

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi laut memegang peranan fundamental dalam mendukung konektivitas wilayah Indonesia sebagai negara kepulauan. Layanan kapal bus air dan kapal penumpang berfungsi sebagai moda utama yang menghubungkan pulau-pulau terpencil dengan pusat kegiatan, sehingga mempermudah akses masyarakat terhadap layanan pendidikan, kesehatan, serta aktivitas perekonomian. Selain itu, transportasi laut juga berperan dalam menunjang mobilitas wisata dan perjalanan antarnegara yang mendorong interaksi sosial [1]. Dalam operasionalnya, kapal bus air membutuhkan desain yang efisien karena hambatan kapal memiliki pengaruh langsung terhadap kebutuhan daya dan konsumsi bahan bakar. Data Kementerian Perhubungan pada tahun 2023 menunjukkan bahwa sektor transportasi laut berkontribusi signifikan terhadap konsumsi bahan bakar nasional [2].

Penerapan *Energy Efficiency Design Index (EEDI)* oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) sejak tahun 2013 untuk kapal baru, serta *Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI)* pada tahun 2023 bagi kapal yang telah beroperasi, semakin menegaskan pentingnya peningkatan efisiensi energi di sektor pelayaran. Kondisi tersebut menuntut upaya pengurangan hambatan total kapal melalui optimalisasi aspek desain dan operasional. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui evaluasi karakteristik geometri lambung, khususnya bentuk haluan dan sudut *stem*, sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja hidrodinamika kapal [3].

Hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh karakteristik geometri lambung, termasuk bentuk haluan dan sudut *stem*. Penelitian Kusuma [4] menunjukkan pengaruh signifikan desain haluan terhadap hambatan kapal. Studi pada Kapal Cepat Rudal 60 meter (KCR-60) milik Angkatan Laut Indonesia membuktikan bahwa penerapan bentuk haluan *axe bow* mampu menurunkan hambatan total dibandingkan haluan konvensional. Analisis numerik menggunakan metode Holtrop serta perangkat lunak MARIN DESPPC 1999 dan *Maxsurf Resistance* menunjukkan bahwa pada kecepatan 28 *knot*, hambatan total kapal dengan haluan

axe bow lebih rendah sebesar 1,56 - 2,75% dibandingkan desain konvensional. Hasil tersebut menegaskan bahwa modifikasi bentuk haluan dengan profil ramping dan efisien secara hidrodinamika berkontribusi langsung terhadap penurunan hambatan, peningkatan performa kecepatan, dan efisiensi operasional kapal.

Namun demikian, dalam konteks nasional, penelitian terkait variasi bentuk haluan pada kapal berukuran 19 - 20 meter, khususnya kapal bus air, masih sangat terbatas. Kajian terdahulu mengenai bentuk haluan *modern* seperti *axe bow* dan *inverted bow* umumnya difokuskan pada kapal niaga berukuran besar atau kapal *offshore*, sehingga penerapannya pada kapal berukuran kecil belum berkembang secara optimal. Kondisi ini menyebabkan mayoritas kapal bus air di Indonesia masih menggunakan bentuk haluan konvensional, meskipun secara teoritis terdapat alternatif desain yang berpotensi menurunkan hambatan kapal.

Penelitian Susanto[5] menunjukkan bahwa variasi sudut *stem* berpengaruh terhadap performa hidrodinamika kapal, namun penelitian tersebut dilakukan pada jenis kapal yang berbeda dan tidak mengkaji perbandingan variasi bentuk haluan. Selain itu, kajian berbasis *Computational Fluid Dynamics (CFD)* pada kapal bus air masih sangat terbatas, sehingga belum tersedia analisis komprehensif mengenai kombinasi pengaruh bentuk haluan dan sudut *stem* terhadap hambatan total kapal. Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi bentuk haluan *raked bow*, *axe bow*, dan *inverted bow*, serta variasi sudut *stem* terhadap hambatan total kapal bus air sepanjang 19 meter. Integrasi simulasi CFD dengan pendekatan Savitsky diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi desain yang lebih aplikatif dan relevan untuk pengembangan kapal bus air di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi bentuk haluan *Raked Bow*, *Axe Bow*, dan *Inverted Bow* terhadap hambatan total kapal bus air 19 meter?
2. Bagaimana pengaruh sudut *stem* pada masing – masing bentuk haluan terhadap hambatan total kapal bus air 19 meter dengan variasi kecepatan?

C. Batasan Penelitian

1. Variasi bentuk haluan *raked bow, axe bow, inverted bow*
2. Analisis hanya mempertimbangkan variasi sudut *stem* pada masing – masing haluan
3. Analisis dilakukan pada kondisi perairan tenang (*calm water*)
4. Rentang kecepatan operasi dianalisis hanya pada 18, 20, dan 22 *knot*
5. Parameter geometri kapal selain bentuk haluan dan sudut *stem* dianggap tetap pada seluruh variasi.
6. Penelitian tidak membahas analisis struktur kapal, biaya operasional, peforma manuver, stabilitas, maupun *seakeeping*.
7. Hambatan kapal yang dianalisis hanya difokuskan pada hambatan total.

D. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis pengaruh variasi bentuk haluan (*Raked Bow, Axe Bow, dan Inverted Bow*) serta variasi sudut *stem* terhadap hambatan total kapal bus air 19 meter menggunakan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dan pendekatan Savitsky.
2. Untuk memperoleh model haluan yang dapat memberikan rekomendasi bentuk haluan yang lebih efisien untuk operasional dan hambatan kapal.

E. Manfaat Penelitian

Adapun mafaat dari penelitian adalah:

1. Manfaat Teoritis

Memberikan kontribusi dalam ilmu pengetahuan di bidang hidrodinamika kapal, khususnya terkait pengaruh variasi bentuk haluan dan sudut *stem* terhadap hambatan kapal kecil melalui integrasi analisis CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dan metode Savitsky.

2. Manfaat Praktis

Menjadi dasar teknis bagi perancang kapal dalam meningkatkan efisiensi desain, terutama untuk menurunkan hambatan total serta mendukung penerapan desain kapal yang lebih hemat energi dan sesuai kebutuhan operasional transportasi laut di Indonesia.