

Analisis Performa Desain Bilah Taperless Turbin Angin Horizontal Skala Mikro dengan Twist Linear dan Tanpa Twist Menggunakan Metode Blade Element Momentum dan Computational Fluid Dynamics = Performance Analysis of Taperless Blade Design for Micro Scale Horizontal Wind Turbine with Linear Twist and Non Twist using Blade Element Momentum and Computational Fluid Dynamics Method

Izzat Qolbi Hendrinov, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920571760&lokasi=lokal>

Abstrak

Desain geometri bilah memainkan peran krusial dalam menentukan efisiensi konversi energi turbin angin skala mikro, khususnya pada kecepatan angin rendah. Studi ini menyelidiki performa aerodinamis bilah taperless dengan dua konfigurasi sudut: twist linearisasi dan tanpa twist, pada tiga jenis airfoil (NACA 0012, NACA 4412, dan NACA 4415). Metodologi yang digunakan melibatkan simulasi numerik menggunakan pendekatan Blade Element Momentum (BEM) dan Computational Fluid Dynamics (CFD). Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi tanpa twist mampu melampaui kinerja twist linearisasi, dengan peningkatan efisiensi hingga 20,89% berdasarkan BEM dan 5,09% berdasarkan CFD. Airfoil NACA 4412 dengan sudut tetap 7° menghasilkan koefisien daya (C_p) maksimum sebesar 0,529 (BEM) dan 0,495 (CFD), menjadikannya konfigurasi paling optimal di antara seluruh skenario yang diuji. Sementara itu, twist linearisasi terbaik dicapai pada 85% span bilah, dengan C_p maksimum sebesar 0,502 (BEM) dan 0,471 (CFD). Performa optimal airfoil juga menunjukkan bahwa sudut tanpa twist yang efektif bervariasi tergantung karakteristik geometrik masing-masing airfoil. Hasil ini merekomendasikan pendekatan desain bilah tanpa twist sebagai solusi aerodinamis dan manufaktural yang efisien untuk sistem pembangkit listrik tenaga angin skala mikro di wilayah berkecepatan angin rendah.

.....The aerodynamic blade geometry critically influences energy conversion efficiency in micro-scale wind turbines, especially under low wind speed conditions. This study evaluates the aerodynamic performance of taperless blades configured with linear twist and fixed-angle (no twist) designs across three airfoil types: NACA 0012, NACA 4412, and NACA 4415. Numerical analysis was conducted using the Blade Element Momentum (BEM) method and Computational Fluid Dynamics (CFD). Results demonstrate that the no-twist configuration consistently outperforms the linear twist, with up to 20.89% improvement in BEM and 5.09% in CFD simulations. The NACA 4412 airfoil with a fixed 7° angle achieved the highest power coefficient (C_p), reaching 0.529 (BEM) and 0.495 (CFD), making it the most efficient among all tested scenarios. In comparison, the optimal linear twist configuration at 85% blade span yielded a C_p of 0.502 (BEM) and 0.471 (CFD). The optimal fixed angle varied across airfoil types, depending on camber characteristics, indicating that higher camber airfoils require greater angles of attack for maximum lift. These findings support the implementation of fixed-angle taperless blades as a practical and efficient design strategy for micro wind turbines operating in low wind regions.