

Aspek stabilitas awal dan hambatan total HSSV 88,6 M untuk mendukung operasi militer wilayah perbatasan

Muhammad Fauzan N. H.¹, Aswatul Hasim², Rita Handayani³, Muhammad Refy Hidayat⁴, Muhammad Dzikri Kusumanegara⁵, Naufal Abdurrahman Prasetyo^{6*}, Windy Stefani⁷

^{1,2,3,4,5,6}Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Politeknik Negeri Batam, Kepulauan Riau

⁷Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Kepulauan Riau

*Email: abdurrahman@polibatam.ac.id (korespondensi)

Wilayah laut Indonesia menyimpan banyak potensi kekayaan laut yang berlimpah karena memiliki perairan laut yang luas. Salah satu kawasan yang menjadi sorotan adalah Selat Malaka. Sebagai negara maritim, kebutuhan akan armada pendukung operasi militer di wilayah perbatasan sangat diperlukan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji aspek kestabilan awal dan hambatan total pada HSSV 88,6 M sebagai armada pendukung operasi militer wilayah perbatasan. Penelitian ini menggunakan metode kapal pembanding, dimana terdapat desain kapal yang dicanangkan oleh penulis dan juga desain kapal aktual. Metode digunakan untuk memilih desain lambung kapal terbaik yang lebih diharapkan karena tidak memerlukan perhitungan dan mitigasi resiko kegagalan. Uji stabilitas menunjukkan bahwa dari ketiga model kapal, diketahui bahwa, Model II memiliki sudut kemiringan 13.6° dan nilai GZ maksimum 9,984 m sehingga memiliki kinerja dan hasil yang lebih baik dibandingkan Model lainnya. Sedangkan, pada uji hambatan kapal Model I memiliki hambatan yang lebih rendah yaitu 1509,6 kN dan daya yang dibutuhkan sebesar 39428,78 kW. Dari pengujian ini dihasilkan bahwa Kapal model I memiliki desain yang lebih baik sehingga bisa mendukung kegiatan operasi kapal dalam menjaga pertahanan dan keamanan Republik Indonesia.

Pendahuluan

Wilayah perbatasan merupakan salah satu potensi besar bagi keamanan setiap negara. Perbatasan suatu negara mempunyai peranan penting dalam penentuan batas wilayah kedaulatan, pemanfaatan sumber daya alam, menjaga keamanan dan keutuhan wilayah. Penentuan perbatasan negara dalam banyak hal ditentukan oleh proses historis, politik, hukum nasional dan internasional. Dalam konstitusi suatu negara sering dicantumkan pula penentuan batas wilayah [1]. Perbatasan negara merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sejarah suatu negara, sebagaimana perjuangan negara untuk sebuah pengakuan dan penghargaan [2].

Berdasar Referensi [3] mencatat bahwa Indonesia memiliki perbatasan darat internasional dengan tiga negara tetangga yaitu Malaysia, Papua Nugini dan Timor Leste. Sedangkan di laut, perairan Indonesia berbatasan dengan sepuluh negara tetangga yakni: India, Singapura, Malaysia, Thailand, Vietnam, Filipina, Palau, Australia, Timor Leste dan Papua Nugini.

Wilayah laut Indonesia menyimpan banyak potensi kekayaan laut yang berlimpah karena memiliki perairan laut yang luas. Salah satu kawasan yang menjadi sorotan adalah Selat Malaka. Kawasan tersebut diperkirakan menyimpan kekayaan sumber daya ikan sebesar 6,4 juta ton per tahun, namun upaya eksploitasi berlebihan dan aksi pencurian ikan yang dilakukan oleh nelayan asing yang semakin marak mengancam potensi kekayaan tersebut. Pada kawasan tersebut diperkirakan

ribuan kapal dari berbagai penjuru dunia melintasi untuk mencapai tujuan baik domestik maupun internasional [4].

Pemerintah melakukan berbagai cara membentuk instrumen hukum di dalam negeri, implementasi dari hukum, hingga kerangka kerja sama dengan negara tetangga guna mencegah terjadi tindakan kriminal. Tiga elemen penting penegakan hukum mendapatkan hambatan dan tantangan dari persoalan domestik, seperti kurangnya sarana berupa armada transportasi laut berupa kapal. Hal tersebut yang menjadi referensi bagi pemerintah sebagai bentuk perhatian terhadap selat malaka dimana pemerintah memiliki tujuan untuk menjadikan selat malaka sebagai poros maritim dunia [4].

Sebagai negara maritim, kebutuhan akan armada pendukung operasi militer di wilayah perbatasan menjadi sebuah keniscayaan. Pilihan jenis kapal banyak tersedia, namun untuk keperluan pendukung operasi militer tentu dibutuhkan spesifikasi yang mumpuni. Kapal diharapkan mampu memfasilitasi transportasi personel militer, kargo serta mendukung operasi pesawat secara vertikal. Selain itu, kapal dapat berfungsi untuk operasi pencarian orang, penyelamatan laut dan bantuan kemanusiaan. Referensi [5] menyebutkan, bahwa kapal jenis catamaran merupakan salah satu rujukan bentuk yang mampu mendukung banyak kebutuhan dengan dukungan luas geladak yang relatif lebih lapang dibandingkan dengan kapal berlambung tunggal.

Namun, perancangan kapal perlu dikaji secara teknis untuk mendapatkan lambung kapal yang efisien yang

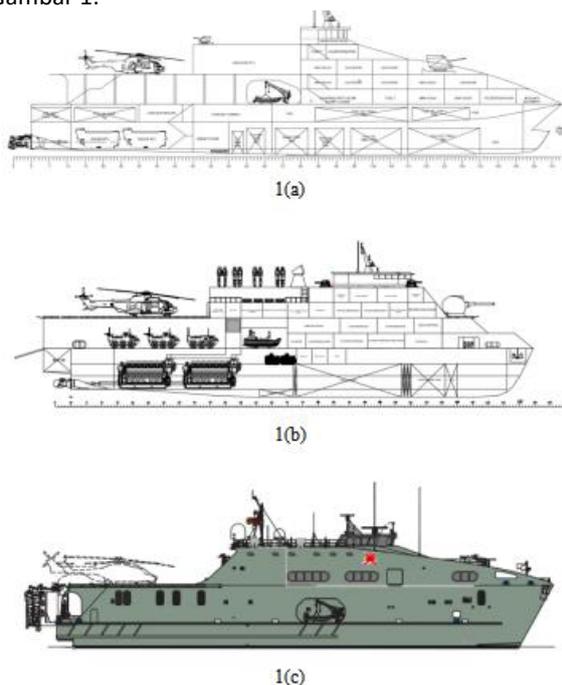
bertujuan untuk menjaga kedaulatan di wilayah perbatasan Republik Indonesia. Kajian teknis awal paling tidak memenuhi regulasi yang ada seperti dari kriteria stabilitas dan juga kriteria tahanan kapal. Karakteristik gelombang laut di wilayah operasi memiliki kondisi yang berbeda-beda dan iklim yang tidak menentu. Oleh karena itu, pengujian berbasis program komputer cukup menjadi poin yang baik dalam proses perancangan badan kapal. Sesuai dengan target yang diharapkan dalam pengerjaan penelitian ini, model kapal terbaik diharapkan dapat diproyeksikan menjadi sebuah kapal dalam skala nyata untuk membantu penanganan masalah kedaulatan dan masalah kriminal di perbatasan antara negara. Berdasar masalah yang sudah dipaparkan, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji aspek kestabilan awal dan hambatan total pada HSSV 88,6 M sebagai armada pendukung operasi militer wilayah perbatasan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kapal pembanding, dimana terdapat desain kapal yang dicanangkan oleh penulis dan juga desain kapal aktual. Metode digunakan untuk memilih desain lambung kapal terbaik yang lebih diharapkan karena tidak memerlukan perhitungan dan mitigasi resiko kegagalan [6].

Data Kapal

Penelitian dilakukan dengan menggunakan desain kapal yang telah ada melalui metode kapal pembanding, yaitu Model I, Model II, dan Model III. Model-model tersebut mengacu pada referensi Austall kapal sejenis dengan tipe lambung ganda. Data utama kapal Model 1 dengan panjang keseluruhan 88.6 meter, Model 2 berdimensi panjang 95 meter dari Austall dan Model 3 berukuran panjang 92.5 meter disajikan pada Tabel 1. Visualisasi tampak samping ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Visualisasi tampak samping kapal (a) model I, (b) model II, (c) model III

Tabel 1. Dimensi utama kapal pembanding

Parameter	Nilai		
	Model I	Model II	Model III
Loa (m)	88.6	95	92.5
Draft (m)	8.55	9.5	8.8
Beam (m)	23.0	27	24
Depth (m)	4	4.1	4.2
Cb (n.d.)	0,361	0,361	0,609
Displ. (t)	3512	3073	3256

Proses desain diawali dengan input ukuran utama kapal, rencana garis berupa pengaturan *grid* pada model. Kemudian penentuan ruangan pada kapal dan melakukan visualisasi model kapal kedalam tampilan 3D agar tampak lebih realistis.

Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk tegak kembali keadaan awal setelah mengalami gaya keolengan dari luar. Stabilitas secara umum dibagi menjadi stabilitas statis dan stabilitas dinamis .

$$P \cdot h = P \cdot FS - P \cdot GF \cdot \sin \gamma \quad (1)$$

$$ED = \int_{\gamma=0}^{\gamma=y^1} S_3 dy \quad (2)$$

dimana S_3 adalah $P \cdot h$ dalam stabilitas statis; dan G adalah pusat gravitasi.

Hambatan Kapal

Hambatan pada kapal adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal yang bergesekan sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Konsep numerik dituliskan pada persamaan (3).

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_f(1+k) + C_A) + \frac{R_w}{w} \cdot W \quad (3)$$

dimana:

- R_T = Hambatan total kapal (N)
- ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
- V = Kecepatan kapal (m/s)
- S_{tot} = Luas permukaan basah kapal (m²)
- C_f = Koefisien tahanan gesek
- $(1+k)$ = Koefisien faktor bentuk
- C_A = Koefisien tahanan udara
- $\frac{R_w}{w}$ = Koefisien tahanan gelombang
- W = Gaya ke atas atau buoyancy (N)

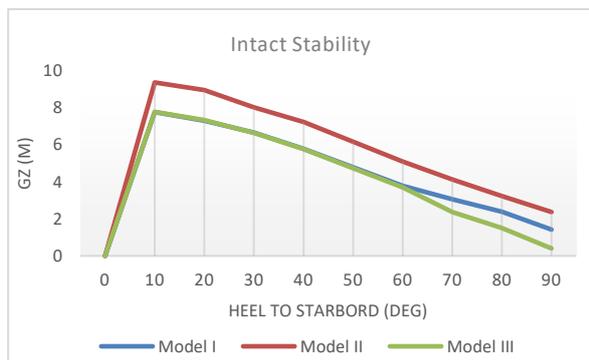
Hasil Kerja/Analisa

Stabilitas Kapal

Analisis stabilitas bertujuan untuk mengetahui stabilitas lambung kapal, model desain mana yang memiliki stabilitas paling baik untuk mendukung operasi kapal militer *High Speed Support Vessel* (HSSV). Analisis stabilitas kapal menggunakan *software* maxsurf stability. Tabel 2 menampilkan hasil dari perhitungan analisis stabilitas kapal. Gambar 2 menampilkan kurva analisis stabilitas.

Tabel 2. Data hasil uji analisis stabilitas kapal

Heel to Starboard Deg	Model I	Model II	Model III
0	0	0	0
10	7,748	9,347	7,764
20	7,290	8,936	7,323
30	6,642	8,000	6,625
40	5,779	7,224	5,756
50	4,780	6,150	4,727
60	3,774	5,086	3,696
70	3,050	4,114	2,367
80	2,374	3,228	1,496
90	1,414	2,370	0,399



Gambar 2. Grafik Stabilitas Kurva GZ Pada Model Yang Tersedia

Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dalam hal derajat roll kapal dan kurva GZ. Berdasarkan hasil perhitungan, titik puncak dari desain kapal Model I adalah 13.6° dengan nilai GZ maksimum adalah 8.261 m. Hal ini berarti model kapal maksimum dapat kembali ke posisi semula adalah 13.6°. Jika melebihi sudut itu kapal akan dapat kembali ke posisi semula akan tetapi memerlukan waktu yang sedikit lama. Pada desain kapal model II titik puncak dari kapal tersebut adalah 13.6° dengan nilai GZ maksimum adalah 9.984 m. berarti bisa diprediksi apa bila kapal mengalami kemiringan kurang dari 13.6°, maka kapal di prediksi tidak dapat kembali ke posisi semula karena GZ maksimum dalam keadaan negatif. Sedangkan untuk kapal model III titik puncak kapal maksimum adalah 13.6° dengan nilai GZ maksimum adalah 9.231 m.

Berdasarkan hasil analisis stabilitas dari semua desain model kapal yang tersedia semua desain kapal memiliki titik puncak atau sudut kemiringan maksimum yang sama yaitu sebesar 13.6°. Nilai terbaik yang dihasilkan dari semua desain model kapal yang paling baik adalah model II dengan nilai GZ maksimum sebesar 9.984 m. Kapal model II memiliki sudut yang paling besar dan juga nilai GZ maksimum yang paling besar sehingga kapal akan lebih aman dan stabil saat beroperasi.

Hambatan Kapal

Analisa Hambatan lambung kapal menggunakan perangkat lunak komputer dengan basis kalkulasi numerik. Berdasar panduan software maxsurf resistance, double hull atau catamaran cocok menggunakan metode *slender body* untuk menghitung tahanan kapal dan juga daya yang dibutuhkan. Perhitungan ini menggunakan metode *slender body* dengan efisiensi 65%. Tabel 3 menampilkan hasil uji resistensi untuk semua model dan Tabel 4 menampilkan kebutuhan daya pada uji resistensi

Tabel 3. Data hasil uji analisis hambatan kapal

Speed (knot)	Resistensi (kN)		
	Model I	Model II	Model III
5	25,2	240,5	135,6
10	112,8	2218	599,9
15	410,1	3907,6	642,9
20	652,2	3996,5	946,9
30	1226,4	5759,3	2005,9
35	1509,6	6090,9	2214,6

Tabel 4. Data Daya pada analisis hambatan kapal

Speed (knot)	Daya (kW)		
	Model I	Model II	Model III
5	115,275	1414,845	563,48
10	957,449	18432,26	4985,65
15	5088,43	48709,83	8013,47
20	10646,8	63655,46	15081,6
30	29628,7	139595,4	48619,7
35	39428,8	168742,3	61347,5

Berdasarkan table lambung tersebut menunjukkan bahwa pada kecepatan 35 knot, Model I memiliki hambatan sebesar 1509,6 kN dan daya yang dibutuhkan sebesar 39428,78 kW; Model II mengalami hambatan sebesar 6090,9 kN dan daya yang dibutuhkan sebesar 168724,3 kW; sedangkan pada Model III memiliki hambatan sebesar 2214,6 kN dan daya yang dibutuhkan sebesar 61347,49 kW. Berdasarkan data tersebut juga didapatkan bahwa semakin cepat kapal, maka hambatan dan kebutuhan power yang akan dibutuhkan akan semakin besar. Dapat disimpulkan bahwa desain Model I memiliki hambatan yang lebih kecil dibandingkan dengan desain Model II dan III. Dengan demikian, daya yang dibutuhkan desain Model I lebih kecil daripada desain lainnya. Dengan hambatan yang lebih kecil, maka kapal lebih optimal saat berlayar di atas air, dan dengan bahan bakar yang dibutuhkan lebih sedikit, maka diproyeksikan pengoperasian mesin dapat lebih optimal.

Kesimpulan

Berdasar proses pengujian yang sudah dilakukan seluruh rangkaian proses dituntaskan pada bagian ini. Uji stabilitas menunjukkan bahwa dari ketiga model kapal, diketahui bahwa, Model II memiliki sudut kemiringan 13.6° dan nilai GZ maksimum 9,984 m sehingga memiliki kinerja dan hasil yang lebih baik dibandingkan Model lainnya. sedangkan, pada uji hambatan kapal Model I memiliki hambatan yang lebih rendah yaitu 1509,6 kN dan daya yang dibutuhkan sebesar 39428,78 kW dibandingkan dengan model lainnya.

Dari pengujian ini dihasilkan bahwa Kapal model I memiliki desain yang lebih baik sehingga bisa mendukung kegiatan operasi kapal dalam menjaga pertahanan dan keamanan republik Indonesia.

Ucapan Terimakasih

Tim peneliti menyampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Batam atas dukungan positif terhadap pelaksanaan penelitian dan publikasi. Tidak lupa pula terima kasih kepada para pihak terkait yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Referensi

- 1 F. Rani, *Strategi Pemerintah Indonesia Dalam Meningkatkan Keamanan Wilayah Perbatasan Menurut Perspektif Sosial Pembangunan*, Jurnal Transnasional, **4 (1)**, (2012)
- 2 Azmi, *Kajian Arsip Wilayah Perbatasan Negara Dalam Rangka Pelindungan Dan Penyelamatan Arsip Terjaga Di Lingkungan Lembaga Negara Dan Pemerintahan Daerah*, Jurnal Kearsipan, **6 (12)**, (2011)
- 3 ESDM RI, K., 2023. *Mengelola Wilayah Perbatasan NKRI - Kementerian ESDM RI* [online] Available at: <<https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/badan-geologi/mengelola-wilayah-perbatasan-nkri>> [Accessed 15 June 2023].
- 4 A. H. B . Kevin, W. D. Aryawan, *Desain Konsep Kapal Perang Serbu Catamaran Tank Boat dengan Sistem Penggerak Utama Turbojet sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia*, Jurnal Teknik ITS, **7 (2)**, (2018)
- 5 L.C. Tahamata, *Penegakan Hukum Diwilayah Laut Maluku oleh Lantamal IX Ambon*, Balobe Law J., **1(1)**, (Mar. 2021) : 17-24
- 6 P. D. Yakti, *Pertahanan dan Keamanan di Selat Malaka Terhadap Meningkatnya Tren Piracy dan Konsistensi Kebijakan Publik serta Konsesi Wilayah Litoral State*, Gema Keadilan, **4(1)**, (Oct. 2017) : 1-7
- 7 P. D. Yakti, "Pertahanan dan Keamanan di Selat Malaka Terhadap Meningkatnya Tren Piracy dan Konsistensi Kebijakan Publik serta Konsesi Wilayah Litoral State," Gema Keadilan, **4(1)**, (Oct. 2017) : 1-12