

# Kajian Desain Kapal Perintis Dengan Kondisi Wilayah Operasi Perairan Dangkal

Budianto<sup>1\*</sup>, Tri Karyono<sup>1</sup>, Ruddianto<sup>1</sup>, Muhamad Muhadi Eko Prayitno<sup>1</sup>, Bambang Teguh Setiawan<sup>1</sup>, Cahyo Dwi Satriya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
budianto@ppns.ac.id

**Abstrak** — Pembangunan sub sektor transportasi laut ditujukan antara lain untuk menjamin tersedianya jasa angkutan laut dalam kapasitas dan kualitas yang memadai guna mendukung pembangunan, memperkokoh persatuan dan kesatuan bangsa serta sebagai perwujudan wawasan nusantara. Dalam rangka mewujudkan hal tersebut, terus dilakukan upaya untuk mengakomodir kebutuhan masyarakat salah satunya dengan layanan transportasi untuk angkutan barang di laut dengan rute yang tetap dan terjadwal sehingga kebutuhan masyarakat berupa barang pokok dan barang penting dapat tersedia dan terpenuhi dengan maksimal. Secara bertahap dioperasikan untuk melayani pelabuhan – pelabuhan di wilayah terpencil hingga wilayah terluar di Nusantara, dimana akses transportasi untuk mobilitas penumpang dan barang antar wilayah masih sangat minim dan tingkat ketersediaan barang kebutuhan pokok serta barang di wilayah tersebut penting masih terbatas, sekaligus mendukung program Pemerintah Republik Indonesia sebagai perwujudan dari Nawacita dengan harapan terciptanya kesejahteraan yang merata bagi seluruh rakyat Indonesia. Untuk memperoleh hasil tersebut maka seorang peneliti dalam tahap praperencanaan harus memperhatikan beberapa aspek, diantaranya adalah aspek teknis dan ekonomis. Maka untuk memprediksi ukuran utama kapal perintis dengan mempertimbangkan batasan-batasan tertentu yang diharapkan dapat sesuai dengan kondisi pada saat operasionalnya dalam perairan dangkal, kemudian membuat evaluasi dari berbagai alternatif bentuk badan kapal dan memilih bentuk lambung

kapasitas optimal dan diperkirakan memiliki stabilitas cukup baik untuk kondisi pelayaran perairan dangkal.

**Kata Kunci** — Transportasi laut, Kapal Perintis, Stabilitas, Perairan Dangkal.

## I. PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pemerataan pembangunan khususnya di wilayah pedalaman, terpencil, perbatasan dan kepulauan diperlukan jaminan regularitas pelayanan transportasi. Hal ini mengandung pengertian bahwa penyelenggaraan angkutan laut merupakan bagian dari sendi kehidupan masyarakat, bangsa dan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Pembangunan sub sektor transportasi laut ditujukan antara lain untuk menjamin tersedianya jasa angkutan laut dalam kapasitas dan kualitas yang memadai guna mendukung pembangunan, memperkokoh persatuan dan kesatuan bangsa serta sebagai perwujudan wawasan nusantara. Dalam rangka mewujudkan hal tersebut, terus dilakukan upaya untuk mengakomodir kebutuhan masyarakat salah satunya dengan layanan transportasi untuk angkutan barang di laut dengan rute yang tetap dan terjadwal sehingga kebutuhan masyarakat berupa barang pokok dan barang penting dapat tersedia dan terpenuhi dengan maksimal. Secara bertahap dioperasikan untuk melayani pelabuhan – pelabuhan di wilayah terpencil hingga wilayah terluar di nusantara dimana akses transportasi untuk mobilitas penumpang dan barang antar wilayah masih



sangat minim dan tingkat ketersediaan barang kebutuhan pokok serta barang di wilayah tersebut penting masih terbatas, sekaligus mendukung program Pemerintah Republik Indonesia sebagai perwujudan dari Nawacita dengan harapan terciptanya kesejahteraan yang merata bagi seluruh rakyat Indonesia.

Sejak tahun 1974 hingga saat ini, pelayaran perintis telah menjadi andalan dalam melayani transportasi di wilayah pedalaman, terpencil, perbatasan dan kepulauan. Minimnya jaminan regularitas pelayanan transportasi mengakibatkan terjadinya perbedaan sistem logistik nasional di Indonesia yang mencolok. Ini jika dibandingkan antara sarana transportasi wilayah barat dan timur Indonesia. Sarana transportasi yang kurang memadai dan tidak teratur pelayanannya telah menjadikan wilayah timur maupun pulau-pulau kecil dan terluar di Indonesia sulit dijangkau.

Kapal merupakan salah satu alat angkut yang mempunyai fungsi sebagai sarana transportasi laut dan sungai yang membawa penumpang dan atau barang. Secara garis besar dapat dituliskan karakteristik dari desain kapal yang diharapkan adalah sebagai berikut:

- Mempunyai kestabilan yang tinggi dan *monoverability* yang cukup baik sehingga akan memberikan tingkat kenyamanan yang lebih baik.
- Mempunyai kapasitas dan ukuran utama yang sesuai pada saat berlayar dengan kedalaman laut dan sungai terbatas.

Untuk memperoleh hasil tersebut maka seorang peneliti dalam tahap praperencanaan harus memperhatikan beberapa aspek, diantaranya adalah aspek teknis dan ekonomis. Maka untuk Memprediksi ukuran utama kapal dengan mempertimbangkan batasan-batasan tertentu yang diharapkan dapat sesuai dengan kondisi pada saat operasionalnya, kemudian membuat evaluasi dari berbagai alternative bentuk badan kapal dan memilih mana yang tidak menimbulkan gelombang cukup besar dengan kapasitas optimal dan diperkirakan memiliki stabilitas cukup baik untuk kondisi pelayaran perairan dangkal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Umum

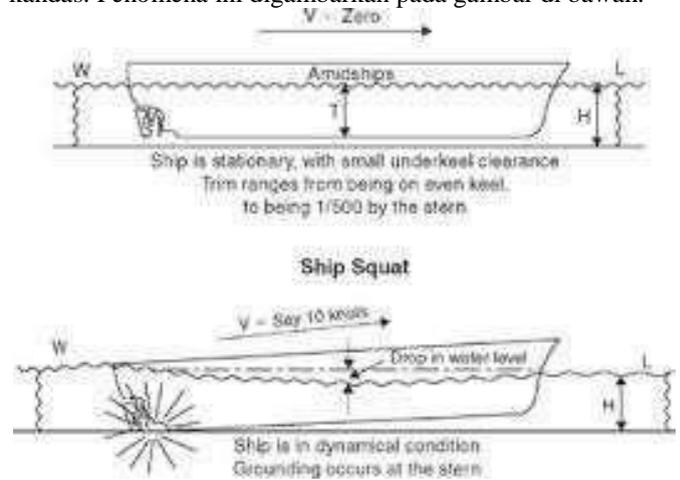
Pembuatan sebuah desain kapal perairan dangkal pada dasarnya adalah jembatan yang menghubungkan asumsi tahapan desain dengan kondisi nyata beroperasinya sebuah kapal tersebut. karena hasil dari pekerjaan desain dapat langsung terlihat dan merupakan pendekatan dengan kondisi yang sebenarnya. Hasil desain dapat mengindikasikan apakah hasil perancangan telah masuk dalam lingkup asumsi yang telah disusun saat awal proyek. Hal ini juga dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan-keputusan perancangan kapal yang dapat dipertanggung jawabkan mengenai kelangsungan dari kapal yang akan dibangun[4].

### B. Perairan Dangkal

Untuk operasional sebuah kapal bila rasio kedalaman perairan dengan sarat air/draft kapal kurang dari 5 maka perairan tersebut dapat dianggap sebagai perairan dangkal untuk pengoperasian sebuah kapal. Pada saat ratio tersebut semakin lama semakin kecil maka gaya-gaya hidrodinamika akan mempengaruhi operasional sebuah kapal. Pengaruh ini

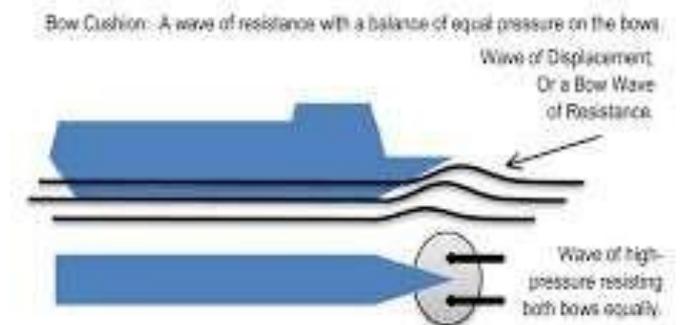
akan semakin nyata dan terasa pada saat kedalaman perairan mencapai 1.5 kali tinggi sarat kapal.

Salah satu fenomena hidrodinamika yang berhubungan dengan kajian ini adalah *squat effect*. Dimana kapal akan bergerak cepat dibanding aliran di bawahnya sehingga menciptakan daerah dengan tekanan rendah pada bagian bawah kapal sehingga kapal mengalami *heaving* dan akhirnya kandas. Fenomena ini digambarkan pada gambar di bawah.



Gambar 1 Fenomena kapal kandas

Dapat dikatakan bahwa *Teori Bernoulli* berlaku dalam kondisi ini. Selain itu hal-hal lain dalam pengoperasian kapal terpengaruh kondisi ini adalah bertambahnya tahanan kapal sehingga kecepatan akan turun[6]. Gelombang yang timbul akibat gerak maju kapal (*wave making resistance*) di laut dangkal relatif lebih besar dibandingkan di laut dalam untuk kecepatan kapal yang sama, seperti dideskripsikan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2 Kenaikan wave making resistance

### C. Material

Kapal Perintis untuk Perairan Dangkal membutuhkan sarat air yang relatif kecil. Dengan sarat air yang kecil maka displamen kapal juga kecil [7]. Untuk itu berat kapal kosong (LWT) harus sekecil mungkin agar kapasitas angkut tetap dapat dipenuhi. Jenis material yang akan digunakan untuk lambung Kapal Perintis untuk Perairan Dangkal ini adalah aluminium. Pertimbangan utama pemilihan material aluminium sebagai material lambung kapal adalah berat material.



D. Jenis Material Alumunium

Dalam penerapannya pemakaian material alumunium untuk pembangunan kapal harus menggunakan standart kualitas marine. Standart marine used juga harus mendapat pengesahan material dari Biro Klasifikasi, karena dalam hal itu sangat penting dalam menjaga kualitas kapal dalam ketahanan dan operasional di laut. Berikut diberikan beberapa jenis material alumunium untuk pembangunan kapal, sesuai peruntukannya berdasarkan standart Biro Klasifikasi.

Alloy	Temper	Form	UTS, psi ×		Elongation
			1,000 (mPa)	1,000 (mPa)	
5083	H111	extrusions	46 (276)	24 (145)	16%
	H321	sheet & plate: U.S. Coast Guard now advises against marine use			
	H329	sheet	45 (310)	34 (234)	
	H324	sheet	59 (345)	39 (269)	
	H321	plate: U.S. Coast Guard now advises against marine use			
5086	H111	extrusions	35 (241)	21 (145)	
	H112	plate	35 (241)	16 (110)	14%
	H32	sheet & plate	40 (276)	28 (193)	12%
5054	H34	drawn tube	44 (303)	34 (234)	10%
	H111	extrusions	33 (227)	19 (131)	14%
	H112	extrusions	31 (214)	12 (83)	18%
	H32	sheet & plate	36 (248)	26 (179)	10%
	H34	sheet & plate	39 (259)	29 (200)	10%
5456	H111	extrusions	42 (289)	26 (179)	18%
	H112	extrusions	41 (283)	19 (131)	22%
	H321	sheet & plate	46 (317)	33 (227)	16%
	H323	plate	48 (331)	36 (248)	
	H324	sheet	53 (365)	41 (283)	
6061	T6	sheet & plate	42 (289)	35 (241)	17%
	T6	extrusions	38 (262)	35 (241)	17%
	T6	rod & bar	42 (289)	35 (241)	17%
	T6	drawn tube	42 (289)	35 (241)	17%
	T6	pipe	42 (289)	35 (241)	17%

Note: Modulus of elasticity E = 10,000,000 psi (68,918 mPa)  
 UTS - Ultimate Tensile Strength  
 Elongation is a percent of a 2-inch (50 mm) sample

Gambar 3 Alumunium boatbuilding alloy Physical properties.

Berdasarkan peruntukan dan kemudahan ketersediaan dari manufaktur untuk Perancangan Kapal Perintis untuk Perairan Dangkal ini, jenis alumunium yang digunakan: Untuk material pelat menggunakan Al 5083 H321, sedangkan untuk profil kapal menggunakan 6061 T6 extrusions.

E. Sea State

Gelombang sangat berperan penting dalam mempengaruhi gerakan sebuah kapal saat beroperasi di laut. Faktor yang mempengaruhi pembentukannya antara lain: kecepatan angin, kedalaman laut dan periode tiupan angin. Perairan dimana kapal beroperasi pada kenyataannya berupa gelombang acak/ireguler [1]. Untuk mengetahui besaran suatu kondisi laut disuatu tempat maka perlu adanya definisi yang diketahui secara luas [2]. Sea State merupakan skala umum yang digunakan dalam dunia pelayaran untuk mendefinisikan kondisi perairan di suatu tempat, berikut tabulasi definisi Sea State :

Sea State Number	Significant Wave height (m)		Sustained Wind Speed (Knots) (See Note 1)		Percentage probability of sea state	Modal Wave Period (sec)	
	Range	Mean	Range	Mean		Range (see Note 3)	Most Probable
0-1	0-0.1	0.05	0-6	3	0.7	-	-
2	0.1-0.5	0.3	7-10	8.5	6.8	3.0-12.8	7.0
3	0.5-1.25	0.88	11-16	13.5	23.7	5.0-14.8	7.5
4	1.25-2.5	1.88	17-21	19	27.8	6.1-15.2	8.8
5	2.5-4	3.25	22-27	24.5	20.84	8.3-15.0	9.7
6	4-6	5	28-47	37.5	13.15	9.8-16.2	12.4
7	6-9	7.5	48-55	51.5	6.05	11.8-18.5	15.0
8	9-14	11.5	66-83	59.5	1.11	14.2-18.6	16.4
>8	>14	>14	>83	>83	0.05	18.0-23.7	20.0

Gambar 4 Tinggi gelombang

F. Bentuk Lambung Kapal

Garis air (*water line*) menjadi pembagi utama cara pengelompokan jenis tipe lambung karena lingkungan kerja yang berbeda maka karakteristik bentuk lambung keempat jenis kapal tersebut juga berbeda [5]. Lambung kapal (*hull*) merupakan badan dari kapal. Lambung kapal menyediakan daya apung yang mencegah kapal dari tenggelam. Rancang bangun lambung kapal merupakan hal yang penting dalam membuat kapal karena akan memengaruhi stabilitas kapal, kecepatan rencana kapal, konsumsi bahan bakar, sarat atau kedalaman yang diperlukan dalam kaitannya dengan kolam pelabuhan yang akan disinggahi serta kedalaman alur pelayaran yang dilalui oleh kapal tersebut. Jenis lambung kapal dapat dibedakan menjadi 4 jenis lambung kapal :

- Kapal yang lambungnya bergerak di atas permukaan air (*aerostatic support*)  
 Kapal *Aerostatic* mengapung dengan gaya dorong udara di bawah lambungnya. Kapal ini memiliki sirkulasi udara angkat (kipas udara) yang mengatur tekanan udara di bawah badan kapal (*aerostatic support*). Aliran udara ini harus cukup besar untuk bisa mengangkat badan kapal keluar dari air. Kapal jenis ini mempunyai berat yang ringan, karena tahanan udara jauh lebih rendah dari tahanan air dan tidak bersinggungan dengan gelombang air membuat kapal ini mempunyai kecepatan yang tinggi.
- Kapal yang lambungnya sebagian kecil terendam air (*hydrodynamic support*)  
 Kapal ini bergantung pada kecepatan yang mengangkat sebagian lambungnya keluar dari air (*hydrodynamic support*). Dengan kecilnya badan kapal yang bersentuhan dengan air maka kecil juga jumlah tahanan air yang ditanggung. Bentuk badan kapal dirancang mengikuti hukum hydrodynamic, setiap benda yang bergerak yang dapat menciptakan aliran non-simetris menimbulkan gaya angkat yang tegak lurus dengan arah gerak. kapal biasanya memakai lambung berbentuk V (*planning hull*).
- Kapal yang bergerak di air (*hydrostatic support*)  
 Kapal hydrostatic adalah kapal dengan displasemen yang besar, sebagian besar lambungnya terendam air. Tipe ini adalah tipe paling kuno dan paling umum dari segala jenis kapal, berkecepatan relative rendah karena harus mengatasi tahanan air yang besar. Kemampuannya mengapung didasarkan pada hukum arsimedes, gaya apung yang didapat sebanding dengan berat air yang dipindahkannya (*hydrostatic support*). Umumnya kapal ini disebut sebagai kapal dengan lambung displacement (*displacement* = berat air yang dipindahkannya). Karena daya angkut yang besar kapal ini punya kemampuan pelayaran sangat jauh dibandingkan dengan dua kategori sebelumnya yang beroperasi pada jarak dekat. Kapal displacement adalah kapal segala musim, dengan kemampuan daerah pelayaran dari air tenang sampai berombak.
- Kapal multi lambung.  
 Kapal multi lambung disebut dengan nama *catamaran* (lambung ganda) dan *trimaran* (lambung tiga). Tipe ini tidak termasuk pada tiga kategori di atas tetapi memiliki semua gaya



*support* yang *hydrostatic* dan *hydrodynamic*. Kapal ini mempunyai lambung yang besar, mempunyai kecepatan beragam, dari kapal kecepatan tinggi hingga rendah.

Dalam penentuan Desain Kapal Perintis dengan bahan lambung aluminium untuk Perairan Dangkal yang lebih cocok memakai tipe bentuk lambung *hydrodynamic support*, dan *twin hull (catamaran)*. Untuk lambung tunggal, bagian depan kapal berbentuk V (*planning hull*), sedangkan pada bagian belakang berbentuk U sama dengan bentuk kapal penumpang lainnya.

#### G. Stabilitas

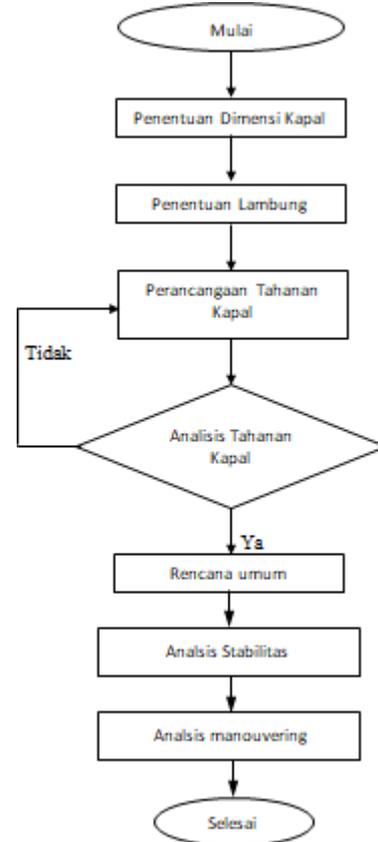
Stabilitas adalah kemampuan dari suatu benda yang melayang, yang miring untuk kembali berkedudukan tegak lagi atau kembali pada posisi semula. Sebagai persyaratan yang wajib, tentunya stabilitas kapal patroli harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi setempat atau *Marine Authority* seperti *International Maritime Organisation (IMO)*. Jadi proses analisa stabilitas yang dilakukan harus berdasarkan dengan standar *IMO (International Maritime Organization) Code A.749(18) Ch 3 - design criteria applicable to all ships* yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan:

- *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1:*
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ} - 30^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg,
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ} - 40^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg,
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
- *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2:* nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut  $30^{\circ} - 180^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
- *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3:* sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan  $25^{\circ}$  (deg).
- *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4:* nilai GM awal pada sudut  $0^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

Dalam menghitung stabilitas suatu kapal perintis, tim konsultan harus merencanakan membuat variasi muatan (penumpang dan barang) pada beberapa kondisi muatan (*loadcase*) sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisinya. *Loadcase* ditinjau pada 7 (tujuh) kondisi yang merepresentasikan *load condition* pada saat kapal beroperasi di perairan. Sedangkan persyaratan stabilitas mengacu pada standard requirements diatas, yang telah ditetapkan oleh IMO.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian yang berjudul “Kajian Desain Kapal Perintis Dengan Kondisi Wilayah Operasi Perairan Dangkal” sesuai dengan flowchart pada Gambar dibawah ini.



Gambar 5 Alur Penelitian

#### A. Analisis Kebutuhan Desain

Analisis kebutuhan Desain merupakan langkah untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan sistem yang akan dibangun. Analisis bertujuan mempermudah proses perancangan desain kapal yang akan dibuat. Teknologi-teknologi yang akan dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Perangkat Keras(*Hardware*)

Dalam kebutuhan perangkat keras untuk menunjang running modeling desain kapal maka dibutuhkan sebuah perangkat keras yaitu:

- a. Laptop dengan *processor* minimal *dual core* dan *memory* 16 GB
- b. *Portable hardisk* 2 tB untuk proses simulasi *modeling*

- Perangkat Lunak(*Software*)

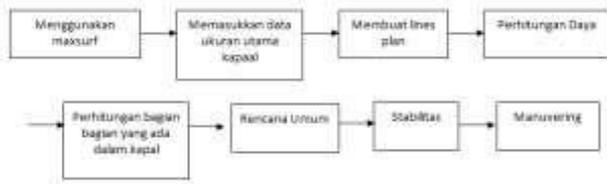
Dalam suatu perancangan kapal yang digunakan saat melakukan perhitungan tahanan kapal membutuhkan suatu software guna menunjang sistem tersebut adapun *software* yang dibutuhkan antara lain

- a. *Maxsurf*
- b. *AutoCad*
- c. *MS Excell*

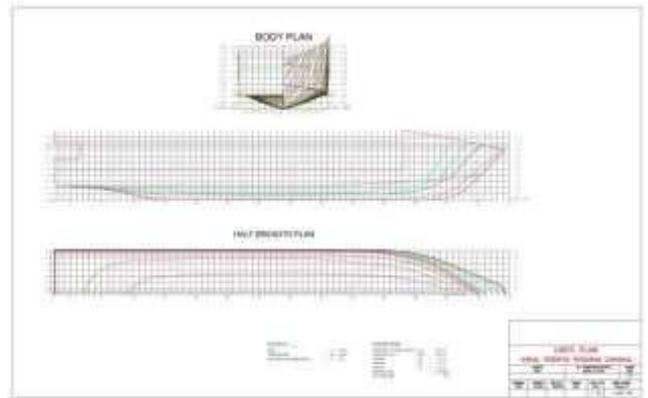


B. Desain dan Perencanaan Sistem

Desain kapal peneliti, yang akan kita kerjakan dalam penelitian ini, seperti pada gambar dibawah blok diagram Perencanaan kapal sebagai berikut:



Gambar 6 Perencanaan Kapal



Gambar 7 Rencana Garis

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rencana Garis

Rencana garis adalah gambar yg merepresentasikan bentuk lambung kapal dari berbagai sudut pandang dan potongan, bentuk lambung kapal sangat mempengaruhi performa baik maneuvering maupun stabilitas kapal serta daya muat dan kecepatan kapal.

Gambar rencana garis terdiri dari 3 sudut pandang yakni:

1. Body plan

Gambar yang menunjukkan potongan melintang garis gading atau station lambung kapal yang terlihat dari sudut pandang posisi depan.

2. Sheer plan

Gambar yang menunjukkan potongan memanjang garis buttock line atau garis tegak yang memotong lambung kapal secara vertikal pada beberapa titik di body plan kapal.

3. Breadth Plan

Gambar yang menunjukkan potongan memanjang garis air yang memotong lambung kapal secara horizontal pada beberapa titik di body plan kapal.

Adapun ukuran utama kapal perintis perairan dangkal memiliki dimensi sebagai berikut:

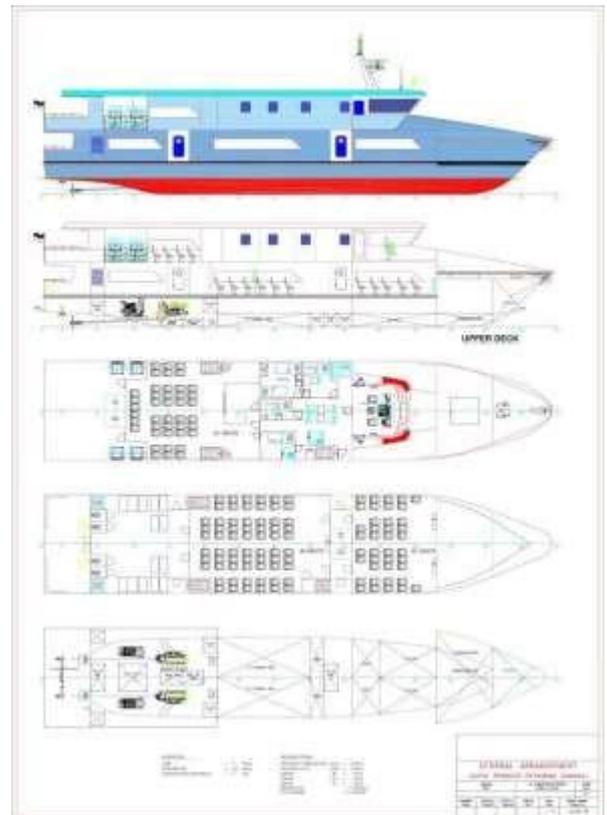
Panjang kapal keseluruhan (LoA)	:	36.00	m
Panjang <i>Perpendicular</i>	:	32.00	m
Lebar	:	7.20	m
Tinggi	:	2.40	m
Sarat	:	1.20	m
Kecepatan	:	14.00	knot
Kapasitas Penumpang	:	140.00	Pax
Jumlah ABK	:	8.00	Orang

Berikut ditunjukkan gambar rencana garis dengan bentuk lambung V dengan dilengkapi struktur chain plate pada sisi lambung, yang berguna meningkatkan efek stabilitas kapal.

Gambar rencana garis sebagai berikut:

B. Rencana Umum

Rancangan Umum (*General Arrangement*) adalah gambaran umum dari keseluruhan penataan ruangan dan perlengkapan di kapal. Penataan ruangan pada saat perencanaan pembuatan kapal dirancang dan dihitung secara seksama agar memenuhi areal maupun volume ruangan yang dibutuhkan serta untuk memperoleh stabilitas yang bagus. Pada prinsipnya penataan ruangan ini bisa dikelompokkan menjadi ruangan di bawah geladak dan ruangan di atas geladak. Komponen geladak pada kapal perintis perairan dangkal meliputi layout sebagai berikut: *Top deck; Main deck; 2<sup>nd</sup> Deck* dan *Bottom*. Berikut ditunjukkan gambar rencana umum kapal perintis perairan dangkal ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 8 Rencana Umum



## C. Perhitungan Kecepatan kapal

Perhitungan prediksi kecepatan kapal erat kaitannya dengan perhitungan tahanan kapal, karena faktor utama yang mempengaruhi kelajuan kapal adalah seberapa besar tahanan badan kapal akibat gaya gesek permukaan lambung dan faktor bentuknya dengan permukaan air sebagai media tempat kapal berlayar, dengan diketahuinya besar tahanan kapal maka dapat diketahui seberapa besar daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal sampai pada kecepatan yang dikehendaki.

Mesin induk sebagai sumber utama penghasil gaya dorong kapal direncanakan sedini mungkin untuk mampu menghasilkan daya yang memenuhi untuk mendorong kapal sehingga mencapai kecepatan yang dikehendaki, di pasar produsen telah mencantumkan besar daya maksimum yang dapat dihasilkan, namun nilai ini pada prakteknya tidak pernah tercapai 100 % akibat berbagai faktor seperti efisiensi propeller, reduksi akibat adanya poros mesin dan lain-lain, maka dalam setiap perhitungan prediksi kecepatan kapal senantiasa dimasukkan besaran efisiensi yang dalam hal ini kami memasang angka 60% pada perhitungan prediksi kebutuhan daya penggerak kapal.

Dua metode pendekatan yang bisa digunakan untuk memprediksikan tahanan sebuah lambung kapal adalah dengan pengujian model lambung kapal pada kolam uji tarik (*Towing Tank*) dan dengan menggunakan pendekatan perhitungan secara algoritmik. Ada berbagai metode pendekatan perhitungan secara algoritmik yang masing-masing dapat digunakan pada kelompok tipe lambung yang berbeda – beda, sebagai contoh salah satu system algoritma cocok untuk memprediksikan tahanan pada kapal dengan tipe lambung *V Hull* sedang metode yang lain cocok untuk menghitung kapal dengan tipe lambung *U hull* kapal. Untuk analisis perhitungan kecepatan kapal perintis perairan dangkal menggunakan metode algoritmik.

Harus ditekankan dan diingat bahwa prediksi tahanan kapal dengan menggunakan metode perhitungan algoritmik (bukan hasil uji coba model kapal pada kolam uji tarik) tidak menghasilkan perhitungan yang tepat secara mutlak namun merupakan hasil pendekatan yang akan sangat berguna untuk membantu memprediksikan besarnya tahanan kapal perintis perairan dangkal.

Berikut ditunukan perhitungan kecepatan kapal Perintis perairan dangkal sebagai berikut:

*Main particulars*

LWL	33.06	[m]
TF	1.20	[m]
LPP	32.00	[m]
TA	1.20	[m]
B	6.93	[m]
Trim	0.00	[m]
VOL	120	[m <sup>3</sup> ]

*Hull ratios based on LPP*

LWL/B	4.604	[-]
TRIM	0.00	[Degree]

B/T	5.772	[-]
IE	28.0	[Degr]
SLDR	6.465	[-]

*Hull form coefficients based on LPP*

CB	0.453	[-]
CM	0.509	[-]
LCB	3.060	[%LPP]
CWP	0.980	[-] (based on LWL)
CP	0.889	[-]

*Bulbous bow and transom stern*

ABULB	0.0	[m <sup>2</sup> ]
ATRANS	0.5	[m <sup>2</sup> ]
HBULB	0.60	[m]

*Wetted surface hull*

S (default)	207	[m <sup>2</sup> ]
-------------	-----	-------------------

*Appendages*

SAPP	5.0	[m <sup>2</sup> ]
1+K2	3.00	[-]

*Propeller design conditions*

Design speed	15.00	[knots]
Design shaft power	707	[kW]
Propeller diameter	1.000	[m]
Minimum revolutions	600.0	[1/Min]
Maximum revolutions	800.0	[1/Min]
Addition to AEA0	0.200	[-]

*Wind data*

Transv. area above WL.	36	[m <sup>2</sup> ]
------------------------	----	-------------------

*Main propeller*

data Number of props	2	[-]
Diameter	1.000	[m]
Number of blades	4	[-]
AEA0	0.867	[-]
Clearance prop. tip	0.05	[m]
PDRA	0.968	[-]
Propeller roughness	0.000030	[m]

*Propeller type : B-series propeller**Miscellaneous*

Aft body hull form (CSTERN)	-10.0	[-]
Aperture configuration (CSC)	10.0	[-]
Water depth not provided		

*General data*

CA-Calculated	0.000497	[-]
Low speed form factor	1.479	[-]
Addition to CA	0.000000	[-]
Specific mass water	1025.0	[kg/m <sup>3</sup> ]
Hull roughness	0.000150	[m]
Temperature water	28.0	[Degr C]



Tabel 1. Speed Power Prediction

VS [knots]	R-TOT [kN]	N [1/Min]	PS [kW]	707.0 kW/ THRUST [kN]	707.3 RPM PULL [kN]	T [-]	CAVP [-]	CAVN [-]
0.00	0.0	492.7	491.0	64.2	61.1	0.050	1.000	1.000
0.50	0.0	496.8	496.0	64.0	60.8	0.050	1.000	1.000
1.00	0.1	501.2	501.0	63.7	60.4	0.050	1.000	1.000
1.50	0.3	505.9	506.0	63.5	60.0	0.050	1.000	1.000
2.00	0.5	510.8	511.0	63.3	59.6	0.050	1.000	1.000
2.50	0.8	516.0	515.9	63.0	59.1	0.050	1.000	1.000
3.00	1.1	521.4	521.0	62.8	58.6	0.050	1.000	1.000
3.50	1.5	527.1	526.9	62.6	58.0	0.050	1.000	1.000
4.00	1.9	533.1	533.0	62.4	57.4	0.051	1.000	1.000
4.50	2.3	539.1	538.9	62.2	56.7	0.051	1.000	1.000
5.00	3.0	545.4	545.0	61.9	55.8	0.051	1.000	1.000
5.50	3.9	551.9	551.4	61.7	54.6	0.052	1.000	1.000
6.00	5.2	558.5	558.0	61.5	53.1	0.053	1.000	1.000
6.50	7.1	565.3	564.9	61.2	50.9	0.054	1.000	1.000
7.00	8.9	572.3	572.0	61.0	48.7	0.056	1.000	1.000
7.50	9.8	579.5	579.4	60.8	47.4	0.058	1.000	1.000
8.00	10.3	586.9	587.0	60.5	46.4	0.063	1.000	1.000
8.50	10.3	594.4	594.5	60.3	45.7	0.071	1.000	1.000
9.00	10.3	602.0	602.0	60.0	44.7	0.082	1.000	1.000
9.50	10.6	609.8	609.4	59.8	43.0	0.102	1.000	1.000
10.00	11.4	617.7	617.0	59.5	40.8	0.123	1.000	1.000
10.50	12.7	625.8	625.4	59.2	38.1	0.143	1.000	1.000
11.00	14.8	633.9	634.0	58.9	34.8	0.158	1.000	1.000
11.50	18.4	642.3	641.9	58.7	30.7	0.163	1.000	1.000
12.00	22.4	650.7	650.0	58.4	26.5	0.162	1.000	1.000
12.50	25.4	659.2	658.9	58.1	23.2	0.163	1.000	1.000
13.00	28.0	667.9	668.0	57.8	20.3	0.162	1.000	1.000
13.50	30.1	676.6	676.5	57.4	17.9	0.162	1.000	1.000
14.00	32.9	685.4	685.0	57.1	14.9	0.162	1.000	1.000
14.50	37.7	694.3	693.9	56.8	9.9	0.162	1.000	1.000
15.00	43.9	703.4	703.0	56.5	3.4	0.162	1.000	1.000

Dimana dalam analisis perhitungan tahanan kapal perintis perairan dangkal dengan kecepatan kapal 14 knot memiliki besarnya tahanan sebesar 32.9 kN.

D. Stabilitas

Kapal yang memiliki kemampuan untuk kembali ke posisi semula (seimbang) setelah terkena gaya luar (gelombang, angin, dan arus), maka dapat dikatakan kapal yang stabil. Namun stabil saja tidak cukup, tetapi diperlukan sebuah kapal yang mempunyai stabilitas yang baik. Tolok ukur kapal dengan stabilitas baik yaitu kapal memenuhi kriteria stabilitas yang telah ditentukan, seperti ketentuan yang dikeluarkan oleh *International Maritime Organization (IMO)*.

Stabilitas kapal sangat ditentukan oleh beberapa faktor seperti bentuk badan kapal, berat dan letak titik berat pada saat kapal beroperasi (kondisi pemuatan). Kondisi kapal yang beroperasi selalu mengalami perubahan berat dan letak titik berat. Adanya variasi pada kondisi pemuatan, maka pemeriksaan terhadap stabilitas kapal mengacu pada beberapa kondisi. Selain itu, jika terjadi perubahan bentuk badan kapal, pergantian/penambahan peralatan dan permesinan, ataupun penambahan konstruksi juga berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Hal tersebut disebabkan terjadinya perubahan berat dan letak titik berat.

Kriteria stabilitas didasarkan pada persyaratan *International Maritime Organization (IMO)*, *Intact Stability for all type of ship covered by IMO instrument resolution A.749(18)*, yaitu :

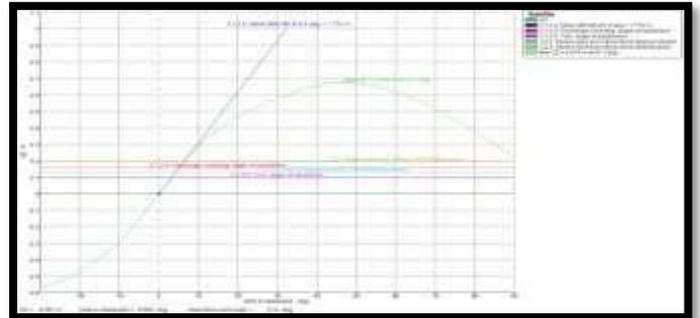
- Luas di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 tidak kurang dari 0.055 m.rad atau 3.151 m.degree.

- Luas di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 40 atau sampai dengan sudut *downflooding* jika sudut tersebut kurang dari 40, tidak kurang dari 0.90 m.rad atau 5.157 m.degree.
- Sudut *downflooding* adalah sudut oleng dimana bukaan pada lambung, bangunan atas atau rumah geladak yang tidak dapat ditutup kedap apabila tercelup air. Dalam aplikasi, bukaan kecil yang dapat dilewati kebocoran tidak dapat dipertimbangkan sebagai terbuka.
- Luas di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) antara sudut 30 dan sudut 40 atau antara sudut 30 dan sudut *downflooding* tidak kurang dari 0.030 m.rad atau 1.719 m.degree.
- Lengan pengembali GZ pada sudut oleng sama atau lebih dari 30 minimal 0.20 m.
- Lengan pengembali maksimum terjadi pada oleng lebih dari 30 tetapi tidak kurang dari 25°.
- Tinggi metacenter awal tidak kurang dari 0.15 m.

Disamping itu, terdapat kriteria stabilitas tambahan, untuk kapal dengan panjang minimal 24 m harus memenuhi persyaratan daya tahan terhadap angin dan *rolling* (kriteria cuaca) dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sudut oleng pada kondisi *steady wind* tidak lebih besar dari 16°.
2. Perbandingan sudut oleng pada kondisi *steady wind* dengan sudut geladak tenggelam tidak lebih besar dari 80%.
3. Luas area “b” harus lebih besar dari area “a” (b >= a), lihat pada gambar di bawah (gambar II.1)

Kondisi Full Load



Gambar 9. Kurva Stabilitas

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artana, K. B., and K. Ishida. "Determination of ship machinery performance and its maintenance management scheme using MARKOV process analysis." *Marine Technology IV*, WIT Press (2001): 379-389.
- [2] Barras, CB, *Ship-Handling Problems of vessels in shallow water* (1995)
- [3] Glansdorff, P., and Ilya Prigogine. "Structure, stability and fluctuations." New York, NY: Interscience (1971).
- [4] Indonesia, Biro Klasifikasi, and P. T. Persero. "Rules for The Classification and Construction of Sea Going Steel Ship Volume II: Rules for Hull." (2016).
- [5] Kuiper, G. "Preliminary design of ship lines by mathematical methods." *Journal of ship Research* 14.1 (1970).
- [6] Lewis, Edward V. "Principles of naval architecture second revision." Jersey: SNAME (1988).
- [7] Watson, David GM. *Practical ship design*. Vol. 1. Gulf Professional Publishing, (2002)



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

