

## INTISARI

Peningkatan teknologi serta pertumbuhan ekonomi yang pesat berbanding lurus dengan permintaan penggunaan energi fosil. Emisi karbon yang dihasilkan energi fosil berkontribusi besar terhadap masalah lingkungan seperti polusi udara, pemanasan global, serta penurunan lapisan ozon di atmosfer Bumi. Sebagai upaya mengurangi emisi karbon, angin dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dengan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Untuk itu, desain turbin angin yang efisien diperlukan dalam membuat pembangkit listrik yang berkelanjutan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik aerodinamika dari empat jenis airfoil berbeda (NREL's S826, NACA 4412, NACA 4415, dan SG6043), serta menganalisis kinerja turbin angin horizontal dengan profil airfoil tersebut pada kondisi kecepatan angin rendah, yang sesuai dengan karakteristik angin di daerah 3T yang berkisar antara 3-5 m/s. Penelitian akan dilakukan menggunakan metode simulasi numerik. Dimana, simulasi dilakukan dengan dua metode, yakni melalui *software* Qblade dan *software* ANSYS sebagai metode CFD.

Simulasi yang dilakukan dengan *software* Qblade, menunjukkan bahwa nilai radius bilah turbin optimal diangka 5 meter. Selain itu, nilai koefisien daya maksimal tiap airfoil berada pada  $\lambda = 6$ . SG6043 memiliki koefisien daya tertinggi diangka 0,570473, diikuti oleh NACA 4415 sebesar 0,52151, S826 dengan nilai 0,47868 dan NACA 4412 dengan nilai 0,47492. Hal ini dicerminkan dalam pemanfaatannya di daerah 3T, dimana SG6043 menghasilkan rata-rata daya tahunan sekitar 3111,6 W di Desa Werinama Papua dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 4,63 m/s. Analisis kinerja turbin angin dengan airfoil SG6043 menggunakan simulasi CFD menghasilkan output daya sebesar 2608,63 W pada kecepatan angin 5 m/s. Di sisi lain, simulasi Qblade menghasilkan output daya 3341,54 W untuk kecepatan angin yang sama. Perbedaan ini disebabkan oleh metodologi yang berbeda dalam kedua simulasi.

**Kata kunci:** Turbin angin, Kecepatan angin rendah, PLTB, Energi terbarukan

## ABSTRACT

The rapid advancement of technology and economic growth directly influenced the demand for fossil fuel usage. Carbon emissions produced by fossil fuels contribute significantly to environmental issues such as air pollution, global warming, and the depletion of the ozone layer in the Earth's atmosphere. As an effort to reduce carbon emissions, wind can be utilized as a renewable energy source through Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) or Wind Power Plant in Indonesia. Therefore, an efficient wind turbine design is necessary to create a sustainable power plant.

This research aims to study the characteristics of four different airfoil types (NREL's S826, NACA 4412, NACA 4415, and SG6043). The performance of a horizontal axis wind turbine equipped with the airfoils under low wind speed conditions is also analyzed. The wind speed condition aligns with the wind characteristics in 3T regions ranging from 3-5 m/s. The research will be conducted using two numerical simulation methods using the software Qblade and ANSYS.

Simulations conducted using Qblade software indicate that the optimal turbine blade radius is 5 meters. Additionally, the maximum power coefficient for each airfoil is at  $\lambda = 6$ . SG6043 has the highest power coefficient at 0,570473, followed by NACA 4415 at 0,52151, S826 at 0,47868, and NACA 4412 at 0,47492. This translates to its application in 3T (Frontier, Outermost, and Disadvantaged) areas, where SG6043 produces an average annual power of around 3111,6 W in Werinama Village, Papua, with an average wind speed of around 4,63 m/s. Performance analysis of the SG6043 airfoil wind turbine using CFD simulations yielded a power output of 2608,63 W at a wind speed of 5 m/s. On the other hand, QBlade simulations produced a power output of 3341,54 W for the same wind speed. This discrepancy arises from the differing methodologies employed by the two simulation methods.

**Keywords:** Wind turbine, Low wind speed, PLTB, Renewable energy