

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal patroli lepas pantai (*Offshore Patrol Vessel/OPV*) merupakan jenis kapal yang dirancang khusus untuk operasi di laut lepas, dengan kemampuan manuver dan stabilitas yang tinggi serta efisiensi energi yang optimal [1]. Tantangan operasionalnya adalah seringnya beroperasi pada kondisi laut yang dinamis, yang menimbulkan hambatan (*resistance*) besar [2]. besarnya hambatan ini merupakan masalah mendasar karena menjadi faktor kunci yang mempengaruhi performa operasional, konsumsi bahan bakar, dan keselamatan misi. Oleh karena itu, analisis untuk meminimalkan hambatan kapal melalui optimasi bentuk hull menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Sebagai respons terhadap tantangan hambatan tersebut, upaya reduksi dilakukan dengan menganalisis komponen-komponennya, yang mencakup hambatan akibat bentuk badan kapal (*form drag*), hambatan gelombang (*wave drag*), dan hambatan gesekan (*frictional drag*) [3]. Salah satu inovasi yang diterapkan untuk mengurangi hambatan total ini adalah penggunaan perangkat tambahan seperti *Stern Foil* [4]. *Stern Foil*, sebuah perangkat hidrofoil yang dipasang di buritan kapal, berfungsi mengoptimalkan aliran fluida untuk mengurangi hambatan dan meningkatkan efisiensi energi [5]. Kunci efektivitasnya terletak pada desainnya; menggunakan profil khusus seperti tipe NACA untuk memengaruhi aliran air dan menciptakan daya angkat (*lift*), yang pada akhirnya membantu meningkatkan efisiensi performa kapal secara signifikan.

Analisis *seakeeping* sangat penting dalam desain kapal patroli karena menentukan respons gerakan kapal terhadap gelombang, yang secara langsung memengaruhi keselamatan dan kenyamanan operasional [6]. Banyak penelitian menunjukkan bahwa performa *seakeeping* sangat bervariasi tergantung pada parameter operasionalnya. Untuk kapal patroli yang beroperasi dalam kondisi ekstrem seperti *Sea State 7*, kemampuan *seakeeping* yang baik menjadi krusial agar kapal tetap dapat menjaga kestabilan, meminimalkan gerakan berlebihan seperti *heave* dan *pitch*, serta memastikan keselamatan awak dan efektivitas

misi. Pada kondisi ini, kapal menghadapi tinggi gelombang yang signifikan sehingga desain lambung dan penggunaan perangkat tambahan seperti *stern foil* berperan penting dalam mengurangi hambatan sekaligus meningkatkan kenyamanan operasional.

Penggunaan profil NACA pada *Stern Foil* menawarkan keuntungan aerodinamis, karena profil ini telah terbukti memberikan kombinasi yang seimbang antara daya angkat dan hambatan rendah [7]. Namun, penerapan profil airfoil ini pada desain kapal patroli masih memerlukan analisis mendalam untuk memahami secara kuantitatif dampaknya terhadap pengurangan hambatan total kapal pada variasi kecepatan dan kondisi operasi yang berbeda. Sejalan dengan perumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis mendalam terhadap pengaruh variasi tiga *Stern Foil* tipe NACA terhadap hambatan kapal patroli lepas pantai, sehingga dapat memberikan solusi desain yang lebih efisien dan stabil bagi kebutuhan operasional kapal patroli.

Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) telah menjadi alat yang sangat efektif dalam menganalisis dan memprediksi performa hidrodinamika kapal. CFD memungkinkan simulasi aliran fluida secara numerik, sehingga dapat memvisualisasikan pengaruh *Stern Foil* terhadap hambatan kapal, serta daya angkat. Dibandingkan metode eksperimental, CFD menawarkan efisiensi biaya dan waktu, serta fleksibilitas dalam menguji berbagai desain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengoptimalkan desain *Stern Foil* pada kapal patrol lepas pantai menggunakan metode CFD. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan konfigurasi *Stern Foil* yang mampu meningkatkan performa kapal secara signifikan, baik dari aspek efisiensi energi maupun stabilitas, sehingga mendukung tugas operasional kapal patroli yang lebih efisien.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan *Stern Foil* terhadap hambatan total (*Resistance*) dan karakteristik olah gerak (*seakeeping*) khususnya respons gerak (RAO) pada kapal patroli lepas pantai dibandingkan dengan kapal tanpa *Stern Foil*?
2. Bagaimana perbedaan hambatan kapal yang ditimbulkan dan memperbaiki karakteristik *seakeeping* dari tiga variasi *Stern Foil* dengan profil NACA 64-212, NACA 4412, dan NACA 2412?

C. Batasan Penelitian

1. Jenis kapal yang digunakan adalah Kapal Patroli Lepas Pantai (OPV) 70 M.
2. Kecepatan kapal yang dianalisis pada kecepatan operasi kapal yaitu 20 Knot atau Froude Number 0.418.
3. *Airfoil* yang digunakan merupakan *foil* tipe NACA 64-212, NACA 4412, dan NACA 2412.
4. Variasi Sudut Serang (*Angle of Attack*) Foil, $\alpha = 0^\circ$.
5. Parameter Hambatan yang dikaji Adalah Hambatan Total pada kapal,
6. Parameter *Seakeeping* yang dianalisis Adalah ROA (*Response Amplitude Operator*) *heave* dan *pitch*.
7. Kondisi gelombang *Sea State 4 (Moderate)* dengan arah gelombang 180° (*Head Seas*).
8. Analisis dan pengolahan data menggunakan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamics*).
9. Variasi jumlah *foil* yaitu *single foil*.

D. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh penggunaan *Stern Foil* terhadap hambatan total dan karakteristik olah gerak (*seakeeping*) kapal patroli, khususnya respons gerak *heave* dan *pitch* (RAO) serta membandingkannya dengan kondisi kapal tanpa *Stern Foil*.

2. Membandingkan hambatan total total dan karakteristik olah gerak (*seakeeping*) kapal patroli yang ditimbulkan dari tiga variasi *Stern Foil* dengan profil NACA 64-212, NACA 4412, dan NACA 2412.
3. Menentukan profil *Stern Foil* yang paling efektif dalam mengurangi hambatan total dan memperbaiki karakteristik *seakeeping* kapal patroli pada kecepatan operasi.

E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pengetahuan mengenai pengaruh *Stern Foil* terhadap hambatan (*resistance*) dan karakteristik *seakeeping* kapal patroli.
2. Menjadi referensi tambahan terkait perbandingan performa profil *Stern Foil* (NACA 64-212, 4412, dan 2412) dalam desain kapal, khususnya pada studi hidrodinamika berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD).
3. Menambah literatur mengenai integrasi analisis *resistance* dan *seakeeping* (RAO) secara bersamaan, yang masih jarang diteliti pada kapal patroli.
4. Mendukung pengembangan teknologi perangkat tambahan hidrodinamika (*Stern Foil/Hull Vane*) yang dapat diterapkan pada kapal patroli maupun kapal komersial.