

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki luas wilayah perairan yang mencapai 6,4 juta km² dengan potensi sumber daya perikanan yang sangat melimpah. Sektor perikanan tangkap menjadi salah satu pilar utama dalam menjaga ketahanan pangan nasional dan penggerak ekonomi masyarakat pesisir (Kapal Ikan 2020, n.d.). Namun, efisiensi operasional kapal nelayan di Indonesia masih menghadapi tantangan besar, terutama terkait dengan tingginya biaya operasional yang didominasi oleh konsumsi bahan bakar. Biaya bahan bakar minyak (BBM) tercatat mencapai 60% hingga 70% dari total biaya operasional satu kali trip penangkapan ikan. Kondisi ini menuntut adanya inovasi dalam desain kapal yang mampu mengurangi hambatan total guna menekan konsumsi energi (Alief Hermadi 2024)

Hambatan total kapal (Total Resistance) merupakan faktor kunci yang menentukan besarnya daya mesin yang dibutuhkan. Semakin besar hambatan yang dialami kapal saat membelah air, semakin besar pula daya mesin yang harus dikeluarkan, yang berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar (Laamena, 2021). Dalam operasionalnya, kapal nelayan seringkali harus menempuh jarak yang jauh menuju fishing ground dan harus menghadapi kondisi cuaca serta gelombang laut yang tidak menentu. Haluan kapal konvensional seringkali mengalami fenomena slamming (benturan haluan dengan gelombang) dan pitching yang berlebihan, yang tidak hanya meningkatkan hambatan tetapi juga membahayakan keselamatan awak kapal serta merusak kualitas tangkapan (Tentang et al., n.d.).

Perkembangan teknologi hidrodinamika kapal telah melahirkan berbagai inovasi desain haluan untuk meminimalkan hambatan gelombang (wave resistance). Salah satu inovasi paling revolusioner adalah desain Ulstein X-Bow (MOH AL FADLIL WAFI 2022, n.d.). Berbeda dengan haluan tradisional yang memiliki flare (pelebaran bagian atas), X-Bow memiliki bentuk yang lebih tajam dan melengkung ke belakang di bagian atasnya. Desain wave piercing ini memungkinkan kapal untuk memotong gelombang alih-alih menaikinya, sehingga secara signifikan mengurangi getaran, meningkatkan stabilitas seakeeping, dan yang paling utama, mereduksi hambatan total pada kondisi laut yang kasar (rough seas) (Nanda Perkasa et al., 2022). Meskipun awalnya banyak digunakan pada kapal Offshore Supply Vessel (OSV), potensi penggunaan X-Bow pada kapal nelayan mulai dilirik untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan operasional di zona laut dalam.

Di sisi lain, penggunaan Bulbous Bow telah lama menjadi standar dalam optimasi kapal untuk mengurangi hambatan gelombang. Salah satu pengembangan dari bulbous bow adalah Tipe Nabla. Bentuk Nabla yang menyerupai huruf delta terbalik dirancang untuk menciptakan sistem gelombang yang akan menginterferensi gelombang utama yang dihasilkan oleh lambung kapal secara destruktif. Pada kecepatan operasional tertentu, tipe ini terbukti sangat efektif dalam menurunkan nilai hambatan total. Namun, efektivitas bulbous bow seringkali terbatas pada rentang kecepatan tertentu (design speed) dan kondisi perairan tenang (calm water) (Hasil Karya Ilmiah et al., 2017).

Mengingat kapal nelayan modern dituntut untuk memiliki kecepatan yang memadai (untuk menjaga kesegaran ikan) serta efisiensi yang tinggi di berbagai kondisi laut, maka perlu dilakukan kajian mendalam mengenai perbandingan kedua tipe haluan ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif mengenai performa hambatan total antara lambung kapal nelayan yang menggunakan haluan Ulstein X-Bow. Dengan menggunakan variasi kecepatan operasional, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi

desain yang paling efisien bagi industri perkapalan perikanan dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan daya saing sektor perikanan nasional.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana Perbandingan secara kuantitatif kurva Hambatan Total (R_T) antara model Kapal Nelayan berhaluan *Ulstein X-Bow* dengan menggunakan Metode empiris pada perangkat lunak *Maxsurf Resistance*?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan terhadap komponen Hambatan Gesek (R_F) dan Hambatan Gelombang (R_W) pada model haluan kapal nelayan ?
3. Pada rentang kecepatan berapa terjadi Titik Crossover performa efisiensi hambatan Haluan *Ulstein X-Bow*

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menghitung dan menganalisis nilai Hambatan Total (R_T) pada kapal nelayan yang menggunakan haluan *Ulstein X-Bow* pada rentang kecepatan operasional yang bervariasi.
2. Menganalisis pengaruh perubahan kecepatan terhadap komponen Hambatan Gesek (R_F) dan Hambatan Gelombang (R_W) secara spesifik pada lambung *X-Bow*.
3. Mengetahui karakteristik efisiensi daya efektif kapal (*Effective Horse Power IEHP*) yang dihasilkan oleh haluan *Ulstein X-Bow* dengan melalui pendekatan statik empiris.

1.4 Batasan Penelitian

1. Objek penelitian difokuskan pada model lambung kapal X-Bow salah satu model lambung kapal nelayan (*tipe* atau *longliner*) yang dimodifikasi menggunakan haluan *Ulstein X-Bow*.
2. Variasi kecepatan operasional yang diuji adalah kecepatan rendah hingga tinggi (misal: 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 knot).
3. Metode perhitungan Hambatan murni menggunakan metode Empiris Statistik pada perangkat lunak *Maxsurf Resistance*
4. Analisis dilakukan pada kondisi perairan tenang (*calm water*) untuk mendapatkan data dasar hambatan hidrodinamika lambung.

1.5 Relevansi dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki relevansi yang kuat terhadap upaya modernisasi armada perikanan nasional, terutama dalam menghadapi tantangan efisiensi energi di sektor maritim. Secara akademis, kajian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa data kuantitatif mengenai performa hidrodinamika haluan wave-piercing (*Ulstein X-Bow*) yang diaplikasikan pada kapal dengan dimensi kecil hingga menengah, sehingga memperkaya literatur yang selama ini lebih banyak berfokus pada kapal niaga besar. Bagi industri perkapalan dan para desainer kapal, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi teknis dalam mengembangkan desain lambung yang tidak hanya mengutamakan kecepatan, tetapi juga stabilitas dan efisiensi bahan bakar. Selain itu, manfaat praktis bagi pelaku usaha perikanan adalah adanya potensi reduksi biaya operasional yang signifikan, mengingat konsumsi bahan bakar merupakan komponen biaya terbesar dalam penangkapan ikan. Dengan berkurangnya hambatan kapal, penggunaan bahan bakar fosil dapat ditekan yang secara langsung mendukung keberlanjutan ekonomi

nelayan sekaligus upaya pengurangan emisi karbon di lingkungan perairan Indonesia.

1.6 Hipotesis

Penerapan haluan Ulstein X-Bow pada kapal nelayan diprediksi akan mengubah karakteristik hambatan total secara signifikan dibandingkan dengan bentuk haluan konvensional, terutama saat kapal beroperasi pada kecepatan tinggi. Secara teoritis, bentuk geometri X-Bow yang tajam dan melengkung ke belakang di bagian atas diyakini mampu membelah permukaan air dengan lebih halus, sehingga meminimalkan energi yang terbuang menjadi gelombang. Meskipun terdapat kemungkinan sedikit peningkatan pada hambatan gesek akibat bertambahnya luas permukaan basah lambung, pengurangan pada komponen hambatan gelombang diperkirakan akan jauh lebih dominan. Oleh karena itu, hipotesis dalam penelitian ini menyatakan bahwa penggunaan Ulstein X-Bow akan menghasilkan kurva hambatan total yang lebih landai pada variasi kecepatan tinggi, serta mampu menciptakan pola aliran air yang lebih aerodinamis dengan divergensi gelombang yang lebih kecil dibandingkan dengan desain kapal nelayan pada umumnya. Hal ini diharapkan akan membuktikan bahwa teknologi X-Bow merupakan solusi desain yang efektif untuk meningkatkan efisiensi hidrodinamika kapal nelayan di berbagai rentang kecepatan operasional.

1.7 Luaran Penelitian

Adapun output atau luaran yang dihasilkan dari penelitian ini berupa:

1. Haki (Poster)
2. Publikasi artikel ilmiah di jurnal Elseiver dengan judul “Studi Perbandingan total Hambatan pada kapal penangkap ikan pada berbagai kecepatan dengan Ulstein X-Bow”
3. Prototipe 3D printing Kapal *Ulstein X-Bow*