

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGUJIAN TURBIN ANGIN SAVONIUS BERSUDU MOTIF BUNGA TULIP (*TULIPA*) DENGAN KEKASARAN ALUR HORIZONTAL PADA PERMUKAAN CEKUNG SUDU**

Oleh :

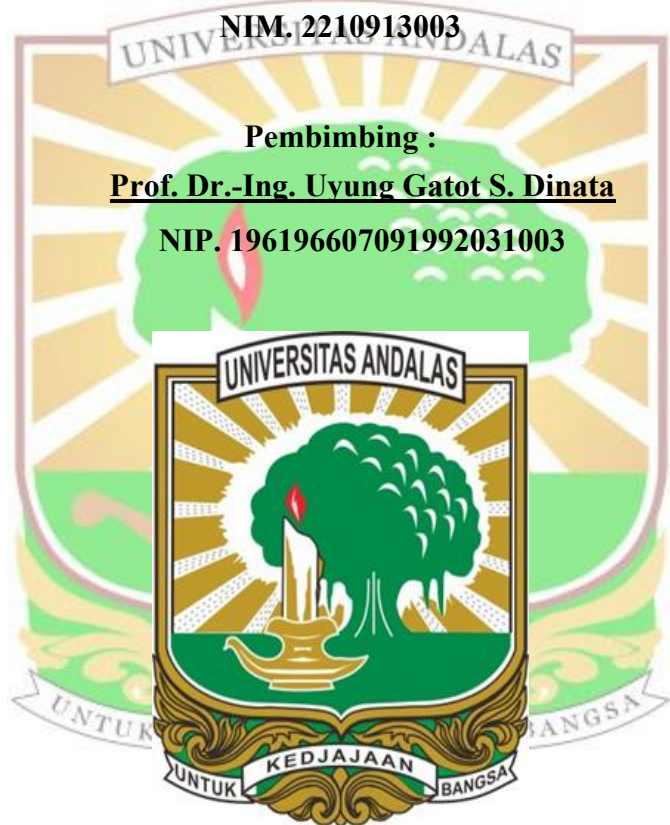
**AKHDAN AFDHALIL KHAIRU**

**NIM. 2210913003**

Pembimbing :

**Prof. Dr.-Ing. Uyung Gatot S. Dinata**

**NIP. 196196607091992031003**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2026**

## ABSTRACT

*The increasing demand for energy and the depletion of fossil fuel resources have encouraged the development of renewable energy technologies, including wind energy conversion systems. The Savonius wind turbine is a vertical-axis wind turbine capable of operating at low wind speeds; however, its performance is limited by relatively low efficiency due to its drag-based operating principle. This study aimed to evaluate the performance of a biomimetic Savonius wind turbine inspired by the Tulipa flower with two blade surface configurations: a smooth blade surface and a horizontal groove roughness applied to the concave side of the blade. The turbines were designed using Computer-Aided Design (CAD), manufactured through 3D printing using PETG material, and tested under controlled conditions in a wind tunnel as well as under natural wind conditions at Padang Beach. Performance evaluation was conducted by measuring wind speed, rotational speed (RPM), voltage, current, turbine power, and efficiency. The wind tunnel results demonstrated that the turbine with horizontal surface roughness consistently produced higher mechanical power and efficiency than the smooth-blade turbine. At the highest test condition, the roughened turbine achieved a mechanical power of 10.117 W and a maximum efficiency of 8.85%, whereas the smooth turbine generated 6.475 W with an efficiency of 5.80%. Field testing also indicated that turbine performance increased with wind speed, although fluctuations occurred due to varying natural wind conditions. Overall, the horizontal groove roughness improved the aerodynamic characteristics of the concave blade surface, resulting in enhanced drag force, greater power output, and higher efficiency. Therefore, the proposed blade modification has significant potential for improving the performance of small-scale Savonius wind turbines operating in low- to moderate-wind environments.*

**Keywords:** *Savonius wind turbine, Tulipa-inspired blade, horizontal surface roughness, mechanical power, efficiency, renewable energy.*

## ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan energi serta semakin terbatasnya sumber energi fosil mendorong pengembangan teknologi energi terbarukan, salah satunya melalui pemanfaatan energi angin. Turbin angin Savonius merupakan turbin angin sumbu vertikal yang mampu beroperasi pada kecepatan angin rendah, namun memiliki efisiensi yang relatif rendah karena bekerja berdasarkan prinsip gaya hambat (*drag*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja turbin angin Savonius biomimetik bermotif bunga Tulip (*Tulipa*) dengan dua variasi permukaan sudu, yaitu sudu polos dan sudu dengan alur kekasaran horizontal pada permukaan cekung. Turbin dirancang menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD), diproduksi menggunakan teknologi 3D printing berbahan PETG, kemudian diuji pada kondisi aliran terkontrol menggunakan *wind tunnel* serta pada kondisi angin alami di Pantai Padang. Evaluasi kinerja dilakukan melalui pengukuran kecepatan angin, putaran rotor (RPM), tegangan, arus, daya turbin, dan efisiensi. Hasil pengujian *wind tunnel* menunjukkan bahwa turbin dengan alur kekasaran horizontal secara konsisten menghasilkan daya mekanik dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan turbin dengan permukaan sudu polos. Pada kondisi pengujian tertinggi, turbin dengan alur kekasaran horizontal menghasilkan daya mekanik sebesar 10,117 W dan efisiensi maksimum 8,85%, sedangkan turbin polos menghasilkan daya mekanik sebesar 6,475 W dengan efisiensi maksimum 5,80%. Hasil pengujian lapangan juga menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan angin diikuti oleh peningkatan putaran rotor, tegangan, arus, daya turbin, dan efisiensi, meskipun terjadi fluktuasi akibat perubahan kondisi angin alami. Secara keseluruhan, penambahan alur kekasaran horizontal mampu meningkatkan karakteristik aerodinamika pada permukaan cekung sudu sehingga menghasilkan gaya hambat yang lebih besar, meningkatkan daya keluaran, serta memperbaiki efisiensi turbin. Dengan demikian, modifikasi permukaan sudu ini berpotensi menjadi alternatif dalam pengembangan turbin angin Savonius skala kecil untuk daerah dengan kecepatan angin rendah hingga sedang.

**Kata kunci:** Turbin angin Savonius, sudu bermotif bunga Tulip, alur kekasaran horizontal, daya mekanik, efisiensi, energi terbarukan.

