

Studi Simulasi Pengaruh Kekasaran Permukaan Tangki Prismatik Terhadap Fenomena *Sloshing* dengan *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

Oleh : Muhammad Farhan Syahdaffa

NIM : 21090122130070

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Luqman Hakim, S.T.
2. Ahmad Firdaus, S.T., M.T.

ABSTRAK

Perubahan kekasaran permukaan dinding tangki akibat korosi dan degradasi lapisan pelindung berpotensi memengaruhi respons hidrodinamik *sloshing*, namun pengaruhnya pada tangki prismatic belum banyak dievaluasi secara kuantitatif. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kekasaran permukaan dan *filling ratio* terhadap respons hidrodinamik lokal (tekanan, tegangan geser, energi kinetik) dan global (gaya, momen) akibat fenomena *sloshing* pada tangki prismatic skala 1:125 dengan osilasi *roll*. Simulasi numerik dilakukan menggunakan metode VOF dengan model turbulensi $k-\omega$ SST pada Ansys Fluent, dikombinasikan dengan model kekasaran *modified wall function* Cebeci-Bradshaw dan Schultz-Flack. Empat nilai kekasaran ($k_s = 0, 85, 1000, \text{ dan } 10000 \mu\text{m}$) merepresentasikan kondisi permukaan halus, degradasi epoxy, kerak berkapuran ringan, dan kerak berkapur berat, disimulasikan pada *filling ratio* 25% dan 50% dengan frekuensi eksitasi *near-resonance*. Model diverifikasi melalui studi independensi grid berbasis GCI dan divalidasi terhadap data eksperimen Trimulyono *et al.* Hasil simulasi menunjukkan model tervalidasi dengan error 8,80% pada *filling ratio* 25% dan 10,08% pada *filling ratio* 50% serta GCI 3,013%. *filling ratio* 25%, kekasaran meningkatkan tegangan geser hingga 321,01% dan energi kinetik turbulen hingga 158,37%, sementara tekanan lokal menurun hingga 53,97%. Gaya lateral global naik hingga 14,66% dan momen global meningkat hingga 12,88%. Pada *filling ratio* 50%, dominasi inersia fluida mereduksi pengaruh kekasaran terhadap tekanan, namun tegangan geser tetap meningkat hingga 365,18%. Kondisi $k_s = 10000 \mu\text{m}$ pada *filling ratio* 25% teridentifikasi sebagai skenario paling kritis, menegaskan bahwa pengelolaan kekasaran permukaan internal tangki merupakan faktor penting keamanan struktural kapal LNG.

Kata Kunci : *Sloshing*, Tangki Prismatic, *Rolling*, Kekasaran Permukaan, *Modified Wall Function* *Computational Fluid Dynamics*