

ABSTRAK

Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang potensial dalam mendukung transisi energi berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ketebalan sudu, panjang *chord*, dan kecepatan angin terhadap kekuatan struktur bilah turbin angin horizontal menggunakan metode *Fluid-Structure Interaction* (FSI). Desain bilah menggunakan airfoil tipe NACA 4712 dan material komposit CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*). Simulasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *SolidWorks* untuk pemodelan 3D, serta ANSYS untuk analisis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan *Finite Element Analysis* (FEA). Metode CFD digunakan untuk memperoleh distribusi tekanan akibat aliran angin, sedangkan metode FEA digunakan untuk menganalisis respons struktural bilah terhadap beban tersebut, termasuk parameter *total deformation*, *equivalent stress*, dan *equivalent strain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan sudu, panjang *chord*, dan kecepatan angin berpengaruh signifikan terhadap peningkatan maksimal *total deformation* sebesar 0,0020061 m dan penurunan sebesar 0,00047402 m. Hasil peningkatan maksimal *equivalent stress* sebesar 9.0251×10^7 Pa dan penurunan sebesar 1.2877×10^7 Pa. Hasil maksimal *equivalent strain* sebesar 0,00063787 % dan terendah sebesar 0,000086123 % pada bilah turbin. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan desain turbin angin yang lebih kuat dan efisien dalam menangkap energi angin, khususnya untuk wilayah berkecepatan angin sedang seperti di Pulau Madura.

Kata Kunci: turbin angin horizontal, ketebalan sudu, panjang *chord*, FSI, CFD, FEA, NACA 4712, CFRP.

ABSTRACT

Wind energy is one of the most promising renewable energy sources to support the transition to sustainable energy. This study aims to analyze the effect of varying blade thickness, chord length, and wind speed on the structural strength of horizontal axis wind turbine blades using the Fluid-Structure Interaction (FSI) method. The blade design employs the NACA 4712 airfoil type and CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) composite material. Simulations were carried out using SolidWorks for 3D modeling and ANSYS for Computational Fluid Dynamics (CFD) and Finite Element Analysis (FEA). The CFD method was used to obtain pressure distribution due to wind flow, while the FEA method was employed to analyze the structural response of the blade under loading, including parameters such as total deformation, equivalent stress, and equivalent strain. The results showed that increasing blade thickness, chord length, and wind speed significantly affected the maximum total deformation, which reached 0.0020061 m, with a minimum of 0.00047402 m. The maximum equivalent stress reached 9.0251e7 Pa, and the minimum was 1.2877e7 Pa. The maximum equivalent strain was 0.00063787%, while the lowest was 0.000086123%. This study is expected to contribute to the development of stronger and more efficient wind turbine blade designs, particularly for regions with moderate wind speeds such as Madura Island.

Keywords: *horizontal axis wind turbine, blade thickness, chord length, FSI, CFD, FEA, NACA 4712, CFRP.*