

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis numerik pengaruh bilge keel terhadap gerak roll kapal ikan menggunakan ANSYS AQWA, dengan data diolah melalui tiga metode ekstraksi koefisien redaman (Logarithmic Decrement, Extinction Curve, dan Nonlinear Time-Domain Curve Fitting) pada 68 skenario simulasi roll decay test, disimpulkan dua hal sebagai berikut, sesuai dengan rumusan masalah penelitian:

- A. Pengaruh variasi lebar dan posisi vertikal bilge keel terhadap karakteristik redaman roll. Konfigurasi bilge keel lebar 0,40 m yang dipasang pada posisi 2,0 m dari baseline terbukti paling efektif mereduksi gerak roll, dengan damping ratio (ζ) mencapai 5,17% — meningkat dari 3,80% pada kondisi tanpa bilge keel (NOBK). Posisi vertikal pemasangan terbukti jauh lebih menentukan efektivitas bilge keel dibandingkan lebarnya: pada posisi rendah (0,5 m), seluruh variasi lebar hanya menghasilkan ζ 4,00%–4,04% (hampir setara NOBK), sedangkan pada posisi tinggi (2,0 m), ζ meningkat signifikan menjadi 5,03%–5,17%. Hal ini disebabkan oleh efek lengan momen terhadap sumbu roll, di mana redaman viscous meningkat sebanding kuadrat kecepatan lokal aliran air di sekitar bilge keel. Bilge keel meningkatkan redaman terutama melalui komponen kuadratik (B2 naik drastis dari mendekati nol menjadi 1.154.286 N·m/(rad/s)²), bukan komponen linear (B1 hanya naik ~35%), konsisten dengan teori Ikeda.
- B. Konsistensi dan akurasi tiga metode ekstraksi koefisien redaman. Berdasarkan validasi terhadap data sintetis, Metode Extinction Curve menunjukkan galat estimasi terkecil (0,8% untuk B1; 3,1% untuk B2) sehingga ditetapkan sebagai metode acuan utama, dibandingkan Metode Logarithmic Decrement (galat 48,2%) dan Metode Nonlinear Time-Domain Curve Fitting (galat 17,0%/15,4%). Ketiga metode tetap sepakat pada tren kualitatif yang sama, namun menunjukkan ketidakstabilan pada sudut roll besar (20°) akibat nilai B2 kondisi NOBK yang mendekati nol secara statistik ($R^2 = 0,032$); oleh karena itu, interpretasi hasil pada penelitian ini diutamakan pada sudut operasional kecil–menengah (5°–10°) yang menunjukkan konsistensi jauh lebih baik antar ketiga metode.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan penelitian, diajukan dua saran utama untuk pengembangan lebih lanjut:

- A. Validasi eksperimental dan/atau numerik lanjutan. Hasil penelitian ini bersifat numerik, dengan kontribusi bilge keel dihitung melalui pendekatan semi-empiris ITTC 7.5-02-07-04.5/Ikeda yang tertanam internal di ANSYS AQWA. Penelitian lanjutan disarankan melakukan validasi melalui simulasi CFD (misalnya metode Volume of Fluid) yang memodelkan bilge keel secara geometris penuh, dan/atau uji model fisik (free running model test), minimal untuk konfigurasi BK 0,40 m pada posisi 0,5 m dan 2,0 m, sekaligus untuk mengonfirmasi dugaan efek broaching pada posisi tinggi yang belum tertangkap pendekatan numerik ini.

- B. Perluasan parameter dan penyempurnaan akurasi. Karena tidak ditemukan titik jenuh pada rentang lebar maupun posisi yang diuji, penelitian lanjutan disarankan menguji rentang yang lebih luas serta mengevaluasi pengaruh penambahan bilge keel terhadap hambatan kapal (added resistance). Selain itu, disarankan memperoleh nilai added mass moment of inertia (A44) aktual dari AQWA (yang pada penelitian ini diasumsikan nol) untuk meningkatkan akurasi nilai absolut koefisien redaman, mengingat asumsi tersebut tidak memengaruhi tren maupun kesimpulan konfigurasi optimal, namun memengaruhi nilai absolutnya.