

ANALISIS PENAMBAHAN *PRE-SWIRL DUCT* PADA LAMBUNG KAPAL UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PROPULSI BERBASIS SIMULASI CFD

Muhammad Naufal Zaki

ABSTRAK

Peningkatan efisiensi sistem propulsi kapal merupakan salah satu upaya penting dalam mendukung target pengurangan emisi gas rumah kaca di sektor maritim. Salah satu teknologi yang digunakan adalah energy saving device (ESD), khususnya pre-swirl duct (PSD), yang berfungsi mengarahkan aliran fluida agar lebih optimal sebelum mencapai propeller. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan pre-swirl duct terhadap performa propulsi kapal KCS, baik dari sisi thrust, torque, maupun efisiensi propeller. Metode yang digunakan adalah simulasi numerik berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan perangkat lunak SimScale. Model kapal yang disimulasikan terdiri dari variasi: bare hull, pre-swirl stator (PSS), serta kombinasi PSS dengan PSD berdiameter 0,55D, 0,7D, dan 1D. Setiap konfigurasi diuji pada empat kecepatan aliran yang berbeda, dan hasilnya divalidasi dengan data literatur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan PSD berdampak signifikan terhadap peningkatan kinerja propulsi, khususnya pada model PSD 1D yang mencatat peningkatan efisiensi hingga 27% pada kecepatan 2,196 m/s. Kontur kecepatan juga menunjukkan aliran yang lebih merata dan terkendali di belakang propeller, yang dapat mengurangi getaran dan memperpanjang umur sistem. Temuan ini mendukung penggunaan PSD sebagai solusi praktis untuk meningkatkan efisiensi energi kapal tanpa modifikasi besar pada desain utama. Sementara itu, JBC menunjukkan peningkatan thrust yang lebih moderat (21%) dengan kenaikan torsi yang rendah (12%), mencerminkan stabilitas hidrodinamik yang lebih baik. Perbandingan ini menegaskan bahwa desain lambung dan konfigurasi wake masing-masing kapal sangat memengaruhi respons terhadap penambahan ESD. Kajian ini juga menambahkan analisis konsumsi bahan bakar untuk mendukung efisiensi operasional kapal secara menyeluruh.

Kata kunci : *Pre-Swirl Duct*, Propulsi Kapal; Simulasi CFD; Efisiensi Energi; SimScale

ANALYSIS OF PRE-SWIRL DUCT IMPLEMENTATION ON SHIP HULL TO IMPROVE PROPULSION EFFICIENCY BASED ON CFD SIMULATION

Muhammad Naufal Zaki

ABSTRACT

Improving the efficiency of ship propulsion systems is a key effort in supporting greenhouse gas reduction targets in the maritime sector. One of the technologies utilized is the energy saving device (ESD), specifically the pre-swirl duct (PSD), which functions to optimize fluid flow before it reaches the propeller. This study aims to analyze the effect of adding a pre-swirl duct on the propulsion performance of the KCS ship, focusing on thrust, torque, and propeller efficiency. The research method involves numerical simulation using Computational Fluid Dynamics (CFD) through the SimScale platform. The ship model was tested in several configurations: bare hull, pre-swirl stator (PSS), and a combination of PSS with PSDs of 0.55D, 0.7D, and 1D diameters. Each configuration was simulated under four different flow velocities, and the results were validated against existing literature data. Simulation results show that the addition of a PSD significantly enhances propulsion performance, with the 1D PSD model achieving up to a 27% efficiency improvement at a flow velocity of 2.196 m/s. Velocity contours also reveal more uniform and controlled flow behind the propeller, which can reduce vibrations and extend the lifespan of the propulsion system. These findings support the application of PSD as a practical solution for improving ship energy efficiency without major modifications to the main hull design. In contrast, the JBC exhibited a more moderate thrust improvement (21%) and a lower torque increase (12%), indicating better hydrodynamic stability. This comparison confirms that hull form and wake characteristics significantly affect the response to ESDs. Additionally, fuel consumption analysis was conducted to support the assessment of operational efficiency.

Keywords: *Pre-Swirl Duct, ship Propulsion, CFD Simulation, Energy Efficiency, SimScale*