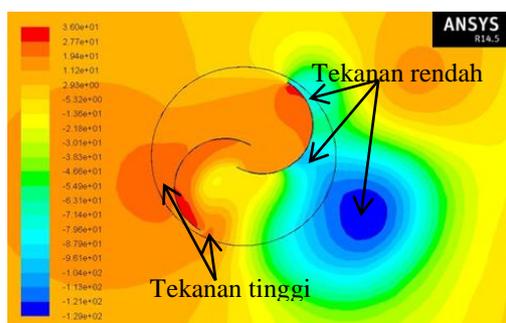
Gambar 4. (a) *Contour* Kecepatan, (b) streamline kecepatan

Pada gambar 4a terlihat *contour* kecepatan yang menunjukkan pusaran kecepatan rendah dan diperjelas lagi pada gambar 4b dalam bentuk stremline. Pola aliran yang terlihat dengan jelas bahwa dibelakng rotor terbentuk pola yang menyerupai bentuk rotor itu sendiri dan berpotensi mengurangi kinerja turbin rotor.

Pola aliran berupa *contour* kecepatan pada gambar 4a dan 4b terlihat perbedaan posisi dan

bentuk dragging, overlap dan *counter-rotating vortices* yang terjadi pada *blade* rotor. Aliran dragging dan aliran overlap merupakan jenis aliran yang berpengaruh dalam meningkatkan kinerja turbin Savonius [5], sementara vortex berpengaruh terhadap penurunan kinerja turbin [2]. Aliran yang melewati overlap pada *blade* konvensional terlihat dapat memberikan kontribusi pada pengurangan torsi negatif pada *returning blade* namun kelemahannya pola aliran sebagaimana terlihat pada *contour* tekanan pada gambar 5. *counter rotating vortices* yang terbentuk di ujung dalam *blade* menyebabkan penurunan kinerja. Pembentukan vortex diujung bagian dalam *blade* yang cukup besar disebabkan adanya aliran dragging dari sisi cembung dan aliran overlap dari sisi cekung *advancing blade*.

Gambar 5. menunjukkan *contour* tekanan dimana pada sisi cekung *blade* rotor terlihat memiliki tekanan yang tinggi, Tekanan pada sisi cekung *blade* menyebabkan peningkatan torsi positif, sementara pada sisi cembung justru mengurangi torsi rotor (torsi negatif). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Gupta dkk bahwa peningkatan tekanan pada sisi cekung *advancing blade* berkontribusi meningkatkan torsi aerodinamis pada turbin [6] dan Peningkatan torsi statis dengan peningkatan rasio *overlap* terutama dipicu oleh peningkatan tekanan pada sisi cekung *returning blade* karena adanya aliran *overlap* [7]. Namun sebaliknya peningkatan tekanan pada sisi cembung justru menghambat kinerja turbin sebagaimana terlihat pada sisi cembung *returning blade* pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. *Contour* Tekanan

Pada sisi cembung *advancing blade* nampak bentuk dan posisi tekanan yang rendah dan membentuk pusaran menjauh dari *blade* rotor. Vortisitas pada sisi cembung *advancing blade* yang memutar searah jarum jam dapat meningkatkan kekuatan tekanan hisap dan menyebabkan penurunan torsi [1]. Pada *blade* rotor konvensional terlihat adanya dua vortex pada posisi cembung dan ujung dalam *blade* maju serta satu yang berkembang menjauh dari rotor kedua fenomena aliran tersebut berpengaruh mengurangi kinerja turbin. Demikian pula dengan memperhatikan analisis *contour* tekanan pada sisi cekung *blade* yang menyebabkan torsi positif dan namun pada sisi cembung pusaran vortex yang terjadi dan berkembang sehingga menyebabkan penurunan torsi positif.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi berupa *contour* dan *streamline* kecepatan serta *contour* tekanan statis menunjukkan adanya pola aliran yang menyebabkan hambatan yang mengurangi kinerja turbin. *Counter rotating* yang berkembang pada ujung *blade* dan *flow dragging* pada *blade* maju (*advancing blade*) dan Tekanan pada sisi cembung *blade* merupakan penyebab kurangnya torsi positif sehingga kinerja masih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhou T., Rempfer D. 2013. Numerical study of detailed flow field and performance of Savonius wind turbines, *Renewable Energy*. 51 : 373 – 381.
- [2] Nakajima M, Iio S, Ikeda T, 2008. Performance of Savonius Rotor for Environmentally Friendly Hydraulic Turbine, *Journal of Fluid Science and Technology*. Vol. 3, No. 3 : 420-429.
- [3] Versteeg H.K. & Malalasekera W. 1995. *An Introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method*, John Wiley & Sons Inc, New York

- [4] Akwa J.V., Vielmo H.A., Petry A.P. 2012. A review on the performance of Savonius wind turbines, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16 : 3054– 3064
- [5] Sanusi, A., Soeparman, S., Wahyudi, S., Yuliati, L., Performance Analysis of a Combined *Blade Savonius Wind Turbines*. *International Journal of Fluid Machinery and Systems* 10, pp. 54–62. 2017
- [6] Gupta R., Deka,S.S., Gautam, R., Das, R., 2011, “CFD analysis of a two-bucket Savonius rotor for various overlap conditions,” Proceedings of the ASME 2011 5th International Conference on Energy Sustainability, Copyright © 2011 by ASME
- [7] Roy S., Saha U.K. 2013. Computational study to assess the influence of overlap ratio on static torque characteristics of a vertical axis wind turbine, *Procedia Engineering*. 51 : 694-702.