

# **Biomimetic Innovation of Turbines: Multi-Turbine Combination with Efficient Blade Design for Enhanced Wind Energy Efficiency**

**Researcher:**

**Shafwaan Erythrina Budiawan**

**SMP Kharisma Bangsa, South Tangerang**

## **ABSTRACT**

The increasing global energy demand drives the development of more efficient and environmentally friendly renewable energy sources. Wind energy is a promising alternative; however, conventional wind turbines still face limitations in efficiency at low wind speeds and placement flexibility. This study develops and tests a biomimetic tree-shaped wind turbine prototype that integrates multiple mini turbines with adaptive blades to enhance the efficiency of wind energy conversion into electricity. The developed prototype consists of five mini turbines with blades made from recycled aluminum, a 12V 50W PMG generator, and an energy storage and regulation system utilizing 18650 batteries, a charging module, and a DC-to-DC step-up module.

Testing was conducted under two conditions: in a wind tunnel laboratory and in an open environment. The results showed that the prototype operates at wind speeds of 2,5–6 m/s, with blade rotation speeds reaching 120–350 RPM. The output voltage ranged from 2,30V to 3,5V, generating electrical power output between 0,113 W, with an energy conversion efficiency of up to 30% under optimal conditions. Compared to conventional turbines, this biomimetic design demonstrated better power stability and higher effectiveness at low wind speeds.

The findings suggest that this design has the potential for urban and rural applications as an aesthetically pleasing and efficient renewable energy source. Future developments may include the use of lighter and more flexible blade materials, as well as the integration of smart control systems to optimize turbine performance.

**Keywords:** biomimetic wind turbine, renewable energy, energy conversion, turbine efficiency, energy storage system.

# **Inovasi Turbin Biomimetik: Kombinasi Multi-Turbin dengan Desain Bilah Efektif untuk Peningkatan Efisiensi Energi Angin**

**Disusun Oleh:  
Shafwaan Erythrina Budiawan**

**SMP Kharisma Bangsa, Tangerang Selatan**

## **ABSTRAK**

Peningkatan kebutuhan energi global mendorong pengembangan sumber energi terbarukan yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Energi angin menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan, namun turbin angin konvensional masih menghadapi keterbatasan dalam efisiensi pada kecepatan angin rendah serta fleksibilitas penempatan. Penelitian ini mengembangkan dan menguji prototipe turbin angin biomimetik berbentuk pohon yang mengintegrasikan beberapa mini turbin dengan bilah adaptif untuk meningkatkan efisiensi konversi energi angin menjadi listrik. Prototipe yang dikembangkan terdiri dari lima mini turbin dengan bilah berbahan aluminium daur ulang, generator PMG 12V 50W, serta sistem penyimpanan dan pengaturan daya menggunakan baterai 18650, modul charger, dan modul step-up DC to DC.

Pengujian dilakukan dalam dua kondisi, yaitu di terowongan angin laboratorium dan di lingkungan terbuka. Hasil menunjukkan bahwa prototipe dapat beroperasi pada kecepatan angin 2,5 – 6 m/s dengan kecepatan putaran bilah mencapai 120 – 350 RPM. Tegangan output yang dihasilkan berkisar antara 2,30V – 3,5V dengan daya listrik output sekitar 0,113 W dan efisiensi konversi energi mencapai 30% pada kondisi optimal. Dibandingkan dengan turbin konvensional, desain biomimetik ini menunjukkan stabilitas daya lebih baik serta efektivitas yang lebih tinggi pada kecepatan angin rendah.

Implikasi penelitian ini mencakup potensi penerapan di lingkungan perkotaan maupun pedesaan sebagai sumber energi terbarukan yang estetik dan efisien. Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup penggunaan material bilah yang lebih ringan dan fleksibel serta integrasi sistem kontrol pintar untuk mengoptimalkan kinerja turbin.

**Kata kunci:** turbin angin biomimetik, energi terbarukan, konversi energi, efisiensi turbin, sistem penyimpanan energi.