

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi geometri bilah terhadap performa turbin angin tipe *Archimedes Spiral Wind Turbine* (ASWT) berbasis biomimikri dari cangkang *Lissachatina fulica*. Variasi desain yang digunakan meliputi konfigurasi tiga bilah dengan sudut taper 60° , dua bilah dengan sudut taper 60° , dan dua bilah dengan sudut taper 45° . Pengujian dilakukan secara eksperimen dan simulasi numerik menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis *transient dynamic mesh* dengan pendekatan *six degrees of freedom* (6DOF).

Hasil pengujian eksperimen menunjukkan bahwa performa turbin dipengaruhi secara signifikan oleh jumlah bilah dan sudut taper. Pada kecepatan angin 9 m/s, variasi dua bilah dengan sudut taper 60° menghasilkan nilai koefisien daya (C_p) maksimum sebesar 0,05827, yang lebih tinggi sekitar 91,8% dibandingkan variasi tiga bilah dan 78,3% dibandingkan variasi dua bilah dengan sudut taper 45° . Namun, pada kecepatan 12 m/s, nilai C_p mengalami penurunan akibat peningkatan losses aerodinamis dan ketidaksesuaian tip speed ratio (TSR), dengan nilai maksimum sebesar 0,04510 pada variasi yang sama.

Hasil simulasi numerik menunjukkan tren yang konsisten dengan eksperimen, di mana variasi dua bilah umumnya menghasilkan kecepatan putar (RPM) dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan tiga bilah. Selain itu, analisis hubungan C_p terhadap TSR menunjukkan adanya nilai TSR optimum yang menentukan performa maksimum turbin. Visualisasi aliran memperlihatkan distribusi tekanan dan pola aliran yang lebih stabil pada konfigurasi dua bilah, yang berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi dua bilah dengan sudut taper 60° merupakan desain yang paling optimal dalam meningkatkan performa turbin angin ASWT pada kondisi kecepatan angin rendah hingga menengah.

Kata Kunci: *Archimedes Spiral Wind Turbine*, *Biomimikri*, *CFD*, Koefisien Daya, *Tip Speed Ratio*, Turbin Angin Skala Kecil.

ABSTRACT

*This study aims to investigate the effect of blade geometry variations on the performance of an Archimedes Spiral Wind Turbine (ASWT) inspired by the biomimicry of *Lissachatina fulica* shell geometry. The design variations include a three-blade configuration with a 60° taper angle, a two-blade configuration with a 60° taper angle, and a two-blade configuration with a 45° taper angle. Both experimental testing and numerical simulations were conducted, where the simulations employed a Computational Fluid Dynamics (CFD) approach using a transient dynamic mesh with a six degrees of freedom (6DOF) model.*

Experimental results indicate that turbine performance is significantly influenced by blade number and taper angle. At a wind speed of 9 m/s, the two-blade configuration with a 60° taper angle achieved the highest power coefficient (C_p) of 0.05827, which is approximately 91.8% higher than the three-blade configuration and 78.3% higher than the two-blade 45° configuration. However, at a higher wind speed of 12 m/s, the C_p value decreased to 0.04510 due to increased aerodynamic losses and mismatch in tip speed ratio (TSR).

Numerical simulation results show trends consistent with the experimental findings, where the two-blade configuration generally produces higher rotational speed (RPM) and efficiency compared to the three-blade configuration. Furthermore, the C_p –TSR relationship reveals the presence of an optimal TSR that governs maximum turbine performance. Flow visualization demonstrates more stable pressure distribution and streamline patterns in the two-blade configuration, contributing to improved efficiency.

Overall, the results indicate that the two-blade configuration with a 60° taper angle is the most optimal design for enhancing the performance of ASWT under low to medium wind speed conditions.

Keywords: *Archimedes Spiral Wind Turbine, Biomimicry, CFD, Power Coefficient, Tip Speed Ratio, Small-Scale Wind Turbine.*