



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Studi Perancangan Bus Air Tipe Katamaran Kapasitas 100 Orang Penumpang Untuk Menunjang Pariwisata Di Danau Toba

Wesly M Napitu¹, Parlindungan Manik¹, Ir.Kiryanto¹,

¹)Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: napituwesly@gmail.com, parlin1974@yahoo.com, kiryanto@yahoo.com

ABSTRAK

Danau toba merupakan salah satu danau terbesar dan terluas di dunia dan mempunyai berbagai jenis potensi wisata yang dapat di explore, dengan begitu besarnya potensi wisata yang dimiliki oleh Danau Toba ini terutama dari segi wisata perairannya, tetapi dari sisi infrastruktur penunjang yang mendukung para wisatawan kurang diperhatikan seperti alat transportasi air yaitu kapal pariwisata yang dapat digunakan wisatawan untuk menikmati keindahan Danau Toba masih sangat terbatas, hanya speed boat dengan kapasitas 8-10 orang saja dan hanya mengarungi sebahagian pesisir Danau Toba, maka pembangunan kapal pariwisata dengan model katamaran berkapasitas 100 orang akan sangat mendukung wisatawan lokal maupun mancanegara tersebut dan dapat meningkatkan kenyamanan wisatawan sehingga pendapatan daerah maupun masyarakat semakin meningkat. Dalam melaksanakan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan perancangan yaitu perhitungan ukuran utama, membuat rencana garis, rencana umum, analisa hidrostatis, stabilitas kapal dan analisis olah gerak kapal. Serta pemilihan peralatan kapal dan motor induk berdasarkan hasil perhitungan daya motor sesuai dengan hambatan yang dialami kapal. Hasil perancangan kapal katamaran bus air ini didapatkan ukuran utama kapal LOA = 22.40 m, m, T = 1.1 m, H = 2.6 m, B = 6.9 m, Bl = 1,75 m . Dari hasil hidrostatis, kapal katamaran multifungsi Tao Toba mempunyai displacement = 51.51 ton, Cb = 0.59, LCB = 9.573 m. Pada tinjauan stabilitas, hasil menunjukkan kapal multifungsi mempunyai stabilitas yang stabil titik M berada diatas titik G pada semua kondisi. Pada tinjauan olah gerak, kapal katamaran multifungsi memiliki olah gerak yang baik terbukti tidak terjadi *deck wetness*. Kemudian pada hasil gambar rencana umum, kapal katamaran multifungsi memiliki space yang cukup untuk menata tempat duduk penumpang, peralatan keselamatan, peralatan komunikasi dan navigasi. Hambatan yang dialami kapal multifungsi 20 knots (efisiensi 65%) sebesar 27,00 kN dan membutuhkan daya mesin induk 261 HP.

Kata kunci : multifungsi, katamaran, danau toba, Bus Air

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang mempunyai wilayah laut yang sangat luas. Tidak terkecuali perairan air tawarnya, Indonesia memiliki danau maupun sungai besar yang terbentang dari Sabang sampai Merauke, contoh : Danau Toba, Danau Towuti, Danau Poso, Sungai Mahakam, Sungai Kapuas. Danau

Toba merupakan danau terbesar di Indonesia maupun di Asia Tenggara, dan potensi wisata di daerah Danau Toba sangatlah banyak. Danau Toba terletak di Sumatera Utara dan berada pada beberapa kabupaten, antara lain Kab. Simalungun, Kab. Samosir, Kab. Toba Samosir, Kab. Tapanuli Utara, Kab. Humbang Hasundutan, Kab. Karo, Kab. Dairi. Danau Toba sendiri memiliki luas $\pm 1.130 \text{ km}^2$ dengan

kedalaman ± 529 m dengan jenis danau vulkanik. Secara geografis kawasan Danau Toba terletak di pegunungan Bukit Barisan Propinsi Sumatera Utara pada titik koordinat diantara $2021^{\circ}32'$ – $2056^{\circ}28'$ LU dan $980 26' 35''$ - $990 15' 40''$ BT.[1] Jumlah pariwisata yang bermacam-macam di Danau Toba sangat menjanjikan terutama dari segi pariwisata perairan maupun budaya yang sangat di minati para wisatawan lokal maupun mancanegara, di Danau Toba sendiri terdapat beberapa titik yang dijadikan tujuan wisatawan diantaranya kota parapat dengan berbagai hal mulai dari wisata kuliner, pesisir, dan pernak-pernik, pantai pasir putih parbaba di daerah Simanido dengan pasir putih bersih, batu gantung dengan legendanya yang terkenal, patung sigale-gale dan makam Raja Sidabutar yang berusia 500 tahun di Kampung Tua Huta Bolon, kecamatan Tomok sampai Tuk-tuk sebagai tempat belanja-jalan sore sampai penginapan, dll.

Dengan begitu besarnya potensi wisata yang dimiliki oleh Danau Toba ini terutama dari segi wisata perairannya, tetapi dari sisi infrastruktur penunjang yang mendukung para wisatawan kurang diperhatikan seperti alat transportasi air yaitu kapal pariwisata yang dapat digunakan wisatawan untuk menikmati keindahan Danau Toba masih sangat terbatas, hanya speed boat dengan kapasitas 8-10 orang saja dan hanya mengarungi sebahagian pesisir Danau Toba, maka pembangunan kapal pariwisata dengan model katamaran berkapasitas 100 orang akan sangat mendukung wisatawan lokal maupun mancanegara tersebut dan dapat menunjang peningkatan wisatawan sehingga pendapatan daerah maupun masyarakat semakin meningkat.

Katamaran adalah kapal yang memiliki dua lambung yang terikat menjadi satu dengan daya angkut lebih besar yang dihubungkan dengan struktur bridging, platform ini bebas dari permukaan air, sebagai akibatnya kapal akan mengalami terjangan slamming dan deck wetness dapat dikurangi. kapal katamaran memiliki kelebihan misalnya tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama keceparannya relative lebih besar, luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan monohull, volume benaman dan luas permukaan basah kecil. Stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua lambung, dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi lebih kecil.[2] Penentuan ketinggian struktur bagian atas dari permukaan

air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas deck yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal tipe ini dapat diandalkan untuk melayani transportasi mengarungi Danau Toba.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa ukuran utama kapal?
2. Bagaimana bentuk dari rencana garis?
3. Bagaimana karakteristik kapal dibawah air, stabilitas dan olah gerak kapal ?
4. Bagaimana tata letak atau rencana umum kapal?
5. Pemilihan motor induk.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan ukuran utama kapal.
2. Menghitung hidrostatis kapal
3. Menghitung olah gerak kapal.
4. Mendapatkan rencana umum (*General arrangement*) sesuai kebutuhan wisata Danau Toba.
5. Menghitung hambatan kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Kapal Katamaran

Kapal multifungsi merupakan kapal dengan berbagai fungsi yaitu kapal harus didesain dengan konsep pengertian fungsi yang disesuaikan dengan kegiatan kapal tersebut. Oleh karena itu kapal harus mampu membawa perlengkapan dan peralatan berbagai fungsi sekaligus mendukung kenyamanan dan keselamatan para penumpangnya, serta kapal tidak merusak ekosistem daerah berlayarnya. [3]

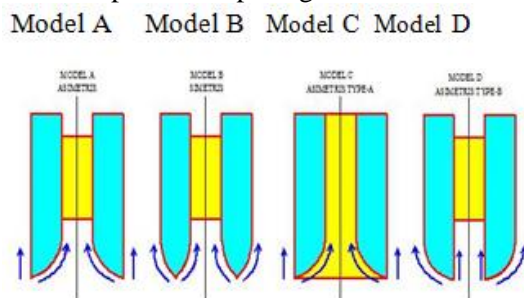
Kapal wisata adalah merupakan kapal yang dipergunakan untuk mendukung kegiatan pariwisata para wisatawan. Berarti kapal ini didesain sebegitu mungkin dan menarik, sehingga penumpang wisata merasakan kenikmatan dalam wisatanya.

Kapal transportasi merupakan fungsi kapal yang dimana muatannya lebih diprioritaskan terhadap penumpang. Desain kapal harus ergonomik sehingga ABK maupun penumpang merasakan keamanan dan kenyamanan dalam menggunakan kapal tersebut.

2.2 Pemilihan Model Lambung Kapal

Kapal yang akan direncanakan sebagai kapal multifungsi untuk kondisi di perairan Danau khususnya Danau Toba Samosir, maka diharapkan kapal ini mempunyai oleh gerak yang bagus dan kenyamanan serta keamanan yang tinggi pula. Persyaratan yang utama dalam menyelesaikan masalah yang ditimbulkan oleh kondisi perairan Danau Toba pada saat kapal beroperasi adalah dengan cara merencanakan bentuk badan kapal yang sedemikian rupa sehingga kapal dapat berfungsi sebagai mana kapal multifungsi.[4]

Untuk analisa terhadap aliran yang terdapat atau dibentuk oleh model lambung kapal katamaran dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Bentuk Aliran Kapal Katamaran [5]

1. Model kapal *twinhull* yang kedua sisinya simetris *stream line* (Model B)

Diasumsikan sebagaimana dua buah kapal monohull yang kedua hullnya dihubungkan dengan jarak tertentu, maka akan mempunyai sistem gelombang yang sama dengan bentuk kapal *stream line*. Pada sekeliling kapal yang tercelup dalam air akan berkembang dan menghasilkan gerakan. Sistem ini dapat terlihat secara skematik pada gambar. Dan mungkin dapat akan terbagi menjadi dua macam gelombang, yaitu gelombang divergen dan gelombang transversal dan keduanya secara umum terdapat di bagian dekat haluan dan buritan kapal dan bergerak kedepan bersama badan kapal.

2. Model kapal *doublehull* yang kedua sisinya asimetris, badan kapal pada bagian luar *stream line* dan bagian dalamnya lurus. (Model D)

Diujung bagian depan merupakan titik dimana aliran fluida akan menyebar kearah samping (mengikuti garis *stream line*) hampir sama gambar diatas, hanya saja bagian sisi dalam lurus sehingga alirannya mengikuti bentuk badan kapal lurus sampai keburitan kapal. Sehingga apabila diterapkan bentuk ini tetap

akan menimbulkan gelombang kesamping yang cukup besar.

3. Model kapal *doublehull* yang kedua sisinya asimetris, badan kapal bagian dalamnya *stream line* dan bagian luar lurus. (Model A dan C)

Aliran fluida yang dibentuk dari haluan kapal terkonsentrasi ketengah kapal (antara dua hull) bergerak sampai keburitan kapal, sedangkan kearah samping arah aliran lurus mengikuti bentuk badan kapal sisi luar sampai keburitan seperti yang tampak dalam gambar. Model ini cocok digunakan untuk kapal yang beroperasi di sungai atau tempat yang disekitarnya terdapat banyak orang, karena model kapal katamaran ini tidak menimbulkan gelombang kesamping yang lebih besar dibandingkan model kapal katamaran yang bagian luarnya *streamline*. Yang membedakan model A dan model C hanyalah luasan geladak yang ada pada masing-masing kapal tersebut, model kapal C mempunyai luasan geladak yang lebih besar dibandingkan dengan model kapal A.

Setelah ditemukan model yang dikehendaki telah ditentukan kita mendapatkan gambaran umum dari bentuk kapal katamaran yang dirancang. Agar gelombang yang dibentuk oleh badan kapal katamaran tidak besar, tidak mengganggu sekitarnya dan geladak lebih luas maka dalam perancangan ini menggunakan model kapal katamaran yang kedua sisinya simetris dengan bentuk badan kapal *streamline* (Model B) yang selanjutnya kita menentukan ukuran utama kapal diperairan Danau Toba.

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. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah menggunakan Metode Perbandingan (comparasion method).

Merupakan metode perancangan kapal yang mensyaratkan adanya satu kapal pembanding dengan type yang sama dan

telah memenuhi criteria rancangan (stabilitas, kekuatan kapal, dll.) dan mengusahakan hasil yang lebih baik dari kapal yang telah ada (kapal pembanding). Ukuran-ukuran pokok kapal dihasilkan dengan cara mengalikan ukuran pokok kapal pembanding dengan faktor skala (*scale factor*).[6]

2.4 Metode Penentuan Hambatan Kapal

Dalam Perhitungan hambatan kapal dalam penelitian ini menggunakan perhitungan hambatan metode *Slender Body*. Metode *Slender Body* dipakai untuk kapal dengan hull yang ramping dimana kapal multihull merupakan kapal dengan ukuran lambung demihull yang ramping. Mengapa dalam penentuan besarnya hambatan kapal dipilih dengan metode *Slender Body* dikarenakan beberapa pertimbangan antara lain:

- Metode *Slender Body* sesuai dengan kebutuhan perhitungan hambatan kapal karena metode ini digunakan untuk perhitungan hambatan untuk kapal-kapal dengan hull yang ramping, sehingga dalam perhitungan hambatan kapal dengan menggunakan *Hulspeed* di pilih metode ini
- Berdasarkan penelitian M. Insell Metode *slender body* dengan software Michlet memiliki selisih nilai (simpangan) hambatan yang paling kecil dibandingkan metode perhitungan lainnya. Dengan kata lain *error factor* dari metode *Slender body* akan lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya apabila digunakan pada kapal- kapal *multihull*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah simulasi komputasi yang menggunakan bantuan komputer untuk perhitungan dari kapal rancangan ini.

4. PERHITUNGAN&ANALISA DATA

4.1 Requirement

Kapal katamaran yang direncanakan ini adalah sebagai kapal multifungsi yang mana lebih ditekankan untuk wisata, sehingga kapal harus dilengkapi dengan peralatan yang mendukung sebagai fungsi kapal tersebut. lebar kapal adalah 6,9 meter dengan kecepatan maksimal 20 knots.

Tabel 1. Komponen Parameter Perancangan

Bentuk lambung	Katamaran simetris
Lebar Kapal	6,9 m
Kec.mak	20 knots
Crew	5 orang
Mesin	<i>Inboard Motor</i>
Material	<i>Fibber glass</i>
Perlengkapan	Perlengkapan keselamatan
Jml. penumpang	100 orang

4.2 Penentuan Ukuran Utama Kapal

a. Kapal Perbandingan

Data kapal perbandingan dan perbandingan ukuran utamanya kemudian di pilih setelah dihitung. Data kapal ini digunakan sebagai dasar dan acuan dalam menentukan ukuran utama kapal yang baru.

b. Parameter Optimasi

Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah mendapatkan ukuran utama yang optimal, sehingga dengan menggunakan metode perbandingan optimasi ini diharapkan dapat diperoleh ukuran utama yang optimal serta memenuhi kriteria teknis dalam proses perancangan sebuah kapal. Pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal perbandingan digunakan sebagai acuan dalam menentukan ukuran utama kapal pada perancangan ini jika sebelumnya sudah ditetapkan nilai lebar kapal (B) sebesar 6,90 meter.

c. Pengecekan Ukuran Kapal

Dilihat dari ukuran utama yang dihasilkan dari metode perbandingan dan jika dianalisa serta pengecekan perbandingan ukuran utama, maka kapal pariwisata dengan bentuk lambung katamaran simetris ini dapat beroperasi sebagai kapal wisata di perairan Danau Toba.

4.3 Rencana Umum Kapal

Pada pembahasan kali ini, akan dijelaskan mengenai besarnya volume tangki bahan bakar, pelumas dan air tawar untuk pendingin mesin selama kapal beroperasi. Untuk gambar rencana umum secara detailnya dapat dilihat pada lampiran.

$$w_{fo} = a \cdot \frac{EHP_{Me} \cdot C_f}{V \cdot 1000}$$

$$W_{fo} = \frac{158 \times (110,55) \times 0,18}{20 \times 1000}$$

$$W_{fo} = 0,157 \text{ Ton}$$

Untuk cadangan bahan bakar ditambah 10% :

$$W_{fo} = 110\% \times 0,157$$

$$W_{fo} = 0,173 \text{ Ton ini untuk 1 hari perjalanan (pulang-pergi)}$$

$$= 0,246 \text{ Ton (2 mesin)}$$

1. Tangki Minyak Pelumas (W_{sc})

$$W_{sc} = \frac{a \times (EHPMe) \times Cl}{V \times 1000}$$

$$W_{sc} = \frac{158 \times (110,55) \times 0,0025}{20 \times 1000}$$

$$W_{sc} = 2,18 \times 10^{-3} \text{ Ton}$$
 Untuk cadangan minyak lumas ditambah 10% :

$$W_{sc} = 110\% \times 2,18 \times 10^{-3}$$

$$W_{sc} = 2,398 \times 10^{-3} \text{ Ton}$$

$$W_{sc} = 4,796 \times 10^{-3} \text{ Ton (2 Mesin)}$$

2. Tangki Air Tawar (W_{fw})

$$W_{fw}(\text{engine}) = \frac{a \times (EHPMe) \times Ca}{V \times 1000}$$

$$W_{fw} = \frac{158 \times (110,55) \times 0,05}{20 \times 1000}$$

$$W_{fw} = 0,0437 \text{ Ton}$$
 Untuk cadangan air pendingin ditambah 10% :

$$W_{fw} = 110\% \times 0,0437 \text{ Ton}$$

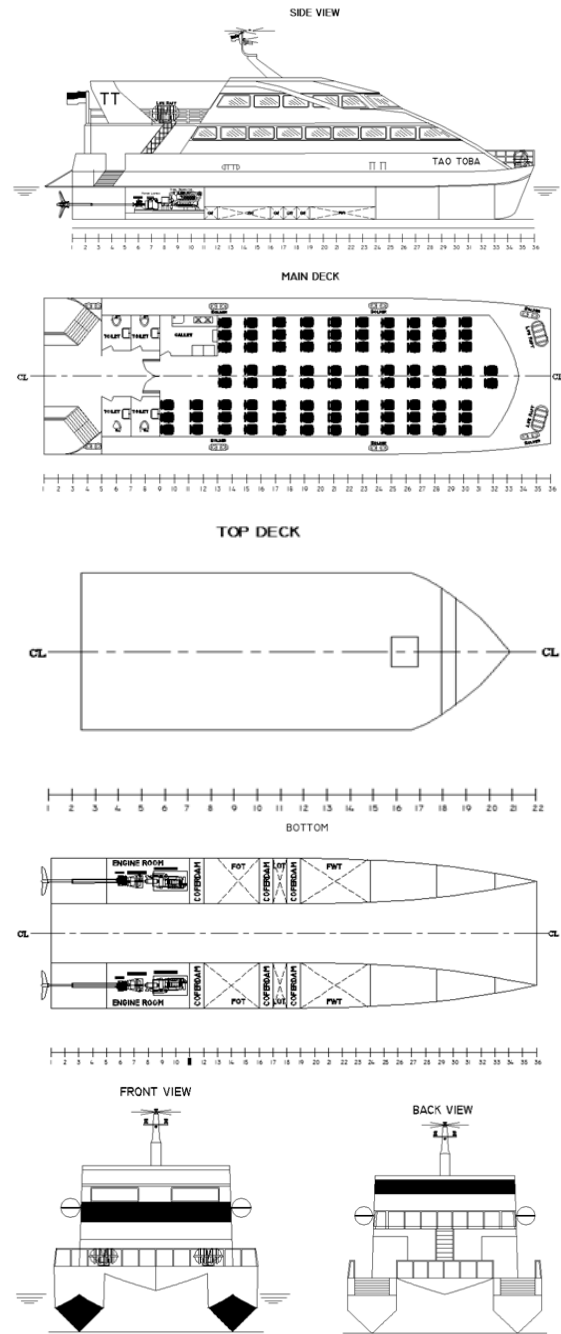
$$W_{fw} = 0,481 \text{ Ton}$$

3. Perencanaan tangki
Tangki ini direncanakan untuk bisa menampung bahan bakar untuk satu hari perjalanan (pulang pergi).

- a. FOT
 $WFO = 0,246 \text{ Ton}$
Spesifikasi volume bahan bakar = $1,25 \text{ m}^3/\text{ton}$, $V_{fo} = 1,25 \times 0,246 = 0,3075 \text{ m}^3$. Maka ukuran tangki tiap lambung $1,92 \times 2,10 \times 0,60 \text{ m}$.

- b. LOT
 $WSC = 0,004796 \text{ Ton}$
Spesifikasi volume minyak lumas = $1,25 \text{ m}^3/\text{ton}$, $V_{fo} = 1,25 \times 0,00048 = 0,0006 \text{ m}^3$. Maka ukuran tangki tiap lambung $0,64 \times 2,10 \times 0,60 \text{ m}$.

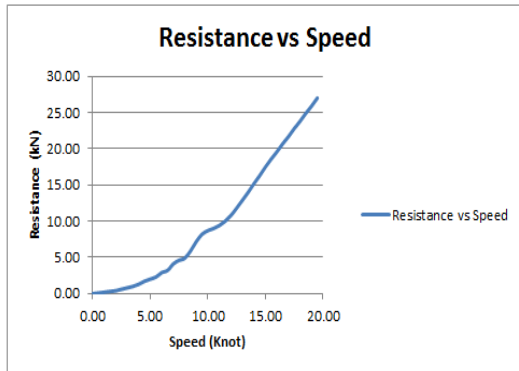
- c. FWT
 $WFW = 0,481 \text{ Ton}$
Spesifikasi volume air tawar = $1,00 \text{ m}^3/\text{ton}$, $V_{fo} = 1,00 \times 0,481 = 0,481 \text{ m}^3$. Maka ukuran tangki tiap lambung $3,20 \times 2,10 \times 0,60 \text{ m}$.



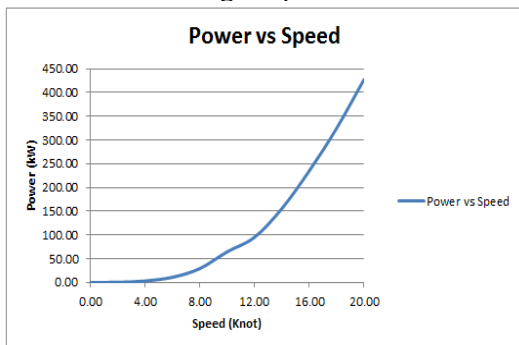
Gambar 2. Rencana Umum

4. 4 Hambatan dan Motor Kapal

Dari hasil analisa perhitungan menggunakan *Hull Speed* diketahui bahwa hambatan kapal dengan kecepatan 20 knots (efisiensi 65%) adalah sebesar 27,00 kN dan membutuhkan daya mesin induk sebesar 427,07 kW. Berikut perbandingan hambatan yang disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Resistance dengan Speed



Gambar 4. Grafik Perbandingan Power dengan Speed

Berdasarkan analisa diatas maka dengan kecepatan 20 Knot akan di dapatkan besarnya HP dengan kebutuhan daya sebesar 427,07 kW yang akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan tenaga penggerak kapal ini. Direncanakan kapal ini menggunakan *inboard motor* sebanyak dua buah yang di letakkan di belakang samping kanan-kiri konstruksi bridge sejajar dengan arah horizontal maka dipilih mesin BFM1013MCP4 Stroke, Water Cooled dengan HP 261.

4.5 Hidrostatik Kapal

Hasil perhitungan hidrostatik, kapal katamaran Bis Air di danau toba mempunyai *displacement* 51.51 ton, $C_b = 0.59$, $LCB = 9.573$ m

4.6 Stabilitas dan Periode Olang Kapal

Salah satu otoritas di bidang maritim yang telah diakui adalah *International Maritime Organisation (IMO)*. Standart stabilitas yang ditetapkan IMO adalah lengan stabilitas (GZ). Berikut kriteria IMO yang digunakan [20] :

1. *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.

2. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $0^\circ - 40^\circ$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg.
3. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $30^\circ - 40^\circ$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
4. *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 0,2m.
5. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3* : sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg).
6. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4* : nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

Berikut tabulasi dari hasil perhitungan stabilitas katamaran multifungsi pada kondisi I s/d kondisi V dengan standart kriteria IMO

Tabel 2 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Pada Tiap - Tiap Kondisi

N o	Rule	Criteria	Required	I	II	III	IV	V
1	IMO.A.749 Ch.3.1.2.1	Area 0° to 30°	3,15 m deg	56,99	53,39	52,88	51,32	50,89
2	IMO.A.749 Ch.3.1.2	Area 0° to 40° <i>Downfloding point</i>	5,16 m deg	77,90	70,55	70,27	68,96	69,09
3	IMO.A.749 Ch.3.1.2	Area 30° to 40° <i>Downfloding point</i>	1,179 m deg	20,91	17,16	17,39	17,64	18,19
4	IMO.A.749 Ch.3.1.2.2	GZ at 30° or greater	0,2 m	2,25	1,93	1,95	1,96	1,99
5	IMO.A.749 Ch.3.1.2.3	Angle of GZ max	25 deg	20,00	18,20	19,10	20,00	20,90
6	IMO.A.749 Ch.3.1.2.4	GM	0,15 m	11,71	11,33	10,80	10,11	9,81

Dari analisa kriteria pada tabel 2 menerangkan bahwa hasil perhitungan stabilitas untuk kapal katamaran pariwisata pada semua kondisi (kondisi I s/d kondisi V) dinyatakan memenuhi (*pass*) standart persyaratan yang ditetapkan IMO, terkecuali untuk poin 5 yang

menunjukkan tidak memenuhi (*fail*) standart persyaratan yang ditetapkan IMO.

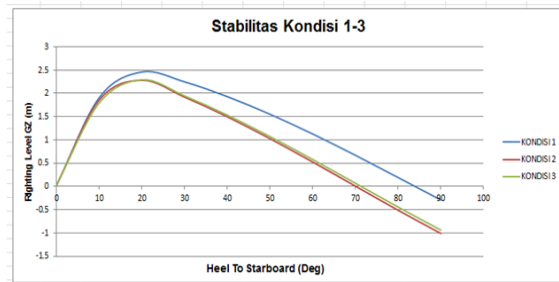
Aturan IMO pada poin 1, 2 dan 3 menyebutkan bahwa nilai luasan di bawah kurva GZ pada spesifikasi sudut oleng yang telah ditentukan atau diasumsikan sebagai titik tenggelam kapal (*downflooding point*) harus tidak boleh kurang dari standart yang ditetapkan IMO.

Dari hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa nilai luasan di bawah kurva GZ pada poin 1, 2, dan 3 untuk kapal katamaran pariwisata pada semua kondisi masih diatas nilai standart IMO. Artinya pada sudut yang diasumsikan sebagai titik tenggelam kapal (*downflooding point*) yaitu antara 0 - 30 derajat, 0 - 40 derajat dan 30 - 40 derajat, kapal katamaran multifungsi ini masih dalam kondisi yang stabil karena mempunyai momen pembalik (*righting moment*) yang besar.

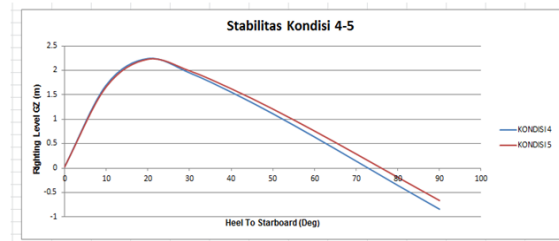
Aturan IMO pada poin 4 dan 5 menyebutkan bahwa jarak dan sudut oleng minimum pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang dari 0,2 m dan 25 derajat. Dari hasil perhitungan pada semua kondisi menyatakan bahwa nilai GZ untuk kapal katamaran multifungsi masih berada di atas standart persyaratan yang ditetapkan IMO dengan sudut oleng minimum untuk kapal katamaran ini pada semua kondisi bernilai di bawah standart persyaratan yang ditetapkan IMO. Walaupun nilai dari sudut oleng minimum yang dialami kapal katamaran multifungsi pada semua kondisi berada di bawah dari standart IMO, hal ini menunjukkan bahwa sudut maksimal oleng kapal katamaran multifungsi sebelum kapal terjadi keolengan sebesar 25 derajat, kapal mampu untuk kembali ke posisi semula.

Aturan IMO pada poin 6 menyebutkan bahwa jarak *metacenter gravity* (MG) minimum adalah 0,15 m dan hasil pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa nilai MG untuk kapal katamaran multifungsi pada semua kondisi nilainya berada di atas nilai standart persyaratan yang ditetapkan IMO.

Artinya kondisi ini dapat dinyatakan stabil karena mempunyai nilai MG positif. Dengan asumsi jika titik G (*gravity*) dan M (*metacenter*) berhimpitan ($G = M$) maka tidak akan membentuk momen kopel sehingga stabilitas kapal dinyatakan *indifferent*.



Gambar 5. Grafik GZ pada kondisi 1-3



Gambar 6. Grafik GZ pada kondisi 4-5

Periode oleng adalah waktu yang diperlukan kapal untuk kembali ke posisi semula pada saat terjadi olengan.

Perhitungan periode oleng kapal katamaran multifungsi pada tiap kondisi ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Analisa Periode Oleng Kapal Tiap Kondisi

KONDISI	B (m)	d (m)	MG (m)	C	T (s)
I	6,90	0,932	11,696	0,393	1,932
II	6,90	0,950	11,317	0,394	1,957
III	6,90	0,976	10,795	0,394	1,974
IV	6,90	1,015	10,090	0,394	1,964
V	6,90	1,040	9,789	0,393	1,949

Jika sebuah kapal memiliki nilai MG kecil, maka nilai periode oleng besar sehingga kapal menjadi lambat untuk ke posisi tegak / ke posisi semula (momen penegak kecil). Begitu pula sebaliknya, jika kapal memiliki nilai MG besar, maka nilai periode oleng kecil sehingga kapal menjadi cepat untuk ke posisi tegak / ke posisi semula (momen penegak besar).

Dari tabel 3 di atas, menunjukkan bahwa semakin muatan dan berat *consumable* berkurang nilai dari MG semakin besar dan nilai periode oleng kapal semakin kecil. Pada kondisi I kapal katamaran pariwisata memiliki nilai MG yang besar dan periode oleng yang kecil, sehingga pada kondisi I kapal mempunyai kemampuan untuk kembali ke posisi tegak yang cepat pula. Artinya pada kondisi I kapal memiliki periode oleng yang

kecil karena memiliki momen pembalik dan momen kopel (*righting moment*) yang cukup besar.

4.7 Olah Gerak Kapal

Dalam analisa olah gerak kapal ini menggunakan program *Sea Keeper* dengan gelombang JONSWAP tipe slight water (spesifikasi tinggi gelombang 0,5 m dan periode gelombang 6,8 s, 10 s). Hasil yang didapatkan pada semua *weve heading* (0,45,90,180 deg) kapal tidak terjadi *deck wetness*.

4.8 Daftar Peralatan yang Digunakan

1. Navigasi dan Komunikasi Kapal
 - a. Sistem Kemudi 1 set
 - b. Sistem Kontrol 1 set
 - c. Switch Panel 12-DC
 - d. Marine Radio 1 set
 - e. Handy Talkie 2 set
 - f. Side Light 2 unit
 - g. Search Light 1 unit
 - h. Warning Light 2 unit
2. Perlengkapan Penyelamat Korban
 - a. Gelang Pelampung (Lifebuoy)
 - b. Baju Pelampung (Life Jacket)
 - c. Kotak P3K berikut obat-obatan
 - d. Tandu Lipat
 - e. Tabung Oksigen
 - f. Perlengkapan Mesin
3. Peralatan Pemadam Kebakaran
 - a. CO₂
 - b. Foam
4. Perlengkapan Geladak
 - a. Bolder 2 set

7. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu perancangan Kapal Katamaran Multifungsi, yang mana difungsikan sebagai kapal wisata, *waterbus* Catamaran dalam rangka meningkatkan pariwisata di Danau Toba, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode perancangan perbandingan optimasi dari kapal pembanding, didapatkan ukuran utama dari kapal katamaran multifungsi yaitu LOA = 22.40 m, B = 6.90 m, H = 2.6 m, T = 1.1 m, B1 = 1,5 m.
2. Hasil perhitungan hidrostatis, kapal katamaran Bis Air di Danau Toba mempunyai *displacement* = 51,51 ton,

Cb = 0.59, LCB = 9.573 m. Hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi I diikuti pada kondisi IV. Dan nilai MG terbesar terjadi pada kondisi I yang menyebabkan kapal memiliki waktu tercepat untuk kembali ke posisi tegak. Sedangkan nilai MG terkecil terjadi pada kondisi V yang menyebabkan kapal memiliki waktu paling lambat untuk kembali ke posisi tegak dibandingkan pada kondisi lain.

3. Untuk menganalisa olah gerak kapal, penulis menggunakan software sea keeper dan pada penelitian ini spectra yang digunakan adalah gelombang JONSWAP dengan spesifikasi tinggi gelombang 0,5 m dan periode gelombang 6,8 s, 10 s. Dan didapatkan hasil bahwa kapal katamaran multifungsi ini mempunyai olah gerak yang baik pada semua kondisi dan semua sudut *heading*. Hal ini terbukti dari tidak terjadinya *deck wetness* atau masuknya air ke dalam dek kapal.
4. Hasil *General Arrangement* (rencana umum) kapal didesain sesuai kebutuhan yaitu untuk wisata yang mampu membawa 100 penumpang serta terdapat peralatan keselamatan.
5. Hasil perhitungan hambatan dengan analisa *Hullspeed* dengan kecepatan penuh V = 20 knot (efisiensi 665%) didapatkan nilai *resisten* dan power dengan metode *slender body*. Nilai *resisten* yang dialami kapal sebesar 27.00 kN dan power sebesar 427.07 HP. Dari hasil tersebut, digunakan sebagai acuan dalam menentukan tenaga penggerak kapal dan didapat mesin dengan HP 261 sebanyak 2 buah diletakkan di belakang samping kanan-kiri konstruksi bridge sejajar dengan arah horizontal dan kapal ini menggunakan indoard motor sebanyak 2 buah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] BMKG Provinsi Sumatera Utara, 2010, Letak Geografis Danau Toba., Samosir
- [2] Effendy Junaedy, 2006, "Analisa Teknis Perancangan Kapal Patroli Cepat Dengan Bentuk Hull Katamaran", Tugas Akhir-LK 1347, ITS Surabaya.

- [3] Moh. Nurdin, 2016, “Studi Perancangan Kapal Pariwisata Tipe Katamaran Sistem *Hybrid* Dengan Kombinasi *Diesel Engine* Dan Motor Listrik Untuk Menunjang Pariwisata Di Pantai Gunung Kidul Yogyakarta.”, Tugas Akhir, UNDIP
- [4] Perwira Airlangga M, 2007, ”Perbandingan Perencanaan Kapal Katamaran dan Monohull Sebagai Kapal Riset Di Perairan KarimunJawa” ,Tugas Akhir-LK 1347, ITS Surabaya.
- [5] V. Dubrousky, 2001, ” Multi Hull Ships “, *Backtone Publishing Company*, USA.
- [6] Parsons, Michael G., 2003, “Ship Design and Construction Volume II”. Jersey City : The Society of Naval Architect and Marine Engineering