

ANALISIS EFISIENSI PENGARUH PENGGUNAAN *TIP* PADA *BLADE OFFSHORE WIND TURBINE* DI PERAIRAN DENGAN KECEPATAN ANGIN RENDAH

Viona Mirza Wiseaina

ABSTRAK

Penelitian ini membahas peningkatan efisiensi turbin angin melalui penerapan desain tip blade dengan konfigurasi backward sweep winglet pada bilah turbin NREL Phase VI yang beroperasi pada kondisi offshore dengan kecepatan angin rendah. Analisis aliran fluida dilakukan secara numerik menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan bantuan perangkat lunak ANSYS Fluent. Variasi desain yang dikaji meliputi sudut sweep sebesar 25° , 50° , dan 60° , yang diuji pada lima variasi kecepatan angin, yaitu 5, 7, 10, 13, dan 15 m/s. Hasil simulasi menunjukkan bahwa seluruh variasi desain mengalami peningkatan torsi dan daya seiring bertambahnya kecepatan angin, namun nilai koefisien daya (C_p) mencapai kondisi optimum pada kecepatan angin rendah. Konfigurasi backward sweep winglet dengan sudut 25° menghasilkan nilai C_p tertinggi sebesar 0,378 pada kecepatan angin 5 m/s, sehingga dinilai sebagai desain paling efisien. Pada kecepatan angin yang lebih tinggi, nilai C_p menurun akibat meningkatnya rugi-rugi aerodinamis. Oleh karena itu, desain backward sweep winglet direkomendasikan untuk pengembangan turbin angin di wilayah pesisir Indonesia yang memiliki karakteristik kecepatan angin rendah.

Kata kunci: Turbin angin lepas pantai, CFD, *Tip blade*, *backward sweep winglet*.

EFFICIENCY ANALYSIS OF THE EFFECT OF TIP USAGE ON OFFSHORE WIND TURBINE BLADES IN WATERS WITH LOW WIND SPEED

Viona Mirza Wiseaina

ABSTRACT

This study investigates the improvement of wind turbine efficiency through the application of backward sweep winglet tip blade designs on the NREL Phase VI turbine operating under low offshore wind speed conditions. The fluid flow analysis was conducted numerically using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method with ANSYS Fluent as the simulation tool. The design variations consisted of sweep angles of 25°, 50°, and 60°, which were evaluated at five wind speed conditions ranging from 5 to 15 m/s. The simulation results indicate that torque and power output increase with wind speed for all configurations; however, the power coefficient (C_p) reaches its optimum value at low wind speeds. The backward sweep winglet with a 25° angle provides the highest C_p value of 0.378 at a wind speed of 5 m/s, indicating the most efficient aerodynamic performance among the tested designs. At higher wind speeds, the efficiency decreases due to increased aerodynamic losses. These findings confirm that the backward sweep winglet tip blade is most suitable for low wind speed environments. Therefore, this design is recommended for the development of offshore wind turbines in Indonesian coastal regions characterized by low wind speed conditions.

Keywords : *Offshore wind turbine, CFD, Tip blade, backward sweep winglet.*