

ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN BILAH TURBIN ANGIN HORIZONTAL DAN VERTIKAL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Raihan Handi Ananda

ABSTRAK

Kebutuhan energi terbarukan di Indonesia mendorong pemanfaatan energi angin skala kecil, namun kendala biaya investasi dan manufaktur bilah menjadi tantangan utama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kekuatan struktur bilah turbin angin sumbu horizontal (*HAWT*) dengan profil SG6043 *untwisted* dan sumbu vertikal (*VAWT*) tipe H-Darrieus dengan profil *NACA* 0018 menggunakan material kayu mahoni dan plastik *PETG*. Metode penelitian menggunakan simulasi *Finite Element Method (FEM)* pada perangkat lunak ANSYS Workbench 2025 R1 dengan variasi kecepatan angin 12 m/s, 25 m/s, dan 50 m/s serta kecepatan rotasi konstan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain *VAWT* dengan tumpuan dua sisi (*fixed-fixed*) memiliki kekakuan struktural yang jauh lebih tinggi dibandingkan *HAWT* (*cantilever*). Pada kondisi badai (50 m/s), deformasi maksimum *VAWT* bermaterial *PETG* hanya sebesar 8,29 mm, sementara *HAWT* mencapai 110,74 mm. Fenomena unik ditemukan pada *HAWT* bermaterial *PETG*, di mana fleksibilitas material menyebabkan pelengkungan bilah (*blade flexing*) yang menurunkan tegangan maksimum menjadi 13,72 MPa dibandingkan kayu mahoni yang mencapai 29,27 MPa. Seluruh skenario penggunaan *PETG* dinyatakan aman dengan Faktor Keamanan (*Safety Factor*) di atas 2,0. Kesimpulannya, *PETG* merupakan material substitusi yang layak untuk bilah turbin skala kecil, dan konfigurasi *VAWT* lebih optimal dalam menjaga stabilitas dimensi saat menggunakan material polimer

Kata Kunci: *HAWT*, *VAWT*, *PETG*, Kayu Mahoni Metode Elemen Hingga, *Safety Factor*.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRENGTH OF
HORIZONTAL AND VERTICAL WIND TURBINE BLADES
USING THE FINITE ELEMENT METHOD**

Raihan Handi Ananda

ABSTRACT

The demand for renewable energy in Indonesia has encouraged the utilization of small-scale wind energy, yet high investment costs and blade manufacturing complexities remain primary obstacles. This study aims to analyze and compare the structural strength of Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) blades with an untwisted SG6043 profile and Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) H-Darrieus blades with a NACA 0018 profile using Mahogany wood and PETG polymer. The research method utilizes Finite Element Method (FEM) simulations via ANSYS Workbench 2025 R1 with wind speed variations of 12 m/s, 25 m/s, and 50 m/s at constant rotational velocities. Simulation results demonstrate that the VAWT design with double-sided support (fixed-fixed) possesses significantly higher structural stiffness compared to the HAWT (cantilever). Under storm conditions (50 m/s), the maximum deformation for PETG VAWT blades was only 8.29 mm, whereas the HAWT reached 110.74 mm. A unique phenomenon was observed in the PETG HAWT, where material flexibility led to blade flexing, effectively reducing the maximum stress to 13.72 MPa compared to 29.27 MPa for Mahogany wood. All PETG scenarios were deemed safe, maintaining a Safety Factor (SF) above 2.0. In conclusion, PETG is a viable substitute material for small-scale turbine blades, and the VAWT configuration is more optimal for maintaining dimensional stability when utilizing polymer materials.

Keywords: HAWT, VAWT, PETG, Mahogany, Finite Element Method, Safety Factor.