

Thickness to Chord Ratio Sudu Airfoil terhadap Unjuk Kerja Turbin Air Propeller Open Flume Skala Piko = Influence of Airfoil Thickness-to-Chord Ratio on the Performance of a Pico-Scale Open Flume Propeller Water Turbines

Christian Romulus Hatigoran, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920571390&lokasi=lokal>

Abstrak

Polusi udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan di Indonesia, terutama akibat emisi dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batu bara. Emisi karbon dioksida (CO₂) dari sektor kelistrikan menyumbang sekitar 44% dari total emisi nasional, menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan ini, transisi ke energi terbarukan menjadi solusi utama, dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sebagai salah satu alternatif yang menjanjikan. Teknologi turbin propeller open flume menjadi opsi yang menarik untuk pemanfaatan energi hidro pada skala kecil, terutama di daerah terpencil dengan sumber air yang tersedia. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi rasio ketebalan terhadap chord (T/C) terhadap performa turbin propeller open flume menggunakan profil airfoil NACA seri 44xx. Pendekatan yang digunakan mencakup analisis numerik berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD) di ANSYS Fluent dengan metode mesh motion, serta analisis analitik yang menghitung parameter torsi, daya, dan efisiensi berdasarkan data geometri dan aliran. Fokus utama penelitian adalah membandingkan performa tiga konfigurasi T/C, yaitu 0.11, 0.12, dan 0.13. Studi ini mengevaluasi pengaruh variasi rasio ketebalan terhadap chord (T/C) pada performa turbin propeller tipe open flume skala piko menggunakan airfoil NACA seri 44XX. Tiga konfigurasi T/C (0.11, 0.12, dan 0.13) dianalisis melalui pendekatan numerik menggunakan simulasi CFD berbasis mesh motion di ANSYS Fluent dan pendekatan analitik terhadap parameter torsi, daya, dan efisiensi. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi T/C 0.13 secara konsisten memberikan performa terbaik, dengan daya maksimum 122,48 W dan efisiensi tertinggi 15,39% pada 850 RPM. Distribusi tekanan dan kecepatan menunjukkan aliran yang paling stabil dan minim separasi pada konfigurasi ini. Sebaliknya, T/C 0.12 mengalami ketidakstabilan signifikan pada RPM tinggi, sementara T/C 0.11 menunjukkan kestabilan relatif meskipun performanya lebih rendah. Visualisasi kontur streamline dalam draft tube mendukung temuan ini, di mana T/C 0.13 menghasilkan aliran paling terarah dan efisien. Studi ini menegaskan pentingnya desain geometri bilah yang optimal dalam meningkatkan efisiensi dan kestabilan turbin air skala kecil.

.....Air pollution is one of the significant environmental issues in Indonesia, primarily caused by emissions from coal-fired Steam Power Plants (PLTU). Carbon dioxide (CO₂) emissions from the electricity sector contribute approximately 44% of the total national emissions, leading to negative impacts on health and the environment. To address this issue, transitioning to renewable energy is a key solution, with Hydropower Plants (PLTA) being one of the most promising alternatives. The open flume propeller turbine technology offers an attractive option for small-scale hydropower utilization, especially in remote areas with available water resources. This study aims to evaluate the effect of varying the thickness-to-chord ratio (T/C) on the performance of an open flume propeller turbine using the NACA 44-series airfoil profile. The methodology includes numerical analysis based on Computational Fluid Dynamics (CFD) using the mesh motion

approach in ANSYS Fluent, as well as analytical calculations to determine torque, power, and efficiency based on geometric and flow data. The primary focus is to compare the performance of three T/C configurations: 0.11, 0.12, and 0.13. This study evaluates the effect of varying thickness-to-chord (T/C) ratios on the performance of a pico-scale open flume propeller turbine using NACA 44XX series airfoils. Three T/C configurations (0.11, 0.12, and 0.13) were analyzed through numerical approaches using CFD simulations with mesh motion in ANSYS Fluent, as well as analytical methods focusing on torque, power output, and efficiency. Results indicate that the T/C 0.13 configuration consistently delivers the best performance, achieving a maximum power output of 122.48 W and the highest efficiency of 15.39% at 850 RPM. Pressure and velocity distributions revealed the most stable and separation-free flow in this configuration. In contrast, the T/C 0.12 configuration exhibited significant instability at high RPM, while T/C 0.11 showed relatively stable performance despite lower output. Streamline contour visualization within the draft tube further supports these findings, showing that T/C 0.13 produces the most directed and efficient flow. This study highlights the importance of optimal blade geometry design in enhancing the efficiency and flow stability of small-scale water turbines.