

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH VARIASI JUMLAH *BLADE*
TERHADAP PERFORMA *ARCHIMEDES SCREW*
*TURBINE***

Oleh:

AL HADID HUNafa

NIM. 2210911007



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2026

ABSTRACT

The limitations of fossil fuels and the increasing demand for renewable energy have encouraged the development of efficient small-scale power generation systems, particularly for low-head conditions. One suitable technology for this condition is the Archimedes screw turbine (AST), as it can operate under low head and low flow rate conditions, has a simple construction, and is relatively environmentally friendly. This study aims to analyze the effect of blade number variation on the torque, power, turbine efficiency, and power increase of an AST at a turbine inclination angle of 22° . The turbine geometry models were developed using Autodesk Inventor 2025 with blade number variations of 1, 2, 3, 4, 5, and 6, while the other geometric parameters were kept constant. The simulations were conducted using ANSYS Fluent 2021R2 based on Computational Fluid Dynamics (CFD) with the Multiple Reference Frame (MRF) approach, the $k-\omega$ SST turbulence model, steady state conditions, an inlet mass flow rate of 1.2 kg/s, and a rotor angular velocity of 106 rpm or 11.10 rad/s. The simulation results show that increasing the number of blades gradually improves the turbine torque, power, and efficiency up to the 6-blade configuration. The torque increased from 0.135051 Nm for the 1-blade configuration to 0.142655 Nm for the 6-blade configuration, while the power increased from 1.499 W to 1.584 W. The turbine efficiency also increased from 50.94% for the 1-blade configuration to 53.81% for the 6-blade configuration. However, the performance increase from the 5-blade to the 6-blade configuration was relatively small, with only a 0.48% increase in power. This indicates that the addition of blades begins to approach an optimum condition. Therefore, the 6-blade configuration is the best configuration within the tested variation range, although further optimization is still required to determine the most effective blade number before flow resistance, wake formation, and local turbulence become more dominant. The results of this study can serve as an initial reference for developing small- to medium-scale AST designs for low-head hydropower utilization.

Keywords: Archimedes screw turbine, blade number, torque, power, turbine efficiency, CFD, Multiple Reference Frame.

ABSTRAK

Keterbatasan bahan bakar fosil dan meningkatnya kebutuhan energi terbarukan mendorong pengembangan pembangkit listrik skala kecil yang efisien, khususnya pada kondisi *head* rendah. Salah satu teknologi yang sesuai untuk kondisi tersebut adalah *Archimedes screw turbine* (AST), karena mampu beroperasi pada *head* dan debit rendah, memiliki konstruksi sederhana, serta relatif ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah *blade* terhadap torsi, daya, efisiensi turbin, dan kenaikan daya AST pada kondisi sudut peletakan turbin 22° . Model geometri turbin dibuat menggunakan Autodesk Inventor 2025 dengan variasi jumlah *blade* 1, 2, 3, 4, 5, dan 6, sedangkan parameter geometri lainnya dijaga konstan. Simulasi dilakukan menggunakan ANSYS Fluent 2021R2 dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) melalui pendekatan *Multiple Reference Frame* (MRF), model turbulensi $k-\omega$ SST, kondisi *steady state*, laju aliran massa *inlet* 1,2 kg/s, serta kecepatan sudut rotor 106 rpm atau 11,10 rad/s.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan jumlah *blade* meningkatkan torsi, daya, dan efisiensi turbin secara bertahap hingga konfigurasi 6 *blade*. Torsi meningkat dari 0,135051 Nm pada konfigurasi 1 *blade* menjadi 0,142655 Nm pada konfigurasi 6 *blade*, sedangkan daya meningkat dari 1,499 W menjadi 1,584 W. Efisiensi turbin juga meningkat dari 50,94% pada konfigurasi 1 *blade* menjadi 53,81% pada konfigurasi 6 *blade*. Namun, kenaikan performa dari konfigurasi 5 *blade* ke 6 *blade* relatif kecil, yaitu hanya sebesar 0,48% pada daya, sehingga menunjukkan bahwa penambahan *blade* mulai mendekati kondisi optimum. Dengan demikian, konfigurasi 6 *blade* merupakan konfigurasi terbaik dalam rentang variasi yang diuji, meskipun optimasi lebih lanjut tetap diperlukan untuk mengetahui batas jumlah *blade* yang paling efektif sebelum hambatan aliran, *wake*, dan turbulensi lokal menjadi lebih dominan. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan awal dalam pengembangan desain AST skala kecil hingga menengah untuk pemanfaatan energi air di *head* rendah.

Kata kunci: *Archimedes screw turbine*, jumlah *blade*, torsi, daya, efisiensi turbin, CFD, MRF.