

ABSTRAK

Hambatan gesek merupakan salah satu komponen utama dalam total hambatan kapal yang berdampak signifikan terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas rumah kaca. Salah satu solusi potensial dalam mengurangi hambatan ini adalah dengan memanfaatkan metode *air lubrication* melalui injeksi udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh injeksi udara terhadap penurunan gaya gesek pada permukaan kasar menggunakan pendekatan numerik *Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Simulasi dilakukan dengan metode *Unsteady Reynolds-Averaged Navier-Stokes (URANS)* dan pemodelan kekasaran secara geometrik (*geometrically resolved*) tanpa pendekatan *wall function*. Variasi dilakukan terhadap kecepatan aliran dan debit injeksi udara. Hasil simulasi menunjukkan bahwa injeksi udara efektif menurunkan nilai *wall shear stress*, *coefficient of friction* (C_F), dan *drag*, terutama pada bilangan Reynolds rendah. Namun, pada bilangan Reynolds tinggi, efektivitas injeksi menurun akibat distribusi udara yang tidak merata serta kesulitan fase udara untuk bertahan di permukaan kasar akibat peningkatan turbulensi. Secara umum, injeksi udara terbukti menjadi solusi potensial dalam pengurangan hambatan gesek, dengan efektivitas yang bergantung pada parameter aliran dan karakteristik permukaan.

Kata Kunci : permukaan kasar, injeksi udara, hambatan gesek, *wall shear stress*, *drag reduction*