

Desain dan Analisis Komparatif Airfoil dan Inlet Pada Turbin Aeromine untuk Kecepatan Angin Rendah Menggunakan Metode CFD dan Uji Terowongan Angin = Design and Comparative Analysis of Airfoil and Inlet for Aeromine Turbine at Low Wind Speeds Using CFD and Wind Tunnel Testing

Miguel Bintang Samuel, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920545029&lokasi=lokal>

Abstrak

Pengembangan teknologi energi terbarukan di Indonesia memiliki potensi besar dengan kapasitas teknis energi angin sebesar 60,6 GW. Namun, kecepatan angin yang relatif rendah menjadi tantangan. Skripsi ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja turbin angin vertikal Aeromine, yang sudah dipatenkan pada paper, menggunakan pemodelan matematika dari teori cakram aktuator pada kecepatan angin rendah (2-5 m/s) dengan menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD) dan pengujian terowongan angin dengan prototipe hasil 3D Print. Dua profil airfoil, S1210 dan S1223, serta dua modifikasi inlet, yaitu wind concentrator Invelox dan nozzle yang di isolasi dari aliran freestream, dievaluasi untuk meningkatkan efisiensi turbin. Hasil simulasi menunjukkan bahwa airfoil S1223 memiliki koefisien lift yang lebih tinggi, tetapi hasil eksperimen menunjukkan peningkatan drag yang signifikan menghambat kinerja keseluruhan. Desain inlet dengan wind concentrator meningkatkan laju aliran udara, sementara isolasi dari freestream meningkatkan tekanan statis pada inlet. Pada kecepatan rendah, turbin Aeromine mencapai efisiensi terbaik sebesar 1,5% dari total energi angin yang tersedia, menghasilkan 2,17 Watt pada kecepatan 5 m/s. Efisiensi rotor dalam sistem Aeromine juga meningkat sebesar 205,4% dari batas Betz pada 5 m/s dibandingkan konfigurasi HWAT, dimana konfigurasi terbaik adalah airfoil S1210 dengan inlet nozzle terisolasi. Strategi peningkatan terbaik berfokus pada peningkatan daya hisap dengan mengurangi kecepatan di sekitar inlet untuk meningkatkan tekanan statis sesuai prinsip Bernoulli dan menggunakan airfoil dengan efisiensi lift yang baik. Dengan desain airfoil dan inlet yang dioptimalkan, turbin Aeromine terbukti lebih efektif di area dengan kecepatan angin rendah, meskipun efisiensi konversi total energi angin masih rendah dimana pengembangan lebih lanjut bisa dilakukan.

.....The development of renewable energy technology in Indonesia holds significant potential, with a technical wind energy capacity of 60.6 GW. However, the relatively low wind speeds present a challenge. This thesis aims to design and analyze the performance of a paper patented Aeromine wind turbine using mathematical modeling from actuator disk theory at low wind speeds (2-5 m/s) using Computational Fluid Dynamics (CFD) and wind tunnel testing with a 3D-printed prototype. Two airfoil profiles, S1210 and S1223, and two inlet modifications, wind concentrator invelox and nozzle with freestream isolation, were evaluated to improve turbine efficiency. Simulation results showed that the S1223 airfoil had a higher lift coefficient, but experimental results indicated that the significant increase in drag hindered overall performance. The inlet design with a wind concentrator increased the airflow rate, while freestream isolation increased static pressure at the inlet. At low wind speeds, the Aeromine turbine achieved its best efficiency of 1.5% of the total available wind energy, generating 2.17 Watts at 5 m/s. The rotor efficiency in the Aeromine system also increased by 205.4% from the Betz limit at 5 m/s compared to HWAT configuration, with the best configuration being the S1210 airfoil with isolated nozzle inlet. The best improvement strategy

focuses on increasing suction by reducing the velocity around the inlet to boost static pressure according to Bernoulli's principle and using airfoils with good lift efficiency. With optimized airfoil and inlet designs, the Aeromine turbine proves to be more effective in areas with low wind speeds, although the overall conversion efficiency of the total available wind energy remains low where future improvement can be focused.