

CFD SIMULATION OF THE USE OF AIRFOIL BASED BLADES ON THE PERFORMANCE OF A 2 BLADE SAVONIUS TURBINE

(Simulasi CFD Penggunaan Sudu Berbasis Airfoil terhadap Performa Turbin Savonius 2 Sudu)

Rendi^{1*}

ABSTRACT

Wind turbine is one of the alternative power generation equipment that can be developed as a power plant in rural areas which has a potential wind speed of 2-6 m/s. The most ideal type of wind turbine to be operated at slow wind speeds (2-6 m/s) is the Savonius rotor type turbine, but unfortunately this type of turbine has a weakness, namely its relatively low efficiency. The purpose of this research is to study the performance of the turbine with the development of new airfoil-based blades and the characteristics of the fluid pattern around the blades. The method used in this research is to simulate a turbine with ANSYS Fluent R2020. The results showed that the maximum tsr was 0.6 giving the highest C_p 0.14.

Keywords: Simulation, Turbine, Blade, Airfoil, Performance

PENDAHULUAN

Turbin Savonius adalah salah satu peralatan mekanik yang dapat difungsikan sebagai pembangkit listrik tenaga angin maupun tenaga air. Turbin ini bisa dioperasikan secara vertikal maupun secara horizontal tergantung di mana turbin ini ditempatkan. Prinsip kerja turbin ini adalah memanfaatkan perbedaan gaya drag antara advancing dan returning blade (Damak, et.all, 2013). Perbedaan gaya drag ini lah yang nantinya digunakan oleh turbin untuk menghasilkan torsi pada poros turbin. Turbin ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan turbin sejenisnya yaitu turbin ini sangat sederhana sehingga biaya pembuatan turbin ini sangat

¹ Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin, Indonesia

*Corresponding author:

rendi.teknikmesin@gmail.com

murah tetapi sayangnya turbin ini memiliki efisiensi yang masih sangat rendah. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi yaitu bentuk sudu, overlap, jumlah sudu, deflektor, dan juga kecepatan aliran masuk.

Pada penelitian ini parameter yang akan di kaji adalah parameter bentuk sudu. Ada beberapa penelitian sebelumnya baik dilakukan secara eksperimen, teoritis maupun secara numerikal dengan simulasi komputer terkait dengan parameter bentuk sudu seperti yang dilakukan oleh Shashikumar et. al (2010) menguji bentuk sudu model tapered, Ashwindaran et. al (2015) dengan merubah morfologi blade. Kerikous dan Thevenin (2012), dan Mahrous (2020) menguji blade modifikasi, Sanusi et. al (2019) menguji blade eliptis, Alom dan Saha (2017) menguji elliptical blade dan kemudian ada beberapa peneliti lagi yang mengkaji bentuk sudu berbasis airfoil. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara numerik karakteristik aerodinamik turbin savonius dengan bentuk sudu berbasis airfoil menggunakan Ansys Fluent.

METODE

Geometri Turbin

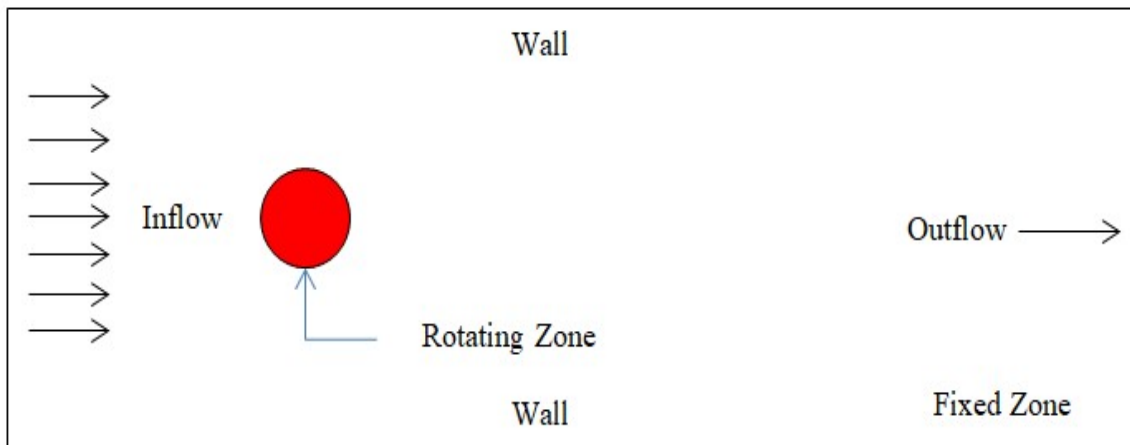
Geometri turbin Savonius dengan bentuk sudu berbasis airfoil dibuat dengan software Solidworks versi 2017 dengan spesifikasi diameter 32 cm, tinggi 32 cm dan rasio overlap 0.15. disumulasikan dalam model 2 dimensi (2D) seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Model Uji Dengan Sudu Berbasis Airfoil

Domain Komputasi

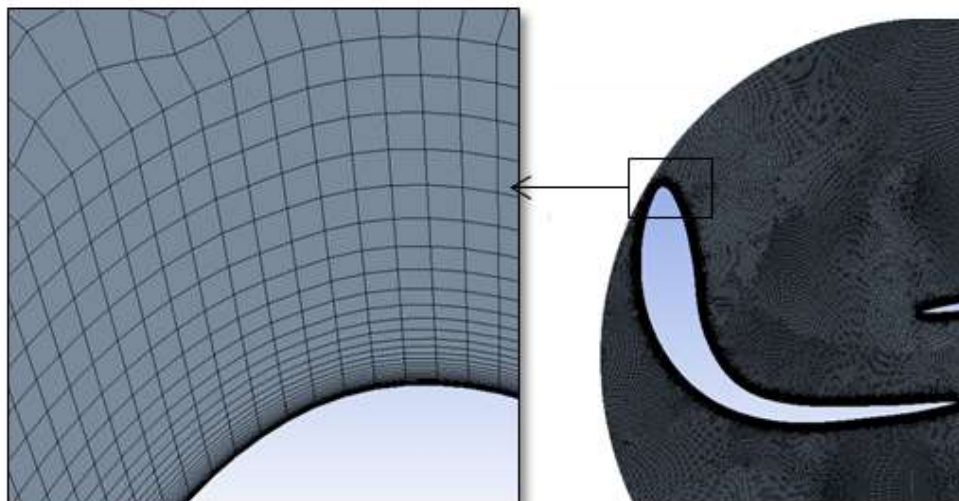
Simulasi dijalankan menggunakan Sliding Mesh Model (SMM) ditunjukkan gambar 2. memiliki dimensi 320 cm x 800 cm terdiri dari dua bagian yang dipisahkan oleh interface.



Gambar 2. Model Domain Komputasi

Mesh

Tipe mesh yang digunakan dalam simulasi ini adalah tipe mesh multi blok terstruktur seperti pada gambar 3



Gambar 3. Struktur Mash

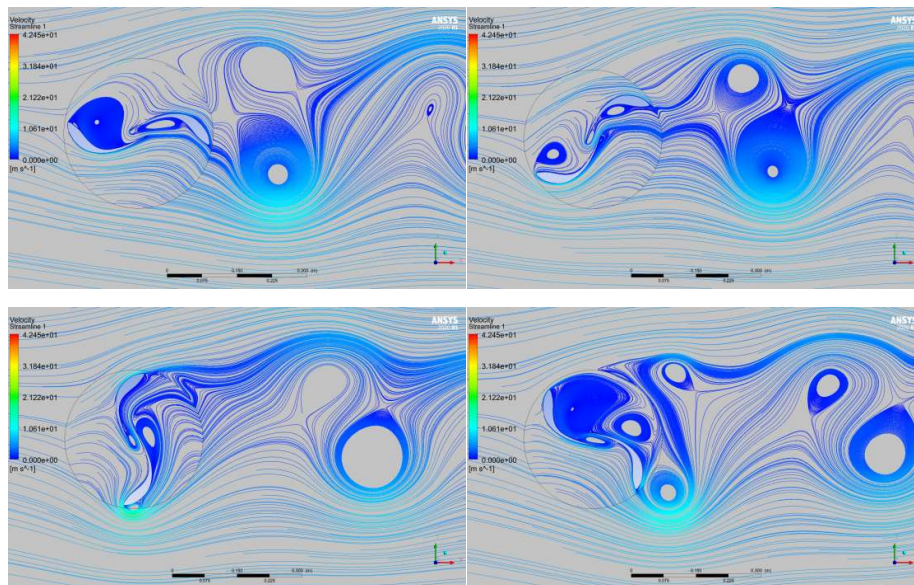
Model Turbulen

Model turbulen yang digunakan dalam simulasi ini adalah k-epsilon (2 eqn) – Realizable – Enhanced Wall Treatment. Simulasi ini menggunakan metode solusi algoritma SIMPLE

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Aliran

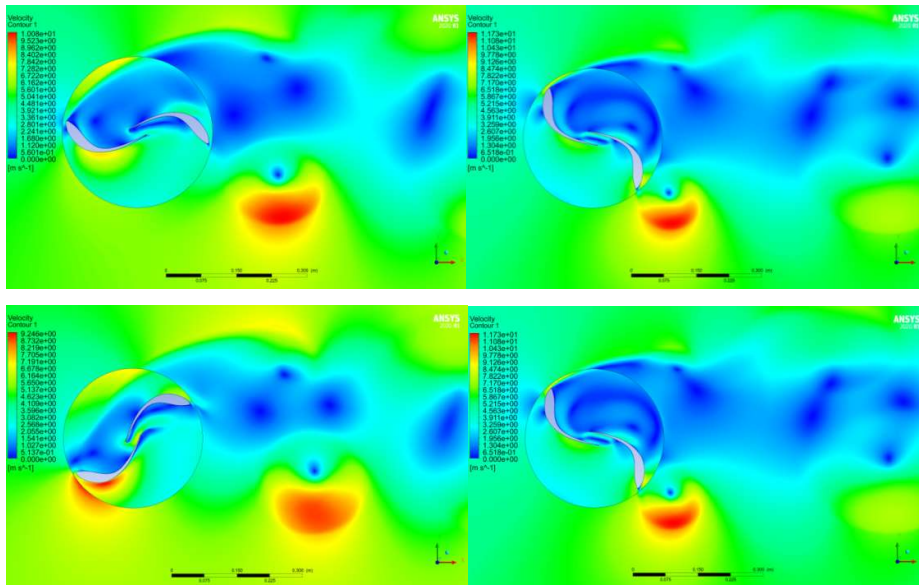
Gambar 4 merupakan hasil simulasi untuk struktur aliran yang terjadi di sekitar rotor turbin Savonius dengan sudu berbasis airfoif pada kecepatan freestream $U = 5$ m/s. simulasi diambil dari arah kiri ke kanan dengan sudut putaran turbin divariasikan antara sudut putar $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$, dan 135° . Pada gambar 4 terlihat bahwa kecepatan freestream bergerak mendekati rotor turbin kemudian aliran freestream memisah menjadi dua bagian yaitu ada yang masuk mendekati advancing blade dan ada yang masuk mendekati returning blade



Gambar 4: Struktur aliran melewati turbin pada $U_\infty = 5$ m/s

Distribusi Kecepatan

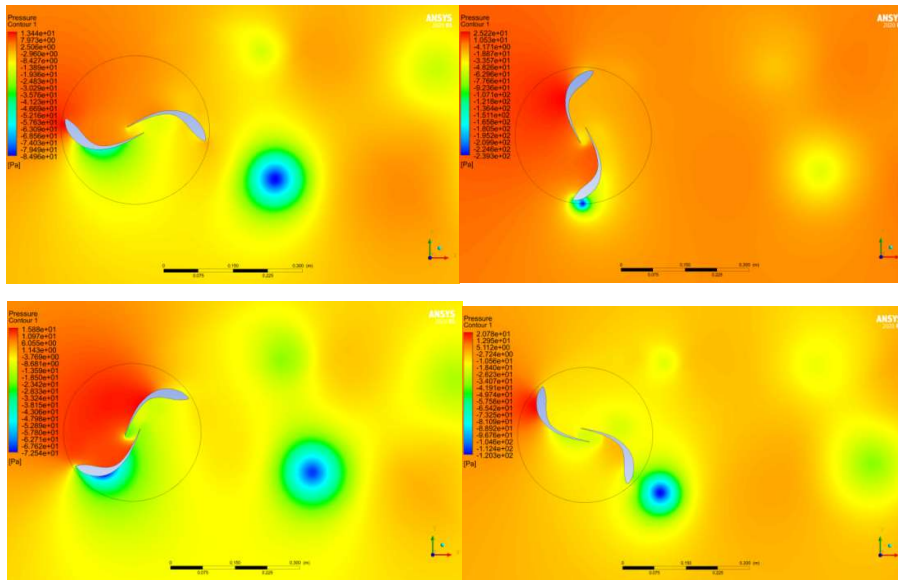
Gambar 5 merupakan hasil simulasi distribusi kecepatan di selitar roor turbin pada kecepatan freestream $U_{\infty} = 5$ m/s. plot ini memprediksi variasi kecepatan di sekitar advancing dan returning blade, kecepatan maksimum di visualisasikan oleh warna merah dan kecepatan minimum di visualisasikan dengan warna biru. Daerah stanasi terjadi pada bagian downstream, pada bagian concave dari advancing blade terjadi kecepatan minimum dan juga kecepatan minimum terjadi pada convex dari returning blade.



Gambar 5: Distribusi kecepatan pada $U_{\infty} = 5$ m/s

Distribusi Tekanan

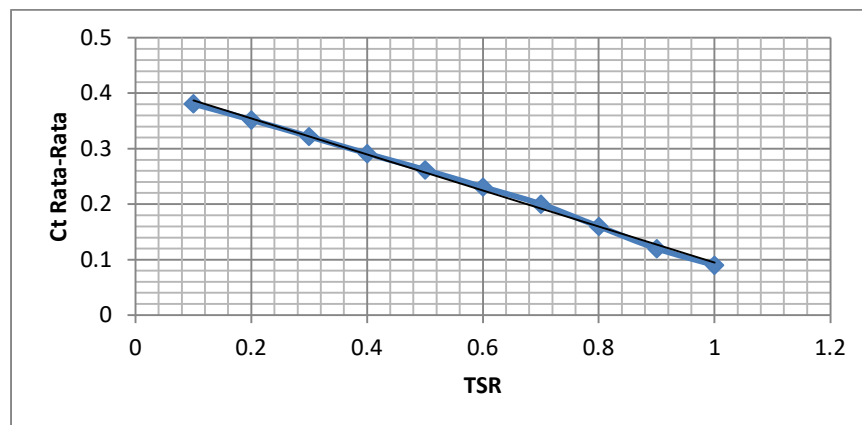
Gambar 6 merupakan hasil simulasi distribusi tekanan di selitar roor turbin pada kecepatan freestream $U_{\infty} = 5$ m/s. plot ini memprediksi variasi tekanan di sekitar advancing dan returning blade. Terlihat bahwa tekanan terdistribusi ke semua bagian domain komputasi. Nilai tekanan maksimum dan minimum direpresentasikan oleh warna merah dan biru pada masing-masing plot



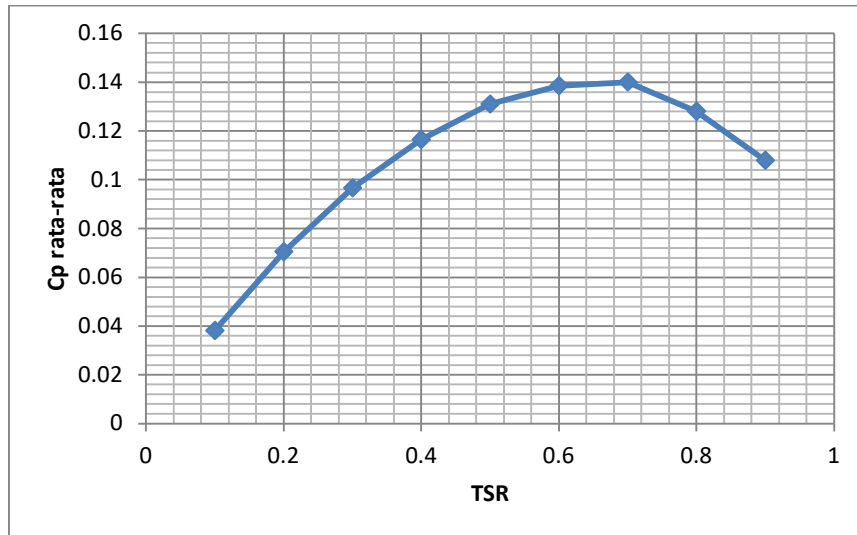
Gambar 6: Distribusi Tekanan pada $U_{\infty} = 5 \text{ m/s}$

Performa Turbin

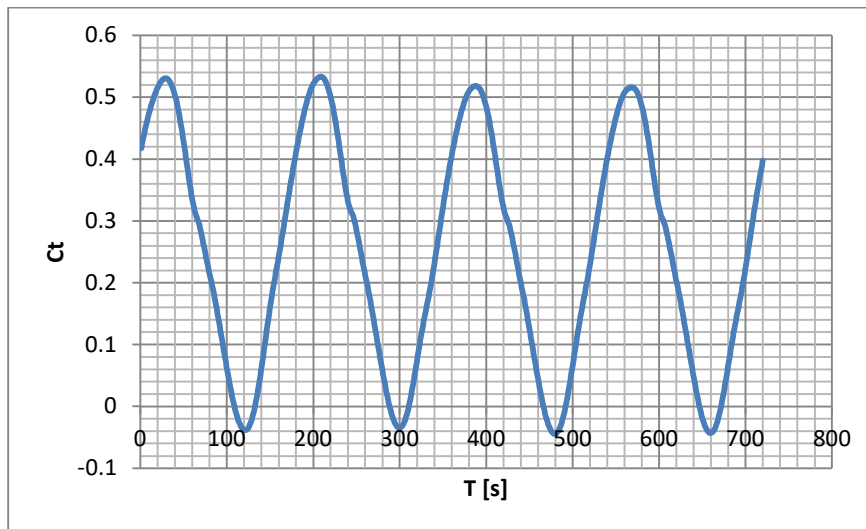
C_t rata-rata sama dengan 0.381 untuk TSR 0.1, 0.352 untuk tSR 0.2, 0.3221 untuk tsr 0.3, 0.2911 untuk tsr 0.4, 0.262 untuk tsr 0.5, 0.231 untuk tsr 0.6, 0.2 untuk tsr 0.7, 0.16 untuk tsr 0.8, 0.12 untuk tsr 0.9 dan 0,09 untuk tsr 1.0. kemudian dengan menggunakan persamaan $TSR \times C_t$ diperoleh nilai koefisien daya seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Pada gambar 7, C_p tertinggi yaitu 0.14 untuk tsr 0.6.



Gambar 7. Grafik C_p rata-rata versus TSR



Gambar 8. Grafik Cp Rata-Rata Versus TSR



Gambar 9 Ct Turbin Savonius tanpa (TSR = 0.6)

Gambar 9 menunjukkan koefisien torsi (C_t) yang terjadi selama 2 kali putaran penuh. Terlihat bahwa di awal star atau pada saat sudut putar turbin 0° C_t nya sangat rendah yaitu hanya berkisar 0.2 kemudian perlahan meningkat sampai puncaknya 0.6 dan turun lagi sampai nilai negatif dan meningkat lagi dan begitu seterusnya, hal ini bisa terjadi karena terjadi perbedaan kemampuan rotor untuk menangkap energi angin di tiap sudut putarannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada model turbin Savonius dengan bentuk sudu berbasis airfoil menggunakan ANSYS FLUENT diuji dengan sudut putar turbin $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$, dan 135° pada tip speed ratio $TSR = 0,6$. adalah

1. Struktur aliran mengalami perubahan dengan bertambahnya sudut putaran turbin, kompleksitas aliran terbentuk pada sudut putar turbin yang lebih besar.
2. Performa turbin susunan bentuk sudu berbasis airfoil cukup baik, C_t rata-rata sama dengan 0.381 untuk TSR 0.1, 0.352 untuk tSR 0.2, 0.3221 untuk tsr 0.3, 0.2911 untuk tsr 0.4, 0.262 untuk tsr 0.5, 0.231 untuk tsr 0.6, 0.2 untuk tsr 0.7, 0.16 untuk tsr 0.8, 0.12 untuk tsr 0.9 dan 0,09 untuk tsr 0.1. tsr maksimumnya adalah 0.6 memberikan C_p tertinggi yaitu 0.14

DAFTAR PUSTAKA

- Damak, a., Driss, Z., & Abid, M. S. (2013). Experimental investigation of helical Savonius rotor with a twist of 180° ? Renewable Energy, 52, 136–142.
- Alessandro, V. D., Montelpare, S., Ricci, R., & Secchiaroli, A. (2010). Unsteady Aerodynamics of a Savonius wind rotor : a new computational approach for the simulation of energy performance. Energy, 35(8), 3349–3363.
- Roy, S., & Saha, U. K. (2015). Wind tunnel experiments of a newly developed two-bladed Savonius-style wind turbine. Applied Energy, 137, 117–125.
- 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(5), 3054–3064.
- Rendi, Rendi, Et Al. "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikrohidro Di Sungai Pintab Dan Sungai Amandit Kalimantan Selatan." Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material 4.2 (2020): 46-52.
- Rendi, Rendi, Sobar Ihsan, And Syamsul Ma'arif. "Turbin Air Arus Sungai Model Sudu Propeller Menggunakan Nozzel-Diffuser." Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material 4.1 (2020): 27-33.
- Rendi, Rendi, And Firda Herlina. "Penambahan Lingkaran Pelindung Pada Turbin Air Rotor Savonius." INFO-TEKNIK 20.2 (2019): 237-254.

- Arifin, Jainal. "Desain Diffuser Turbin Air Arus Sungai Untuk Meningkatkan Laju Arus Sungai." *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 4.2 (2019).
- Rendi, Rendi, And Abdurrahim Sidiq. "Pengaruh Twist Angle Blade Turbin Savonius Berpengaruh Aliran Aplikasi Pada Turbin Air." *Info-Teknik* 19.2 (2018): 203-210.
- Hatradi, Budi, Muhammad Irfansyah, And Puteri Puteri. "Desain Underwater Rotor Untuk Memanfaatkan Laju Aliran Sungai Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air." *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material* 5.2 (2021): 77-82.
- Rendi, Rendi. "Analisa Distribusi Tekanan Dan Aliran Disekitar Rotor Savonius Water Turbine." *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 2.1
- Hartadi, Budi. "Pengaruh Kelengkungan Deflektor Turbin Savonius Modifikasi Untuk Turbin Hidrokinetik." *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 7.1 (2022).