

OPTIMALISASI GEOMETRI STEPPED PLANING HULL BERBASIS CFD UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI HIDRODINAMIKA

Rifki Andrian

ABSTRAK

Kapal cepat berkecepatan tinggi memerlukan desain lambung yang efisien untuk meminimalkan hambatan hidrodinamika. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi sudut step (45° , 90° , dan 135°) dan kecepatan (1,63-9,78 m/s) terhadap hambatan total stepped planing hull menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan pendekatan URANS dan model turbulensi SST k- ω . Model kapal mengacu pada (De Marco et al., 2017) dengan panjang 0,91 m. Hasil simulasi menunjukkan hambatan total meningkat nonlinier seiring kecepatan. Konfigurasi sudut step 135° terbukti paling efektif mereduksi hambatan, dengan penurunan maksimum 10,8% pada kecepatan 5,69 m/s dibandingkan lambung original. Sudut 135° menciptakan transisi aliran lebih halus, menekan separasi dan pembentukan vorteks, serta membatasi zona tekanan rendah di buritan. Sebaliknya, sudut 90° menghasilkan hambatan tertinggi akibat perubahan arah aliran mendadak yang memicu separasi masif. Sudut 45° memberikan hasil sebanding dengan lambung original. Penelitian ini memberikan kontribusi orisinal sebagai kajian sistematis pertama mengenai pengaruh variasi sudut kemiringan step terhadap kinerja hidrodinamika stepped planing hull berbasis CFD.

Kata kunci: stepped planing hull, CFD, hambatan hidrodinamika, variasi sudut step, SST k- ω

GEOMETRY OPTIMIZATION OF STEPPED PLANING HULL BASED ON CFD FOR ENHANCED HYDRODYNAMIC EFFICIENCY

Rifki Andrian

ABSTRACT

High-speed vessels require efficient hull designs to minimize hydrodynamic resistance. This study analyzes the effect of step angle variations (45°, 90°, and 135°) and speeds (1.63–9.78 m/s) on the total resistance of a stepped planing hull using Computational Fluid Dynamics (CFD) with the URANS approach and the SST $k-\omega$ turbulence model. The hull model refers to (De Marco et al., 2017) with a length of 0.91 m. Simulation results show that total resistance increases nonlinearly with speed. The 135° step angle configuration proved most effective in reducing resistance, achieving a maximum reduction of 10.8% at 5.69 m/s compared to the original hull. The 135° angle creates a smoother flow transition, suppresses separation and vortex formation, and limits the low-pressure zone at the stern. Conversely, the 90° configuration produced the highest resistance due to abrupt flow direction changes triggering massive separation. The 45° configuration yielded results comparable to the original hull. This research provides an original contribution as the first systematic CFD-based study examining the effect of step inclination angle variation on the hydrodynamic performance of a stepped planing hull.

Keywords: *stepped planing hull, CFD, hydrodynamic resistance, step angle variation, SST $k-\omega$*