

DESAIN KAPAL KATAMARAN SEBAGAI MODA TRANSPORTASI PERAIRAN SUNGAI MAHAKAM DI SAMARINDA

Design of Catamaran Ship as Inland Waterways Transportation Mode in Mahakam River of Samarinda

Alamsyah¹, Muhammad Dipo Nugroho¹

¹Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

Email: alamsyah@itk.ac.id

Diterima: 20 Maret 2018; Direvisi: 2 Mei 2018; Disetujui: 23 Juli 2018

Abstrak

Akhir tahun 2016 angkutan umum hanya menjangkau daerah perkotaan Samarinda dan belum menjamah di daerah perbatasannya. Kurangnya transportasi yang menghubungkan masyarakat dari tiap daerah menjadi permasalahan. Penelitian ini bertujuan mendesain moda transportasi perairan daratan di perbatasan kota Samarinda dan sekitarnya. Metode yang digunakan yaitu metode *trend curve approach* dari data kapal perbandingan dan optimasi dari *software*. Hasil penelitian didapatkan ukuran utama dengan panjang (L_{oa})=12.70 meter, sarat (T)=0.94 meter, lebar tiap lambung kapal (B)=1.30 meter, lebar total kapal (BT)=5.50 meter dan $H=2.10$ meter, $C_b=0.540$, $V_s=10$ knot, $crew=4$ orang, kapasitas penumpang=36 orang. Hambatan yang dialami Kapal Katamaran sebesar 1,593 kN dan membutuhkan daya mesin 16 HP.

Kata kunci : kapal, katamaran, *waterbus*

Abstract

At the end of 2016 public transport had only reached urban area of Samarinda, and it has not yet accessed the outskirts area of Samarinda. The lack of transportation connecting communities from each region is a problem. The purpose of this research was to design the inland waterways transportation mode in the outskirts city of Samarinda. The used method was the trend curve of comparative ship data and optimization approach of software. The results showed the principal dimension of ships had length over all (L_{oa})=12.70 meters, draft (T)=0.94 meters, the breadth of each hull (B)=1.30 meters, the total breadth (BT)=5.50 meters and height (H)=2.10 meters, $C_b=0.540$, $V_s=10$ knots, crew=4 person, passenger=36 person. The Catamaran ship had resistance is 1,593 kN and then required 16 HP of engine power.

Keywords: boat, catamaran, *waterbus*

PENDAHULUAN

Kota Samarinda merupakan ibu kota provinsi Kalimantan Timur, serta salah satu kota terbesar di Kalimantan. Seluruh wilayah kota ini berbatasan langsung dengan Kabupaten Kutai Kartanegara.

Di Samarinda terdapat Sungai Mahakam, yang merupakan sungai terbesar dan membelah provinsi Kalimantan Timur. Sungai ini ikut menopang kehidupan penduduk di desa-desa kecil yang ada di hulu, hilir, dan sepanjang anak sungainya. Di bagian hulu, aliran sungai ini melintasi wilayah kabupaten Kutai Barat, kabupaten Kutai Kartanegara dan kota Samarinda di bagian hilirnya. Panjang sungai ini mencapai 920 km dengan luas sekitar 149.277 km².

Hingga akhir 2016 transportasi umum belum menjamah daerah perbatasan di kota Samarinda seperti Anggana, Kutai Lama dan daerah ujung dari kota Samarinda. Transportasi umum hanya menjangkau daerah di kota-kota besar seperti kota Balikpapan, Tenggarong, Kota Bangun, Samarinda Kota dan Penajam.

Dengan permasalahan yang ada, sudah seharusnya keberadaan sungai Mahakam dapat difungsikan sebagai salah satu jalur transportasi. Oleh karena itu di butuhkan sarana transportasi alternatif dengan memanfaatkan sungai Mahakam. Sarana transportasi perairan tersebut berupa bis air yang berfungsi sebagai moda transportasi sungai yang dapat mengangkut penumpang serta menghubungkan rute Loa Duri–Anggana dan rute lainnya melalui sungai Mahakam. Menilik permasalahan yang terjadi di kota Samarinda, maka ditulislah makalah ini dengan judul “Desain Kapal Katamaran Sebagai Moda Transportasi Perairan Sungai Mahakam di Samarinda”.

TINJAUAN PUSTAKA

Kota Samarinda

Kota Samarinda memiliki wilayah kota yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Kutai Kartanegara. Kota Samarinda dapat dicapai dengan perjalanan darat, laut dan udara. Dengan Sungai Mahakam yang membelah di tengah Kota Samarinda, yang menjadi "gerbang" menuju pedalaman Kalimantan Timur. Kota ini memiliki luas wilayah 718 km² dan berpenduduk 805.688 jiwa pada tahun 2013 (Badan Pusat Statistik Kota Samarinda), menjadikan kota ini berpenduduk terbesar di seluruh Kalimantan (Badan Pusat Statistik, 2013).

Dengan luas wilayah 718 km², Samarinda terletak di wilayah khatulistiwa dengan koordinat di antara

0°21'81"–1°09'16" LU dan 116°15'16"–117°24'16" BT. Berikut peta sungai Mahakam dilihat dari atas seperti pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Sungai Mahakam Samarinda

Transportasi di Kota Samarinda

Daerah Samarinda terbagi menjadi dua daerah yakni Samarinda Sebrang dan Samarinda Kota. Kedua daerah ini dipisahkan oleh Sungai Mahakam yang membentang sepanjang 980 km serta terhubung dengan jembatan Mahakam yang terletak di Jalan Slamet Riyadi, Kota Samarinda seperti terlihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Jembatan Sungai Mahakam

Umumnya masyarakat setempat menggunakan transportasi sungai dan transportasi darat. Transportasi darat memiliki angkutan umum dengan kode dan trayek yang berbeda-beda, sedangkan transportasi sungai masih menggunakan *klotok* atau perahu dengan motor penggerak sebagai alat penyeberangan di daerah yang letaknya jauh dari sungai Mahakam.

Transportasi Air Kota Samarinda

Sebagai kota yang dibelah Sungai Mahakam, dalam sejarahnya sebagai kota sungai Samarinda memiliki transportasi air tradisional sejak dahulu, yakni *Tambangan* dan *Ketinting*. *Tambangan* biasa digunakan sebagai alat transportasi menyeberang sungai dari daerah Samarinda Sebrang ke kawasan Pasar Pagi. *Ketinting* menjadi moda transportasi sungai utama untuk menyeberangi sungai maupun menuju wilayah tertentu yang hanya bisa dinaiki oleh manusia dan barang. Sedangkan untuk mengangkut kendaraan, kapal *ferry* sempat beroperasi

menyeberangi sungai dari pelabuhan Harapan Baru, Samarinda Seberang ke pelabuhan Samarinda Kota.

Bis Air

Bis air adalah angkutan penumpang dan barang melalui air yang berlayar di sungai-sungai besar, danau, maupun laut. Sebenarnya di Indonesia penggunaan bis air sudah sangat populer, seperti di sungai-sungai daerah Sumatera, Jawa dan Papua. Selain berfungsi untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas dan angkutan, bis air juga bisa berfungsi sebagai sarana wisata air, seperti di danau Toba misalnya yang menggunakan alat transportasi ini untuk mengelilingi danau bagi para wisatawan yang ingin menikmati pemandangan alam daerah tersebut. Pada gambar 3 di bawah ini menunjukkan gambar bis air (*water bus*) banyak digunakan selama ini.



Gambar 3. Bis air

Di wilayah timur Indonesia seperti Maluku Utara, Papua, dan Sulawesi dengan kondisi saat ini yang cukup memprihatinkan. Kondisi kapal sebagai alat transportasi tidak memadai dari sisi jumlah, daya angkut, keamanan, kenyamanan, dan kapasitas dermaga. Hal itu menghambat mobilitas manusia sehingga pergerakan ekonomi masyarakat menjadi lamban. Terlihat dari minimnya transportasi yang menghubungkan antara pulau-pulau kecil yang ada disana, seperti di Pulau Makian dan Kayoa untuk datang ke Pulau Bacan atau Obi, Maluku Utara harus pergi ke Ternate dulu. Hal ini mengakibatkan waktu tempuh yang lebih lama, seharusnya hanya perlu waktu sekitar 3-5 jam, namun harus ditempuh sekitar 24 jam dan alat transportasi yang disediakan atau Kapal yang langsung hanya ada seminggu sekali.

Kapal Katamaran

Katamaran merupakan kapal dengan dua lambung kembar yang dihubungkan dengan struktur *bridging*. Dengan bentuk badan kapal katamaran yang memiliki dua lambung maka kapal jenis ini memiliki stabilitas yang cukup baik, selain itu luas permukaan kapal yang

tercelup air relatif kecil sehingga memiliki sarat yang kecil pula. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Penentuan ketinggian struktur bagian atas badan kapal dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang dari rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas *deck* yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal tipe ini dapat diandalkan untuk melayani transportasi muatan antar kota maupun untuk pariwisata. Katamaran memiliki beberapa kelebihan maupun kekurangan jika dibandingkan dengan kapal *monohull* (Muk-Pavic, 2006). Adapun kelebihan dari kapal katamaran:

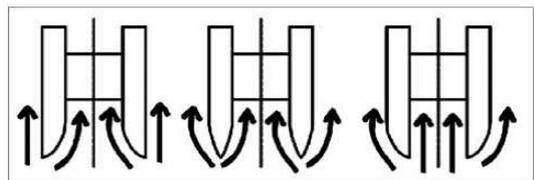
- Pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar.
- Luas geladak dari katamaran lebih luas.
- Volume tercelup air dan luas permukaan basah lebih kecil.
- Stabilitas yang baik karena memiliki dua lambung.
- Dengan frekuensi gelombang yang tinggi, amplitudo relatif kecil sehingga tingkat kenyamanan lebih tinggi.
- Karena memiliki tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil.
- Kekhawatiran penumpang pada faktor kapal terbalik menjadi lebih kecil, sehingga penumpang merasa lebih aman.

Sedangkan kekurangan kapal katamaran adalah:

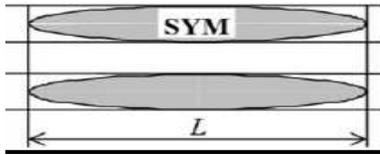
- Teknik pembuatan yang lebih rumit sehingga membutuhkan keterampilan khusus.
- Dengan memiliki dua lambung maka *manuver* katamaran kurang baik jika dibandingkan dengan *monohull*.

Bentuk lambung kapal katamaran memiliki banyak model, tetapi secara umum ada tiga bentuk dasar dari katamaran, yakni:

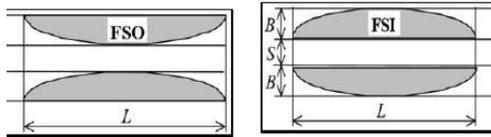
- Simetris.
- Asimetris dengan bagian dalam lurus.
- Asimetris dengan bagian luar lurus.



Gambar 4. Bentuk lambung Kapal Katamaran (Insel dan Molland, 1991)



Gambar 5. Lambung Katamaran Simetris
(Arianto, 2010)



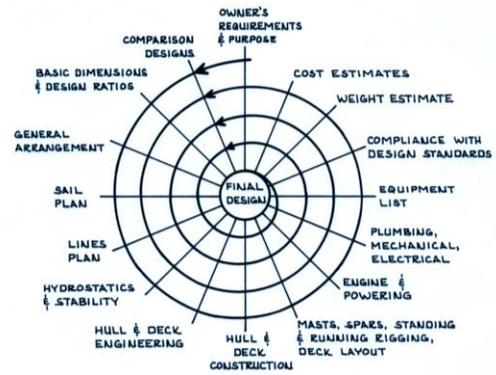
Gambar 6. Flat side outside dan flat side inside
(Arianto, 2010)

Flat side outside adalah bagian luar lambung lurus dan *flat side inside* adalah bagian dalam lambung lurus. Berikut adalah penampakan model lambung kapal katamaran seperti pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.

Penelitian sebelumnya (Effendy, 2006) kapal katamaran memiliki kelebihan yakni dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar, luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan *monohull*, volume kapal yang tercelup dan luas permukaan basah kecil, stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua lambung, dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil, *image* yang terkesan adalah keamanan yang terjamin dari faktor kapal terbalik sehingga penumpang merasa lebih aman. Menurut Sujiman (2014), debit air di Sungai Mahakam setelah dilakukan penelitian di beberapa tempat nilainya berada di angka 2798,24~74186 m³/detik merupakan nilai yang cukup tinggi. Oleh karena itu untuk mendapatkan desain yang sesuai dengan karakter sungai Mahakam, maka kapal ini dirancang dengan desain katamaran

Spiral Design

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (Evans, 1959). Evans pada tahun 1959 membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. Proses desain selalu diawali dengan *design statement*. Konsep *spiral design* dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Spiral design (Watson, 1998)

Preliminary Design

Preliminary design adalah tahap selanjutnya dari *concept design* pada tahap ini dilakukan pemeriksaan ulang yang terkait dengan performance kapal (Evans, 1959). Hasil dari pemeriksaan ulang diharapkan tidak banyak mengubah apa yang sudah ada pada tahap konsep desain. Sehingga proses desain dapat berlanjut ke tahap berikutnya.

Hasil dari tahap *preliminary* ini akan menjadi dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi di tahap berikutnya. Adapun tahap *preliminary* ditandai dengan beberapa langkah sebagai berikut:

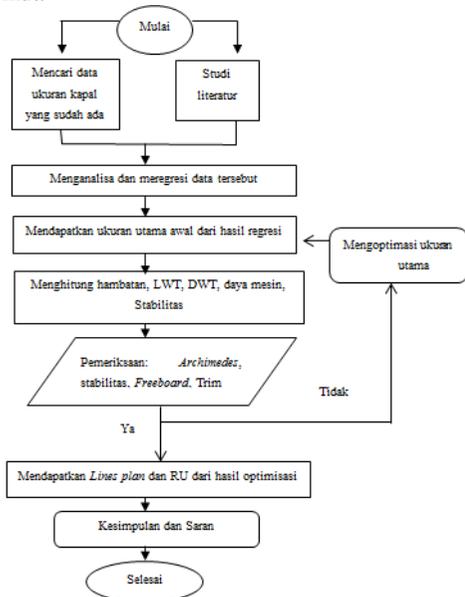
- Melengkapi bentuk lambung kapal.
- Pemeriksaan terhadap analisis detail struktur kapal.
- Penyelesaian desain bagian interior kapal.
- Perhitungan stabilitas dan hidrostatis kapal.
- Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan kapal, powering maupun performance kapal.
- Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dalam penentuan sarat dan trim kapal.
- Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode statistik atau *trend curve approach*. Data awal diambil dari beberapa kapal yang sudah jadi sebagai kapal pembanding, kemudian diregresi dengan menggunakan *ms. excel* untuk mendapatkan ukuran utama. Proses penyusunan set ukuran utama kapal dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

Kapal pembanding yang digunakan disesuaikan dengan *range* panjang kapal yang telah ditentukan. Data-data kapal pembanding tersebut dibuat grafik dengan absis L dan ordinat rasio ukuran utama kapal

untuk mendapatkan persamaan regresinya (R^2). Harga R^2 harus sebesar mungkin, semakin mendekati nilai 1 akan semakin bagus dan minimal 0.4. Untuk kapal ini tipe regresi yang digunakan adalah regresi linear. Selanjutnya data tersebut diolah sesuai tahapan desain yang digunakan. *Output* yang dikeluarkan berupa *lines plane* dan rencana umum kapal. Metodologi digambarkan seperti terlihat pada gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram metodologi penelitian

Setelah diperoleh *lines plane* dan rencana umum (RU) kapal, selanjutnya akan dijadikan dasar dalam pembangunan alat transportasi perairan sungai tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

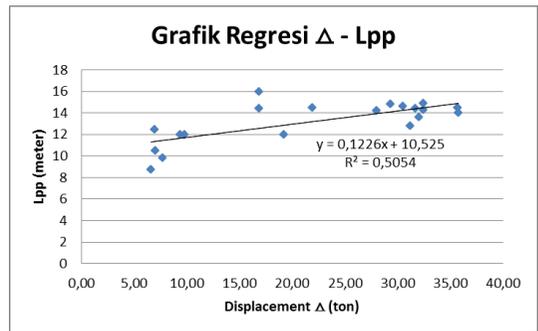
Tabel 1. Data kapal yang dijadikan acuan

No	Nama kapal	L	B	H	T	volume	Cb	Δ
		m				m^3		Ton
1	<i>the aqua view</i>	12	5,5	1,8	0,5	9,5	0,29	9,75
2	<i>bt t405</i>	13,6	7,7	2,7	1,1	31,2	0,27	32,00
3	<i>BT A-307</i>	12,8	6,7	2,4	1,3	30,4	0,28	31,21
4	<i>bahia 46</i>	14	7	2,9	1,3	34,9	0,27	35,75
5	<i>saina 48 evolution</i>	14,3	7,7	2,8	1,1	31,6	0,26	32,40
6	<i>nautitech 47</i>	14,5	7,6	3	1,2	34,8	0,26	35,65
7	<i>yellow cat ii</i>	14,9	6,7	2,2	1,1	31,6	0,28	32,43
8	<i>faxford</i>	12	4,5	1,8	1,2	18,8	0,30	19,23
9	<i>whitemorph</i>	14,8	5,4	1,8	1,2	28,6	0,30	29,29
10	<i>guifz land</i>	14,4	6,7	2,1	1,1	30,9	0,29	31,68
11	<i>guifz surveyor</i>	14,6	5,2	1,9	1,3	29,7	0,30	30,45
12	<i>ikatere</i>	14,2	5,7	2,4	1,2	27,3	0,28	27,98
13	<i>deodar ii</i>	14,5	6,9	1,9	0,8	21,4	0,27	21,90
14	<i>bobkat 1250</i>	12	5	1,5	0,5	9,2	0,31	9,38
15	<i>clipper III</i>	14,4	6,6	1,8	0,7	16,4	0,25	16,84
16	<i>catamaran HA1245</i>	12,5	4,4	1,5	0,4	6,8	0,31	6,96
17	<i>Catamaran Ferry</i>	10,5	5	1,7	0,5	6,8	0,26	7,00
18	<i>Passenger Ferry</i>	8,76	4	1	0,4	6,4	0,46	6,61
19	<i>19 m Catamaran Ferry</i>	16	6,9	2	1	16,4	0,15	16,85
20	<i>Cat Taxi</i>	9,8	5,8	1	0,3	7,5	0,44	7,69

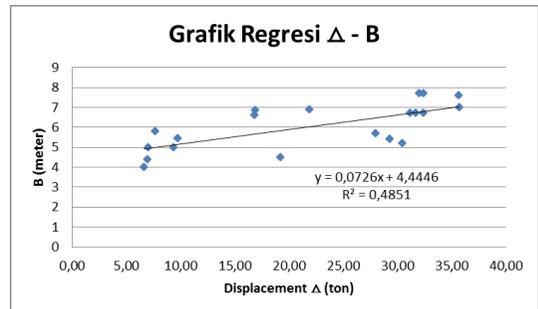
Seperti yang dijelaskan sebelumnya data awal yang digunakan dalam perancangan kapal tersebut adalah beberapa data kapal pembanding, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Regresi Data Kapal

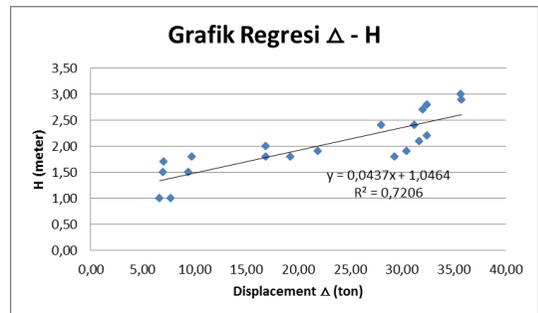
Regresi data ukuran utama kapal antara variabel *displacement* berat (Δ) dan panjang (L), lebar (B), tinggi (H) serta sarat (T). Hasil regresi berupa kurva linear untuk setiap variabel ukuran utama yang terlihat pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 9. Kurva regresi variabel Δ - Lpp



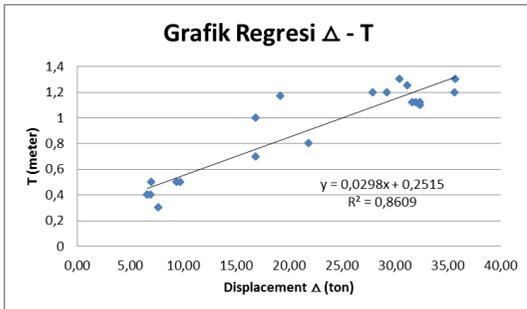
Gambar 10. Kurva regresi variabel Δ - B



Gambar 11. Kurva regresi variabel Δ - H

Kurva linier hasil sebaran data regresi antara *displacement* dan Lpp menghasilkan nilai $R^2=0.5054$, *displacement* dan B menghasilkan nilai $R^2=0.4851$,

displacement dan *H* menghasilkan nilai $R^2=0.7206$ dan *displacement* dan *T* menghasilkan nilai $R^2=0.8609$, dimana standar minimum yang ditetapkan di awal yakni 0.4.



Gambar 12. Kurva regresi variabel $\Delta - T$

Artinya hasil regresi tersebut layak atau memenuhi untuk digunakan dalam penentuan ukuran utama kapal. Persamaan regresi pada kurva variabel ukuran utama seperti pada grafik, selanjutnya dijadikan dasar dalam penentuan ukuran utama kapal rancangan yang mempunyai *displacement* berat = 20 ton.

Persamaan yang digunakan untuk memperoleh ukuran utama seperti panjang, lebar, tinggi dan sarat kapal adalah (regresi dengan menggunakan *software Ms. Excel*):

$$L = 0,1226x + 10,525 \quad (1)$$

$$B = 0,0726x + 4,4446 \quad (2)$$

$$H = 0,0437x + 1,0464 \quad (3)$$

$$T = 0,0298x + 0,2515 \quad (4)$$

dimana:

L = Panjang kapal (m)

B = Lebar kapal (m)

H = Tinggi kapal (m)

T = Sarat kapal (m)

x = Δ (*Displacement* berat kapal) (ton)

Sehingga diperoleh ukuran utama kapal sementara yakni:

$$L = 14,88 \text{ meter}$$

$$B = 6,10 \text{ meter}$$

$$H = 1,92 \text{ meter}$$

$$T = 0,5 \text{ meter}$$

Setelah mendapat ukuran utama maka dilanjutkan dengan penginputan ukuran utama di *software Maxsurf*. *Output Maxurf* berupa gambaran umum kapal, meliputi *lines plane* dan bentuk 3 dimensi kapal rancangan terlihat pada Gambar 13.

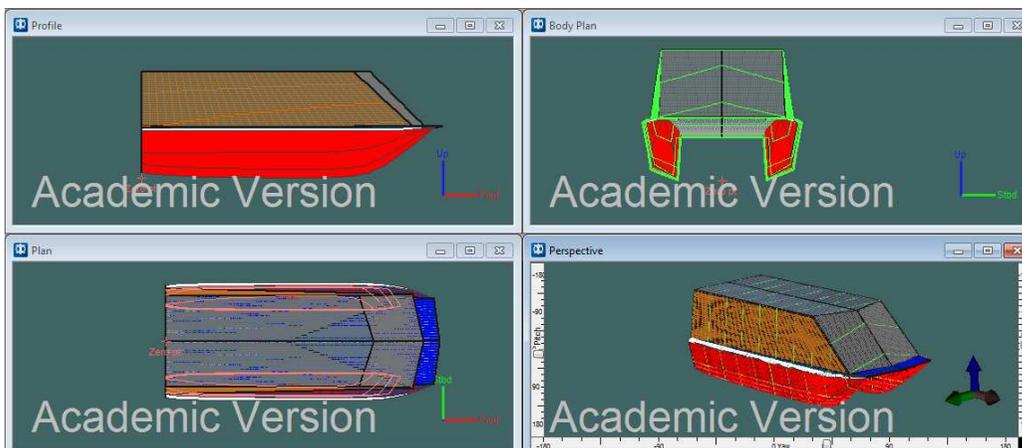
Optimasi Ukuran Utama Kapal

Hasil dari penggambaran dari *Maxurf* kemudian di optimasi, yakni diolah untuk mendapatkan ukuran utama yang optimal dan variabel-variabel lain kapal lambung katamaran seperti *total breadth* (BT) dan lebar *demihull* antar lambung kapal (S). Adapun variabel yang dioptimasi adalah:

- L (*length*, panjang keseluruhan kapal)
- BT (*breadth total*, lebar total kapal)
- B (*breadth each hull*, lebar tiap lambung kapal)
- H (*height*, tinggi kapal sampai geladak utama)
- T (*draft*, sarat kapal)
- S (lebar *demihull* antar lambung kapal)

Dalam proses optimasi yang diperhatikan nilai *constant* yakni suatu nilai yang besarnya tidak berubah selama proses optimasi berlangsung sampai berakhir, seperti sebagai berikut (Harvald, 1972):

- Density ($\rho_{\text{air tawar}}$) = 1000 kg/m³
- Density ($\rho_{\text{air laut}}$) = 1025 kg/m³
- Gravitasi (g) = 9.81 m/s²



Gambar 13. *Lines plan* menggunakan *software Maxurf* 21

Parameter *constraint* atau batasan yang digunakan dalam proses optimasi ditentukan berdasarkan persyaratan dari metode perhitungan yang dipakai, serta persyaratan-persyaratan yang dikeluarkan oleh pemegang regulasi baik nasional maupun internasional seperti IMO, SOLAS, BKI dan lain-lain.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan antara lain batasan perbandingan ukuran utama kapal, batasan terkait berat kapal dan muatan terhadap *displacement* kapal (*Archimedes rule*), batasan dalam perhitungan stabilitas kapal, batasan trim, serta batasan *freeboard*.

Hasil optimasi ukuran utama kapal didapatkan sebagai berikut:

- L = 12,74 m
- BT = 5,52 m
- H = 2.18 m
- B = 1,321 m
- T = 0,946 m
- S = 2,884 m

Perhitungan Displacement Kapal

Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal di dalam air, dengan kata lain yaitu volume *displacement* dikalikan dengan massa jenis air. Untuk menghitung displacement kapal digunakan formula (Parson, 2004) sebagai berikut:

$$\Delta = \nabla t \times \rho_{air} \quad (\text{ton}) \quad (5)$$

dimana:

- ∇t = volume *displacement* total
- $\rho_{air\text{laut}}$ = Density air laut = 1025 kg/m³

Sehingga displacement total,

$$\Delta = 20,023 \times 1025 \text{ kg/m}^3 = 20.52 \text{ ton}$$

Perhitungan Coefficient Bentuk Kapal

Block Coefficient (Cb)

Cb kapal:

$$C_b = \frac{\text{Volume}}{LBT} \quad (6)$$

$$C_b = 0,54$$

Midship Coefficient (Cm)

$$C_m = 1,006 - 0,0056 C_b^{-3,56} \quad (7)$$

Maka untuk satu *hull*, $C_m = 0,971$

Prismatic Coefficient (Cp)

$$C_p = \frac{C_b}{C_m} \quad (8)$$

Maka $C_p = 0,546$

Waterplane Coefficient (Cwp)

$$C_{wp} = \frac{C_b}{0,471 + 0,551C_b} \quad (9)$$

Maka $C_{wp} = 0,650$

Perhitungan Hambatan Kapal

Di dalam percobaannya menghitung harga hambatan total kapal katamaran, Insel dan Molland (1991) mengasumsikan kapal katamaran dengan kapal *demihull* yang ditambahkan dengan harga interferensi yang diakibatkan oleh lambung yang berjarak S dari *center line*-nya. Harga dari hambatan total ini tetap dikalikan 2 mengingat luas permukaan basah (WSA) ada pada tiap lambung. Hambatan total dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$R_T = 0,5 \times \rho \times 2 \times \text{WSA} \times V^2 \times C_{Tot} \quad (10)$$

dimana:

- ρ = massa jenis fluida (kg/m³)
- WSA = luas permukaan badan kapal yang tercelup air (m²)
- V = kecepatan kapal (m/s)
- C_{Tot} = koefisien hambatan total katamaran

Sehingga didapatkan

$$R_T = 1385,476 \text{ N}$$

$$R_T = 1,385 \text{ kN}$$

$$R_T + 15\% \text{ Margin} = 1,593 \text{ kN}$$

Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk

Setelah memperoleh nilai hambatan total (R_T) langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan untuk penggerak kapal. Nilai dan formula untuk menghitung *powering* dapat dilihat di bawah ini.

$$EHP = R_T \times V \quad [\text{kW}] \quad (11)$$

$$EHP = \frac{R_T \times V}{0.735 \times 1000} \quad (\text{HP}) \quad (12)$$

Sehingga didapatkan $EHP = 11.88 \text{ HP}$

Dari EHP yang telah didapat kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai BHP yang akan digunakan untuk menentukan pemilihan motor induk.

$$PC = \eta_p \times \eta_{rr} \times \eta_H \quad (13)$$

dimana:

- η_p : efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal
- η_{rr} : efisiensi relatif rotatif
- η_H : efisiensi bentuk kapal

Untuk memperoleh nilai koefisien-koefisien tersebut diatas, dilakukan interpolasi *Langrange* sebagai berikut:

$$\eta_P, \eta_R, f(x) = \frac{x-x_0}{x_1-x_0} * f(x_0) + \frac{x-x_1}{x_0-x_1} * f(x_1) \quad (14)$$

$$\eta_P \rightarrow f(x_0) = 0,66$$

$$\eta_{tr} \rightarrow f(x_0) = 1,025$$

Nilai η_H didapatkan dengan formula sebagai berikut:

$$\eta_H = \frac{(1-t)}{(1-w)} \quad (15)$$

Perhitungan daya *delivery* dari mesin induk adalah sebagai berikut:

$$DHP = \frac{EHP}{PC} \quad (16)$$

Maka didapatkan DHP = 13.98 HP

Setelah nilai DHP didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai BHP (*Break Horse Power*). Perhitungan BHP dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$BHP = DHP + [x\% * DHP] \quad (17)$$

dimana:

$x\%$ = koreksi daerah pelayaran [15%-20%]

$$= 15 \%$$

Maka didapatkan BHP = 16 HP

Pemilihan Mesin Induk

Tabel 2. *List* motor listrik *outboard* beserta spesifikasi teknisnya

No	Vendor	Type	Daya	Voltage	Berat	Input Power
			[Hp]	[V]	[kg]	[W]
1	Torqeedo	Cruise 2.0 R	5	24	15.989	2000
2	Torqeedo	Twin Cruise 2.0 R	10	24	31.978	4000
3	Torqeedo	Cruise 4.0 R	8	48	16.783	4000
4	Torqeedo	Twin Cruise 4.0 R	16	48	33.566	8000
5	Aqua Watt	Green Power AB 13 R	13.6	48	52.000	-
6	Aqua Watt	Green Force AB 20 R	10.9	48	66.000	-
7	Aqua Watt	Green Power AB 22 R	29.9	80	63.000	-
8	Aqua Watt	Green Thruster AB 20 R	27.2	80	94.000	-
9	Golden Motor	HPM 500 B	10.9	24	11.000	-

Sumber: Torqeedo, 2014

Setelah didapat nilai BHP, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan mesin induk sebagai penggerak utama kapal. Mesin induk yang

dipakai pada kapal katamaran ini adalah mesin *outboard* karena mudahnya instalasi dan ukuran mesin yang relatif kecil sehingga tidak memakan tempat terlalu banyak. Pemilihan mesin induk dilakukan dengan mempertimbangkan berat mesin, daya mesin dan harga mesin tersebut. Dari katalog (Torqeedo, 2014) didapatkan beberapa mesin induk beserta spesifikasinya. *List* mesin induk tersebut seperti terlihat pada Tabel 2.

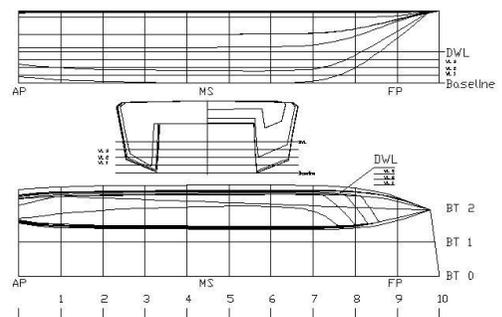
Dari Tabel 2 dipilih mesin kapal *Torqeedo Twin Cruise 4.0 R* dengan pertimbangan dayanya mendekati. Mesin tersebut terlihat seperti Gambar 14 sebagai berikut:



Gambar 14. *Mesin Torqeedo Cruise 2.0 R*

Rencana Umum Kapal

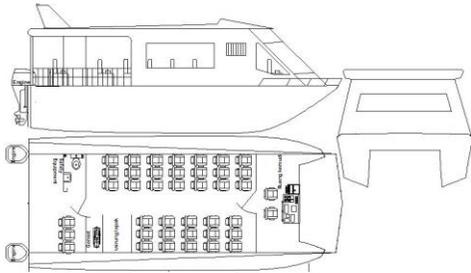
Sebelum mengerjakan rencana umum, terlebih dahulu *lines plan* yang didapatkan dengan menggunakan *maxurf* di *export* dalam format *autocad*. Gambar *lines plan* kapal yang terdiri dari *body plan*, *profil plan* dan *view plan* kemudian disempurnakan lagi karena banyak bentuk garis yang tidak *streamline*. Berikut *lines plan* kapal yang telah disempurnakan seperti terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. *Lines plan* kapal yang disempurnakan

Pada tahapan rencana umum kapal ditentukan jumlah penumpang kapal beserta anak buah kapal. Pertimbangan yang digunakan yakni dengan melihat ukuran utama kapal dan kapal pembanding dari sampel yang dijadikan acuan. Mulai dari tinggi bangunan atas, *lay out* kursi penumpang dan anak

buah kapal serta ukuran dari dimensi kursi tersebut. *Lay out* rencana umum kapal seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Rencana umum kapal

Setelah penataan rencana umum dilakukan, didapatkan jumlah penumpang maksimum yakni 36 orang dan anak buah kapal 4 orang. Daya tampung keseluruhan kapal sebanyak 40 orang. Terdiri dari 36 orang penumpang dan 4 orang ABK. Tinggi bangunan atas yakni 2.4 meter sementara dimensi kursi yakni $B_{\text{kursi}}=0.42$ meter, $H_{\text{kursi}}=0.5$ meter. Ruang-ruangan yang tersedia yakni ruang penumpang, ruang navigasi, ruang genset, *toilet* dan warung lapak.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diperoleh sebuah rasio dimensi kapal dan spesifikasi teknis lainnya yang cocok dengan perairan Sungai Mahakam yakni kapal dengan lambung katamaran untuk moda transportasi perairan sungai berupa *water bus*. Berikut adalah ukuran utama dan spesifikasinya:

L	=	12.70	m
BT	=	5.50	m
H	=	2.10	m
B	=	1.30	m
T	=	0.94	m
S	=	2.80	m
Cb	=	0.54	
BHP	=	16	Hp
Engine Type	=	Mesin Torqeedo Twin Cruise 4.0 R	
V	=	10.00	knot
Kapasitas penumpang	=	36	orang
Jumlah ABK	=	4	orang
Tinggi bangunan atas	=	2.40	meter

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan terimakasih kepada Dinas Pariwisata Pemerintah Kota Samarinda, Ditjen Perhubungan Darat Provinsi Kalimantan Timur serta Program Studi Teknik Perkapalan Institut Teknologi Kalimantan yang telah membeli *license academic version software Maxurf 21* sehingga makalah ini bisa dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, W. (2015). Desain Kapal Wisata I Katamaran Untuk Kepulauan Karimun Jawa. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1*.
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Samarinda dalam Angka Tahun 2013*. Samarinda: Badan Pusat Statatistik.
- Effendy (2006). Analisa Teknis Perencanaan Kapal Patroli Cepat dengan Bentuk Hull Katamaran. *Tugas Akhir*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Evans, J. M. (1959). Basic Design Concept. *American Society of Naval Engineers Journal*, Vol. 71, No. 4: 672-678.
- Harvald, Sv. Aa. (1972). *Resistance and propulsion of Ship*. New York: John Wiley & Sons.
- Insel, M. dan Molland, A. F. (1991). *An Investigation Into The Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. London: The Royal Institution of Naval Architects.
- Muk-Pavic, E., Chin, S. dan Spencer, D. (2006). Validation Of The CFD Code Flow-3D For The Free Surface Flow Around The Ship's Hulls. *14th Annual Conference Of The CFD Society Of Canada*, Kanada, 16-18 Juli.
- Parsons, M. G. (2004). *Parametric Design, Chapter 11 – Ship Design and Construction, SNAME*.
- Sujiman. (2014). Kajian Pemanfaatan Arus Bawah Sungai Mahakam Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Yang Ramah Lingkungan. *Gerbang Etam: Jurnal Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah*, Vol. 8, No. 1:54-67.
- Torqeedo. (2014). *Catalogue 2014*. Di akses pada 1 Maret 2018. <https://www.torqeedo.com/en/products/catalogue>.
- Watson, D. G. M. (1998). *Practical Ship Design*. UK: Elsevier Science Technology.

Halaman kosong