UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Numerik Performa Aerodinamika Turbin Impuls Pada Sistem Oscillating Water Column (OWC)
dengan Variasi Sudut Bilah Guide Vane Menggunakan CFD**
Faraji Ghassan Haqqi, Ir. Muhammad Agung Bramantya, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pemanfaatan energi gelombang laut melalui sistem *Oscillating Water Column* (OWC) memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia. Salah satu komponen utama pada sistem OWC adalah turbin impuls yang berfungsi mengonversi energi pneumatik menjadi energi mekanik. Performa turbin impuls sangat dipengaruhi oleh geometri *guide vane* karena berperan dalam mengarahkan aliran udara menuju rotor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut bilah *guide vane* terhadap karakteristik aliran dan performa turbin impuls pada sistem OWC, serta menentukan konfigurasi sudut yang paling optimal.

Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi numerik tiga dimensi *steady-state* berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent dengan model turbulensi k-ω SST. Variasi sudut *guide vane* yang dianalisis meliputi 35°, 40°, dan 45°. Simulasi dilakukan pada berbagai variasi tekanan *inlet* untuk mengevaluasi parameter performa turbin berupa *Torque coefficient* (CT), *Input coefficient* (CA), efisiensi turbin (η), distribusi tekanan, distribusi kecepatan, dan *Turbulent Kinetic Energy* (TKE).

Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi sudut *guide vane* memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap karakteristik aliran. Konfigurasi sudut 35° terbukti mendominasi seluruh parameter unjuk kerja sistem. Meskipun penyempitan celah laluan membatasi kuantitas debit aliran secara volumetrik, profil kelengkungan sudu di ujung *guide vane* sudut 35° mengondisikan fluida untuk terdefleksi dengan baik sehingga menghasilkan aliran dengan komponen kecepatan tangensial yang jauh lebih dominan. Dominasi kecepatan tangensial ini menjadi penyebab utama tingginya performa mekanik turbin impuls sehingga menghasilkan nilai CT dan CA tertinggi. Secara bersamaan, variasi 35° juga mencatatkan efisiensi aerodinamis (η) tertinggi karena kesesuaian sudut serangnya mampu menjaga aliran meluncur mulus (*streamlined*), mencegah terjadinya pemisahan aliran (*flow separation*), dan menekan disipasi energi turbulensi secara drastis. Sebaliknya, pelebaran sudut bukaan menjadi 40° dan 45° justru memicu hambatan aerodinamis berupa *wake* dan tegangan geser yang mendegradasi daya maupun efisiensi ke titik terendah. Oleh karena itu, konfigurasi sudut 35° ditetapkan sebagai rancangan desain yang paling optimal untuk memaksimalkan ekstraksi konversi energi pada sistem turbin OWC.

Kata Kunci: *Oscillating Water Column* (OWC), turbin impuls, *guide vane*, aerodinamika, *Computational Fluid Dynamics* (CFD).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Numerik Performa Aerodinamika Turbin Impuls Pada Sistem Oscillating Water Column (OWC)
dengan Variasi Sudut Bilah Guide Vane Menggunakan CFD**
Faraji Ghassan Haqqi, Ir. Muhammad Agung Bramantya, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The utilization of ocean wave energy through the Oscillating Water Column (OWC) system has significant potential as a renewable energy source in Indonesia. One of the main components in the OWC system is the guide vane, which functions to convert pneumatic energy into mechanical energy. The performance of the guide vane is strongly influenced by the guide vane geometry because it plays an important role in directing the airflow toward the rotor. Therefore, this study aims to analyze the effect of guide vane blade angle variations on the flow characteristics and performance of an guide vane in an OWC system, as well as to determine the most optimal angle configuration.

The research method employed was a three-dimensional steady-state numerical simulation based on Computational Fluid Dynamics (CFD) using ANSYS Fluent software with the k-ω SST turbulence model. The guide vane angle variations analyzed were 35°, 40°, and 45°. Simulations were conducted under several inlet pressure variations to evaluate turbine performance parameters, including Torque coefficient (CT), Input coefficient (CA), turbine efficiency (η), pressure distribution, velocity distribution, and Turbulent Kinetic Energy (TKE).

The simulation results show that variations in the guide vane angle have a very significant effect on flow characteristics. The 35° angle configuration was found to dominate all system performance parameters. Although the narrowing of the flow passage limits the volumetric flow rate, the curved profile of the vane tip at the 35° angle conditions the fluid to deflect sharply, resulting in a flow with a much more dominant tangential velocity component. This dominance of tangential velocity is the primary contributor to the high mechanical performance of the guide vane, resulting in the highest CT and CA values. Concurrently, the 35° variation also achieves the highest aerodynamic efficiency (η) because the suitability of its angle of attack maintains a smooth, streamlined flow, prevents flow separation, and drastically reduces the dissipation of turbulent energy. Conversely, widening the opening angle to 40° and 45° actually triggers massive aerodynamic drag in the form of wake and shear stress, degrading both power and efficiency to their lowest points. Therefore, the 35° angle configuration is established as the most optimal design to maximize energy conversion extraction in the OWC turbine system.

Keywords: Oscillating Water Column (OWC), guide vane, aerodynamics, Computational Fluid Dynamics (CFD).