

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan energi global serta terbatasnya cadangan energi fosil mendorong transisi menuju sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah energi angin. Kecepatan angin yang tinggi di wilayah seperti Pulau Madura menjadi potensi besar dalam pemanfaatan turbin angin sebagai pembangkit listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap performa *horizontal axis wind turbine* (HAWT) melalui simulasi berbasis metode *Fluid-Structure Interaction* (FSI). Desain bilah dibuat menggunakan *SolidWorks*, dan analisis aerodinamika serta struktur dilakukan melalui *ANSYS Workbench*. Parameter yang dianalisis meliputi *total deformation*, *equivalent stress* dan *equivalent strain*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa bilah yang lebih panjang menghasilkan deformasi dan tegangan yang lebih besar akibat area penampang yang lebih luas. Sudut *pitch* yang tepat mampu menekan deformasi dan regangan melalui distribusi gaya aerodinamis yang optimal. Di antara material yang diuji, material CFRP menunjukkan performa terbaik dengan deformasi dan regangan paling kecil karena sifat mekaniknya yang unggul dibandingkan GFRP, komposit *epoxy s-glass*, dan baja AISI 1020. Simulasi FSI dinilai efektif dalam menilai performa desain secara efisien dan hemat biaya. Kesimpulannya, pemilihan parameter desain yang tepat sangat memengaruhi efisiensi dan kinerja turbin, dan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan turbin angin untuk mendukung penggunaan energi terbarukan di Indonesia.

Kata kunci: *horizontal axis wind turbine*, *Fluid-Structure Interaction*, ANSYS.

ABSTRACT

The increasing global energy needs and limited fossil energy reserves are driving the transition to more environmentally friendly renewable energy sources, one of which is wind energy. High wind speeds in areas such as Madura Island have great potential in utilizing wind turbines as power plants. This study aims to evaluate the effect of variations in blade length, pitch angle, and material type on the performance of horizontal axis wind turbines (HAWT) through simulations based on the Fluid-Structure Interaction (FSI) method. The blade design was created using SolidWorks, and aerodynamic and structural analysis was performed using ANSYS Workbench. The parameters analyzed include total deformation, Equivalent stress and Equivalent strain. The simulation results show that longer blades produce greater deformation and stress due to the larger cross-sectional area. The right pitch angle can suppress deformation and strain through optimal aerodynamic force distribution. Among the tested materials, CFRP showed the best performance with the smallest deformation and strain due to its superior mechanical properties compared to GFRP, S-glass epoxy composite, and AISI 1020 steel. FSI simulation was considered effective in assessing design performance efficiently and cost-effectively. In conclusion, the selection of the right design parameters greatly affects the efficiency and performance of the turbine, and the results of this study can be a reference in the development of wind turbines to support the use of renewable energy in Indonesia.

Keywords: *horizontal axis wind turbine, Fluid-Structure Interaction, ANSYS.*