

Studi Simulasi *Air Bubble* Terhadap Perbedaan Hambatan Gesek Pada *Non-Zero Pressure Gradient* Menggunakan Rans CFD

Oleh : Egie Duanta Sembiring
Departemen : 21090121140075
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Luqman Hakim, S.T.
2. Ahmad Firdhaus, S.T., M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh injeksi *air bubble* terhadap perbedaan hambatan gesek pada aliran dengan kondisi *Non-zero Pressure Gradient* menggunakan pendekatan numerik *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis persamaan Reynolds-Averaged Navier–Stokes (RANS). Kondisi *Non-zero Pressure Gradient* direpresentasikan melalui model pelat lengkung dengan variasi kelengkungan sebesar 5%, 10%, dan 15% dari panjang pelat, sedangkan kondisi pembanding menggunakan pelat datar. Model turbulensi Realizable $k-\epsilon$ dan pendekatan multifase *Volume of Fluid* (VOF) digunakan untuk memodelkan interaksi antara udara dan air pada bilangan Reynolds $5,71 \times 10^5$. Hasil verifikasi dan validasi menunjukkan bahwa konfigurasi mesh halus memiliki ketidakpastian numerik di bawah 5% dan menghasilkan deviasi sebesar 2,44% terhadap persamaan empiris ITTC (1957), sehingga dinilai akurat. Hasil simulasi menunjukkan bahwa injeksi *air bubble* secara signifikan menurunkan koefisien gesekan pada pelat datar dengan nilai C_F 0,00129 pada C_v 0,2 dan 0,00022 pada C_v 0,55. Namun, peningkatan kelengkungan pelat menyebabkan penurunan efektivitas reduksi hambatan akibat terjadinya gradien tekanan positif dan ketidakstabilan lapisan gelembung. Pada kelengkungan 15%, lapisan udara cenderung terlepas dari permukaan sehingga menyebabkan peningkatan gaya gesek. Secara keseluruhan, teknik injeksi gelembung udara efektif digunakan pada kondisi gradien tekanan rendah, sementara pada gradien tekanan tinggi diperlukan optimasi bentuk permukaan dan distribusi tekanan agar efisiensi pengurangan hambatan tetap terjaga.

Kata Kunci : *Air bubble*, Hambatan gesek, *Non-Zero Pressure Gradient*, *Computational Fluid Dynamics* (CFD)