

INVESTIGASI PENGARUH *WIND LENS DEFLECTOR* PADA *SAVONIUS WIND TURBINE SEMI-CIRCULAR* TERHADAP TORSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN

Muhammad Rafli Sukma

Abstrak

Kebutuhan energi listrik di wilayah perkotaan yang terus meningkat mendorong pemanfaatan energi terbarukan seperti turbin angin. Turbin *Savonius*, sebagai Turbin Angin Sumbu Vertikal (*VAWT*), memiliki potensi untuk aplikasi urban karena desainnya yang sederhana dan kemampuannya beroperasi pada kecepatan angin rendah, namun efisiensinya yang rendah menjadi tantangan utama. Penelitian ini melakukan investigasi numerik menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk menganalisis pengaruh penambahan *Wind lens deflector*—sebuah perangkat augmentasi yang dilaporkan mampu meningkatkan kinerja secara signifikan—terhadap performa turbin *Savonius* semi-sirkular. Simulasi 2D transien dilakukan menggunakan model turbulensi k-epsilon ($k-\epsilon$) Realizable pada berbagai *Tip Speed Ratio* (TSR). Setelah metode simulasi divalidasi dengan data eksperimental dari Hayashi et al. (2004) dengan eror rata-rata hanya 2.47%, analisis komparatif dilakukan. Berlawanan dengan hipotesis awal, hasil menunjukkan bahwa penambahan *Wind lens* justru menyebabkan penurunan kinerja yang drastis, berkisar antara 51% hingga 95%. Analisis mendalam pada pola aliran mengungkap adanya mekanisme kegagalan ganda: (1) kegagalan aliran jet berinersia tinggi untuk menempel pada sudu maju, yang mengurangi torsi positif, dan (2) pembentukan *vortex* masif di belakang turbin yang menciptakan *backflow* dan torsi negatif ekstrem pada sudu mundur. Disimpulkan bahwa konfigurasi *Wind lens* yang diuji bersifat kontra-produktif dan tidak cocok untuk meningkatkan efisiensi turbin *Savonius*.

Kata Kunci: Turbin Angin *Savonius*, *Wind lens Deflector*, CFD, *Coefficient of Power*, Analisis Torsi, Kegagalan Aerodinamis, Formasi *Vortex*.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WIND LENS DEFLECTORS ON SEMI-CIRCULAR SAVONIUS WIND TURBINES ON TORQUE AND POWER GENERATION

Muhammad Rafli Sukma

Abstract

The rising demand for electrical energy in urban areas encourages the utilization of renewable energy sources such as wind turbines. The Savonius turbine, a type of Vertical Axis Wind Turbine (VAWT), holds potential for urban applications due to its simple design and ability to operate at low wind speeds, yet its low efficiency remains a primary challenge. This research conducts a numerical investigation using Computational Fluid Dynamics (CFD) to analyze the effect of adding a Wind lens deflector—an augmentation device reported to significantly improve performance—on a semi-circular Savonius turbine. A 2D transient simulation was performed using the k-epsilon ($k-\epsilon$) Realizable turbulence model across various Tip Speed Ratios (TSRs). After the simulation method was validated against experimental data from Hayashi et al. (2004) with an average error of only 2.47%, a comparative analysis was conducted. Contrary to the initial hypothesis, the results indicate that the addition of the Wind lens caused a drastic performance degradation, ranging from 51% to 95%. In-depth analysis of the flow patterns revealed a dual failure mechanism: (1) the failure of the high-inertia jet flow to attach to the advancing blade, which reduced positive torque, and (2) the formation of a massive vortex behind the turbine, creating backflow and extreme negative torque on the returning blade. It is concluded that the tested Wind lens configuration is counter-productive and unsuitable for enhancing the efficiency of the Savonius turbine.

Keywords: *Savonius Wind Turbine, Wind lens Deflector, CFD, Coefficient of Power, Torque Analysis, Aerodynamic Failure, Vortex Formation.*