

Desain Kapal Wisata Katamaran Untuk Kepulauan Karimunjawa

Wisnu Arianto dan Djauhar Manfaat

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: dmanfaat@na.its.ac.id

Abstrak - Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki lebih dari 17.000 pulau. Oleh karena itu potensi wisata bahari Indonesia sangat besar. Dari sekian banyaknya kawasan terumbu karang yang ada, Karimunjawa adalah sebuah kecamatan di Jepara, Jawa Tengah yang terbentuk kepulauan di tengah Laut Jawa. Berjarak sekitar 83 KM di utara kota Jepara, Kepulauan Karimunjawa terdiri dari 27 pulau, namun hanya 5 pulau yang berpenghuni. Potensi wisata utama dari Kepulauan Karimunjawa adalah keindahan lautnya. Karena potensi wisata taman laut tersebut, kepulauan ini ditetapkan sebagai salah satu taman nasional Indonesia 2001. Tempat wisata yang telah ditetapkan sebagai taman laut nasional Indonesia ini mempunyai lebih dari 90 jenis karang laut, dan lebih dari 240 jenis ikan. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mendesain sebuah kapal katamaran yang digunakan sebagai sarana wisata di Kepulauan Karimunjawa. Secara umum katamaran memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan kapal monohull. Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan kapal monohull. Stabilitas kapal katamaran lebih baik dan tidak perlu menggunakan ballast untuk menjaga stabilitas kapal. Sudut oleng pada kapal katamaran relative rendah (0° - 8°) sehingga meningkatkan rasa nyaman dan tidak mudah terkena mabuk laut. Pada kapal dengan lebar yang sama, tahanan gesek kapal katamaran lebih kecil, sehingga tenaga dorong yang sama, kecepatan yang dihasilkan relatif lebih besar. Dengan tahanan yang kecil itu, maka biaya operasional menjadi kecil. Dalam prosesnya desain kapal ini dengan melakukan optimisasi pada ukuran utama kapal dengan menggunakan metode kapal pembanding dan fungsi objektif untuk meminimumkan biaya pembangunan kapal. Proses optimisasi ini dengan penentuan variable, parameter, dan batasan-batasan sesuai kondisi di Perairan di Kepulauan Karimunjawa. Desain kapal ini juga turut diperhitungkan secara teknis maupun ekonomis. Hasil optimisasi ukuran utama adalah $L_{wl} = 17.02$ m, $B = 9.92$ m, $H = 2.5$ m, $T = 0.832$ m, $B_1 = 1.705$ m, $C_B = 0,371$, dan $V_s = 15$ knot. Dari ukuran utama tersebut kemudian dibuat gambar rencana garis dan gambar rencana umum.

Kata Kunci – Katamaran, Optimisasi, Karimunjawa

I. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan primadona yang dapat meningkatkan pendapatan asli daerah dan mendatangkan devisa. Banyak pihak tertarik untuk

mengembangkan wisata alam tetapi pihak-pihak tersebut tidak cukup mengantisipasi pengembangan wilayah sesuai dengan harapan wisatawan. Kurangnya fasilitas pendukung juga menjadi alasan wisatawan untuk berkunjung ke daerah tersebut. Indonesia yang merupakan negara kepulauan sebenarnya masih banyak memiliki daerah yang harus lebih dikembangkan dalam bagian pariwisata, seperti salah satunya adalah Karimunjawa.

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia. Wilayah perairan Indonesia jauh lebih luas daripada daratannya. Dengan lebih dari 17.000 pulau yang dimiliki Indonesia wisata bahari menjadi salah satu hal yang sangat potensial. Banyak sekali pantai yang dapat dijadikan tempat wisata bahari baik dari segi keindahan pantai maupun keindahan terumbu karangnya.

Dari sekian banyaknya kawasan terumbu karang yang ada, Karimunjawa adalah sebuah kecamatan di Jepara, Jawa Tengah yang terbentuk kepulauan di tengah Laut Jawa. Berjarak sekitar 83 KM di utara kota Jepara, Kepulauan Karimunjawa terdiri dari 27 pulau, namun hanya 5 pulau yang berpenghuni. Potensi wisata utama dari Kepulauan Karimunjawa adalah keindahan lautnya. Karena potensi wisata taman laut tersebut, kepulauan ini ditetapkan sebagai salah satu taman nasional Indonesia 2001. Tempat wisata yang telah ditetapkan sebagai taman laut nasional Indonesia ini mempunyai lebih dari 90 jenis karang laut, dan lebih dari 240 jenis ikan. Di beberapa pulau juga dapat melihat hutan mangrove dan hutan pantai. Selain itu juga dapat menjumpai beberapa jenis satwa di daratan, misalnya rusa, kera, berbagai jenis burung, penyu, dan lain-lain.



Gambar 1. Kondisi pantai Kepulauan Karimunjawa

Berdasarkan penjelasan diatas maka pada Jurnal ini saya akan membuat *concept design* (desain awal) kapal katamaran sebagai sarana wisata di pulau Bawean dengan tetap memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, efisiensi bahan bakar, pemanfaatan energi alternati,

kecepatan kapal, dan jangkauan pelayaran, serta sesuai dengan *owner requirement*. Kapal jenis katamaran merupakan kapal memiliki dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak ditengahnya. Katamaran mempunyai geladak yang lebih luas dibandingkan dengan kapal *monohull*. Selain itu kapal katamaran juga mempunyai stabilitas yang lebih baik sehingga lebih nyaman digunakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Katamaran

Katamaran merupakan kapal yang mempunyai dua lambung tau badan yang dihubungkan oleh geladak atau *bridging platform* ditengahnya. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air, sehingga *slamming* dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Penentuan ketinggian struktur bagian atas dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk transportasi muatan antar kota maupun pariwisata. (RINA, 2004)

Karakter tahanan di air tenang tipe katamaran lebih besar dibandingkan dengan kapal *monohull*. Dominasi tahanan gesek mencapai 40% dari tahanan total pada kecepatan rendah. Penurunan kecepatan akibat kondisi gelombang tinggi tidak dijumpai pada kasus katamaran. Kapal tipe ini dapat dioperasikan pada kecepatan relative tinggi dan masih mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis. Tahanan tambahan akibat gelombang pada kapal katamaran adalah kecil dan kualitas *seakeeping* relative bagus untuk beroperasi pada kecepatan cepat antara 25-40 knots. (Wijholst, 1996)



Gambar 2. Kapal katamaran

Terdapat banyak model bentuk katamaran, secara umum ada tiga bentuk dasar dari katamaran, yaitu :

1. Simetris
2. Asimetris dengan bagian dalam lurus
3. Asimetris dengan bagian luar lurus

B. Metode Desain Kapal

Metode desain yang selama ini telah dikembangkan berdasarkan teori dan pengalaman terdiri dari metode

perbandingan kapal (method of comparison ship), metode statistic (method of statistics), metode iterasi (trial and error) dan metode penyelesaian kompleks (method of complex solution). Metode-metode tersebut dapat diterapkan dan dikombinasikan satu sama lainnya (Santosa, 1999).

Metode optimisasi dikelompokkan menjadi metode optimisasi linier dan metode optimisasi non linier. Jika dalam optimisasi memiliki objective function dan atau constraint yang tidak dapat dinyatakan sebagai sebuah fungsi eksplisit dari design variable atau terlalu kompleks, permasalahan tersebut sulit diselesaikan dengan menggunakan metode optimisasi linier. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, ada beberapa macam metode optimisasi yang dapat dipergunakan yang dikategorikan sebagai metode optimisasi non linier (Efendy, 2006).

Metode optimisasi non linier dibagi menjadi dua, yaitu optimisasi linier tanpa constraint dan optimisasi linier dengan *constraint*. Dimana tugas akhir ini menggunakan metode optimisasi non linier dengan constraint. Hal ini dikarenakan dalam proses penentuan ukuran utama kapal terdapat batasan-batasan yang harus dipenuhi untuk memperoleh hasil yang paling optimum dari serangkaian hasil yang memenuhi persyaratan dalam batasan-batasan (*constraint*) yang diberikan dengan nilai tertentu.

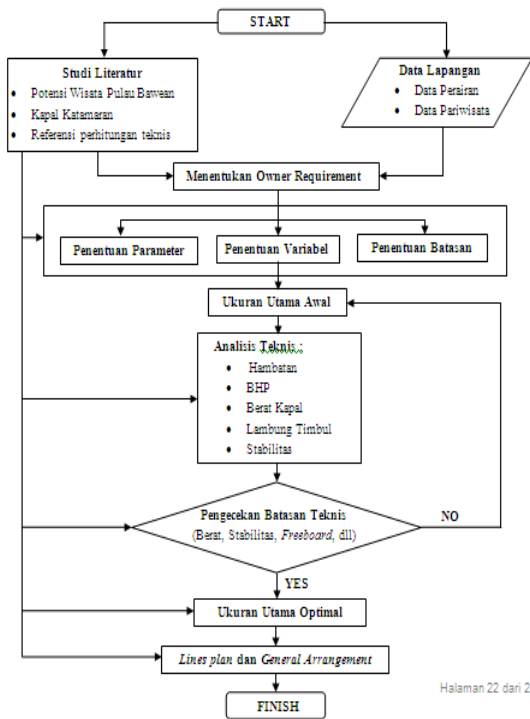
C. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal katamaran yang optimum didapatkan dari metode optimisasi generalized reduced gradient dengan menggunakan perangkat solver. Ukuran utama yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. LOA (*Length Overall*) adalah panjang kapal keseluruhan yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan.
2. Lwl (*Length of Waterline*) adalah panjang kapal yang diukur pada garis sarat kapal.
3. B (*Breadth*) adalah jarak medatar dari gading tengah yang diukur pada bagian luar gading, dan tidak termasuk pelat lambung.
4. S (*Beam Between Hull Centers*) adalah jarak anatar kedua garis tengah (*center line*) dari masing-masing lambung.
5. BI (*Beam of Each Hull*) adalah lebar maksimum dari setiap lambung.
6. H (*Height*) adalah jarak vertikal yang diukur dari baseline sampai garis geladak.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi dalam pengerjaan penelitian ini digambarkan dalam diagram alir (*flow chart*) pengerjaan sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir pengerjaan

IV. TINJAUAN DAERAH

A. Tinjauan Umum

Rute pelayaran yang direncanakan dalam pembuatan kapal katamaran ini adalah dari Pelabuhan Karimunjawa menuju daerah-daerah wisata di Karimunjawa. Penelitian teknis dalam merencanakan sebuah kapal harus mempertimbangkan kondisi geografis, iklim, tingkat pertumbuhan, dan potensi ekonomi dari kota atau daerah sekitar yang akan dilayani oleh kapal tersebut, dalam hal ini adalah daerah Karimunjawa.

Dalam beberapa tahun terakhir, daerah Karimunjawa mengalami kenaikan jumlah wisatawan. Hal ini berkaitan dengan meluasnya potensi wisata yang ada di daerah ini ke manca negara. Banyak yang menyebutkan bahwa Karimunjawa adalah surga bawah laut. Seiring dengan bertambahnya jumlah wisatawan tersebut, kondisi ekonomi masyarakat disana juga mulai meningkat. Peningkatan ini juga terjadi pada industry perkapalan akibat terus meningkatnya kebutuhan sarana transportasi laut. Hal ini dikarenakan daerah Karimunjawa merupakan daerah bahari yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari lautan.

B. Potensi Wisata Karimunjawa

Pesona 27 Pulau di Karimunjawa berikut adalah profil mengenai pulau karimunjawa dan ke 27 pulau yang membuat liburan di karimunjawa menjadi sebuah keharusan. Pada jurnal ini di jelaskan mengenai pulau-pulau yang menjadi daya tarik wisatawan diantaranya, Pulau Menjangan Kecil (Snorkeling dan Camping) dan Pulau Menjangan Besar (penangkaran hiu, penyu, dan elang Jawa).



Gambar 4. Rute pelayaran kapal wisata di Karimunjawa

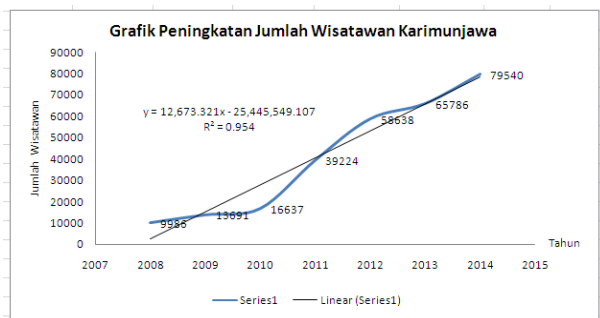
Dalam jurnal ini yang menjadi daerah penelitian adalah Karimunjawa, perairan pantai khususnya perairan sekitar Water Spots Karimunjawa seperti terlihat pada Gambar 4. di atas. Yang menjadi bahan pertimbangan mengapa penulis memilih daerah Karimunjawa adalah sebagai daerah penelitian dan potensi wisata yang menjajikan, memaksimalkan potensi wisata bahari Karimunjawa. Pada Gambar 4. Menerangkan kapal wisata katamaran akan menjemput wisatawan dari Pelabuhan Karimun Jawa setelah itu perjalanan dilanjutkan menuju lokasi A dan B dimana titik A (Pulau Menjangan Besar) dan titik B (Pulau Menjangan kecil) setelah itu akan kembali ke Pelabuhan Karimunjawa.

C. Analisis Jumlah Penumpang

Bila ditelusuri dan dikaji dari beberapa faktor seperti faktor transportasi, Obyek Wisata Taman Nasional Karimunjawa memiliki akses transportasi yang masih minim, hanya melalui penyeberangan kapal dengan jadwal keberangkatan kapal pada hari-hari tertentu bila dibandingkan dengan akses ke objek wisata lain yang ada di kabupaten Jepara seperti Pantai Kartini dan Partai Tirta Samudra yang dapat langsung diakses melalui jalur transportasi darat. Namun walaupun memiliki akses transportasi terbatas, jumlah wisatawan baik wisatawan nusantara dan mancanegara selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada Tabel 1 dapat dilihat jumlah kunjungan wisatawan baik wisatawan nusantara maupun mancanegara dari tahun 2008-2014. (Anastachia, 2015)

Tabel 1. Data Jumlah Kunjungan Wisatawan Ke Objek Wisata Taman Nasional Laut Karimunjawa Tahun (2008-2014)

Tahun	Wisnus	Wisman	Jumlah	Pertumbuhan (%)
2008	7837	2149	9986	-
2009	13691	-	13691	37.1
2010	15070	1567	16637	21.5
2011	37208	2016	39224	135.8
2012	53633	5005	58638	49.5
2013	59169	6617	65786	12.2
2014	72097	7443	79540	21.1
Jumlah	258705	24797	283502	-



Gambar 5. Grafik perkiraan jumlah wisatawan setiap tahun

V. ANALISIS TEKNIS DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan *Design Requirement*

Design Requirement dalam Tugas Akhir ini adalah kapasitas penumpang. Dari data wisatawan yang berkunjung ke Karimun Jawa dari tahun 2008 sampai tahun 2014, diketahui bahwa jumlah wisatawan terus meningkat. Sementara itu, menurut keterangan Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Propinsi Jawa Tengah pada tahun 2014 menyebutkan bahwa hampir 90 % dari seluruh wisatawan mengunjungi Karimunjawa dengan alasan fasilitas yang tersedia lebih lengkap (Anasthacia, 2015). Sehingga, dari keterangan tersebut dapat dihitung jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kepulauan Karimunjawa pada tahun 2015 dan 2016. Dari data di atas, kemudian dilakukan perhitungan regresi linier untuk memperkirakan jumlah wisatawan yang berkunjung pada tahun 2015 dan 2016. Dari perhitungan tersebut, diperoleh data bahwa pada tahun 2015 jumlah wisatawan Karimunjawa diperkirakan mencapai 89,054 pengunjung dan pada tahun 2016 mencapai 101,337 pengunjung. Sedangkan jika di uraikan lebih detail lagi, jumlah wisatawan Karimunjawa pada tahun 2016 sebanyak 125 orang per hari. Berdasarkan analisis tersebut, maka penulis menentukan jumlah *payload* kapal sebanyak 50 orang.

B. Penentuan Ukuran Utama Katamaran

Pada Tugas Akhir ini ukuran utama ditentukan berdasarkan metode optimasi. Metode optimasi yang digunakan adalah teknik *Constrained Non-Linear Optimization*. Metode optimasi ini disusun menggunakan tools Solver yang terdapat pada software Microsoft Excel. Ukuran utama tersebut dihitung dengan menggunakan batasan minimal dan maksimal dari data kapal pembanding agar didapatkan hasil ukuran utama yang optimal.

Tabel 2. Data kapal pembanding katamaran

No.	Nama Kapal	Displacement	Lwl (m)	B (m)	B1 (m)	H (m)	T (m)	Vs
1	BT B-405	20,413	13	7	1.65	2.5	1.2	16.4
2	BT F-403	20,491	13	7	1.59	2.5	1.25	19
3	BT F-411	20,362	13	7	1.58	2.5	1.25	20.6
4	BT A-402	19,922	12.8	6.7	1.57	2.4	1.25	14.9
5	BT A-307	19,820	12.8	6.7	1.56	2.4	1.25	13.4
6	BT B-310	19,784	11.6	6.63	1.87	2.4	1.15	16.3
7	BT A-405	19,235	11.6	6.63	1.83	2.4	1.15	14.6
8	BTR-401	25,058	17.63	10.21	1.74	2.6	1.03	16
9	BT Y-402	24,684	11.97	7.25	2.15	2.5	1.21	17.2
10	BTR-402	25,629	12.61	7.5	2.12	2.6	1.21	16.5
	MIN =	19,235	11.60	6.63	1.56	2.40	1.03	13.40
	MAX =	25,629	17.63	10.21	2.15	2.60	1.25	20.60

Komponen Model Optimisasi

Suatu model optimisasi tentunya terdiri dari komponen-komponen penyusun model tersebut. Komponen-komponen model optimisasi tersebut antara lain :

• *Variable*

Variabel adalah komponen yang harga atau nilainya akan dicari dalam sebuah proses optimisasi (Haryadi,2006). Untuk mendapatkan ukuran utama yang optimal dalam desain kapal katamaran ini, maka variabel yang ditentukan adalah ukuran utama dan koefisien bentuk dari kapal katamaran ini yaitu:

1. L (*Length*, panjang keseluruhan kapal)
2. B (*Breadth*, lebar total kapal)
3. B1 (*Breadth each hull*, lebar tiap lambung kapal)
4. H (*Height*, tinggi kapal sampai geladak utama)
5. T (*Draft*, sarat kapal)
6. S (lebar *demihull* antar lambung)

Initial value dalam proses optimasi selanjutnya dimasukkan sebagai ukuran utama awal. *Initial value* ini kemudian akan diproses oleh Solver sehingga menghasilkan ukuran utama yang optimal dan memenuhi batasan-batasan yang ditentukan. Penentuan *Initial value* ini didasarkan pada kapal pembanding, yaitu :

- L = 17.5 m
- B = 10.2 m
- H = 2.65 m
- T = 0.891 m
- B1 = 1.742 m

• Batasan-batasan (*constraints*)

Batasan-batasan (*constraints*) adalah nilai minimum maupun maksimum yang ditentukan berdasarkan konsis dilapangan, perhitungan teknis, ataupun persyaratan-persyaratan yang dikeluarkan oleh pemegang regulasi baik nasional maupun internasional. Batasan-batasan terdiri dari beberpa bagian yaitu, batasan ukuran utama kapal, batasan ukuran rasio ukuran utama, batasan kapasitas kapal, dan batasan stabilitas kapal. Batasan ukuran utama ditentukan berdasarkan data kapal pembanding yang sudah diperoleh. Batasan rasio ukuran utama kapal didapatkan dari studi literature dan kapal-kapal katamaran yang sudah ada sekarang. Batasan kapasitas ditentukan berdasarkan prosentase dari selisih displacement kapal dengan jumlah LWT dan DWT agar bias mengapung sesuai hukum Archimedes. Sedangkan batasan stabilitas ditentukan berdasarkan regulasi yang dikeluarkan oleh *Marine Guide Notices (MGN) 280 Chapter 11 Section 3.7*.

Adapun batasan-batasan (*constraints*) tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Batasan ukuran utama kapal

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
L/B ₁	-	-	5.9	10.6	11.1
L/H	-	-	5.9	7.23	11.1
B/H	-	-	0.7	3.968	4.1
S/L	-	-	0.19	0.36	0.51
S/B ₁	-	-	0.9	3.818	4.1
B ₁ /T	-	-	0.9	2.049	3.1
B ₁ /B	-	-	0.17	0.172	0.3
CB	-	-	0.36	0.371	0.59

Tabel 4. Batasan rasio ukuran utama kapal

	Unit	Symbol	Mmin	Value	Max
L/B ₁	-	-	5.9	10.6	11.1
L/H	-	-	5.9	7.23	11.1
B/H	-	-	0.7	3.968	4.1
S/L	-	-	0.19	0.36	0.51
S/B ₁	-	-	0.9	3.818	4.1
B ₁ /T	-	-	0.9	2.049	3.1
B ₁ /B	-	-	0.17	0.172	0.3
CB	-	-	0.36	0.371	0.59

Tabel 5. Batasan Kapasitas Sesuai Hukum Archimedes

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
Displacement = 2*L*B*T*ρ	kg	Δ		19500	
DWT	kg			5126	
LWT	kg			13981	
Displacement = DWT + LWT	kg	Δ		19107	
Selisih Displacement	%		0	3.93	5

Tabel 6. Batasan Stabilitas dan Freeboard

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
Perhitungan stabilitas	Area 0 to 30	m rad	0,055	1,4126	
	Area 0 to 40	m rad	0,090	1,8903	
	Area 30 to 40	m rad	0,030	0,5521	
	Max GZ at 30 or greater	m	0,200	3,221	
	Angle of maximum GZ	deg	15,0	20,0	
	Initial GMt	m	0,350	18,342	
Passenger crowding	deg	10,0	3,1		
Freeboard	fs (Freeboard)	cm	87,191	164,0087	

• **Constant**

Constant atau konstanta adalah suatu nilai yang besarnya tidak berubah selama proses optimasi berlangsung sampai berakhir. Yang termasuk kedalam konstanta dalam perhitungan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Konstanta dalam proses optimasi

	Unit	Symbol	Value
Massa Jenis Air	kg/m ³	ρ air tawar	1000
Massa Jenis Air Laut	kg/m ³	ρ air laut	1025
Gravitasi	m/s ²	g	9.81
Tekanan Atmosfer	kg/m ²	P	10100
Koefisien Viskositas Kinematik	m/s	u	1.19E-06

• **Parameter**

Parameter merupakan nilai-nilai yang besarnya tidak berubah selama satu kali proses optimasi. Parameter dalam perhitungan ini adalah *owner requirement*. Berikut ini adalah komponen-komponen parameter yang dipakai, yaitu :

Tabel 8. Parameter yang dipakai dalam optimasi

	Unit	Symbol	Value
Jumlah Crew	Orang		4
Berat Crew	kg		75
Kapasitas Penumpang	Orang		50
Berat Penumpang	kg		3750
Radius Pelayaran	Nm		900
Lama Pelayaran	jam		1.125
Kecepatan Dinas	knot	V _s	12.5
Kecepatan Maksimal	knot	V _{max}	16

• **Objective Function**

Dalam model optimasi Tugas Akhir ini yang menjadi *objective function* adalah *building cost* yang paling rendah. *Building cost* ini selalu berbanding lurus dengan ukuran utama kapal. Oleh sebab itu, model optimasi akan mencari kombinasi dari tiap komponen yang ada untuk menghasilkan ukuran utama optimal.

Tabel 9. *Objective function* pada model optimasi

	Value	Unit
Lambung Kapal (hull)	3253.75	USD
Geladak Kapal (deck)	8287.32	USD
Konstruksi Lambung	2476.37	USD
Elektroda	268.87	USD
Railing dan Tiang Penyangga	3100.28	USD
Atap Kapal	6672.57	USD
Kaca Polycarbonate	4285.57	USD
Komponen Kelistrikan	3270.12	USD
Motor Inboard	120648.22	USD
Total Building Cost	152263.07	USD

Setelah semua batasan selesai dihitung dan fungsi objektif sudah didapatkan, maka langkah selanjutnya membuat *model solver*. Berikut langkah-langkahnya :

1. *Model solver* terdiri dari beberapa bagian yaitu *variabel value* yang akan dicari, *constraint* yang sudah ditentukan sebelumnya, serta *objective function* yang menjadi target dalam proses optimasi ini.
2. Selanjutnya dilakukan proses *running model solver*. Fasilitas *solver* diakses melalui *toolbar data > solver*. Selanjutnya akan tampil kotak dialog *solver parameter*. Pada *set target cell* dipilih *cell total cost* dan diset dengan pemilihan nilai minimum karena ini akan dicari harga material paling rendah dalam pemilihan ukuran utama kapal. Kemudian pada *menu by changing cell* dipilih *cells* yang akan dicari yaitu L, B, T, dan H. Kemudian pada *menu subject to the constraint* dimasukkan semua nilai minimum dan maksimum yang berfungsi sebagai batasan proses optimasi. Selanjutnya adalah *running solver*. Apabila berhasil maka akan muncul pemberitahuan pada *solver* bahwa ukuran utama hasil optimasi telah ditemukan.

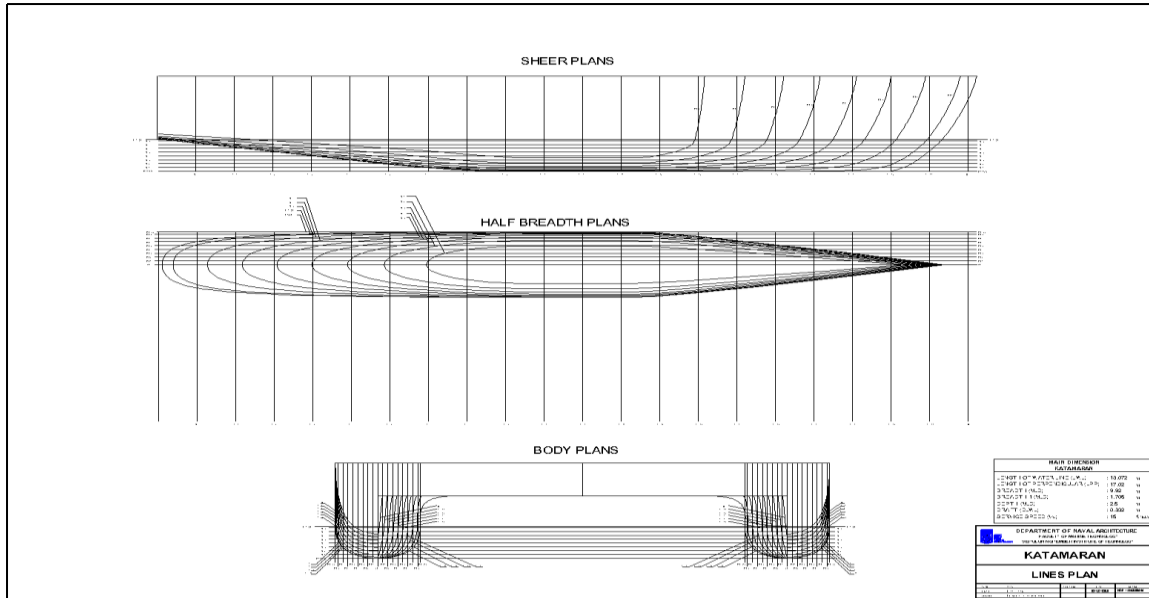
Hasil Optimisasi Ukuran Utama

- L = 17.02 m
- B = 9.92 m
- H = 2.5 m
- T = 0.832 m
- B1 = 1.705 m
- Vs = 15 knot

C. Pembuatan Rencana Garis dan Rencana Umum

Setelah didapatkan ukuran utama hasil optimasi, maka dilanjutkan dengan pembuatan rencana garis. Rencana Garis merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan badan kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *sheer plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (dilihat dari gambar).

Dalam pembuatan Rencana Garis ini digunakan perpaduan antara dua software khusus. Desain Rencana Garis yang dihasilkan tampak pada Gambar 6.

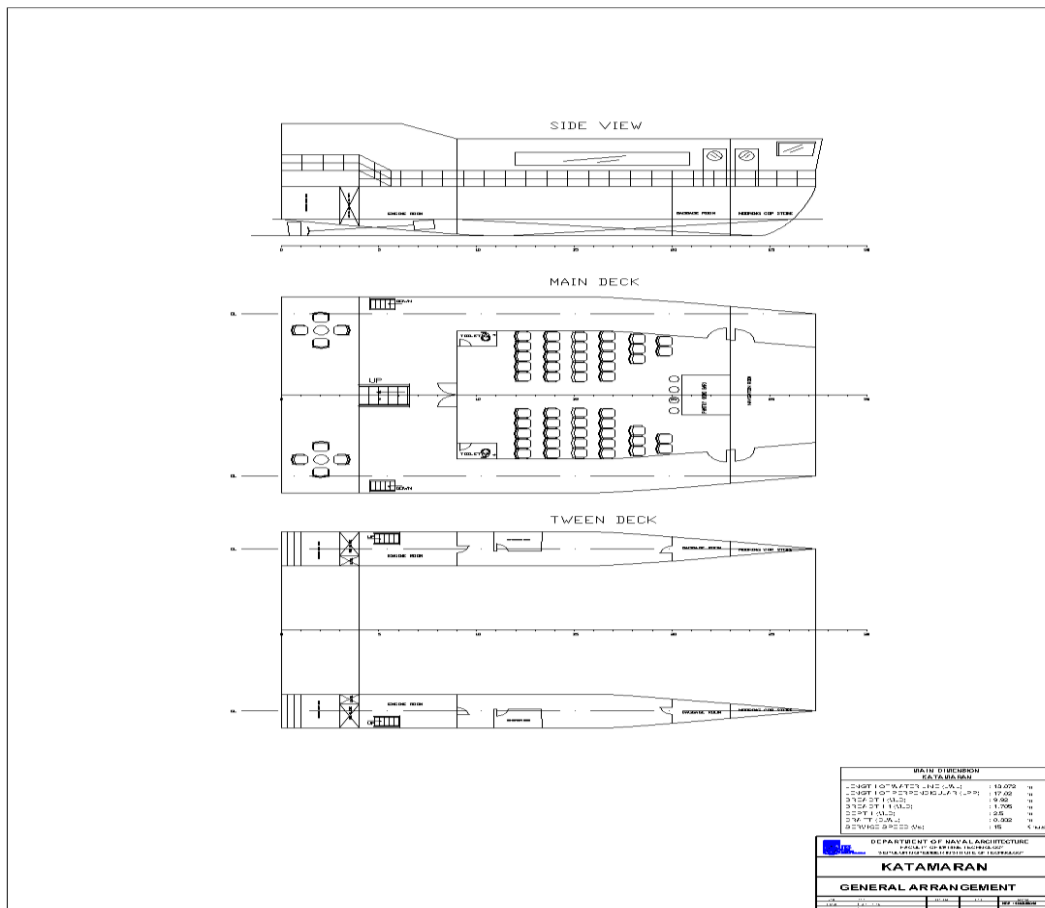


Gambar 6. Rencana Garis Kapal

Dari gambar lines plan yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *general arrangement* dari kapal katamaran ini. *General arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal (Taggart, 1980).

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *general arrangement* katamaran ini adalah penataan

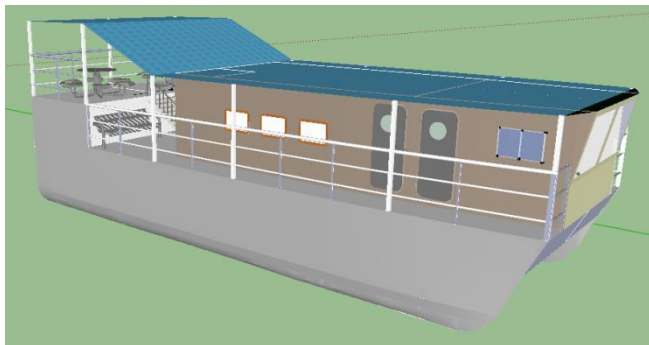
geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang leluasa untuk penumpang. Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal keseluruhan. Hal ini berfungsi sebagai daya tarik untuk penumpang. Semakin menarik desain kapal wisata ini maka semakin banyak pula penumpang yang tertarik.



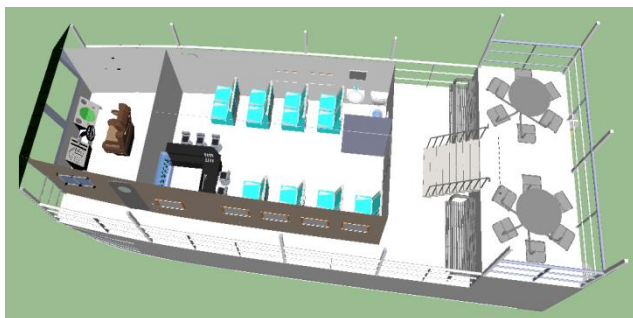
Gambar 7. Rencana Umum Kapal

D. Gambar Tiga Dimensi

Proses pembuatan gambar tiga dimensi dari kapal katamaran dilakukan dengan bantuan *Google Sketchup*. Pembuatan bentuk *hull* kapal mengacu pada ukuran utama dan *lines plan* yang sudah didapatkan. Untuk pembuatan bagian rumah geladak dilakukan dengan acuan *General Arrangement* yang sudah dibuat.



Gambar 8. Side view kapal wisata katamaran



Gambar 9. Seating Arrangement kapal wisata katamaran

VI. ANALISIS EKONOMIS

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya baja kapal, biaya peralatan yang digunakan, biaya motor kapal, dan sebagainya. Pada Tabel 10 dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal & Elektroda	8923	USD
2	Equipment & Outfitting	74954	USD
3	Tenaga Penggerak	92110	USD
Total Harga (USD)		175988	USD
Kurs Rp - USD (per 1 Desember 2015, BI)		13854	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		2,438,131,375.52	Rp

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar 175988 USD atau Rp 2.438.131.375,52 dengan kurs yang didapat dari bank Indonesia per 1 Desember 2015 adalah 1 USD = Rp 13.854,-. Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi (*cost*). Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal (*price*) maka harga pokok produksi akan dikoreksi

terhadap keuntungan galangan, pajak, dan kondisi ekonomi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan kapal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	3% dari biaya pembangunan awal		
	Keuntungan Galangan	121,906,568.78	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	2% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Inflasi	48,762,627.51	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Dukung Pemerintah	243,813,137.55	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		414,482,333.84	Rp

Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari 3 komponen, yaitu keuntungan galangan kapal, biaya untuk inflasi, dan pajak pemerintah. Dari perhitungan di atas didapatkan besarnya tiap komponen antara lain sebagai berikut :

Keuntungan galangan = Rp 121.906.568,78
 Inflasi = Rp 48,762,627.51
 Pajak = Rp 243,813,137.55

Maka, harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Harga jual (price)} &= \text{Harga pokok produksi} + \text{Inflasi} + \\ &\quad \text{Keuntungan Galangan} + \text{Pajak} \\ \text{Biaya pembangunan} &= 2.438.131.375,52 + 48,762,627.51 \\ &\quad + 121.906.568,78 + 174.859. \\ &= \mathbf{Rp\ 2.852.613.709,35} \end{aligned}$$

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis, perhitungan teknis, dan perhitungan ekonomis mengenai *cruising catamaran* yang beroperasi di perairan Karimunjawa yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Didapatkan ukuran utama optimal kapal, yaitu :
 - Loa = 18,072 m
 - Lwl = 17,02 m
 - B = 9,92 m
 - B₁ = 1,705 m
 - H = 2,5 m
 - T = 0,832 m
 - S = 6,51 m
 - Vs = 15 knot
 - Crew = 4 person
 - Passangers = 50 person
- Rencana garis dan rencana umum yang sesuai dengan karakteristik perairan Karimunjawa.
- Dari analisis ekonomi yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil antara lain sebagai berikut :
 - Harga pokok produksi = Rp 2.438.131.375,52
 - Harga jual kapal = Rp 2.852.613.709,35
 - Nilai NPV = Rp 9,406,567,688
 - IRR = 80 %
 - Angsuran per tahun = Rp 713.866.581,-

- Bunga total 4 tahun = Rp 1.001.267.411,98

Saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan berat konstruksi agar dilakukan dengan lebih terperinci agar hasil yang didapatkan lebih akurat dan mendekati keadaan yang sebenarnya.
2. Perlu adanya perbandingan kapal ini dengan jenis kapal yang sama, ukuran utama kapal yang sama, tetapi dengan bahan lambung (badan konstruksi) yang berbeda, semisal fiber atau aluminium.
3. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal.
4. Perlu dilakukan perhitungan mengenai kelistrikan yang lebih terperinci untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
5. Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya tenaga kerja dan material yang digunakan dan waktu yang di butuhkan untuk menyelesaikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis Wisnu Arianto mengucapkan rasa syukur dan terima kasih sebanyak-banyaknya atas doa dan dukungan dari orang tua. Penulis juga mengucapkan terima kasih sebanyak-banyak kepada Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D. yang telah membimbing dalam menyelesaikan Jurnal ini. Selain itu tak lupa penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada rekan-rekan Jurusan teknik Perkapalan yang telah menjadi kawan berjuang dalam menyelesaikan studi di perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aeroyacht (2012). *Aeroyacht.com*. Retrieved February 2013
- [2] Anasthacia, M. N. (2015). *ANALISIS PERMINTAAN WISATAWAN NUSANTARA OBJEK WISATA TAMAN NASIONAL KARIMUNJAWA*. Semarang.
- [3] Baer,R. (2012). *Indonesian Sailing Catamaran*. Jakarta
- [4] BKI. (2009). *Biro Klasifikasi Indonesia Vol 2*. Jakarta: BKI.
- [5] Dinas Pariwisata Indonesia (2006), *Potensi Pariwisata Indonesia*
- [6] Efendy,D. (2006) Analisis Teknis Perencanaan Kapal Patroli Cepat Dengan Bentuk Hull Catamaran. Surabaya,Jawa Timur, Indonesia: ITS Surabaya.
- [7] Santosa, I.G.M (1999). *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[8] Wikipedia. (2004). *Catamaran*. Retrieved February 2013, from
Wikipedia:<http://en.wikipedia.org/wiki/Catamaran>.