

# ANALISIS PERANCANGAN LAMBUNG (HULL) KAPAL PERANG FRIGATE 4000 TON

## THE HULL DESIGN AND ANALYSIS OF FRIGATE WARSHIP 4000 TON

Hanung Bayu Setiawan<sup>1</sup>, Suyono Thamrin<sup>2</sup>, Ressa Oktavianty<sup>3</sup>  
Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan  
(hanungbst@gmail.com)

**Abstrak** -- Perancangan lambung kapal dan analisis kapal perang *frigate* 4000 ton dilakukan dengan melakukan *benchmarking* terhadap data lambung kapal yang tersedia dan telah dikembangkan, penelitian ini difokuskan pada penentuan parameter geometri lambung yang menekankan pada karakteristik hidrostatis, stabilitas dan *seakeeping* frigate itu sendiri. Analisis perhitungan dalam penelitian ini menggunakan asumsi empat kondisi muatan dengan tiga variasi kecepatan kapal yang berbeda, Hasil analisis Stabilitas nilai GZ terbesar pada kondisi 4 = 6,825 m. periode keolengan tercepat terjadi pada kondisi 4 dengan nilai  $T = 5,822$  detik. Hasil analisis olah gerak (*Seakeeping*) Nilai *Heaving* nilai terkecil terjadi dengan nilai *motion* = 0,153 m<sup>2</sup>, *velocity* 0,015 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, *acceleration* 0,011 m<sup>2</sup>/s<sup>4</sup>. Nilai *Rolling* terkecil terjadi dengan nilai *motion* = 0 deg<sup>2</sup>, *velocity* 0 (rad/s)<sup>2</sup>, *acceleration* 0 (rad/s/s)<sup>2</sup>. Nilai *Pitching* terkecil terjadi dengan nilai *motion* = 0,200 deg<sup>2</sup>, *velocity* 0 (rad/s)<sup>2</sup>, *acceleration*  $2 \times 10^{-5}$  (rad/s/s)<sup>2</sup>. Kapal ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan kondisi laut di Indonesia dengan nilai stabilitas sesuai dengan peraturan IMO Section A.749

**Kata kunci:** Kapal Perang, *Frigate*, Lambung, Stabilitas, *Seakeeping*,

**Abstract** - The hull design and analysis of frigate warship 4000 tonnages were conducted by benchmarking hull data from available frigates that have been developed, this research was focused on determining the geometry parameter of hull emphasizing the characteristic of hydrostatic, stability, and *seakeeping* of the frigate itself. Analysis of calculations in this study uses the assumption of four load conditions with three different variations in ship speed. Results of analysis stability of the maximum GZ value occurs in Fourth condition 4 = 6.825 m. the fastest unsteady period occurs in condition 4 with a value of  $T = 5.822$  seconds. The result of *seakeeping* analysis The smallest value of the *Heaving* value occurs at 0° speed of 20 knots with a *motion* value = 0.153 m<sup>2</sup> *velocity* 0.015 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, *acceleration* 0,011 m<sup>2</sup>/s<sup>4</sup>. The smallest rolling value occurs at conditions 0° and 180° speeds of 10, 20 and 30 knots with *motion* values = 0 deg<sup>2</sup>, *velocity* 0 (rad/s)<sup>2</sup>, *acceleration* 0 (rad/s/s)<sup>2</sup>. The smallest pitching value occurs in 90° speed of 30 knots with a *motion* value = 0.200 deg<sup>2</sup>, *velocity* 0 (rad/s)<sup>2</sup>, *acceleration*  $2 \times 10^{-5}$  (rad/s/s)<sup>2</sup>. This ship has characteristics that are following the Indonesian sea conditions with the value of stability following the rules of IMO Section A.749

**Keywords:** *Warships*, *Frigates*, *Hull*, *Stability*, *Seakeeping*

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>2</sup> Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>3</sup> Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

## Pendahuluan

Indonesia dinyatakan secara internasional sebagai negara kepulauan terbesar di dunia melalui *United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) 1982. Dengan jumlah lebih dari 17.506 pulau, Indonesia mempunyai predikat negara kepulauan terbesar di dunia. Di antara ribuan pulau tersebut, ada 92 di antaranya yang merupakan pulau-pulau kecil terluar yang berbatasan langsung dengan sepuluh negara tetangga yakni Malaysia, Singapura, Thailand, India, Australia, Vietnam, Filipina, Republik Palau, Timor Leste dan Papua New Guinea.<sup>4</sup> Adanya perbatasan wilayah yang sampai saat ini belum selesai penyelesaiannya mempunyai potensi konflik yang tinggi terhadap negara yang langsung berbatasan dengan Indonesia. Adanya keberadaan potensi konflik dan isu keamanan di wilayah laut sangat berhubungan dengan fungsi inti dari pertahanan wilayah laut yang semakin strategis dalam fungsi dan kepentingan negara-negara dunia yang mendorong dalam usaha untuk

meningkatkan pertahanan dan keamanan.<sup>5</sup> Di wilayah konflik Laut China Selatan, China memulai kegiatan infasifnya dengan membangun beberapa fasilitas di Pulau Spatly dan pulau karang, pembangunan landasan pesawat di atas Pulau Spatly tanpa ada persetujuan negara sengketa lainnya. Membuat negara anggota asean yang berkonflik dengan China (Taiwan, Malaysia, Brunei, Filipina dan Vietnam) di Wilayah Laut China Selatan memiliki keyakinan bahwa China telah melanggar perjanjian yang telah disepakati.<sup>6</sup> Selain potensi konflik yang ada di laut natuna utara, jalur Alur Laut Kepulauan Indonesia atau ALKI yang ditunjukkan pada Gambar 1.2 juga mempunyai banyak potensi konflik antara lain, melintasnya kapal dan pesawat ilegal atau tanpa ijin, aksi spionase atau penyusupan kapal dan pesawat musuh, dan penyelundupan barang terlarang dari luar Indonesia. ALKI terlahir setelah *United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) di tahun 1982 (yang disahkan dengan UU No. 17 Tahun 1985) dan

<sup>4</sup> Asana, R., Suwartiningsih, S. and Nugroho, A.B.H., 2017. "Kebijakan Pertahanan Indonesia Terhadap Pulau-Pulau Kecil Terluar Pada Masa Pemerintahan Jokowi". *Cakrawala*, 6(1), pp.35-58.

<sup>5</sup> Samuel., Windyandari, Aulia. 2013, "Perancangan Kapal Perang Multipurpose Tipe Katamaran Untuk Kondisi Perairan Ambalat". ISSN 2301-9069.

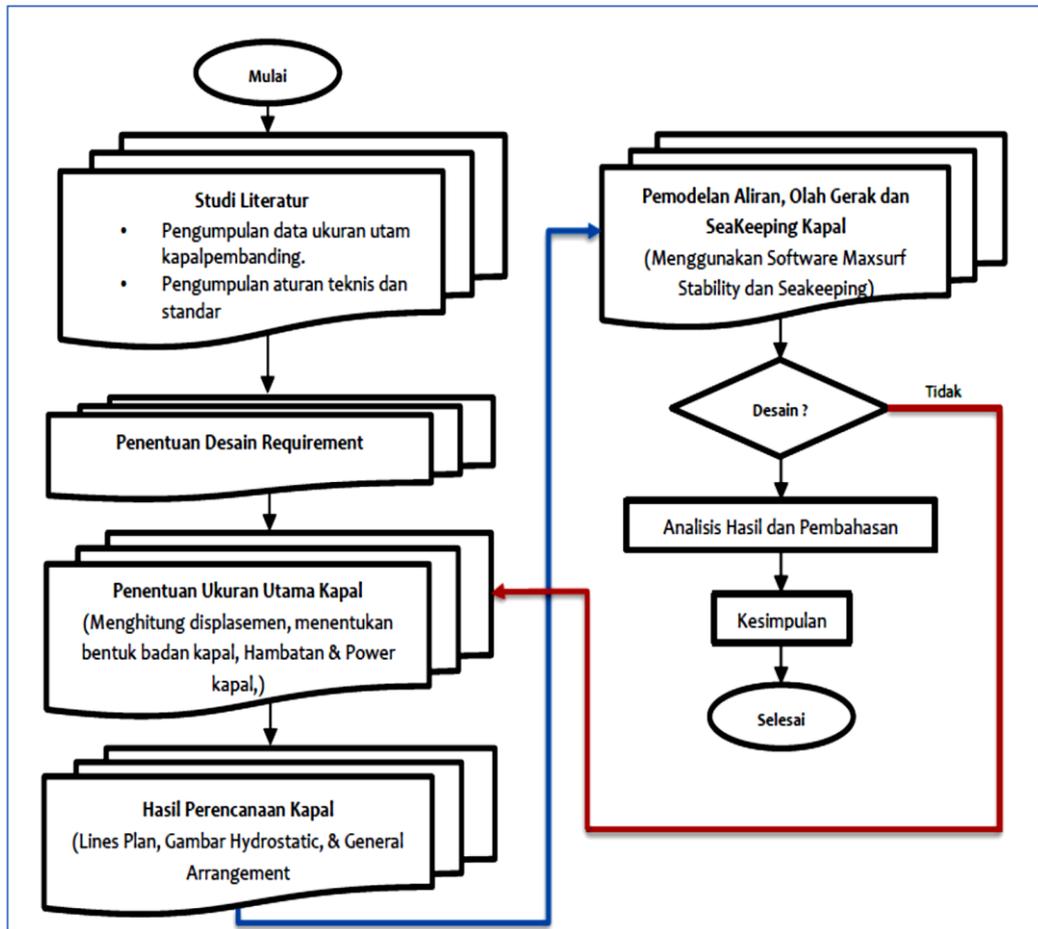
<sup>6</sup> Bahri, M. 2016. "Kebijakan Freedom Of Navigation Amerika

telah dinyatakan sebagai hukum positif internasional sejak 16 November 1994, Dunia telah mengakui hak Indonesia sebagai Negara Kepulauan. Perkembangan teknologi kapal perang semakin pesat seiring majunya ilmu pengetahuan. Perkembangan teknologi kapal perang yang begitu signifikan terjadi pada sistem tenaga pendorong, radar, sistem kontrol hingga persenjataan yang digunakan. Dari hal tersebut maka diperlukan teknologi perancangan kapal perang terbaru sesuai dengan kondisi laut di Indonesia dengan menggunakan metode yang ada dan disesuaikan dengan sarana dan prasarana Penelitian dan Pengembangan yang ada di Indonesia. Karakteristik bentuk lambung mempengaruhi desain dan kinerja semua sistem dan disiplin lain yang terlibat dalam desain kapal. Penilaian dampak karena variasi bentuk lunas harus diatasi melalui proses yang mencakup keseluruhan sintesis desain, serta, prediksi misi efektivitas dan biaya dan perlu adanya penelitian dan inovasi desain kapal perang yang memiliki bobot mati yang besar dalam meningkatkan daya jelajah kapal, stabilitas yang bagus ketika kapal bermanuver, memiliki desain lambung yang mampu melewati level

*sea state* 6-7 dan memiliki kecepatan maksimal 30 knot, sehingga pada saatnya dapat menjadi jawaban atas Alat Peralatan Pertahanan dan Keamanan (Alpahankam) dalam mengatasi masalah keamanan dan pertahanan yang pada saat ini berkembang dan menjawab kebutuhan alutsista laut yang dibutuhkan TNI angkatan laut dimasa yang akan datang.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan iterasi desain dengan menggunakan teknik analisa data hasil desain untuk proses analisa data dalam penelitian. Dalam menganalisa menerapkan tahapan-tahapan yang dilakukan diantaranya : pengumpulan data, Optimasi Ukuran Kapal, Pemodelan Linesplan, Membuat Perencanaan Umum, Analisis Perhitungan hidrostatik, Analisis Perhitungan hambatan, Analisis Perhitungan Stabilitas, Analisis Perhitungan Olah gerak (*Seakeeping*), dan secara umum digambarkan dengan alur analisa sebagai berikut :



**Gambar 1** Diagram Alir Analisis Penelitian  
Sumber : Analisis Peneliti, 2018

## Hasil Penelitian

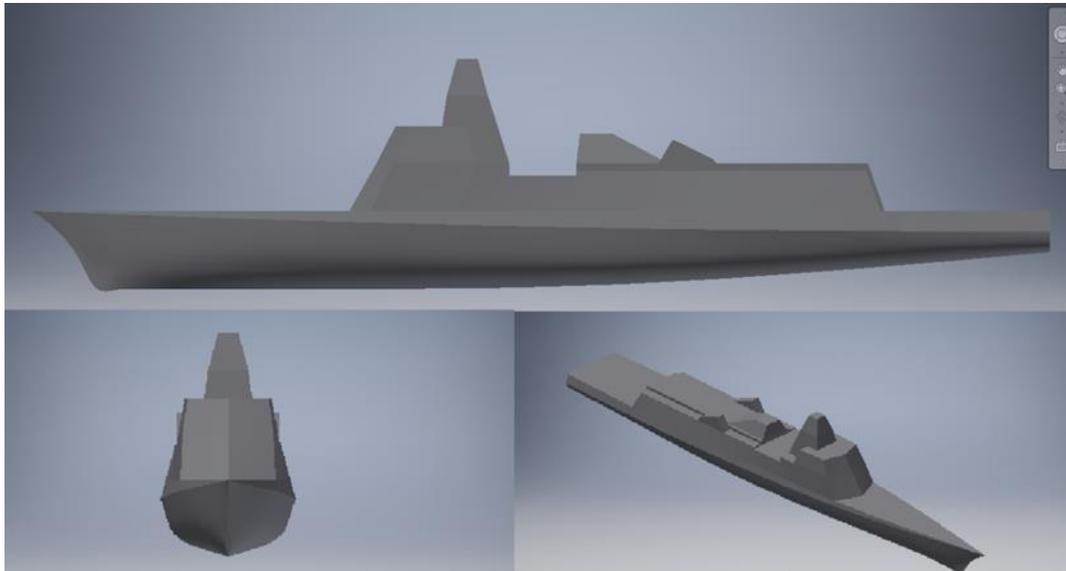
### Konsep Desain

Konsep desain merupakan usaha awal untuk merubah *mission requirement* atau desain requirement yang dipersyaratkan kedalam karakteristik teknik dan karakteristik bidang perkapalan, hal ini meliputi ukuran-ukuran utama kapal seperti: panjang, lebar, dalam, sarat, koefisien block, power dan alternatifnya yang memenuhi kecepatan yang diminta, jarak jelajah, volume muatan dan *deadweight*,

termasuk estimasi *light weight* kapal awal yang diperoleh dari kurva, formula, dan pengalaman. Pada penelitian ini konsep yang direncanakan adalah desain *hull* dengan karakteristik kapal *frigate* dengan *displacement* 4000 ton, dengan kecepatan 30 knot dan digunakan koefisien blok 0,43. Perencanaan kapal memiliki desain *freeboard* yang rendah dengan alasan jika terjadi pertempuran laut lambung kapal susah untuk dibidik, tinggi *freeboard* yang direncanakan adalah 4.5 meter, selain itu kapal yang

direncanakan memiliki bentuk menara atau *mass* prisma empat sisi seperti kapal perang modern, dengan bentuk ini

kapal sulit untuk terlacak pada radar karena bentuknya.



**Gambar 2** Konsep desain kapal *frigate* PMIDU-HBS X-01  
Sumber : Analisis Peneliti, 2018

### **Menentukan Ukuran Utama Kapal Frigate**

Untuk menentukan ukuran utama sebuah kapal dalam pra perancangan ini digunakan metode kapal perbandingan (Comparison Method), dengan mengoptimasikan perbandingan ukuran utama kapal perbandingan, kemudian mengambil satu komponen variabel utama dari ukuran utama kapal, pada perancangan ini variabel utama yang diambil adalah beban total kapal atau volume benaman kapal (displacement). Sedangkan metode untuk mempermudah perbandingan di gunakan metode regresi linier

untuk memperoleh ukuran utama kapal Frigate.

### **Ukuran Utama Hasil Regresi Linear**

$$LWL = 125,40$$

$$B = 15,4$$

$$T = 4,28$$

$$Cb = 0,48$$

$$\Delta = 4000 \text{ ton}$$

### **Ukuran Utama Kapal Frigate Baru**

Setelah dilakukan perancangan awal berdasarkan ukuran utama diatas lalu dioptimasi sesuai dengan karakteristik kapal yang direncanakan, maka didapat ukuran kapal yang akan di rencanakan selanjutnya sebagai berikut :

$$LOA = 123,00 \text{ meter}$$

Lpp :118,00 meter  
 LWL :118,00 meter  
 B :16,85 meter  
 H :9,50 meter  
 T :5,00 meter

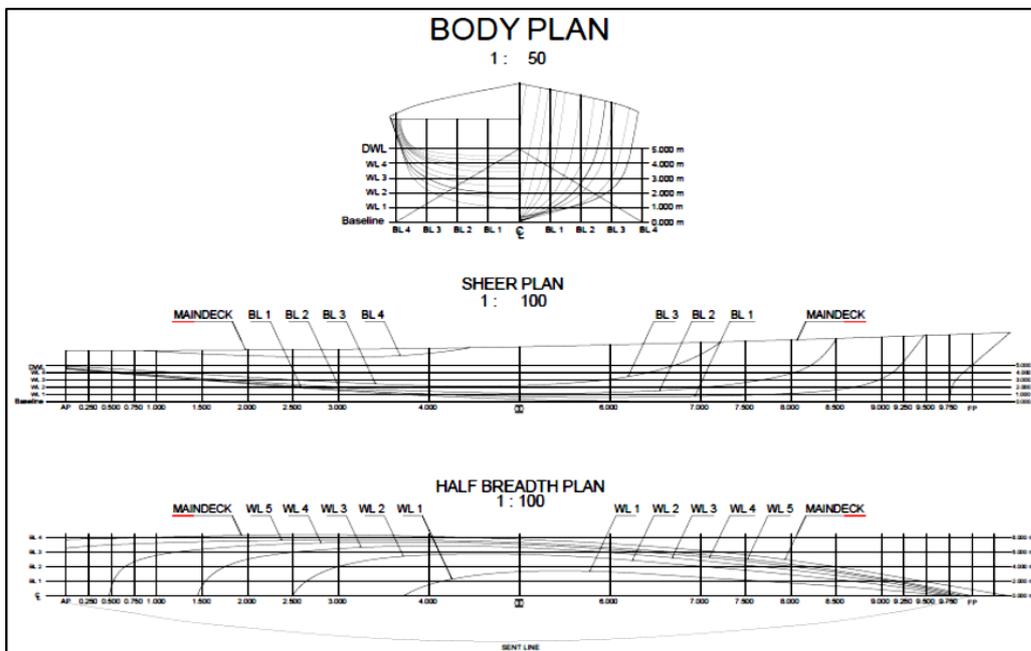
perencanaan garis, perencanaan umum dan yang terakhir adalah perencanaan permesinan dan sistem, di dalam penelitian ini hanya melakukan pada tahap perencanaan garis atau linesplan.

**Perencanaan Model Kapal**

Setelah didapatkan ukuran utama kapal pengerjaan selanjutnya adalah perancangan model, perancangan model pada teknologi perkapalan dimulai dari

**Perencanaan Garis (Linesplan)**

Pada Penelitian ini perancangan linesplan menggunakan pengukuran formdata dalam teknik perancangannya.



**Gambar 3** Linesplan kapal frigate PMIDU-HBS X-01  
 Sumber : Analisis Peneliti, 2018

**a. Perhitungan Deadweight Tonnage**

Dari perhitungan LWT maka kita dapat menentukan DWT kapal yaitu: berat komponen DWT keseluruhannya adalah :

$$\begin{aligned}
 W_{total} &= W_{fo} + W_{do} + W_{lo} + W_{fw} + Pr \\
 &= 233,871 + 43,025 + 40,045 + 264,61 \\
 &\quad + 40 = 621,55 \approx 622 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

**b. Perhitungan Payload**

$$\begin{aligned}
 \text{Payload} &= \Delta - LWT - DWT \\
 &= 4000 - 1866 - 621,55 \\
 &= 1512 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

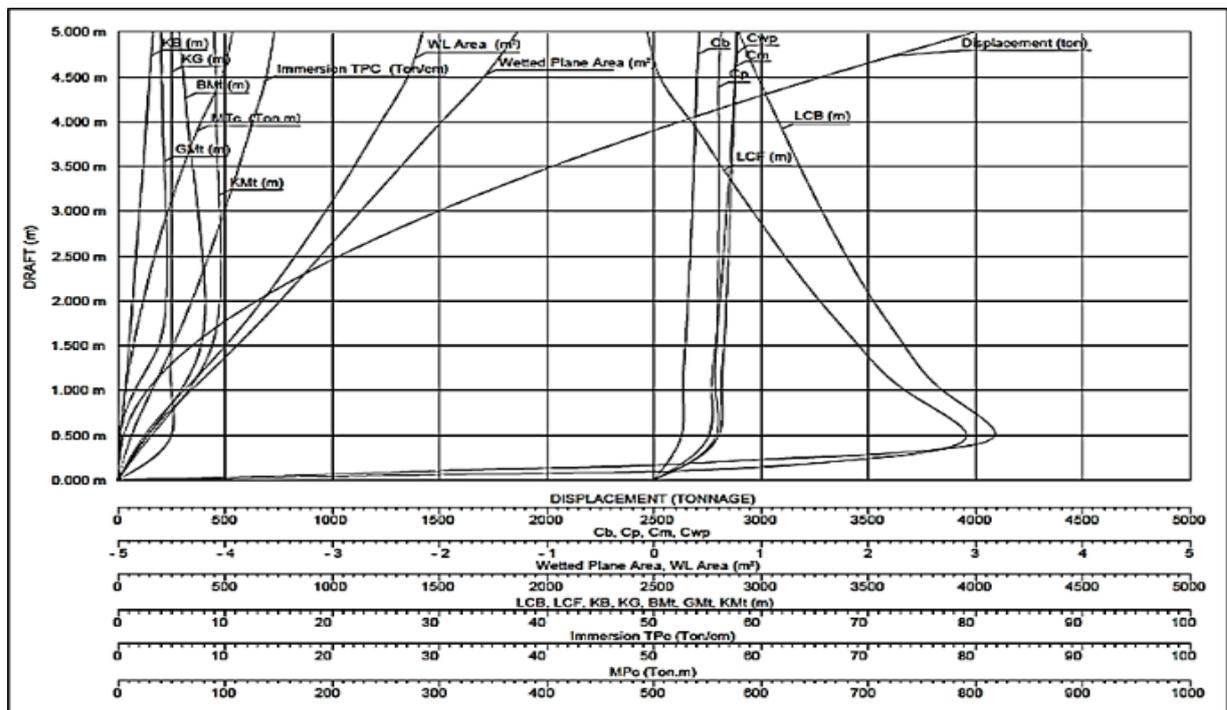
Hasil perhitungan tahanan kapal dengan menggunakan metode holtrop dan efisisensi yang di gunakan adalah 80 %, kecepatan 0 knot hingga ke kecepatan

maksimal yaitu 30 knot, hambatan yang di hasilkan pada kecepatan maksimal adalah 1281,700 KN. Sedangkan daya yang dibutuhkan kapal pada kecepatan maksimal adalah 33159,266 HP.

**Analisis Hidrostatik Kapal**

Fungsi hidrostatik adalah untuk mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup di dalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat karena.

Cara yang paling umum untuk menggambarkan kurva-kurva hidrostatik adalah dengan membuat dua sumbu saling tegak lurus. Sumbu mendatar adalah garis dasar kapal (base-line). Sedangkan garis vertikal menunjukkan sarat tiap water line yang dipakai sebagai titik awal pengukuran kurva hidrostatik. Berikut adalah tabel dan grafik hasil analisis kurva hidrostatik.



**Gambar 5** grafik hasil analisis kurva hidrostatik  
 Sumber : Analisis Peneliti, 2018

**Analisis Stabilitas Kapal**

Stabilitas merupakan salah satu hal yang penting dalam sebuah perencanaan dari desain kapal maka untuk dapat menjamin keselamatan kapal dalam pelayarannya, untuk itu kapal harus mempunyai keseimbangan mantap atau

stabilitas yang baik, atau kapal harus mampu melawan semua gaya-gaya dari luar yang menyebabkan kemiringan, sehingga kapal dapat kembali keposisi semula Kapal yang kaku akan kembali ke posisi tegak dalam periode yang sangat cepat. Kondisi seperti ini

menyebabkan kapal mempunyai nilai MSI (*Motion Sickness of Incident*) yang cenderung tinggi.

Namun pada dasarnya stabilitas adalah kapal dengan momen pembalik (*righting moment*) yang cukup untuk membuat kapal kembali ke posisi tegak ketika mendapat gaya dari luar yang menyebabkan olengan. Sebagai persyaratan yang wajib tentunya stabilitas kapal harus mengacu pada

peraturan yang telah diakui seperti International Maritime Organisation (IMO). Dalam perhitungan stabilitas ini, kapal diasumsikan dengan 6 kondisi yang menggambarkan kondisi operasional kapal yang mungkin terjadi. Penentuan stabilitas kapal ini menggunakan kriteria-kriteria yang telah tersedia dalam perangkat lunak Maxsurf Stability. Semua hasil analisis stabilitas ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

**Tabel 1** Hasil Analisa Stabilitas Kapal

Kriteria	Value	Units	Kondisi Aktual					
			1	2	3	4	5	6
3.1.2.1 : Area 0 to 30	31,513	m.deg	35,937	34,470	31,709	46,010	38,470	37,188
3.1.2.1: Area 0 to 40	51,566	m.deg	56,960	56,880	51,597	74,571	63,870	61,857
3.1.2.1: Area 30 to 40	17,189	m.deg	21,023	22,400	19,888	28,560	25,400	24,688
3.1.2.2: Max GZ at 30 or Greater	0,2	m	2,137	2,334	2,035	3,002	2,756	2,704
3.1.2.2: Angle of Maximum GZ	25	deg	40,000	43,600	40,90	45,500	48,200	49,100
3.1.2.2: Initial GMt	0,15	0.15	5,148	5,148	4,344	6,825	5,547	5,386

Sumber: Analisis Peneliti, 2018

**Tabel 2** Periode Oleng Kapal

Kondisi	B (m)	d (m)	MG (m)	C	T (s)
1	16.85	2.137	5.148	0.5036	7.4801
2	16.85	2.334	4.779	0.4883	7.5275
3	16.85	2.035	4.344	0.5127	8.2899
4	16.85	3.002	6.825	0.4514	5.8224
5	16.85	2.756	5.547	0.4629	6.6232

Sumber: Analisis Peneliti, 2018

**Analisis dan Perhitungan Olah Gerak**

Salah satu metode perhitungan olah gerak kapal adalah metode Frequency

Domain Methode/ Strip Theory. Output perhitungan adalah sebagai berikut dalam Tabel 3:

**Tabel 3** Hasil Perhitungan Olah Gerak Kapal

ITEM		Wave Heading	Motion	Velocity	Velocity
10 Knot	Heaving	0°	0.14200 m <sup>2</sup>	0.02400 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.00400 m <sup>2</sup> /s
		45°	1.05200 m <sup>2</sup>	0.07300 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.01800 m <sup>2</sup> /s
		90°	1.05200 m <sup>2</sup>	0.61700 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.46700 m <sup>2</sup> /s
		180°	0.25900 m <sup>2</sup>	0.18900 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.15400 m <sup>2</sup> /s
	Rolling	0°	0.00000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		45°	62.18000 deg <sup>2</sup>	0.00728 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00338 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		90°	117.46000 deg <sup>2</sup>	0.02494 (rad/s) <sup>2</sup>	0.02212 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		180°	0.00000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s/s) <sup>2</sup>
	Pitching	0°	1.35000 deg <sup>2</sup>	0.00007 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00001 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		45°	1.50000 deg <sup>2</sup>	0.00012 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00003 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		90°	0.31000 deg <sup>2</sup>	0.00005 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00003 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		180°	1.91000 deg <sup>2</sup>	0.00046 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00040 (rad/s/s) <sup>2</sup>
20 Knot	Rolling	0°	0.00000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		45°	21.78000 deg <sup>2</sup>	0.00298 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00344 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		90°	117.46000 deg <sup>2</sup>	0.02494 (rad/s) <sup>2</sup>	0.02212 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		180°	0.00000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s/s) <sup>2</sup>
	Pitching	0°	1.04000 deg <sup>2</sup>	1.04000 deg <sup>2</sup>	1.04000 deg <sup>2</sup>

30 Knot		45°	0.00002 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00002 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00002 (rad/s) <sup>2</sup>
		90°	0.00002 (rad/s/s) <sup>2</sup>	0.00002 (rad/s/s) <sup>2</sup>	0.00002 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		180°	1.14000 deg <sup>2</sup>	1.14000 deg <sup>2</sup>	1.14000 deg <sup>2</sup>
	Heaving	0°	0.28600 m <sup>2</sup>	0.07300 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.10900 m <sup>2</sup> /s
		45°	0.74900 m <sup>2</sup>	0.01500 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.00600 m <sup>2</sup> /s
		90°	0.74900 m <sup>2</sup>	0.42800 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0.32200 m <sup>2</sup> /s
		180°	0.79000 m <sup>2</sup>	1.24700 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	2.09100 m <sup>2</sup> /s
	Rolling	0°	0.00000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		45°	33.97000 deg <sup>2</sup>	0.00630 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00593 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		90°	117.46000 deg <sup>2</sup>	1.24700 (rad/s) <sup>2</sup>	0.02212 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		180°	0.00000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s/s) <sup>2</sup>
	Pitching	0°	1.80000 deg <sup>2</sup>	0.00009 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00011 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		45°	1.53000 deg <sup>2</sup>	0.00002 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00001 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		90°	0.20000 deg <sup>2</sup>	0.00000 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00002 (rad/s/s) <sup>2</sup>
		180°	1.64000 deg <sup>2</sup>	0.00084 (rad/s) <sup>2</sup>	0.00149 (rad/s/s) <sup>2</sup>

Sumber: Analisis Peneliti, 2018

Hasil perhitungan di atas dapat di simpulkan, hasil nilai *amplitude* tersebut tampak bahwa arah gelombang (*heading*) mempengaruhi respon kapal. Tiap kapal memiliki respon yang berbeda terhadap masing-masing heading. Tidak semua *heading* membahayakan keselamatan kapal. Selain itu hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada intervensi gelombang dari arah lain. Sehingga pada wave heading 0 dan 180 derajat tidak terjadi gerakan *rolling*. Pada *heading* 0 dan 180 derajat Kapal *Frigate* mempunyai *amplitude* gerakan *Heaving* lebih besar di banding 90 dan 45. Untuk kondisi *pitching*

yang lebih besar adalah kondisi 45 dan 90 derajat di banding 45 dan 90 derajat. Kemudian untuk kondisi *rolling* kondisi 45 dan 90 derajat yang lebih besar, karena kondisi 0 dan 180 derajat tidak mempunyai nilai. Sedangkan nilai kecepatan (*velocity*) yang di maksud disini adalah fungsi numerik yang terdiri dari 2 variabel yaitu jarak (m) dan waktu (s) pada tiap-tiap gerakan kapal. Tingkat kenyamanan kapal tergantung pada seberapa cepat gerakan kapal. Semakin cepat gerakan kapal mengakibatkan periode gerakan kapal semakin cepat. Hal

ini tentunya membuat kapal semakin tidak nyaman. Sama halnya dengan grafik nilai

amplitude yang berpengaruh linier terhadap kondisi gelombang. Demikian juga dengan grafik kecepatan pada tiap gerak *heave*, *pitch*, *roll*. Semakin buruk kondisi gelombang maka kecepatan gerakan semakin tinggi. Dengan demikian jelas bahwa kapal akan semakin tidak nyaman apabila kondisi gelombang semakin tinggi. Dari hasil analisa *velocity* diatas menunjukkan bahwa arah masuk gelombang (*wave heading*) mempengaruhi kenyamanan kapal. Pada *heading* 0 dan 180 derajat kapal mempunyai kecepatan gerakan (*velocity*) *heaving* lebih besar di banding 90 dan 45 derajat. Untuk kondisi *pitching* yang lebih cepat adalah kondisi 45 dan 90 derajat di banding 0 dan 180 derajat. Dan untuk kondisi *rolling* (*velocity*) yang lebih besar kondisi 45 dan 90 derajat di bandingkan dengan 0 dan 180 derajat yang tidak memiliki nilai *rolling velocity* untuk kapal *Frigate* PMIDU-HBS X-01

### **Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan penulis yaitu Perancangan

kapal *Frigate* PMIDU-HBS X-01, dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode perbandingan dari kapal frigate yang digunakan oleh berbagai negara dan dilakukan optimasi ukuran utama kapal perang, telah didapatkan ukuran yang sesuai dengan wilayah laut Indonesia.
2. Berdasarkan analisis menggunakan software Maxsurf Stability dan Motion didapatkan hasil analisis berupa: Hasil perhitungan hidrostatis kapal frigate telah sesuai dengan karakteristik kapal frigate. Hasil analisis stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai yang bagus atau PASS yang telah sesuai dengan IMO Section A.749(18) Chapter.
3. Hasil Analisis Olah Gerak (*Seakeeping*) Nilai *Heaving*, Nilai *Rolling*, Nilai *Pitching* sebagai dasar penentuan manuvering kapal sudah dianalisis dan didapatkan hasil yang sesuai dengan karakteristik kapal frigate.

### **Daftar Pustaka**

#### **Jurnal**

Asana, R., Suwartiningsih, S. and Nugroho, A.B.H., 2017. "Kebijakan Pertahanan Indonesia Terhadap Pulau-Pulau Kecil Terluar Pada Masa

Pemerintahan Jokowi”.  
Cakrawala,6(1), pp.35-58.

Bahri, M. 2016. “Kebijakan Freedom Of Navigation Amerika Serikat Di Laut China Selatan”.Jurnal Skripsi. FISIP.UNHAS MAKASAR.

Samuel; Windyandari, Aulia. 2013, “Perancangan Kapal Perang Multipurpose Tipe Katamaran Untuk Kondisi Perairan Ambalat.”. ISSN 2301-9069.

Soegiono,1994,”Perkembangan Teknologi Perkapalan Di Indonesia”, dikutip pada Pidato di departemen Naval Architecture and Ship Building Engineering, ITS 623.83 Soe