

SIMULASI RESPON MEKANIK BILAH TURBIN DARRIEUS DENGAN VARIASI GEOMETRI DAN FRAKSI VOLUME TERHADAP BEBAN AERODINAMIS

Nama Mahasiswa : Seleri Eikel Nababan
NIM : 06221025
Dosen Pembimbing Utama : Fikan Mubarak Rohimsyah, S.T., M.Sc.
Dosen Pembimbing Pendamping 1 : Ade Wahyu Yusariarta P. P., S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Pendamping 2 : Chaerul Qalbi AM, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Pemanasan global yang dipicu oleh peningkatan emisi gas rumah kaca menuntut percepatan transisi menuju energi terbarukan yang berkelanjutan. Energi angin memiliki potensi besar di Indonesia, namun pemanfaatannya masih terbatas akibat dominasi kecepatan angin rendah. Turbin Angin Sumbu Vertikal (Vertical Axis Wind Turbine) tipe Darrieus H-Rotor merupakan salah satu teknologi yang sesuai untuk kondisi tersebut. Di sisi lain, penggunaan material komposit berbasis serat sintetis pada bilah turbin masih menghadapi tantangan keberlanjutan karena sulit didaur ulang dan bergantung pada sumber daya tidak terbarukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis respons aerostruktural bilah turbin Darrieus H-Rotor berprofil airfoil NACA 4412 dengan variasi geometri straight, V-shape, dan curved, serta mengevaluasi pengaruh variasi fraksi volume serat pendek pelepah nipah (*Nypa fruticans*) pada matriks Polylactic Acid (PLA) sebagai material biokomposit alternatif. Analisis dilakukan menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD) dan Finite Element Analysis (FEA) pada variasi fraksi volume serat 0–60%. Hasil CFD menunjukkan bahwa sudut azimuth 90° menghasilkan gaya aerodinamis tertinggi pada seluruh geometri, dengan bilah straight menghasilkan gaya terbesar. Hasil analisis struktural menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat hingga 60% meningkatkan kinerja mekanik bilah melalui peningkatan ketahanan terhadap tegangan von Mises sebesar 5,3–7,3% serta penurunan deformasi total sebesar 18,5–19,9%. Selanjutnya, metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) digunakan untuk menentukan konfigurasi optimum berdasarkan kriteria force, tegangan von Mises, dan deformasi total. Hasil pemeringkatan menunjukkan bahwa bilah straight dengan fraksi volume serat 60% merupakan alternatif terbaik dengan nilai force 0.09187076 N, tegangan von Mises 24874 Pa, dan deformasi total 1.732 μm .

Kata kunci: Turbin Angin Darrieus, Komposit Serat Pendek, Serat Nipah, (Polylactic Acid) PLA, *Finite Element Analysis*, *Computational Fluid Dynamics*