



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Studi Perancangan Kapal Katamaran Medium Speed Ro-Pax Untuk Lintas Tanjung Pinang (Kepri) -Tanjung Buton (Riau) Guna Mendukung Konektivitas Antar Daerah

Praditya Utomo<sup>1)</sup>, Deddy Chrismianto<sup>1)</sup>, Berlian Arswendo A<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: [pradityautomo@rocketmail.com](mailto:pradityautomo@rocketmail.com), [dedydchrismianto@yahoo.co.id](mailto:dedydchrismianto@yahoo.co.id), [berliantarwendokapal@gmail.com](mailto:berliantarwendokapal@gmail.com)

### Abstrak

*Ro-Pax* merupakan singkatan dari *Ro-Ro* (*roll on roll off*) dan *Pax* (*passangers*) dimana kapal ini adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggerakannya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga serta memiliki fasilitas akomodasi untuk penumpang yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain *Ro-Pax* dengan lambung *catamaran* dan memiliki kecepatan 20 *knot* sehingga dapat mempersingkat waktu tempuh. Pada tinjauan stabilitas, hasil menunjukkan nilai *GZ* terbesar dan periode oleng tercepat terjadi pada saat kapal membawa muatan kendaraan dan penumpang maksimum. Pada tinjauan olah gerak, *catamaran* medium speed *Ro-Pax* memiliki olah gerak yang baik terbukti tidak terjadi *deck wetness* pada kondisi ombak yang sesuai dengan daerah pelayaran.

Kata kunci : *Roro*, *HSC*, Perancangan, Stabilitas, Manuver

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Tanjungpinang merupakan Ibu kota provinsi Kepri, sebagai pusat pemerintahan dan perekonomian, wilayahnya terdiri dari beberapa pulau besar dan kecil. Tidak memiliki hasil perkebunan yang memadai untuk memenuhi kebutuhan sembako, sehingga di butuhkan konektivitas yang memadai dengan daratan sumatera sebagai pemasok bahan sembako, tidak hanya sembako melainkan juga termasuk barang elektronik, pecah belah, kendaraan dan sebagainya.

Berdasarkan pengamatan dan informasi dari beberapa sumber terhadap *Ro-Ro* yang di operasikan oleh PT.ASDP di lintasan tersebut masih terdapat kekurangan sehingga dalam operasionalnya akan kurang fungsional, efektif, dan efisien. Kekurangan tersebut antara lain:

1. Dengan kecepatan dinas 10 *knot* untuk menempuh perjalanan dari Tanjungpinang(Kepri)-Tg.Balai

Karimun(Kepri)-Tg.Buton, mengkapalkan siak (Riau) dengan Total jarak tempuh 177 seamiles (sumber: PT.ASDP) akan memerlukan waktu 18 jam untuk sampai di Tujuan akhir, belum lagi waktu yang di perlukan untuk Transit pindah Kapal di Tg.Balai Karimun yang memakan waktu selama 4 jam, jika di total memerlukan waktu selama 22 jam. sehingga kapal hanya dapat melayani rute tersebut 2 x seminggu dari dan ke Tgpinang.

2. Pada saat *peak season* (lebaran, natal & tahun baru) jumlah penumpang dan kendaraan membludak dan sebagian penumpang tidak dapat terangkut (berdasarkan data penumpang ASDP dan media cetak)
3. Pada saat *low season* (*non-Holiday*) jumlah penumpang turun drastis, penyebabnya adalah lambannya kapal *Roro* yang di anggap membuang waktu sehingga penumpang memilih untuk menggunakan kapal cepat dengan waktu tempuh 7 jam, walaupun

- harganya 4 kali lipat lebih mahal dari harga tiket kapal Roro.
4. Dengan desain lambung monohull membuat hambatan kapal sangat besar, sehingga di butuhkan tenaga mesin utama yang besar pula.
  5. Penggunaan material baja pada hull dan superstructure membuat kapal memiliki bobot berat yang berpengaruh pada kebutuhan tenaga mesin utama yang besar dan daya dorong mesin terhadap kapal.
  6. Kapal monohull tidak memiliki stabilitas sebaik kapal catamaran.
  7. Memiliki luasan deck yang lebih kecil di banding dengan kapal catamaran

Untuk mengatasi masalah tersebut maka di butuhkan kapal *Ro-Pax* yang lebih cepat dengan kapasitas angkut yang lebih besar. *Ro-pax* yang di maksud adalah *catamaran medium speed Ro-Pax* dengan kecepatan lebih tinggi dan daya angkut yang lebih besar

### 1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah yang dihadapi dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Berapa ukuran utama *catamaran medium speed Ro-pax* yang bisa digunakan secara optimal sesuai dengan rute pelayarannya?
2. Bagaimana bentuk dari rencana garis (*lines plan*) *catamaran medium speed Ro-pax* yang di butuhkan sesuai karakteristik daerah pelayaran ?
3. Bagaimanakah Rencana umum (*general arrangement*) *catamaran medium speed Ro-pax* berdasarkan ukuran dan fungsi dari *catamaran medium speed Ro-Pax* tersebut?
4. Bagaimanakah karakteristik dari *catamaran medium speed Ro-pax* Sesuai dengan perhitungan hidrostatis, stabilitas kapal dan analisa olah gerak kapal ?
5. Apakah besarnya daya motor sebagai penggerak kapal sesuai dengan hambatan yang dialami kapal ?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Desain *catamaran medium speed Ro-pax* yang disesuaikan dengan Kebutuhan dalam memindahkan barang sembako, kendaraan dan penumpang dari satu pelabuhan ke pelabuhan lainnya
2. Desain menggunakan software *Maxsurf modeler* dan *Autocad*
3. Analisa dan pengolahan data menggunakan software *Maxsur stability dan motiom*

4. Tidak ada uji *towing tank*
5. Hasil akhirnya adalah desain *catamaran medium speed Ro-pax* yang sesuai dengan kebutuhan daerah pelayarannya

### 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang di atas, maka maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Mendapatkan ukuran utama *catamaran medium speed Ro-pax* yang bisa digunakan secara maksimal dalam pelayarannya.
2. Perancangan rencana garis (*lines plan*) *catamaran medium speed Ro-pax*.
3. Mendapatkan Rencana umum (*General arrangement*) dari *catamaran medium speed Ro-pax* berdasarkan ukuran dan fungsi dari *catamaran medium speed Ro-pax* tersebut.
4. Mengetahui karakteristik *catamaran medium speed Ro-pax* dari segi stabilitas dan olah gerak saat melakukan manuever
5. Menentukan motor induk berdasarkan hasil perhitungan daya motor sesuai dengan hambatan yang dialami kapal yang diharapkan mampu beroperasi sesuai dengan kondisi perairan setempat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Karakteristik Kapal Catamaran

Katamaran termasuk jenis kapal *multi-hull* dengan dua lambung (*demihull*) yang dihubungkan dengan struktur *bridging*. Struktur *bridging* ini merupakan sebuah keuntungan katamaran karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*). Sehingga kemungkinan terjadi *deck wetness* dapat dikurangi[2].

Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Garis air yang ramping ini menyebabkan katamaran sensitive terhadap perubahan distribusi berat.

Karena menggunakan dua lambung, maka baling-baling dipasang pada kedua lambung terbenam tersebut.

### 2.2. Medium Speed Ro-Pax

*Ro-Pax* merupakan singkatan dari *Ro-Ro* (*roll on roll off*) dan *Pax* (*passangers*) dimana kapal ini adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga serta memiliki fasilitas akomodasi untuk penumpang yang memadai, sehingga disebut sebagai kapal *Ro-Pax*[3].

*Medium Speed Ro-pax* adalah kapal *Ro-ro* dan *Pax* yang memiliki kecepatan antara 8,3 m/s-10,3m/s(16-20 knot) dimana kapal ini memiliki

kecepatan hingga dua kali kapal-kapal Ro-Pax yang ada di Indonesia

### 2.3. Metode Perancangan Kapal

Dalam proses perancangan kapal, salah satu faktor yang cukup signifikan untuk dipertimbangkan adalah penetapan metode rancangan sebagai salah satu upaya untuk menghasilkan output rancangan yang optimal dan memenuhi berbagai kriteria yang disyaratkan[4]. Beberapa metode perancangan kapal yang banyak digunakan dalam teknik perkapalan adalah antara lain :

- a. Metode Perbandingan (*comparison method*).
- b. Metode Statistik (*Statistical Method*).
- c. Metode Iterasi / *trial and error (Iteration Method)*.
- d. Metode Kompleks (*Complex Solutions*) atau Metode Matematis (*Mathematical Method*).

### 2.4. Rencana Garis Kapal (*Lines Plan*)

Rencana garis menggambarkan bentuk kapal secara grafik. Gambar ini merupakan penampang dari potongan kapal yang terdiri dari bagian potongan arah mendatar memanjang, potongan tegak arah memanjang dan potongan arah melintang yang tegak[5].

### 2.5. Rencana Umum Kapal

Informasi yang mendukung pembuatan rencana umum:

1. Volume ruangan untuk ruangan kamar mesin yang ditentukan dari type mesin dan dimensi mesin
2. Penentuan tangki-tangki terutama perhitungan volume seperti tangki untuk minyak, ballast, pelumas mesin
3. Penentuan volume ruangan akomodasi jumlah crew, penumpang dan standar akomodasi
4. Penentuan dimensi kapal (L, B, H, T,  $\delta$ )

### 2.6. Hydrostatic Curve

Fungsi lengkung hidrostatis adalah untuk mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup di dalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat karene.

### 2.7. Stabilitas

Stabilitas pada umumnya adalah kemampuan dari suatu kapal yang melayang atau mengapung yang miring untuk kembali ke kedudukan semula.

### 2.8. Olah Gerak Kapal

Pada saat berlayar dilaut, kapal akan mengalami apa yang disebut dengan *dynamic forces* yaitu adanya gaya eksternal yang

mempengaruhi kapal, yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*)[6]. Gaya kapal ini disebabkan adanya faktor dari luar terutama oleh gelombang. Pada dasarnya ada 6 gerakan pada kapal yang dibagi menjadi dua bagian gerakan yaitu gerak rotasi dan translasi, 6 gerakan itu biasa disebut *six degrees of freedom*.

### 2.9. Hambatan Kapal

Tahanan (*resistance*) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal demikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal[7].

Tahanan total yang diberi notasi  $R_T$ , dapat diuraikan menjadi sejumlah komponen gaya yang berbeda yang diakibatkan oleh berbagai macam penyebab dan saling berinteraksi dalam cara yang benar-benar rumit.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Studi Literature

- a. Mempelajari karakteristik kapal Ro-Pax yang beroperasi di lintas Tanjungpinang(Kepri)-Tanjungbuton(Riau).
- b. Metode pengumpulan data yang diperoleh dari buku-buku, majalah, artikel, jurnal dan melalui internet mengenai kapal *Catamaran Medium Speed Ro-pax*. Selain itu juga terdapat banyak referensi mengenai desain kapal baru, baik *monohull*, *catamaran* atau *trimaran*
- c. Pihak-pihak yang menguasai permasalahan yang ada di dalam pembuatan tugas akhir ini.

### 3.2. Pengumpulan Data

Studi lapangan dilakukan untuk pengumpulan data dilakukan dengan bertanya secara langsung dan wawancara kepada pihak-pihak yang terkait daam penelitian ini seperti:

1. Awak kapal Ro-Pax milik PT ASDP di lintas Tanjungpinang(Kepri)-Tanjungbuton(Riau):
  - Karakteristik daerah pelayaran Kapal seperti panjang, lebar dan kedalaman daerah pelabuhan.
  - Ukuran utama kapal-kapal yang digunakan pada lintas Tanjungpinang(Kepri)-Tanjungbuton(Riau).

- Kecepatan rata-rata kapal selama masa pelayaran.
  - Waktu tempuh kapal.
2. Penumpang kapal Ro-Pax
- Pendapat terhadap lamanya waktu tempuh Kapal ke tempat tujuan.
  - Kenyamanan kapal dari segi Akomodasi untuk penumpang selama pelayaran dan dari Segi waktu tempuh kapal.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pra Perancangan

Perancangan kapal *Ro-pax* ini berdasarkan dengan situasi dan kondisi di daerah pelayaran,

Name of Ship	LOA	LPP	Bmld	Hmld	T
Pentalina	68.9	63	20	5	2.5
Sea spirit 1	64	63	20	4.8	2.4
Spirit of kangaroo	50.4	49.5	17.8	5	2.5
Krila	45	43	12.3	4.9	1.9
Bontang express	53.7	50.4	19.1	6	2.55
Aremiti 15	56.6	49.8	14	5	1.9

dimana berdasarkan data jumlah penumpang dan kendaraan yang di angkut terdapat alasan mengapa dilakukannya perancangan kapal *Ro-Pax* ini, alasan tersebut antara lain :

- Pada saat *peak season* (lebaran, natal & tahun baru) jumlah penumpang dan kendaraan membludak dan sebagian penumpang tidak dapat terangkut (berdasarkan data penumpang ASDP dan media cetak)
- Pada saat *low season (non-Holiday)* jumlah penumpang turun drastis, penyebabnya adalah lambannya kapal Roro yang di anggap membuang waktu sehingga penumpang memilih untuk menggunakan kapal cepat dengan waktu tempuh 7 jam, walaupun harganya 4 kali lipat lebih mahal dari harga tiket kapal Roro.

Berdasarkan alasan tersebut maka perancangan kapal ini menitik beratkan pada kapasitas kapal yang lebih besar serta kecepatan kapal yang lebih cepat daripada kapal pendahulunya.

No	Ket	2015
----	-----	------

		Mei	Juni	Juli	Agus
Trip /Hari		14		31	28
1	Dewasa	797		3282	855
2	Anak2	102		394	9
Total		899		3676	864
3	Motor	54		172	71
4	Mobil	84		370	165
5	Truck	52		7	63
6	Bus	2		0	0
Total		142		549	299

Tabel 4.1 data penumpang dari PT.ASDP

##### 4.1.1 Kapal Perbandingan

Dalam penentuan ukuran utama kapal ini, metode yang digunakan adalah metode perbandingan (*comparison method*) dengan menggunakan metode regresi linier (*linier regression method*). Dan didapatkan ukuran utama kapal perbandingan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kapal Perbandingan

##### 4.2 Pemodelan Kapal

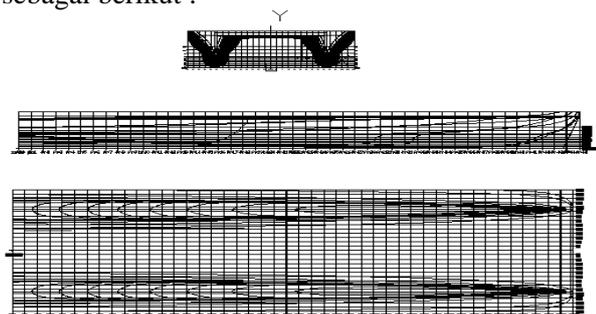
Pemodelan hull form 3-D dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Modeler Advanced 20 V8i Bentley* dan semua obyek perbandingan tersebut dikaji dengan bantuan perangkat lunak dari *Formation Design System Suite* yaitu *maxsurf resistance, maxsurf stability, maxsurf motion*.

##### 4.2.1 Rencana Garis Kapal Catamaran Medium Fast Ro-pax

Dari hasil metode perbandingan (*comparison method*) dengan menggunakan metode regresi linier (*linier regression method*) maka di dapat ukuran utama Kapal Catamaran Medium Fast Ro-pax dengan ukuran :

<i>Lpp</i>	: 53,76 m
<i>B</i>	: 17,34 m
<i>H</i>	: 5,17 m
<i>T</i>	: 2 m
<i>Speed</i>	: 20 Knots

Sehingga didapat gambar rencana garis kapal dengan menggunakan metode *formdata* sebagai berikut :



Gambar 4.1 Rencana Garis Kapal

Berdasarkan desain kapal tersebut didapatkan bentuk karakteristik lambung sebagai berikut :

MEASUREMENT	VALUE	UNIT
Displacement	307.8	t
Volume (displaced)	300.256	m <sup>3</sup>
Draft Amidships	2	m
Immersed depth	1.999	m
WL Length	57.375	m
Beam max extents on WL	14.345	m
Wetted Area	511.019	m <sup>2</sup>
Max sect. area	7.747	m <sup>2</sup>
Waterpl. Area	244.238	m <sup>2</sup>
Prismatic coeff. (Cp)	0.676	
Block coeff. (Cb)	0.472	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.899	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.767	
LCB length	28.544	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	23.753	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	49.75	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	41.399	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	1.259	m
KG fluid	0	m
BMt	27.78	m
BML	177.055	m

GMt corrected	29.04	m
GML	178.314	m
KMt	29.04	m
KML	178.314	m
Immersion (TPc)	2.503	tonne/cm
MTc	9.636	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	155.977	tonne.m
Length:Beam ratio	10.342	
Beam:Draft ratio	2.775	
Length:Vol <sup>0.333</sup> ratio	8.568	
Precision	High	113 stations

Tabel. 4.3. Karakteristik Ukuran Utama Kapal

#### 4.3. Perhitungan Tahanan Kapal

Berdasarkan desain dan data kapal hasil pemodelan diatas kemudian dapat dihitung besarnya tahanan kapal dengan metode slender body. perhitungan tahanan ini menggunakan perangkat lunak *maxsurf resistance*. Dengan cara memasukan model kapal yang telah dibuat di program *Maxsurf modeler advanced*, kemudian setelah disimpan dalam bentuk *msd file* model kapal dapat langsung di-*running*. Dari hasil *running* dengan efisiensi 50% tersebut didapatkan nilai *resistance* yang ditampilkan dalam bentuk Tabel pada desain kapal seperti dibawah ini :

SPEED (kn)	Froud No. (LWL)	Froud No (Vol)	Slende body Resist (kn)	Power (Kw)
1	0.022	0.063	0.2	0.248
2	0.043	0.127	0.9	1.883
3	0.065	0.19	2	6.151
4	0.087	0.254	3.5	14.476
5	0.108	0.317	5.4	27.956
6	0.13	0.381	7.7	47.315
7	0.152	0.444	10.4	74.726
8	0.174	0.508	13.2	109.04
9	0.195	0.571	16.9	156.28
10	0.217	0.635	20.5	211.23
11	0.239	0.698	25.8	292.09
12	0.26	0.762	29.4	362.40
13	0.282	0.825	35.7	477.13
14	0.304	0.889	42.9	617.79
15	0.325	0.952	47	725.12
16	0.347	1.016	50.6	833.79
17	0.369	1.079	57.7	1009.7
18	0.39	1.143	68.8	1273.9
19	0.412	1.206	82.4	1611.7

20	0.434	1.27	96.8	1992.4
----	-------	------	------	--------

Gambar 4.4 Tabel perbandingan hambatan kapal dan daya kapal.

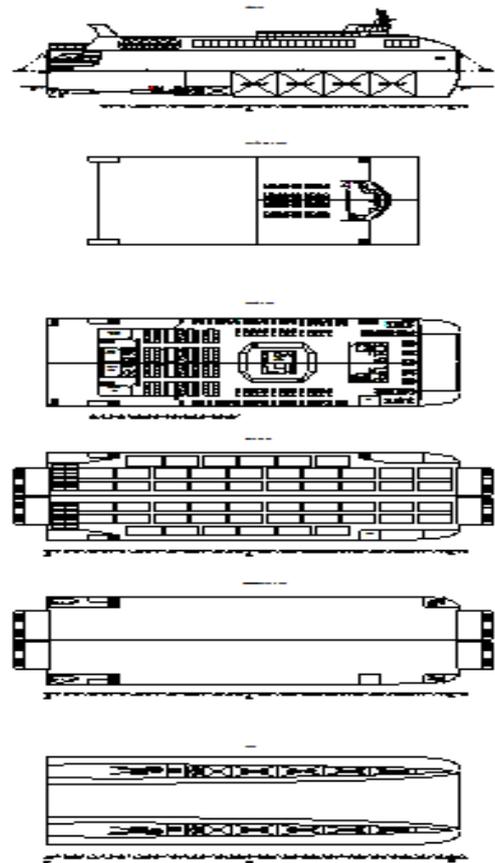
Hasil perhitungan tahanan kapal dengan menggunakan metode molland dan efisiensi yang di gunakan adalah 50 % , kecepatan 0 knot hingga ke kecepatan maksimum yaitu 20 knot, hambatan yang di dihasilkan pada kecepatan maksimum adalah 96.8 KN. Sedangkan daya yang dibutuhkan kapa pada kecepatan maksimum adalah 1992.486 Kw.

Sesuai hasil perhitungan tersebut maka dipilihkah 4 mesin Caterpillar c-12 acert 526 kw dengan 4 buah propeller berdasarkan beberapa pertimbangan keuntungan, diantaranya : dengan menggunakan 4 buah propeller maka untuk bias menghasilkan gaya dorong (thrust) yang sama diameter propeller bisa lebih kecil daripada jika menggunakan 2 buah propeller maka diameter propeller harus lebih besar bisa jadi tidak sesuai dengan sarat kapal Ro-pax Catamaran yang rendah[8].

Dengan digunakannya 4 buah mesin dan 4 buah propeller maka akan lebih mudah dan efficiency dalam hal maneuvering dan pada saat kecepatan rendah cukup menggunakan 2 buah mesin saja ketimbang menggunakan 2 buah mesin yang lebih besar, selai itu jika terjadi kegagalan pada satu buah mesin maka masih data digunakan dua buah mesin yang lain dengan 2 buah propeller sehingga kapal masih dapat berlayar dengan seimbang[8].

#### 4.4 Rancangan umum

Berdasarkan estimasi awal tentang kapasitas, ukuran utama, dan daya mesin induk, maka desainer melakukan penyusunan gambar rencana umum. Gambar rancangan umum ini disusun dengan mempertimbangkan aspek aksesibilitas, keamanan, dan keselamatan berdasarkan peraturan baik nasional maupun internasional. Adapun gambar rancangan umum dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Rencana Umum Kapal

#### 4.4.1 Analisa dan Perhitungan jumlah crew

Penentuan Jumlah Crew Kapal Dengan rumus pendekatan (Ship Resistance and Propulsion, hal 168) sebagai berikut:

##### Susunan Anak Buah Kapal

Master/kapten	= 1
Deck department	= 3
Engineering Department	= 1
Engine Crew	= 2
Catering Department	= 4 +
<b>Total</b>	<b>= 11</b>

#### 4.4.2 Perhitungan komponen DWT

Komponen DWT terdiri dari

1. Berat Fuel Oil
2. Berat Lubricant Oil
3. Berat Diesel Oil
4. Berat air Tawar
5. Berat makanan
6. Berat provision, Person, Lungage
7. Berat Cadangan

Sehingga dapat dirumuskan :

$$W_{total} = W_{fo} + W_{lo} + W_{fw} + W_m + W_c + W_r$$

dan dari hasil Perhitungan Didapatkan :

Tabel. 4.5. Berat dari komponen DWT

wfo	5,489 ton
wLo	0,064 ton
wFw	1,3 ton
Wm	0,017 ton
Wc	48,47 ton
Wr	3,078 ton
total	58,418 ton

dari tabel di atas dapat diketahui nilai dari berat komponen DWT maka dapat di hitung nilai dari payload kapal dengan dirumuskan :

$$DWT = Displacement - LWT$$

$$= 307,8 - 87,4$$

$$= 220,4$$

$$Payload = DWT - W_{total}$$

$$= 220,4 - 58,418$$

$$Payload = 161,982 \text{ ton}$$

#### 4.4.3 Perencanaan Muatan Kapal

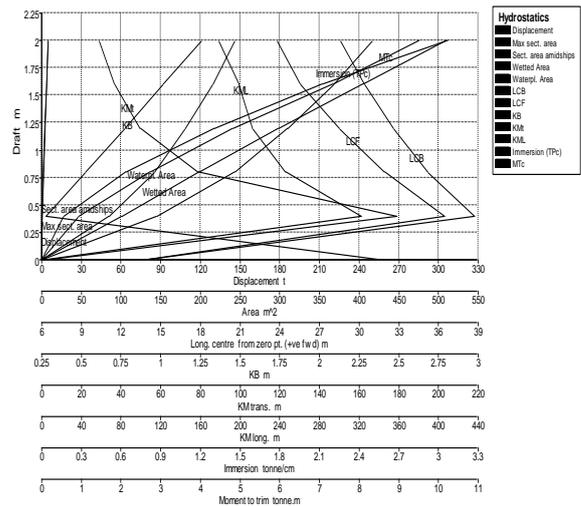
Perencanaan muatan kapal di hitung berdasarkan total payload, sehingga berat total muatan kapal yang di angkut tidak boleh melebihi dari total payload tersebut.

Tabel 4.6 Rincian jumlah muatan kapal

Item	Satuan	Jumlah
Bus	Unit	2
Truck	Unit	4
Mobil	Unit	42
Motor	Unit	30
Penumpang Daylight	Orang	100
Penumpang Duduk	Orang	304
ABK	Orang	11

#### 4.5 Analisa Hidrostatik Kapal

Lengkungan Hidrostatik merupakan sebuah gambar kurva yang menggambarkan sifat-sifat karena. Lengkungan-lengkungan hidrostatik di gambarkan kurvanya sampai sarat penuh dan tidak dalam kondisi kapal trim[5]. Gambar hidrostatik mempunyai lengkungan-lengkungan yang masing-masing menggambarkan sifat-sifat atau karakteristik badan kapal yang terbenam dalam air. Dan berikut analisa hidrostatik kapal *Medium speed ropax* menggunakan software.



Gambar 4.3 Hydrostatik kapal

#### 4.6 Analisa dan Perhitungan Stabilitas

*Maxsurf stability* dan ditinjau pada 7 (tujuh) kondisi yang merepresentasikan *load condition* pada saat kapal beroperasi di laut lepas. Sedangkan persyaratan stabilitas mengacu pada *standard requirements* yang telah ditetapkan oleh IMO. Dalam menghitung stabilitas suatu kapal kita harus membuat variasi muatan pada beberapa kondisi sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisinya. Dari desain kapal tersebut, setelah dihitung hambatan dan hidrostatik karakteristiknya akan diuji stabilitas dengan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf stability*.

Dari desain kapal tersebut, setelah dihitung hambatan dan hidrostatik karakteristiknya akan diuji stabilitas dengan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf stability*.

Pada studi penelitian ini perhitungan stabilitas menggunakan paket perhitungan pada *Maxsurf stability* dan ditinjau pada 7 (tujuh) kondisi yang merepresentasikan *load condition* pada saat kapal beroperasi di laut lepas. Sedangkan persyaratan stabilitas mengacu pada *standard requirements* yang telah ditetapkan oleh IMO. Dalam menghitung stabilitas suatu kapal kita harus membuat variasi muatan pada beberapa kondisi sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisinya.

##### 4.6.1 Analisa dan Perhitungan Stabilitas Pada 7 ( Tujuh ) Kondisi Dengan Standart Kriteria IMO

Salah satu otoritas di bidang maritim yang telah diakui adalah *International Maritime Organisation (IMO)*. Standart stabilitas yang ditetapkan IMO adalah mengenai lengan stabilitas (GZ). hal ini menunjukkan kapal *Medium Speed Ropax* dapat dinyatakan stabil karena mempunyai nilai MG positif.

Secara keseluruhan dari hasil stabilitas berdasarkan kriteria dari IMO, kapal memiliki stabilitas baik ditinjau dari kemampuan stabilitas kapal yang mampu memenuhi persyaratan dari IMO.

### 5. Olah Gerak Kapal (*Seakeeping Performance*)

Olah Gerak Kapal (*Seakeeping Performance*) adalah kemampuan untuk tetap bertahan di laut dalam kondisi apapun dalam keadaan kapal sedang melaksanakan tugasnya. Oleh karena itu kemampuan ini jelas merupakan aspek penting dalam hal perancangan kapal (*Ship Design*). Bahkan pada bangunan lepas pantai sekalipun kemampuan bertahan ini wajib diperhitungkan dengan analisa perairan yang sesuai pada kondisi setempat.

#### 5.4.2 Penggunaan *Software maxsurf motion*

Pada penelitian ini perhitungan olah gerak kapal menggunakan program *maxsurf motion*. Program merupakan salah satu perangkat lunak yang mempunyai kemampuan untuk analisa *seakeeping performance* diantara Pengaturan Sudut Masuk Gelombang (*WaveHeading*)

Sudut masuk gelombang yang dimaksud disini adalah arah datang gelombang yang diukur dari bagian belakang kapal. Pada penelitian ini sudut masuk gelombang ditinjau dari 4 (empat) arah yang secara garis besar merepresentasikan

arah gelombang ketika menerpa badan kapal saat beroperasi di laut lepas.

Tabel 4.9. *Number of Wave Heading*

No.	Wave Heading	Description
1	0 degrees	Following Seas
2	45 degrees	Stern Quartering Seas
3	90 degrees	Beam Seas
4	180 degrees	Head Seas

#### 5.4.3 Analisa dan Perhitungan *Seakeeping Performance* Dengan *Software maxsurf motion*

Salah satu metode perhitungan olah gerak kapal adalah metode *Frequency Domain Methode/Strip Theory*. Output perhitungan ini dapat terdiri dari beberapa atau keseluruhan unit meliputi :

1. Gerakan kapal yaitu heave, pitch, roll. Didefinisikan atas amplitudo, velocity,

acceleration yang mengakibatkan *deck wetness*

2. Hambatan (*added resistance*) yang timbul akibat pengaruh gelombang dan arah masuk gelombang (*wave heading*).
3. Gaya dinamis yang bekerja pada kapal.
4. Nilai MSI (*Motion Sickness of Incident*) pada beberapa lokasi pantauan.
5. Struktural respon (RAOs) pada tiap gerakan kapal

Dalam penelitian ini hasil output berupa tabulasi dari definisi atas gerakan kapal yang berupa amplitudo dan kecepatan gerakan kapal (*velocity*). Berikut ini merupakan perbandingan dari hasil perhitungan olah gerak kapal pada model kapal pembanding dengan kapal menggunakan *software maxsurf motion* Hasil dari perhitungan menghasilkan data-data sebagai berikut:

Tabel 4.10 Gerak kapal *medium speed Ro-Pax* pada kecepatan 20 knot

Item	0	45	90	180	unit
Heave motion	0.132	0.115	0.115	0.18	m
Roll motion	0	0.71	0.71	0	deg
Pitch motion	0.74	1.08	1.08	0.48	deg
Heave velocity	0.212	0.102	0.102	0.35	m/s
Roll velocity	0	0.0081	0.008	0	rad/s
Pitch velocity	0.014	0.0080	0.008	0.01	rad/s

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* 0-180 derajat tidak terjadi gerakan *rolling*.

Pada heading 90 dan 180 derajat *Medium Speed Ro-pax* mempunyai *amplitude* gerakan *Heaving* lebih besar di banding 0 dan 45. Untuk kondisi pitching yang lebih besar adalah kondisi 0 dan 180 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 numeric yang terdiri dari 2 variable 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 90 dan 180 derajat kapal mempunyai kecepatan gerakan (*velocity*) *heaving* lebih besar di banding 0 dan 45 derajat. Untuk kondisi *pitching* yang lebih cepat adalah kondisi 90 dan 180 derajat di banding 0 dan 45 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 *catamaran medium speed Ro-Pax*.

Dan berikut ini adalah tabulasi dari simulasi percobaan tentang terjadinya deck wetness pada model kapal akibat pengaruh dari *amplitude* dan *velocity motion* pada tiap-tiap gerakan kapal.

Tabel 4.11. Tabulasi Deck Wetness

SEA CONDITION	CATAMARAN MEDIUM SPEED RO-PAX			
	0°	45°	90°	180°
Slight	X	X	X	X
Moderate	X	X	X	X
Rough	V	V	V	V
Note : X : Tidak terjadi deck wetness V : Terjadi deck Wetness				

Tabulasi dia atas dapat disimpulkan bahwa *Catamaran Medium Speed Ro-Pax* memiliki kemampuan untuk tidak mengalami deck wetness pada semua heading yang dialami oleh kapal.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan dari hasil penelitian yang di lakukan penulis yaitu perancangan *catamaran*

*medium Speed Ro-Pax* yang di fungsikan untuk mengangkut penumpang dan kendaraan dengan rute Tanjungpinang(Kepri)-Tanjungbuton(Riau) yang di gunakan untuk mempersingkat waktu tempuh. Maka dapat disimpulkan Ukuran utama yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

<i>Lpp</i>	: 53,76 Meter
<i>Lwl</i>	: 57,375 Meter
<i>Cb</i>	: 0.472
<i>Cm</i>	: 0.89
<i>Cp</i>	: 0.676
<i>Breadth</i>	: 17,34 Meter
<i>Draft</i>	: 2 Meter
<i>Height</i>	: 5,17 Meter
<i>Vs</i>	: 20 Knots = 36 km/h

2. Stabilitas yang dihasilkan oleh kapal ini bagus karena memiliki nilai GZ yang cukup tinggi.

Berdasarkan ketentuan yang disyaratkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) dengan *Code A.749(18) Ch3- design criteria applicable to all ships* stabilitas kapal katamaran sangat baik. Olah gerak (*seakeeping performance*) kapal katamaran secara keseluruhan baik, namun terdapat kekurangan pada rolling di heading 90<sup>0</sup> hingga 180<sup>0</sup>.

3. Berdasarkan hasil analisa Hambatan kapal, maka kapal ini membutuhkan 2671,97 HP untuk melaju pada kecepatan 20 knot, berdasarkan analisa tersebut maka dipilihlah 4 buah mesin Caterpillar C-12 Acert 705 HP dengan total 2820 HP.

### 5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat di kembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian leboh lanjut (*future research*) antara lain :

1. Adanya sumbangsih dari penelitian-penelitian serupa yang menggunakan model secara fisik dan di uji dengan fasilitas kolam uji sangat di harapkan, dengan harapan dapat menghasilkan data-data yang lebih rill.
2. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan memperhitungkan kekuatan dan getaran kapal dengan membawa muatan yang telah di rencanakan.
3. Menghitung analisa ekonomis kapal sehingga dapat di hitung kisaran biaya pembuatannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Vessel feature-fastcat ferry phillipina* <http://fastcat.com.ph/archipelago-vessels-fastcat1.html> (diakses pada tanggal 7 Desember 2015)
- [2] *Imam Pujo, Ari Wibawa, dan Berlian Arswendo. 2010. Buku ajar Teori Banguna kapal 1.* Semarang: Universitas Diponegoro
- [3] F.B, Robert, 1988, “*Motion In Waves and Controllability*”, *Principles of Naval Architecture Volume III*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA
- [4] IMO. 2002. *Code On Intact Stability For All Types Of Ships.*
- [5] Khramushin, asily N, 2005, “*Technical and Historical Analysis of Ship Seakeeping*”
- [6] Ngumar, H.S, 2004, “ *Identifikasi Ukuran Kapal* “, Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta
- [7] Santosa, I Gusti Made. 1999. *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal.* ITS Surabaya
- [8] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, ” *Teori Bangunan Kapal* “, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia
- [9] [http:// www.marine.cat.com](http://www.marine.cat.com) diakses pada tanggal 14 september 2016 pukul 21.00 WIB
- [10] [http:// www.austal.com](http://www.austal.com) diakses pada tanggal 2 Agustus 2016 pukul 20.00 WIB
- [11] Scheltema de heree, R.F, 1969, *Bouyancy and stability of ships.*Deputiy Director of Naval Construction of The Royal Netherlands Navy, Netherlands.
- [12] Santoso, Mardi. (2015). “*Studi Perancangan Kapal Ferry Tipe Catamaran 1000 GT*”. *Jurnal Perancangan Kapal.* 12, (2), 69-77