

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal patroli merupakan salah satu sarana utama dalam mendukung kegiatan pengamanan wilayah perairan, penegakan hukum di laut, pengawasan aktivitas maritim, serta operasi pencarian dan penyelamatan. Dalam pelaksanaan tugas tersebut, kapal patrol dituntut memiliki performa operasional yang tinggi, terutama dalam aspek kecepatan, efisiensi energi, stabilitas gerak, dan kemampuan manuver yang baik agar mampu merespons situasi operasional secara cepat dan efektif (Larsson & Raven, 2010).



Gambar 1 Kapal patroli
Sumber: cnnindonesia.com

Kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis merupakan kapal patroli cepat yang beroperasi di wilayah perairan Bengkalis dengan karakteristik perairan pesisir yang relatif dangkal, berlumpur, dan dipengaruhi arus pasang surut. Kondisi operasional tersebut menuntut kapal memiliki desain lambung yang mampu menghasilkan hambatan minimum namun tetap memberikan stabilitas dan kemampuan akselerasi yang baik. Dalam desain kapal cepat, karakteristik bentuk lambung menjadi factor utama yang memengaruhi performa hidrodinamika kapal secara keseluruhan (Faltinsen, 2005).

Berdasarkan data teknis, Kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis memiliki panjang keseluruhan 11,5 m, lebar 2,5 m, sarat 0,4 m, serta didukung sistem propulsi 2×250 HP dengan total daya 500 HP yang memungkinkan kapal beroperasi pada kecepatan hingga lebih dari 35,2 knot. Pada rentang kecepatan tersebut, kapal telah memasuki rezim *high-speed craft* di mana komponen hambatan gesek dan hambatan gelombang meningkat signifikan, sehingga efisiensi bentuk lambung menjadi sangat menentukan terhadap kebutuhan daya dan konsumsi energi (Molland, Turnock, & Hudson, 2011).

Modifikasi lambung kapal diperlukan untuk meningkatkan performa hidrodinamika kapal patroli cepat, terutama dalam mengurangi hambatan kapal pada kecepatan tinggi. Hambatan yang besar menyebabkan peningkatan kebutuhan daya mesin dan konsumsi bahan bakar sehingga efisiensi operasional kapal menjadi menurun. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah modifikasi desain *step hull* yang mampu mengurangi luas permukaan basah (*wetted surface area*) dan meningkatkan gaya angkat hidrodinamika (*hydrodynamic lift*). Oleh karena itu, modifikasi lambung kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis perlu dilakukan untuk memperoleh performa kapal yang lebih cepat, efisien, dan optimal.

Inovasi desain lambung yang telah banyak dikembangkan pada kapal cepat adalah penerapan *step hull*. Desain ini bekerja dengan memutus kontinuitas aliran air di bawah lambung dan menciptakan ventilasi udara pada bagian dasar kapal, sehingga luas kontak langsung antara air dan lambung berkurang. Kondisi ini dapat meningkatkan gaya angkat hidrodinamika (*hydrodynamic lift*) serta menurunkan hambatan total kapal secara signifikan pada kecepatan planing (Castiglione et al., 2018).

Beberapa penelitian numerik dan eksperimental menunjukkan bahwa konfigurasi *step hull* mampu meningkatkan performa hidrodinamika kapal cepat, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh parameter geometrik *step*, seperti tinggi *step*, posisi longitudinal, sudut, dan konfigurasi saluran ventilasi. Konfigurasi yang tidak tepat justru dapat menimbulkan turbulensi berlebih, perubahan trim yang tidak stabil, bahkan peningkatan hambatan lokal di sekitar area *step* (Maki et al., 2023).

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, sebagian besar studi masih berfokus pada konfigurasi *single step* maupun *double step* pada model kapal planing generik, sedangkan kajian mengenai penerapan *M-shape step hull* pada kapal patroli operasional nyata masih sangat terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengkaji pengaruh variasi tinggi *step* berdasarkan dari ketinggian *step* yang akan diperhitungkan terhadap distribusi tekanan, pola aliran, serta hambatan total kapal secara komprehensif menggunakan pendekatan numerik *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis *Reynolds Averaged Navier–Stokes* (RANS) (Morabito et al., 2019).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh desain *M-shape step hull* pada Kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis terhadap karakteristik hidrodinamika kapal melalui simulasi numerik menggunakan *ANSYS Fluent*, dengan parameter keluaran berupa hambatan total, distribusi tekanan, dan pola aliran fluida. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi pengembangan desain lambung kapal patroli yang lebih efisien, cepat, dan sesuai dengan kebutuhan operasional di wilayah perairan Bengkalis.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari skripsi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi tinggi *M-shape step hull* berdasarkan minimum hingga maksimum ketinggian *step* terhadap hambatan kapal?
2. Bagaimana pengaruh desain *step hull* terhadap distribusi tekanan dan pola aliran di sekitar lambung
3. Variasi ketinggian *step hull* manakah yang memberikan hasil terbaik berdasarkan nilai *drag force*, *lift force*, dan pola aliran di sekitar lambung kapal?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini difokuskan pada optimalisasi desain lambung kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis melalui penerapan bentuk lambung *Step hull* untuk meningkatkan kinerja hidrodinamika kapal.

2. Aspek kinerja kapal yang dianalisis dibatasi pada hambatan hidrodinamika (*resistance*) dan efisiensi hidrodinamika, tanpa membahas secara rinci aspek stabilitas, struktur, dan kekuatan material kapal.
3. Analisis dilakukan pada kondisi operasi kecepatan menengah hingga tinggi yang merepresentasikan kebutuhan patroli kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis.
4. Kondisi perairan yang digunakan dalam analisis diasumsikan sebagai kondisi perairan tenang (*calm water*), sehingga pengaruh gelombang, angin, dan arus tidak dianalisis secara dinamis.
5. Desain lambung *Step hull* yang dikaji dibatasi pada variasi parameter geometrik tertentu, seperti bentuk dan ketinggian *step*, tanpa mempertimbangkan perubahan sistem propulsi dan tata letak internal kapal.
6. Perhitungan dan analisis dilakukan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD), tanpa pengujian model secara fisik di laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi tinggi *step hull* terhadap hambatan dan aliran fluida.
2. Menganalisis distribusi aliran fluida disekitar lambung kapal setelah memodifikasi lambung konvensional berdasarkan simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD).
3. Menentukan konfigurasi *step hull* yang paling optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Teoretis

1. Menambah referensi ilmiah di bidang teknik perkapalan terkait kajian kinerja hidrodinamika kapal patroli.
2. Memberikan pemahaman teoritis mengenai pengaruh penerapan bentuk lambung *Step hull* terhadap hambatan (*resistance*) kapal.
3. Menjadi dasar pengembangan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimalisasi desain lambung kapal berkecepatan menengah hingga tinggi.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Menjadi bahan pertimbangan dalam perancangan dan pengembangan desain kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis.
2. Memberikan acuan awal bagi perancang kapal dalam memilih bentuk lambung yang lebih efisien secara hidrodinamika.
3. Mendukung peningkatan efisiensi operasional kapal patroli melalui pengurangan hambatan dan kebutuhan daya mesin.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai alur pembahasan pada setiap bab, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami isi penelitian. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang menjadi dasar dan arah pelaksanaan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar dan kajian pustaka yang berkaitan dengan penelitian, meliputi konsep hambatan kapal, karakteristik aliran fluida, dan fungsinya, komponen hambatan kapal, serta dasar teori *Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Selain itu, pada bab ini juga disajikan hasil penelitian terdahulu yang relevan dalam bentuk uraian maupun tabel review jurnal sebagai landasan ilmiah penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi objek penelitian, data utama kapal POSAL (PAT MEDAN), pemodelan lambung dan *Step hull*, variasi *Step hull* yang dianalisis, tahapan simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD)* (pre-processing,

processing, dan post-processing), kondisi batas simulasi, serta parameter analisis hambatan kapal.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD)* yang telah dilakukan, meliputi nilai hambatan kapal pada setiap variasi *Step hull*, karakteristik aliran fluida di sekitar buritan kapal, distribusi tekanan dan kecepatan aliran, serta analisis pengaruh perubahan ketinggian *Step hull* terhadap hambatan kapal. Seluruh hasil dianalisis dan dibandingkan untuk memperoleh konfigurasi bentuk lambung yang paling optimal.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, serta saran-saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya maupun penerapan praktis di bidang perkapalan

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat seluruh referensi yang digunakan dalam penelitian, baik berupa buku teks, jurnal ilmiah nasional maupun internasional, serta sumber lain yang relevan.

1.7 Hipotesis Penelitian

Penerapan desain lambung *step hull* pada Kapal POSAL (PAT MEDAN) Bengkalis diduga mampu meningkatkan kinerja hidrodinamika secara signifikan dibandingkan lambung konvensional, yang ditunjukkan melalui penurunan hambatan total, perbaikan distribusi tekanan, serta pola aliran yang lebih efisien pada variasi kecepatan operasi kapal. Variasi ketinggian dan konfigurasi *step* yang diterapkan diperkirakan menghasilkan kondisi aliran yang lebih optimal dengan berkurangnya luas permukaan basah dan meningkatnya gaya angkat hidrodinamika, sehingga kebutuhan daya mesin menjadi lebih rendah dan efisiensi operasional kapal patroli meningkat, khususnya dalam mendukung tugas pengamanan perairan di wilayah Bengkalis.