

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ketiga metode pengukuran *Velocity* kapal model - stopwatch, *Video Tracker* Analysis, dan sensor IMU WitMotion - berhasil dirancang dan dibandingkan melalui skema validasi silang. *Video Tracker* terbukti sebagai metode paling valid dan andal karena mengukur jarak-waktu secara langsung tanpa proses integrasi bertingkat, dengan ketidakpastian Tipe A rata-rata terendah (0,2014 m/s) dibanding IMU (0,2398 m/s) dan Stopwatch (0,2279 m/s). Sensor IMU menunjukkan deviasi yang relatif kecil (di bawah 21%) pada kondisi kecepatan tinggi hingga menengah, namun meningkat tajam hingga +104,55% pada kondisi beban penuh akibat akumulasi galat drift saat proses integrasi berlangsung dalam durasi yang lebih panjang. Stopwatch menunjukkan deviasi rata-rata 18,95%, dengan pola serupa yang membesar pada kecepatan rendah, sebagai konsekuensi perbedaan konsep antara kecepatan rata-rata sepanjang lintasan dan kecepatan sesaat yang diukur Video Tracker.
2. Variasi pembebanan (load) terbukti berpengaruh signifikan terhadap *Velocity* kapal model: penambahan beban dari kondisi lightship menuju beban penuh 5 kg menurunkan kecepatan hingga 85,2% pada 19000 RPM dan 79,6% pada 23000 RPM.
3. Variasi RPM terbukti berpengaruh terhadap *Velocity* kapal model secara bergantung pada kondisi pembebanan: pengaruhnya marginal pada kondisi lightship (2,8%) dan beban 3,5 kg (0,6%), namun signifikan pada beban penuh (41,8%). Temuan ini mengindikasikan bahwa peran RPM menjadi lebih krusial ketika kapal berada pada rezim resistansi tinggi (displacement/pra-hump) dibanding saat kapal sudah berada pada rezim planing.

4. Secara keseluruhan, kombinasi Video Tracker sebagai metode acuan dengan IMU dan Stopwatch sebagai instrumen pembanding terbukti mampu menghasilkan data kinematika kapal model yang valid dan dapat diandalkan sebagai alternatif ekonomis terhadap instrumentasi Free Running Model Test konvensional yang berbiaya jauh lebih mahal, dengan catatan IMU dan Stopwatch masih memerlukan koreksi tambahan pada kondisi kecepatan rendah dan beban penuh sebelum dapat digunakan sebagai instrumen tunggal yang independen.

5.2 Saran

1. Menyetarakan jumlah pengulangan pengujian sensor IMU dengan Video Tracker dan Stopwatch (masing-masing 6 kali pengulangan) untuk memperkuat validitas statistik, khususnya pada kondisi beban penuh yang menunjukkan deviasi terbesar.
2. Menerapkan algoritma koreksi *drift* tambahan (misalnya *complementary filter* atau *Kalman filter*) pada pemrosesan sinyal IMU, khususnya untuk kondisi kecepatan rendah dengan durasi integrasi panjang.
3. Menerapkan teknik penghalusan sinyal (*smoothing*, misalnya *Savitzky-Golay filter*) pada data percepatan hasil turunan numerik *Video Tracker*, mengingat turunan ganda posisi rentan terhadap derau numerik.
4. Melakukan validasi tambahan menggunakan instrumen GPS presisi tinggi sebagai pembanding independen, guna memperkuat penetapan *Video Tracker* sebagai metode acuan.
5. Menguji skema pengukuran ini pada variasi kecepatan, ukuran model, dan tipe lambung yang lebih luas untuk menguji generalisasi hasil penelitian ini.