

PERANCANGAN UNDERWATER SIGHTSEEING BOAT UNTUK SARANA WISATA DI PULAU WEH, SABANG

Oleh : Kyky Ramalida Yanti
Pembimbing I : Dr. Wilma Amiruddin, ST, MT
Pembimbing II: Ir. Imam Pujo Mulyatno, MT

ABSTRAK

Kapal semi submarine di Indonesia masih terpaku oleh desain exterior maupun interior yang masih tradisional. Desain tersebut masih sangat kurang bila dibandingkan dengan kapal-kapal semi submarine di luar negeri yang sudah memiliki perlengkapan dan fasilitas yang cukup canggih serta desain yang unik dan menarik.

Bagian lambung kapal didesain dengan dilengkapi kaca transparan di sisi kanan dan kiri lambung. Kapal yang dirancang bertujuan untuk membantu menaikkan minat pariwisata di Pulau Weh, Sabang. Metode yang digunakan dalam perancangan kapal ini menggunakan kapal pembanding sebagai acuan dengan lambung berbentuk monohull. Perancangan kapal ini juga memperhatikan perhitungan rencana garis, rencana umum, analisa hidrostatis, stabilitas kapal, olah gerak kapal, kekuatan kapal, dan pemilihan peralatan penyelamatan dan motor induk yang didasari hasil perhitungan daya motor sesuai dengan hambatan yang dialami kapal, sehingga sarana pariwisata yang dirancang memiliki karakter yang baik karena sangat mengutamakan faktor keamanan dan kenyamanan penumpang dalam berwisata.

Kemudian ukuran utama yang didapatkan dianalisa kelayakan lambungnya dengan software pendukung perancangan kapal. Ukuran utama yang dihasilkan dari perhitungan adalah Loa: 15,00 m, B: 5,00 m, T: 2,00 m, H: 2,9 m. Kapal pariwisata ini menggunakan sebuah tenaga penggerak berupa podded electric motor dengan daya yang dihasilkan sebesar 26,8 HP. Pada tinjauan stabilitas, kapal dikondisikan dalam VII kondisi, dimana hasil menunjukkan nilai GZ terbesar yaitu pada kondisi V. Pada tinjauan olah gerak kapal pariwisata ini memiliki olah gerak yang baik terbukti tidak terjadi deck weaknes, dengan nilai heaving maximal 0,769 m, nilai rolling maximal 10,18° dan pitching 3,52°. Analisa kekuatan dari kapal menghasilkan nilai dari stress maksimal dari kapal adalah $6,05 \times 10^5$ Pa dan masih dibawah tegangan ijin menurut Rules ASME sebesar $6,89 \times 10^6$ Pa. Sedangkan deformasi maksimal yang dialami kapal adalah 22,9 mm. Kemudian pada hasil gambar rencana umum, kapal memiliki space yang cukup untuk menampung penumpang lebih banyak yaitu 30 orang, peralatan keselamatan, peralatan komunikasi dan navigasi.

Keywords: *Desain Kapal, Semi Submarine, Wisata Sabang.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Keindahan pantai dan taman laut yang alami, menjadi magnet dan surga bagi wisatawan asing maupun domestik yang berwisata ke pulau Weh. Pulau ini ditumbuhi oleh berbagai jenis karang yang indah dan biota laut yang langka. Dari 15 jenis biota laut yang dilindungi Pemerintah Indonesia, 14 jenis

diantaranya terdapat di pulau ini. Kawasan ini juga terkenal sebagai tempat untuk kegiatan rekreasi marina, seperti menyelam, kapal pesiar dan memancing yang didukung dengan terumbu yang indah, baik karang keras dan lunak yang terdiri dari berbagai jenis, bentuk dan warna yang membentuk gugusan karang yang menarik dan berbagai jenis ikan hias seperti ikan Putri Bali, Botana Biru, ikan

Kepala Merah dan lainnya. Yang juga menghiasi taman laut Sabang.

Kekayaan serta keragaman ini tentunya sangat menarik minat wisata dari para wisatawan baik dari manca negara maupun domestik. Pada tahun 2010 tak kurang dari 3.932 wisatawan asing dan 120.000 wisatawan domestik berkunjung ke Sabang. Jumlah tersebut jauh lebih banyak bila dibandingkan dengan jumlah penduduk Kota Sabang yang berkisar 30.653 jiwa. Dengan adanya kapal yang menawarkan wisata diatas keindahan laut pulau Weh tentunya akan menambah minat wisata di Kota Sabang.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan melihat pokok-pokok permasalahan yang ada pada latar belakang, maka dapat kita ambil beberapa rumusan masalah, diantaranya:

1. Bagaimana menentukan desain kapal secara spesifik yang sesuai dengan kebutuhan ekowisata?
2. Bagaimana menentukan karakteristik (*performance*) dari kapal *Semi-Submarine* yang akan direncanakan?
3. Bagaimana kekuatan dari kapal ini?
4. Menentukan nilai ekonomis?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas di dalam tugas akhir ini, dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah yang akan paparkan, maka pada tugas akhir ini pembahasan akan dibatasi pada hal-hal berikut ini:

1. Desain kapal disesuaikan dengan karakteristik perairan Pulau Weh, Sabang.
2. Jumlah penumpang yang direncanakan 30 orang
3. Desain kapal menggunakan *AutoCad* dan *Delftship*.

4. Tidak melakukan pengujian *towing tank*.
5. Tidak membahas nilai ekonomis kapal.
6. Tidak membahas getaran dari kapal
7. Tidak membahas mengenai perancangan tempat sandar kapal atau dermaga kapal.
8. Analisa dan pengolahan data menggunakan *software Maxsurf, Hydromax, Hullspeed, dan Patran*.
9. Hasil akhir dari Tugas Akhir ini adalah berupa desain kapal dalam bentuk tiga dimensi dari *software* dan tidak membuat *rute project* kapal tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penyusunan tugas akhir yang berjudul "Perancangan Underwater Sightseeing Boat untuk Sarana Wisata di Pulau Weh, Sabang" adalah :

1. Mendesain secara spesifikasi bentuk exterior kapal *Semi-Submarine* sesuai kebutuhan ekowisata.
2. Mengetahui karakteristik (*performance*) dari kapal *Semi-Submarine* yang akan direncanakan.
3. Bagaimana kekuatan dari kapal ini
4. Menentukan nilai ekonomis

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Tentang Pulau Weh

Pulau Weh (sering juga disebut Sabang karena berada di wilayah administratif Kota Sabang), terletak di antara 95° 13' 02" dan 95° 22' 36" BT dan antara 05° 46' 28" dan 05° 54' 28" LU. Pulau ini merupakan salah satu pulau terluar Indonesia (dan merupakan titik 0 kilometer Negara Kesatuan Republik Indonesia) yang berbatasan langsung dengan Malaysia, Thailand dan

India. Pulau Weh merupakan sebuah pulau atol (pulau karang) yang proses terjadinya melalui pengangkatan dari permukaan laut. Sekitar 2600 ha terumbu karang yang terdapat di Pulau Weh (terutama di sekitar Pulau Rubiah) telah ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam Laut Pulau Weh oleh Menteri Kehutanan (SK No. 928/Kpts/Um/1982 tanggal 22 Desember 1982). Kondisi demikian menjadikan Sabang terkenal sebagai tujuan wisata bahari dan memiliki potensi perikanan yang tinggi.

2.2. Tinjauan Umum Kapal

Kapal Semi-submarine adalah kapal semi selam yang mampu menyelam, mirip dengan kapal selam. Namun, tidak seperti kapal selam, kapal ini tidak dapat sepenuhnya terendam di bawah permukaan air.

Kapal yang akan dirancang merupakan kapal wisata semi selam yang multi fungsi. Selain untuk melihat keindahan laut dari atas permukaan laut, kapal ini juga akan dilengkapi dengan ruang bawah air yang dimaksudkan untuk wisata pemandangan bawah air tanpa harus menyelam dan basah.

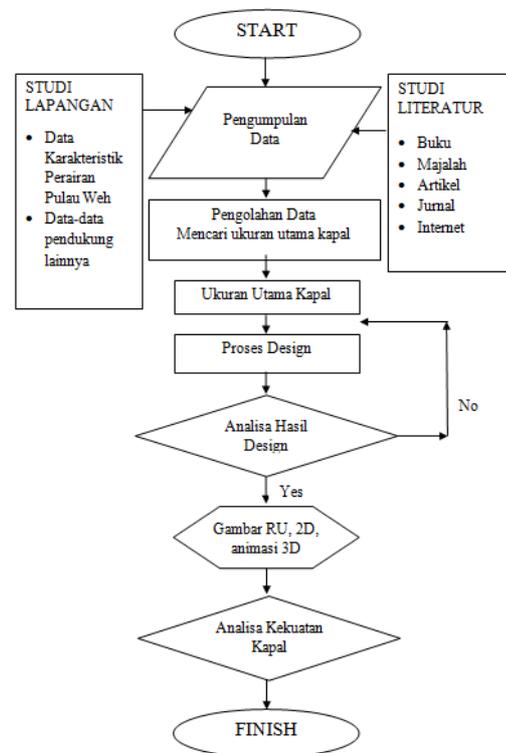
2.2. Metode Perancangan Kapal

Dalam proses perancangan kapal, Metode yang akan digunakan dalam penelitian untuk perancangan kapal wisata ini adalah metode iterasi atau *Iteration Method* dengan melakukan pendekatan muatan kapal (*displacement*). Ukuran utama yang didapatkan menggunakan perhitungan regresi linear dengan beberapa kapal pembanding yang dipilih. Kemudian akan diperhitungkan juga hambatan dari kapal dengan menggunakan perhitungan hambatan metode *Holtrop* untuk lambung

Monohull. Perhitungan stabilitas, olah gerak dan kekuatan kapal dan gambar *linesplan*, rencana umum, serta profil merupakan perhitungan dan gambar yang akan diperhitungkan dalam tugas akhir ini.

3. Metodologi Penelitian

Untuk metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi komputasi yang menggunakan bantuan komputer untuk perhitungan dari kapal rancangan ini.



Gambar 1. Diagram Alir

4. Perhitungan dan Analisa

4.1. Requirement

Kapal Pariwisata Semi submarine yang direncanakan ini merupakan kapal dengan lambung berbentuk *Monohull* yang dilengkapi dengan peralatan keselamatan dan peralatan penunjang sebagai kapal pariwisata yang beroperasi di Pulau Weh, Sabang. Dengan kondisi arus gelombang laut di Pulau Weh Sabang yang cukup stabil berkisar 1-2,5

meter tinggi gelombang, dengan keindahan taman laut yang alami ini, maka kapal ini juga akan dilengkapi dengan ruang bawah air yang dimaksudkan untuk wisata pemandangan bawah air tanpa harus menyelam dan basah.

Tabel 1. Komponen Parameter Perancangan

Bentuk lambung	<i>Monohull</i>
Panjang kapal	15,0 m
Kec.mak	6,5 knots
Penumpang	30 orang
Mesin	Electric Motor
Material	Fiber dan Acrylic
Perlengkapan	Perlengkapan keselamatan

4.2. Kapal Pemandang

Untuk kapal semi submarine ini menggunakan kapal pemandang dengan tipe kapal dan bentuk lambung yang sama. Data teknis untuk mencari kapal pemandang didapatkan dari *internet*.

Tabel 2. Data Kapal Pemandang

No	Nama Kapal	L	B	H	T
1	Tiger Yellow Semi Submarine 16	9,00	3,40	1,50	2,25
2	Tiger Yellow Semi Submarine 24	12,00	3,80	1,50	2,25
3	Sea Discover 18	18,30	3,80	1,70	2,27
4	Seaquarium	20,42	6,10	1,83	2,44
5	Deepstar Tourist Submarine	19,00	4,20	2,00	2,90

4.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal

a. Parameter Optimasi

Pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal pemandang digunakan sebagai acuan dalam menentukan ukuran utama kapal

pada pra perancangan ini jika sebelumnya sudah ditetapkan nilai panjang kapal (LoA) sebesar 15 meter.

Dari harga perbandingan pada tabel 3, dapat diketahui harga minimal dan maksimal perbandingan ukuran utama kapal pemandang. Dengan pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal tersebut, didapat ukuran utama kapal yaitu :
 Loa = 15,00 m H = 2,90 m
 B = 5,00 m T = 2,00 m

Tabel 3. Parameter Optimasi

No	Nama Kapal	L/B	L/T	L/H	B/T	H/T
1	Tiger Yellow Semi Submarine 16	2,65	6,00	4,00	2,27	1,50
2	Tiger Yellow Semi Submarine 24	3,16	8,00	5,33	2,53	1,50
3	Sea Discover 18	4,82	10,76	8,06	2,24	1,34
4	Seaquarium	3,35	11,17	8,38	3,33	1,33
5	Deepstar Tourist Submarine	4,75	6,13	4,86	1,29	1,26

b. Pengecekan Ukuran Kapal

Dari ukuran utama yang dihasilkan dan jika dianalisa dengan kebutuhan penumpang serta pengecekan perbandingan ukuran utama kapal yang terlihat pada lampiran, maka kapal dengan bentuk lambung *monohull* ini dapat beroperasi sebagai kapal pariwisata.

4.4. Rencana Garis Kapal

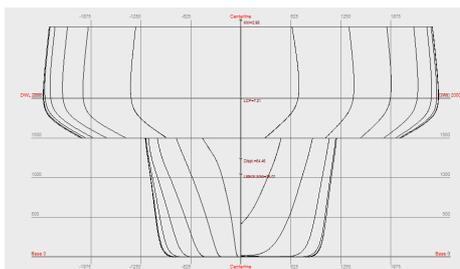
Berikut ini adalah *original model* dari *hull form kapal pariwisata* yang dibuat dengan menggunakan program

Delftship Version 4.03.68. dengan pembagian jarak station, waterline dan buttock line kapal sebagai berikut :

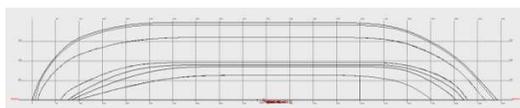
Tabel 4. Jarak Station, Waterline dan Buttock Line kapal

St	Jarak (m)	St	Jarak (m)	St	Jarak (m)
0	0	7	3,5	14	7
1	0,5	8	4	15	7,5
2	1	9	4,5	16	8
3	1,5	10	5	17	8,5
4	2	11	5,5	18	9
5	2,5	12	6	19	9,5
6	3	13	6,5	20	10

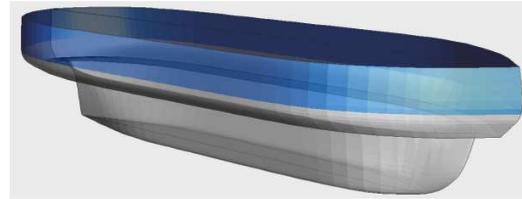
WL	Jarak (m)	BL (SB)	Jarak (m)	BL (PS)	Jarak (m)
0	0	1	0	1	0
1	0,105	2	0,312	2	-0,312
2	0,21	3	0,625	3	-0,625
3	0,315	4	0,938	4	-0,938
4	0,42	5	1,25	5	-1,25



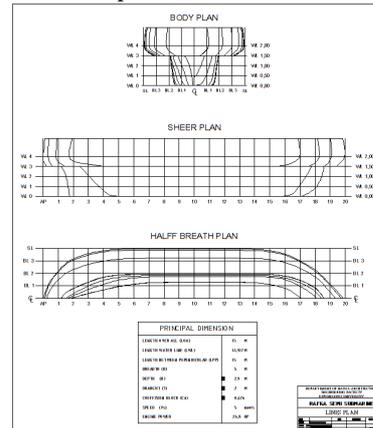
Gambar 2. Body Plan dari Hull Form Kapal



Gambar 3. Plan View dari Hull Form Kapal



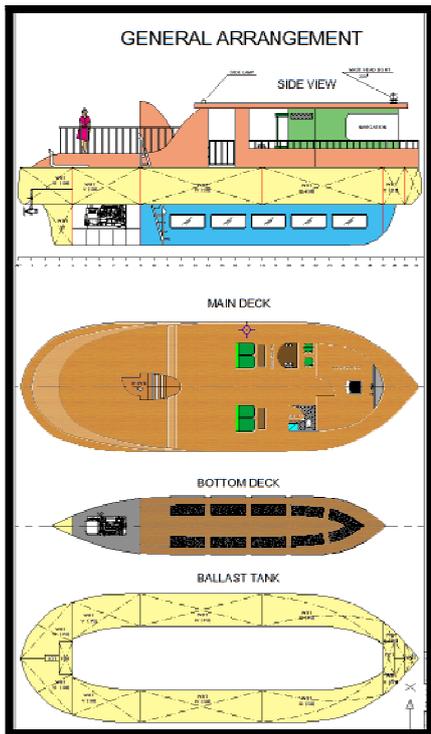
Gambar 4. Perspective dari Hull Form Kapal



Gambar 5. Lines Plan Kapal

4.5. Rencana Umum Kapal

Permasalahan dalam penyusunan rencana umum biasanya tergantung dari tipe kapal yang direncanakan. Namun pada dasarnya perencanaan rencana umum untuk semua tipe kapal memiliki kesamaan dalam hal-hal tertentu seperti dalam penyusunan ruangan akomodasi dan daya mesin meskipun untuk kapal yang berbeda akan menyebabkan terjadinya perbedaan kapasitas.

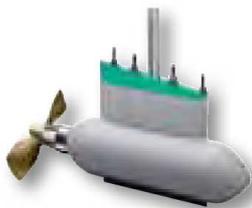


Gambar 5. Rencana Umum Kapal

4.5.1. Motor Penggerak Kapal

Tenaga penggerak yang digunakan kapal monohull ini adalah *podded electric motor*. Pertimbangan *podded electric motor* sebagai tenaga penggerak adalah sebagai berikut :

1. Tidak memerlukan poros untuk sistem transmisinya,
2. Sparepart banyak tersedia,
3. Propeller yang bisa diputar sampai 360° sehingga memudahkan kapal untuk bermanuver,
4. Lebih sedikit getaran dibandingkan mesin inboard.

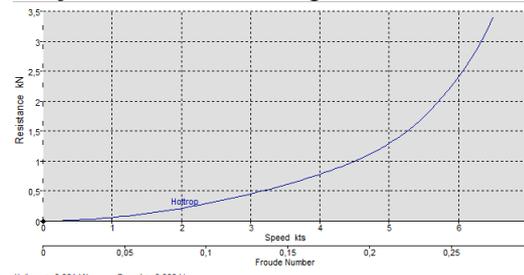


Gambar 6. Motor penggerak kapal

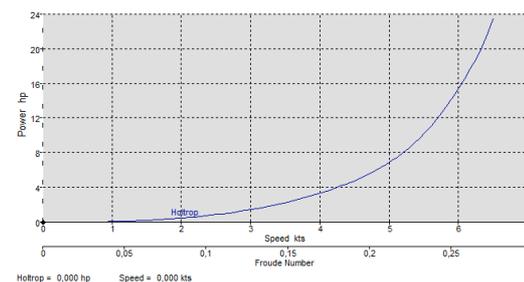
Direncanakan kapal ini menggunakan dua *podded electric motor* yang di letakkan di bagian buritan kapal dengan arah horizontal yang mana besarnya daya mesin akan dijelaskan di bab berikutnya setelah diketahui besar hambatan total kapal dengan menggunakan software *Hull Speed Version 11.1.1.2.* dan perhitungan manual.

4.6. Hambatan dan Motor Kapal

Dari hasil analisa perhitungan menggunakan *HullSpeed* diketahui bahwa hambatan kapal *monohull* dengan kecepatan 6,5 knots (efisiensi 75%) adalah sebesar 3,41 kN dan membutuhkan *power* sebesar 23,51 HP. Berikut perbandingan hambatan yang disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 7. Grafik Perbandingan *Resistance-Speed* dari uji model



Gambar 8. Grafik Perbandingan *Power-Speed* dari uji model

Berdasarkan analisa diatas maka dengan kecepatan 6,5 Knot akan di dapatkan besarnya HP dengan kebutuhan daya yang tidak terlalu besar, yaitu

sebesar 23,51 Hp yang akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan tenaga penggerak kapal ini. Direncanakan kapal ini menggunakan dua buah podded propeller masing-masing 13,4 HP yang di letakkan di belakang konstruksi bridge sejajar dengan arah horizontal.

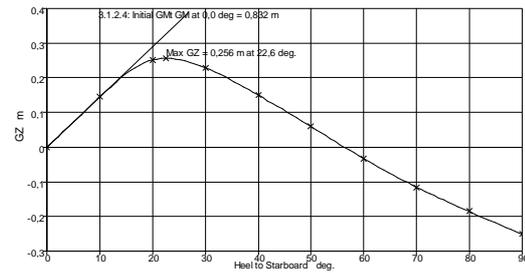
4.7. Hidrostatik Kapal

Hasil perhitungan hidrostatik, kapal wisata ini mempunyai *displacement* = 64,42 ton, $C_b = 0,426$, $LCB = 7,429$ m, $C_m = 0,567$, $C_p = 0,751$. tabel hidrostatik lengkap bisa dilihat pada lampiran. Kapal ini memiliki body yang ramping karena tidak membutuhkan displacement yang besar dibandingkan kapal dengan tipe lain yang seukuran.

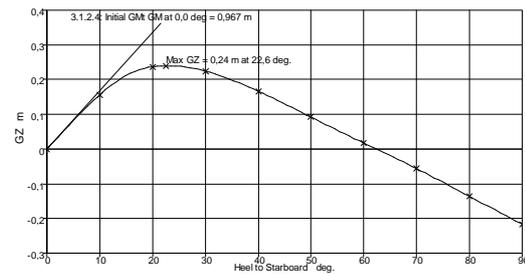
4.8. Stabilitas dan Periode Olang Kapal

Kapal dikondisikan dalam tujuh kondisi. Pada semua kondisi kapal mempunyai stabilitas yang stabil karena titik M diatas titik G dan nilai GZ yang paling besar terjadi pada kondisi V pada saat volume semua tangki penuh, kecuali tangki ballast yang terisi 50% dengan asumsi penumpang penuh.

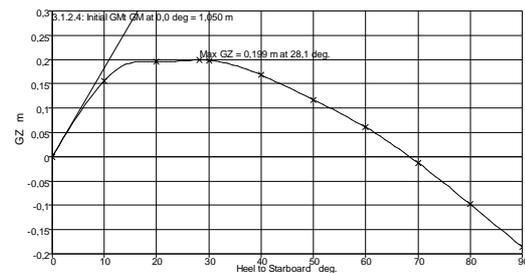
Untuk periode olang, menunjukkan bahwa semakin muatan dan berat *consumable* berkurang nilai dari MG semakin besar dan nilai periode olang kapal semakin kecil [7]. Pada kondisi V kapal wisata ini memiliki nilai MG yang besar dan periode olang yang kecil, sehingga pada kondisi V kapal mempunyai kemampuan untuk kembali ke posisi tegak yang cepat pula. Artinya pada kondisi V kapal memiliki periode olang yang kecil karena memiliki momen pembalik dan momen kopel (*righting moment*) yang cukup besar.



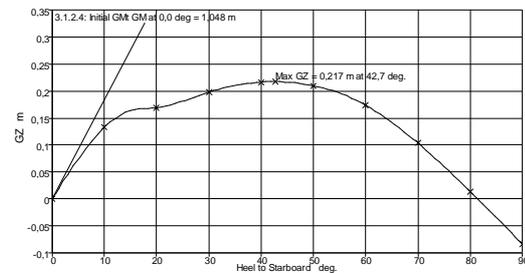
Gambar 9. Grafik Stabilitas Kondisi 1



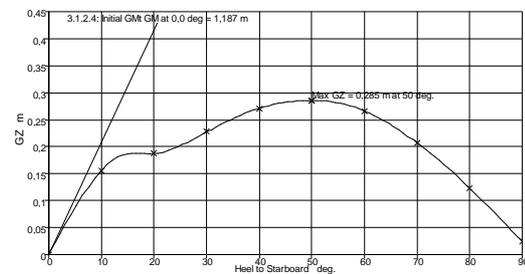
Gambar 10. Grafik Stabilitas Kondisi 2



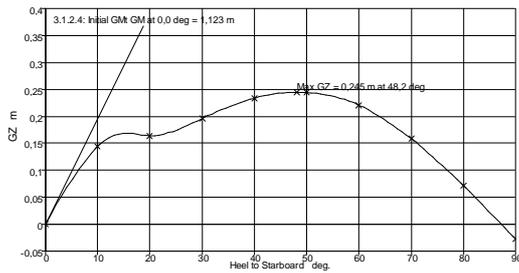
Gambar 11. Grafik Stabilitas Kondisi 3



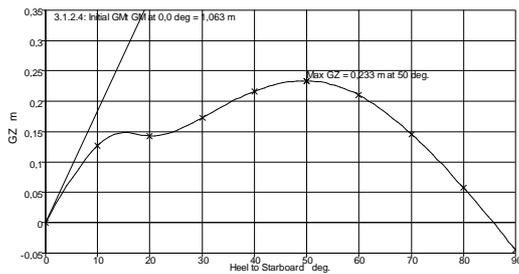
Gambar 12. Grafik Stabilitas Kondisi 4



Gambar 13. Grafik Stabilitas Kondisi 5



Gambar 14. Grafik Stabilitas Kondisi 6



Gambar 15. Grafik Stabilitas Kondisi 7

			rad/s	rad/^2
	180	0	0	0
Pitching	0	3,52 deg	0,03927 rad/s	0,02595 rad/s^2
	45	2,81 deg	0,04041 rad/s	0,03564 rad/s^2
	90	1,58 deg	0,04218 rad/s	0,07241 rads^2
	180	3,44 deg	0,09728 rad/s	0,1935 rad/s^2

4.9. Olah Gerak Kapal

Dalam analisa olah gerak kapal ini menggunakan program *Seakeeper* dengan gelombang JONSWAP tipe *Moderate* (spesifikasi tinggi gelombang 1.26 – 2.50 m dan periode gelombang 7,5 s) [2]. Hasil yang didapatkan pada semua *weve heading* (0, 45, 90, 180 deg) kapal tidak terjadi *deck wetness*

Tabel 5. Nilai *Amplitudo, Velocity, Acceleration* Kapal Pariwisata

Item	Wave heading (deg)	Kapal Wisata		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heading	0	0,696 m	0,367 m/s	0,201 m/s^2
	45	0,705 m	0,413 m/s	0,259 m/s^2
	90	0,73 m	0,546 m/s	0,51 m/s^2
	180	0,769 m	0,781 m/s	1,081 m/s^2
Rolling	0	0	0	0
	45	3,55 deg	rad/s	rad/s^2
	90	10,18 deg	0,33601	0,68546

4.10. Peraturan Konstruksi Kapal *Fiberglass*

Untuk perhitungan konstruksi, kapal ini menggunakan Peraturan BKI mengenai Konstruksi Kapal Fiber tahun 1996. Untuk Perhitungan ketebalan kulit kapal terlampir. Adapun ukuran dari kulit kapal dan ukuran profilnya:

Tabel 6. Ukuran Frame dan Tebal Plat

Nama	Frame Type (mm)	Material	Tebal
Side Shell	-	Fiber	12 mm
Bulkhead	-	Fiber	10 mm
Bottom Shell	-	Fiber	13 mm
Collision Bulkhead	-	Fiber	13 mm
Window	-	Fiber	30 mm
Main Deck Fore 0,3L	-	Fiber	9 mm
Main Deck Midship	-	Fiber	6 mm
Main Deck Baft 0,3L	-	Fiber	7 mm
Side Frame	U Section U80x90x5	Fiber	-

Side Stringer	U Section U80x90x5	Fiber	-
Bottom Frame	U Section U80x90x5	Fiber	-
Center Girder	U Section U100x60x5	Fiber	-
Side Girder	U Section U100x60x5	Fiber	-
Deck Beam	U Section U80x90x5	Fiber	-
Deck Longitudinal	U Section U80x90x5	Fiber	-

4.11. Permesinan dan Perlengkapan Kapal

1. Navigasi dan Komunikasi Kapal
 - a. System Kontrol 1 set
 - b. System Kemudi 1 set
 - c. *Switch Panel* 12– DC
 - d. *Side light* 2 unit
 - e. *Warning light* 1 unit
 - f. *Sonar*
 - g. *Underwater Lighting*
2. Perlengkapan Penyelamatan Korban
 - a. Gelang Pelampung (*life buoy*)
 - b. Baju Pelampung (*Life Jacket*)
 - c. Kotak P3K berikut obat-obatan
3. Peralatan Pemadam Kebakaran
 - a. CO₂
 - b. *Foam*
4. Perlengkapan Geladak
 - a. Bolder 3 buah

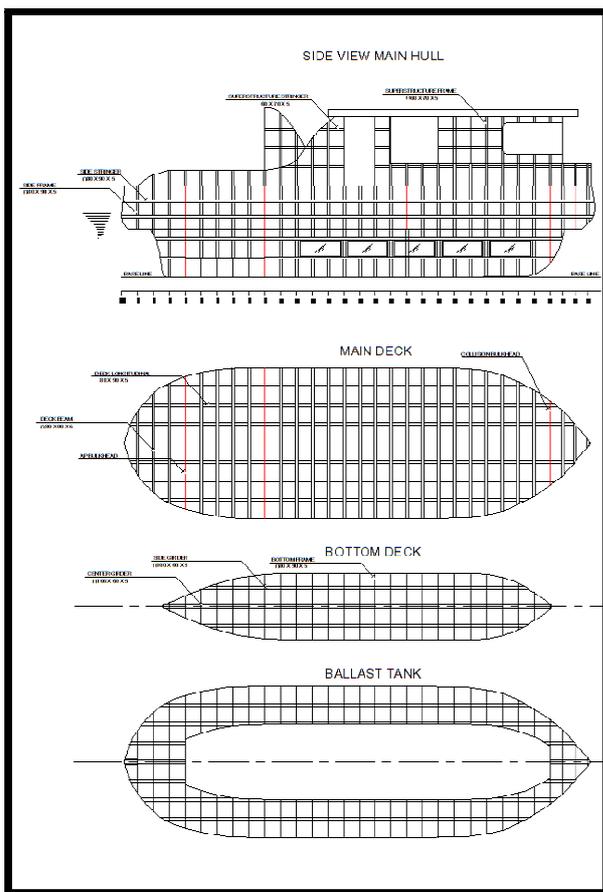
4.12. Kekuatan Kapal

analisa yang dilakukan adalah analisa *linear statis*. Penentuan kriteria analisa kekuatan struktur akibat tegangan adalah tujuan utama yang menjelaskan unsur atau komponen dari sistem yang bekerja mampu mempertahankan ketelitian dimensional dan kekuatan komponen mampu bekerja dalam batas aman.

Skenario pembebanan Kapal Semi Submarine atau beban yang diberikan akan dilakukan dengan dua skenario yaitu akan dilihat secara *local respond*, hal ini dilakukan untuk melihat kemampuan struktur dalam menerima beban. Pada analisa ini beban yang diterima badan kapal dari arah bawah, yaitu beban yang diterima dari tekanan air laut

Perhitungan tekanan/*pressure* air laut menggunakan rumun pendekatan fisika adalah sebagai berikut :

$$\underline{Ph : P \times g \times h}$$



Gambar 16. Profil Construction

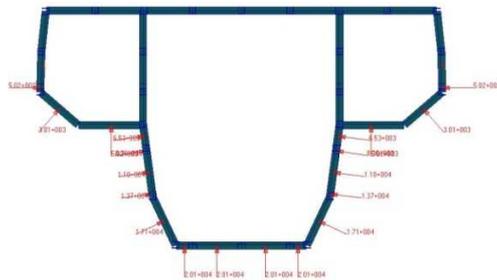
Dimana ; P_h = Tekanan Hidrostatik (N/m^2)
 P = Massa jenis (kg/m^3) (air tawar) = $1025 kg/m^3$
 g = Percepatan Gravitasi = $9,8 m/s$
 h = Kedalaman permukaan (m) = $2 m$

$$P_h: 1025 kg/m^3 \times 9.8 m/s \times 2 m$$

$$: 20090 N/m^2 \text{ (Pascal)}$$

$$: 2,009 \times 10^4 \text{ Pascal}$$

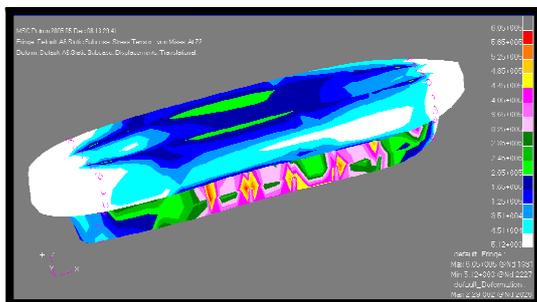
Jadi beban maksimal yang diterima struktur adalah sebesar $2,009 \times 10^4$ Pascal.



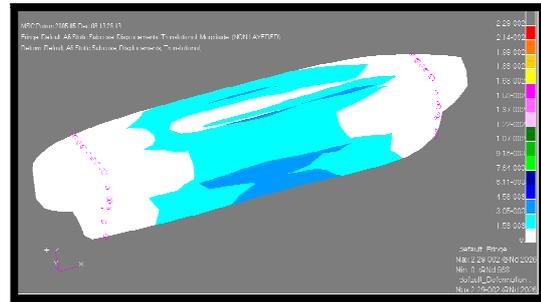
Gambar 17. Pembebanan dari *pressure* air tawar beserta besarnya *pressure*

Tabel 7. Hasil *failure criteria* tegangan *von mises* konstruksi Kapal Semi Submarine

Jenis Material	Stress Tensor (MPa)	Design Stress (MPa)	Deformation Maximal (mm)	Ket.
Fiber	0,605	6,89	22,9	Aman
Acrylic	0,586	5,17	4,1	Aman



Gambar 18. *Stress tensor* untuk konstruksi kapal Wisata Semi Submarine



Gambar 19. Letak *deformation maximal* badan kapal lambung wisata Semi-Submarine

Untuk skenario pembebanan ini nilai tegangan *von mises* maksimum yang terjadi pada konstruksi *Kapal Semi Submarine* dibandingkan dengan tegangan ijin *Rules ASME* dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 8. Kriteria dan kondisi *tegangan von mises* untuk konstruksi *Kapal Semi Submarine*

Pressure (N/m^2)	Stress Tensor (Pa)		Deformation (m)
	Max.	Min.	
$2,01 \times 10^4$	$6,05 \times 10^5$	$5,12 \times 10^3$	$2,29 \times 10^{-2}$

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan penulis yaitu Perancangan Kapal *monohull* yang difungsikan sebagai kapal wisata di perairan Banjir Kanal Barat Semarang, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode perancangan perbandingan dari kapal perbandingan, didapatkan ukuran utama kapal yaitu $Loa = 15,00 m$,

$L_{wl} = 14,917$ m, $B = 5,00$ m, $H = 2,90$ m, $T = 2,00$ m. Penumpang yang dapat ditampung adalah 30 orang.

2. Dalam perancangan *lines plan kapal semi submarine* ini menggunakan model *design* mirip dengan kapal perbandingan berbagai macam kapal *semi submarine*. Dan untuk hasil perhitungan hidrostatis, kapal memiliki *displacement* sebesar 64,42 ton dengan *coeffisien block* (C_b) = 0,426 dan letak LCB = 7,429. Hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi V diikuti pada kondisi VI, VII, I, II, IV, III. Dan nilai MG terbesar terjadi pada kondisi V yang menyebabkan kapal memiliki waktu tercepat untuk kembali ke posisi tegak. Hasil perhitungan hambatan dengan analisa *software* dengan kecepatan penuh $v = 6,5$ knot didapatkan nilai *resistance* dan *power* dengan metode *Holtrop*. Nilai *resisten* yang dialami kapal sebesar 3,41 kN dan *power* sebesar 23,51 HP. perhitungan Hambatan kapal, maka dipilihlah motor penggerak berupa dua buah *podded electric motor* dengan *power* daya masing-masing sebesar 13,4 HP. Untuk kekuatan kapal berada dalam batas aman, karena nilai dari tegangan maximal yang dimiliki kapal masih dibawah tegangan yang diijinkan dari tegangan yang dimiliki bahan.
3. Hasil analisis profitabilitas (*cost benefit*), menunjukkan bahwa usaha di bidang kapal wisata semi submarine ini menunjukkan kriteria yang cukup layak, dengan tolak ukur dari nilai NPV (+) = Rp. 255.808.811,3,-. untuk DF 12 %, IRR = 28,884 % > 12 % , dan nilai *Payback Period* = 4,31 tahun. Hasil analisis resiko dengan metode analisis skenario dari ketiga

kondisi NPV yang dihitung, menunjukkan tingkat resiko yang cukup rendah dan aman dari kemungkinan terjadi kerugian finansial. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien variasi CV yang relatif kecil, yaitu $CV = 0,40 < 1$.

5.2. Saran

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

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

1. Adanya sumbangsih dari penelitian-penelitian serupa yang menggunakan model secara fisik dan diuji dengan fasilitas kolam uji sangat diharapkan. Dengan harapan dapat menghasilkan data - data yang lebih riil sehingga kajian optimalisasi *hullform* semakin maksimal.
2. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan memperhitungkan getaran kapal.
3. Memperdalam kajian pembahasan, misalnya dalam menganalisa ketebalan dari kaca didalam air yang dapat bertahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Causer, P, 2000, "Seakeeping analysis for preliminary design", *Formation Design System Pty.Ltd.* UK.
- [2] D. R. Derrett, 2001, "Ship Stability for Masters and Mates", Melbourne New Delhi
- [3] DUBROVSKY, V (2004): "Ships with outriggers", Backbone

Publishing, Fair Lawn, USA, 2004, p. 88

- [4] F.B, Robert, 1988, “***Motion In Waves and Controllability***”, *Principles of Naval Architecture Volume III*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA
- [5] International Maritime Organization (2002), Code On Stability For All Types Of Ships, International Maritime Organization, London
- [6] Portmann, H. H., Cooper, S. L., Norton, M. R.,and Newborn, D. A. Unmanned surface vehicles:Past, present, and future. *Unmanned Systems*, 2002. 20(5):32-37.
- [7] Parsons, Michael G., 2003, “**Ship Design and Construction Volume II**”. Jersey City : The Society of Naval Architect and Marine Engineering.
- [8] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, ”**Teori Bangunan Kapal** “, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia.
- [9] Watson, D. , 1998, ”**Practical Ship Design**”, Vol.1, Elsevier Science Ltd.,