

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara prinsip kapal dibangun dengan tujuan mengangkut manusia atau barang untuk menghubungkan satu pulau ke pulau yang lain. Sarana transportasi ini dapat mengangkut jumlah penumpang yang cukup besar dan jauh lebih ekonomis, oleh karenanya muncullah ide atau gagasan untuk membangun kapal penumpang jenis katamaran dengan tujuan agar tahanan kapal lebih baik. Ada berbagai jenis tipe kapal yang berlayar di Indonesia, salah satunya adalah kapal katamaran. Kapal katamaran memiliki 2 lambung kapal dengan struktur *bridging* yang menyerupai jembatan di bagian tengah kapal. Dengan struktur *demi hull* ini, kapal dengan lebar sama, tahanan gesek yang terjadi pada kapal katamaran lebih kecil dibandingkan dengan kapal tipe *monohull*.

Dalam perancangan suatu kapal, salah satu hal yang perlu diperhatikan yaitu masalah tahanan kapal yang merupakan reaksi fluida akibat gerakan kapal yang melalui fluida tersebut. Dalam istilah hidrodinamika suatu tahanan kapal adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan dalam dunia perkapalan teramat penting untuk dikalkulasikan secara tepat karena sangat berkaitan dengan estimasi kebutuhan daya yang efektif agar kapal bisa bergerak sesuai dengan kecepatan yang direncanakan (Harvald, 1992).

Kapal katamaran *flat side inside* adalah salah satu konfigurasi lambung kapal katamaran dimana pada bagian *bridge* atau jembatan pada kapal memiliki bentuk datar. Dengan mengguakan prinsip kapal *monohull* memberi keuntungan dengan adanya permukaan area geladak yang lebih luas dibandingkan dengan kapal *monohull* serta memiliki tingkat stabilitas yang lebih tinggi (Prastowo dkk, 2016).

Salah satu faktor yang mempengaruhi performa kapal katamaran adalah jarak antar lambungnya. Variasi dalam jarak lambung antara dua lambung kapal katamaran dapat mempengaruhi pola aliran air disekitar kapal dan tahanan kapal secara keseluruhan. Beberapa kajian yang membahas tentang jarak antar lambung secara sistematis telah diteliti oleh Insel dan Molland (1992). Kajian tersebut berkesimpulan bahwa dengan perubahan jarak antar kedua lambung katamaran memberikan pengaruh interferensi yang signifikan terhadap hambatan viskos. Disamping itu interferensi gelombang juga dapat berpengaruh terhadap *wave profile drag* akibat perubahan jarak antara lambung kapal katamaran. Semakin besar jarak antar kedua lambung katamaran maka akan menghasilkan interferensi gelombang yang kecil begitupun sebaliknya.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap kapal katamaran dengan variasi jarak lambung asimetris *flat side inside*. Variasi jarak lambung tersebut diharapkan dapat mengetahui desain yang paling optimal untuk mengurangi tahanan saat kapal bergerak di air. Sehingga peneliti mengangkat judul **“Studi Tahanan Kapal Catamaran Dengan Variasi Jarak Lambung Asimeteris Flat Side Inside Menggunakan Maxsurf”**.

1.2 Teori

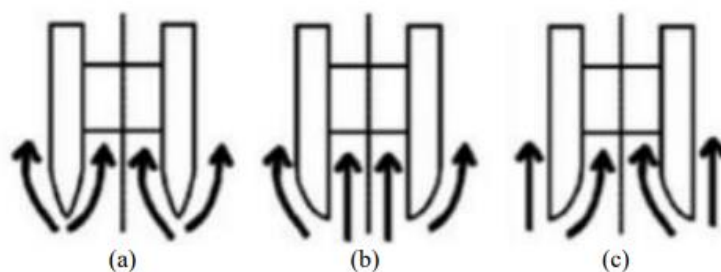
1.2.1 Kapal Katamaran

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 (Alamsyah dan Nugroho, D.P., 2018).

Bentuk lambung katamaran pada berbagai kapal tidaklah sama. Terdapat banyak model bentuk badan katamaran, tetapi secara umum ada tiga bentuk dasar dari katamaran yaitu sebagai berikut :

- a. Simetris
- b. Asimetris dengan bagian dalam lurus (*Flat Side Inside*)
- c. Asimetris dengan bagian luar lurus (*Flat Side Outside*)

Bentuk improvisasi aliran air yang akan melewati ketiga bentuk tersebut dapat dilihat dari gambar 1.1 (Prastowo, Santoso, & Arya, 2016):



Gambar 1. Bentuk Lambung Katamaran

- a.) Simetris
- b.) Asimetri flatside inside
- c.) Asimetris flatside outside

Sumber : Prastowo dkk, 2016

Adapun kelebihan dari kapal katamaran yaitu sebagai berikut :

1. Pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong dan kecepatannya relative lebih besar.
2. Luas geladak dari katamaran lebih besar.
3. Volume yang tercelup air dan luas permukaan basah lebih kecil.
4. Stabilitas kapal yang baik karena memiliki dua lambung.

5. Karena memiliki tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil.
6. Kekhawatiran penumpang pada faktor kapal terbalik menjadi lebih kecil, sehingga penumpang merasa aman.

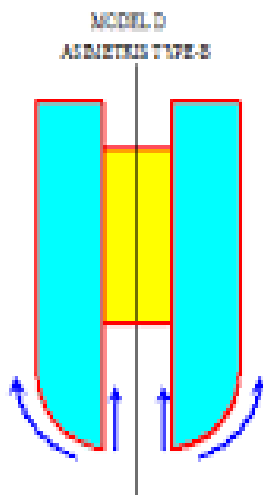
Sedangkan kekurangan kapal katamaran adalah:

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

1.2.2 Kapal Katamaran Flat Side Inside

Kapal katamaran adalah bentuk konfigurasi 2 lambung kapal atau memiliki 2 badan kapal. Bila dibandingkan dengan kapal berbadan tunggal, banyak sekali kelebihan dari kapal katamaran ini yaitu stabilitas melintang yang lebih baik, hambatan yang nilainya kecil, dan area geladak yang lebih luas. Berbagai bentuk kapal kemudian dikembangkan untuk memenuhi kriteria desain kapal katamaran yang paling optimum salah satunya kapal katamaran *flat side inside*. Yaitu sebuah konfigurasi baru dengan lambung yang memiliki bidang datar atau asimetris diluar.

Aliran fluida yang dibentuk dari haluan kapal lurus mengikuti bentuk sisi dalam kapal (antara dua hull) yang bergerak sampai keburitan kapal, sedangkan kearah samping arah aliran terdistribusi secara merata 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*. Lambung katamaran flat side inside dapat dilihat pada Gambar 2 (I.K.A. Pria Utama, 2012).



Gambar 2. Lambung kapal katamaran flat side inside
Sumber: I.K.A. Pria Utama, 2012

1.2.3 Tahanan Kapal

Tahanan (resistance) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal (Harvald, 1992).

Untuk Komponen tahanan yang bekerja pada kapal dalam gerakan mengapung di air adalah:

a. Tahanan Gesek (*Friction Resistance*)

Tahanan gesek timbul akibat kapal bergerak melalui fluida yang memiliki viskositas seperti air laut, fluida yang berhubungan langsung dengan permukaan badan kapal yang tercelup sewaktu bergerak akan menimbulkan gesekan sepanjang permukaan tersebut, inilah yang disebut tahanan gesek. Tahanan gesek terjadi akibat adanya gesekan permukaan badan kapal dengan media yang dilaluinya. Oleh semua fluida mempunyai viskositas, dan viskositas inilah yang menimbulkan gesekan tersebut. Penting tidaknya gesekan ini dalam suatu situasi fisik tergantung pada jenis fluida dan konfigurasi fisik atau pola alirannya (flow pattern). Viskositas adalah ukuran tahanan fluida terhadap gesekan bila fluida tersebut bergerak. Jadi tahanan Viskos (RV) adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh viskos.

1) Angka Reynolds (*Reynold's number, Rn*)

Bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskositas yang mengkualifikasikan hubungan gaya tersebut dengan suatu kondisi laminar dan turbulent. Rumus bilangan Reynolds pada Persamaan 1 sebagai berikut :

$$Rn = \frac{v \times L}{\nu} \quad (1)$$

Dimana :

V : Kecepatan (m/s)

L : Panjang (m)

ν : Viskositas air (cP)

2) Koefisien Gesek (*friction coefficient, Cf*), pada Persamaan 2 :

$$Cf = \frac{0,075}{(\log Rn - 2)^2} \quad (2)$$

3) Rasio kecepatan dan panjang kapal (*speed length ratio, Slr*), pada Persamaan 3:

$$Slr = \frac{Vs}{\sqrt{L}} \quad (3)$$

Dimana L adalah panjang antara garis tegak kapal (m) dan Vs adalah kecepatan kapal (m/s)

b. Tahanan Sisa (*Residual Resistance*)

Tahanan sisa didefinisikan sebagai kuantitas yang merupakan hasil pengurangan

dari hambatan total badan kapal dengan hambatan gesek dari permukaan kapal. Hambatan sisa terdiri dari ;

1) Tahanan Gelombang (*Wave Resistance*)

Tahanan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang.

2) Tahanan Udara (*Air Resistance*)

Tahanan udara diartikan sebagai tahanan yang dialami oleh bagian badan kapal utama yang berada di atas air dan bangunan atas (*Superstructure*) karena gerakan kapal di udara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal.

3) Tahanan Bentuk (*Form Resistance*)

Tahanan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup di bawah air menimbulkan suatu tahanan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.

4) Tahanan Tambahan (*Added Resistance*)

Tahanan ini mencakup tahanan untuk korelasi model kapal. Hal ini akibat adanya pengaruh kekasaran permukaan kapal, mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan udara, anggota badan kapal dan kemudi (Arwini, 2018).

c. Tahanan Total (*Total Resistance*)

Tahanan total kapal terdiri dari beberapa komponen tahanan. Menurut Guldhammer dan Halvard (Halvard, 1983), komponen tahanan dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan pada Persamaan 4 :

$$R_T = \frac{1}{2} \times \rho \times C_T \times S \times V^2 \quad (4)$$

Dimana :

- R_T = Tahanan Total (N)
- ρ = Massa jenis Fluida (Kg/m³)
- C_T = Koefisien tahanan total
- S = Luas bidang basah (m²)
- V = Kecepatan (m/s)

Angka Froude dapat menjadi tolak ukur dalam menentukan jenis kapal apakah dalam kategori kapal cepat dan kapal non-cepat yang tentunya pemilihan koefisien bentuk kapal dalam rancangan (Rizqi, 2013). Berikut penggolongan F_n :

- a. Kapal lambat : $F_n < 0,20$
- b. Kapal sedang : $0,20 < F_n < 0,35$
- c. Kapal cepat : $F_n > 0,35$

Rumus Froude number dapat dilihat pada Persamaan 5 :

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g.L}} \quad (5)$$

Dimana :

Fn = Froude number

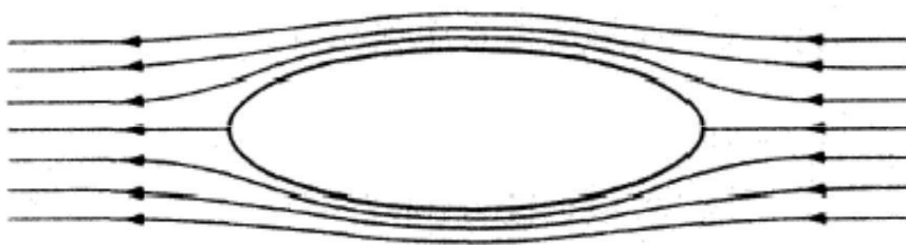
V = Kecepatan kapal (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

L = Panjang kapal (m)

1.2.4 Aliran Fluida

Fluida adalah zat yang mengalir atau berubah bentuk dan memiliki kecenderungan untuk mengalir. Ketika fluida mengalir melalui suatu titik atau jalur, terdapat berbagai parameter yang terkait dengan aliran fluida berubah dalam pola yang berbeda. Hidrodinamika klasik mengarahkan pada bagaimana bentuk pola aliran fluida yang melintasi suatu body seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Contoh aliran streamline yang melintasi suatu body

Sumber: Adji, 2009

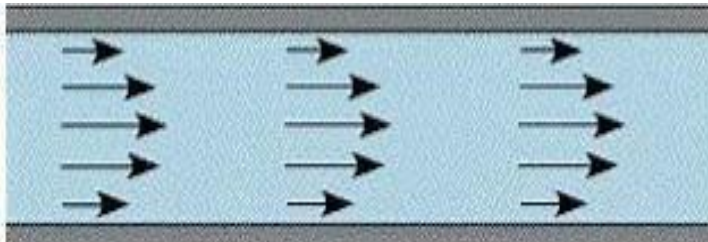
Teori hidrodinamika sederhana senantiasa bekerja dengan fluida tanpa viskositasnya. Di Dalam suatu sistem fluida non-viscous. Suatu body yang ditenggelamkan dan digerakkan pada sistem fluida non-viscous tersebut, maka body tersebut tidak mengalami adanya tahanan (resistance) meskipun fluida tersebut dilalui oleh gerakan body, maka kondisi fluida tersebut kembali ke bentuk awalnya setelah dilintasi body tersebut, ada sejumlah gaya – gaya lokal yang bekerja pada body tersebut, akan tetapi gaya – gaya tersebut saling meniadakan ketika diintegrasikan pada seluruh body. Gaya – gaya lokal tersebut terjadi sebagai akibat terjadinya perubahan tekanan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan kecepatan di dalam aliran fluida (Adji, 2009).

Fenomena aliran yang terkait dengan bentuk lambung kapal adalah aliran laminar, transisi dan turbulen. Hal yang paling berpengaruh terhadap bagaimana aliran yang terjadi pada lambung kapal adalah bentuk dari lambung kapal itu sendiri. Untuk menguji apakah suatu aliran laminar atau turbulen, biasanya digunakan formulasi yang dikenal dengan Reynold number. Reynold number dirumuskan sebagai sebuah rasio dari hasil perkalian antara kecepatan dan panjang benda (kapal) dibagi dengan viskositas fluida yang dilaluinya. Pada nilai Reynold number yang tinggi, lapisan fluida yang bergeser pada lapisan batas laminar bergulung-gulung dan berputar dalam gumpalan-gumpalan. Pada kondisi ini noise dan skin friction menjadi semakin besar. Daerah pada lapisan ini dikenal dengan lapisan batas turbulen. Sedangkan area perubahan dari laminar ke turbulen disebut daerah transisi (Sardjaji,

2003). Sehingga dapat dijabarkan bahwa :

1. Aliran Laminer

Aliran laminar adalah aliran fluida yang ditunjukkan dengan gerak partikel-partikel fluidanya sejajar dengan garis-garis arusnya. Dalam aliran laminar, partikel partikel fluida seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar, dengan satu lapisan meluncursatu arah pada lapisan yang bersebelahan. Sifat kekentalan zat cair berperan penting dalam pembentukan aliran laminar. Aliran laminar bersifat steady maksudnya alirannya tetap. Hal ini menunjukkan bahwa di seluruh aliran air, debit alirannya tetap atau kecepatan alirannya tidak berubah menurut waktu yang dapat dilihat pada Gambar 4 (Senoaji, 2015).

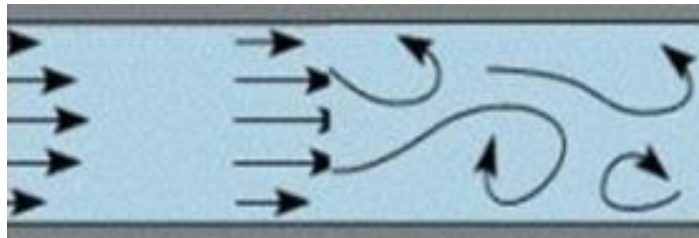


Gambar 4. Aliran laminar

Sumber: Senoaji, 2015

2. Aliran Transisi

Aliran transisi adalah dimana kondisi partikel fluida berada pada peralihan dari kondisi seragam menuju kondisi acak, pada kondisi nyatanya kondisi seperti ini sangat sulit terjadi yang dapat dilihat pada Gambar 5 (Senoaji, 2015).

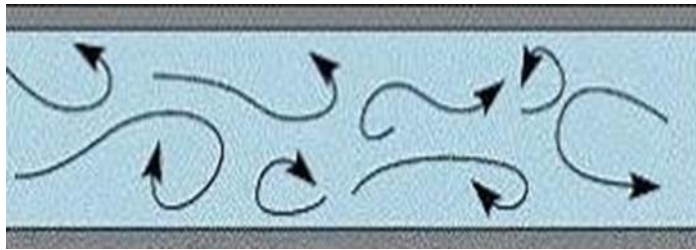


Gambar 5. Aliran transisi

Sumber: Senoaji, 2015

3. Aliran Turbulen

Kecepatan aliran yang relatif besar akan menghasilkan aliran yang tidak laminar melainkan kompleks, lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Sehingga didapatkan ciri dari aliran turbulen yaitu tidak adanya keteraturan dalam lintasan fluidanya, aliran banyak bercampur, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besardan viskositasnya rendah yang dapat dilihat pada Gambar 6 (Senoaji, 2015).



Gambar 6. Aliran turbulen

Sumber: Senoaji, 2015

1.2.5 Maxsur Pro

Maxsurf adalah program spesialis dalam bidang teknik perkapalan, teknologi lepas pantai, dan rekayasa struktur. Program ini dapat memvisualisasikan dan mengoptimalkan desain kapal dengan pengaturan lengkap yang telah diintegrasikan. Maxsurf terdiri dari beberapa sub-program aplikasi yaitu sebagai berikut :

1. *Maxsurf Modeller*
2. *Maxsurf Motion*
3. *Maxsurf Resistance*
4. *Maxsurf Stability*
5. *Maxsurf Structure*
6. *Maxsurf Fitting*
7. *Maxsurf Link*
8. *Maxsurf VPP*

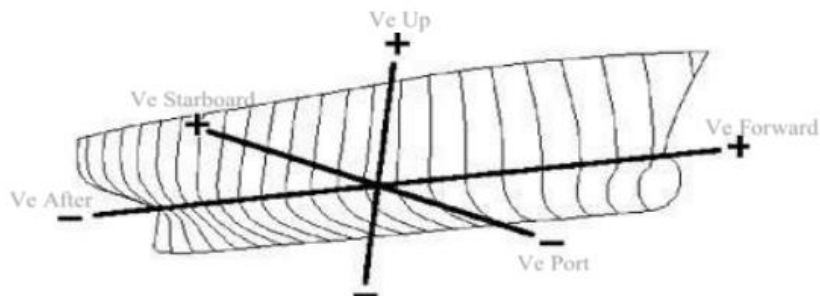
Beberapa fungsi pada program ini seperti membuat bentuk lambung yang seimbang sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, seakeeping, dan kekuatan kapal. Setelah data ukuran utama kapal didapatkan untuk pembuatan model *lines plan*, data ukuran dari *lines plan* akan dibuat lagi dalam bentuk model 3D menggunakan program *maxsurf modeller*. *Lines plan* ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan analisa hidrodinamika, kekuatan struktur, dan pendetailan lebih lanjut (Bentley Sistem, 2013).

1.2.5.1 Maxsurf Modeller

Terdapat beberapa dasar pengaturan dan menu */setup* dalam penggunaan *maxsurf modeller* yaitu sebagai berikut :

- 1) Sistem koordinat

Tampilan umum dan prinsip dasar pada pengoperasian maxsurf modeller, seperti yang diilustrasikan pada gambar 7 berikut :



Gambar 7. Sistem koordinat 3D model Maxsurf

Sumber: Bentley, 2013

Window : Tampak pandangan

Body Plan : Tampak depan haluan dan buritan

Profile View : Tampak samping kanan, *starboard side*

Plan View : Tampak dari bawah, *starboard above the centerline*

2) *Setting frame of reference* dan *zero point*

Digunakan untuk mengatur posisi *baseline*, sarat kapal dan posisi *zero point*.

3) Pengaturan satuan

Digunakan untuk mengatur unit/satuan sebagai standar satuan ukuran desain model.

4) Pengaturan *desain grid*

Digunakan untuk menentukan jarak-jarak *section*, *buttock lines*, *waterline*, dan diagonal.

5) *View assembly* dan *properties*

Digunakan untuk menampilkan *assembly* dan *properties*, berfungsi untuk mempermudah saat pengoperasian *modeling*, mengatur *properties* tampilan warna *surface* dan jenis kehalusan (*surface stiffness*) dll.

Sedangkan dalam desain dan permodelan yang digunakan aplikasi maxsurf modeller terdiri atas beberapa langkah yaitu sebagai berikut :

A. Pemilihan jenis *surface*

Pilihan menu ini digunakan untuk memilih jenis *surface*/bentuk lambung, ada beberapa tipe *surface* antara lain :

a) *Section plane* : *surface* dengan bentuk melintang

b) *Water plane* : *surface* dengan bentuk penampang air

c) *Buttock plane* : *surface* dengan bentuk membujur

Jenis-jenis *surface* tersebut memiliki fungsi yang sama dan dapat dijadikan sesuai metode permodelan yang akan kita gunakan.

- B. *Size surface*
Pilihan menu ini digunakan untuk memasukkan ukuran *surface*/ukuran rencana kapal.
- C. *Curve* dan *extrude surface (curve)*
Pilihan menu ini digunakan untuk melakukan permodelan dengan bentuk yang lebih spesifik seperti memodelkan sebuah tangki atau ruangan tertentu/*compartment*.
- D. *Trimming*
Pilihan menu ini digunakan pada saat kita melakukan permodelan tangki atau ruangan tertentu/*compartment* terjadi bagian yang melebihi model lain (*overlap*). Untuk itu guna menghilangkan bagian tersebut digunakan fungsi *trimming*.
- E. *Background*
Pilihan menu ini digunakan untuk menyesuaikan permodelan dengan gambar *lines plane* yang telah disetujui dan dapat dijadikan acuan permodelan. Sehingga proses permodelan dapat sesuai dengan karakteristik bentuk dan model kapal yang direncanakan.

1.2.5.2 Maxsurf Resistance

Merupakan sub-program yang tersedia dalam aplikasi maxsurf. Fungsi dari program ini adalah untuk menghitung dan menganalisis tahanan kapal dengan teori dan metode yang telah digunakan pada bidang ilmu perkapalan. Adapun tahapan pengoperasian maxsurf resistance yaitu sebagai berikut :

1) *Open model*

Menu : file > open design > pilih design

Pilihan menu ini digunakan untuk membuka file dari *maxsurf modeller*, gunakan opsi pemilihan *measure all* untuk dasar perhitungan seluruh model *body* kapal yang tercelup air.

2) *Analysis*

Menu : Analysis > methods

Pilihan menu ini digunakan untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam analysis. Beberapa metode yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- A. Planning
 - a) Savitsky pre-planning
 - b) Savitsky planning
 - c) Blount and fox
 - d) Lahtiharju
 - e) wyman
- B. Displacement
 - a) Holtrop
 - b) Compton
 - c) Fung
 - d) Van ootmerssen
 - e) Series 60
 - f) KR barge resistance

- C. Yachts
 - a) Delft I,II
 - b) Delft III
 - D. Analytical
 - a) Slender body
- 3) *Speed*
 Menu : *Analysis > speed > input kecepatan*
 Pilihan menu ini digunakan untuk menentukan kecepatan uji coba dalam analisis tahanan.
- 4) *Efficient*
 Menu : *Analysis > efficient > klik*
 Pilihan menu ini digunakan untuk menentukan besar efisiensi dalam analisis tahanan.
- 5) *Solve*
 Menu : *Analysis > solve resistance > klik*
 Pilihan menu ini digunakan untuk memulai analisis perhitungan tahanan pada maxsurf resistance dengan mengacu pada beberapa input diatas. Beberapa output dari *solve* antara lain :
- a) Graph
 - b) Result table
 - c) Data table
 - d) Curve of areas
- 6) *Calculate free surface*
 Menu : *Analysis > calculate free surface > klik*
 Pilihan menu ini digunakan untuk mengetahui karakteristik permukaan air yang berhubungan dengan pengujian kecepatan dan tahanan kapal. (Bently System, 2013).

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan besar perubahan tahanan kapal katamaran terhadap variasi jarak kedua lambung dengan bentuk asimetris *flat side inside* menggunakan simulasi maxsurf.
2. Menentukan jarak antara kedua lambung kapal katamaran yang optimum untuk mendapatkan tahanan yang paling rendah.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai referensi untuk menambah wawasan mengenai pengaruh jarak antara kedua lambung terhadap tahanan kapal katamaran asimetris *flat side inside*.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam mendesain kapal katamaran asimetris *flat side inside*.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrodinamika Kapal Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pelaksanaan penelitian ini terhitung mulai dari bulan Juni 2024 sampai selesai.

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini berbasis simulasi numerik menggunakan software maxsurf, dilakukan untuk mendapatkan nilai tahanan pada kapal katamaran asimetri *flat side inside* dengan berbagai jarak lambung.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Jenis data penelitian pada penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis dari sumber data yang erat kaitannya dengan penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini adalah :

- A. Kajian Pustaka, merupakan metode pengambilan data dengan cara mempelajari literatur yang relevan dengan studi yang dilakukan.
- B. Ukuran Utama Kapal

2.4 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan software *Maxsurf Modeller* untuk melakukan pemodelan kapal serta software *Maxsurf Resistance* untuk melakukan proses analisa tahanan berbagai variasi jarak lambung kapal katamaran asimetri *flat side inside*. Data yang didapatkan berupa data ukuran utama kapal, dari data tersebut kapal dapat dimodelkan menggunakan *Maxsurf Modeller*. Setelah pengumpulan data selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan analisa data. Kegiatan mengolah data ini terdiri dari beberapa tahapan, secara garis besar sebagai berikut:

2.4.1 Data Kapal

Pada penelitian ini kapal akan dimodelkan dengan menggunakan software Maxsurf Modeller. Adapun data Kapal yaitu sebagai berikut:

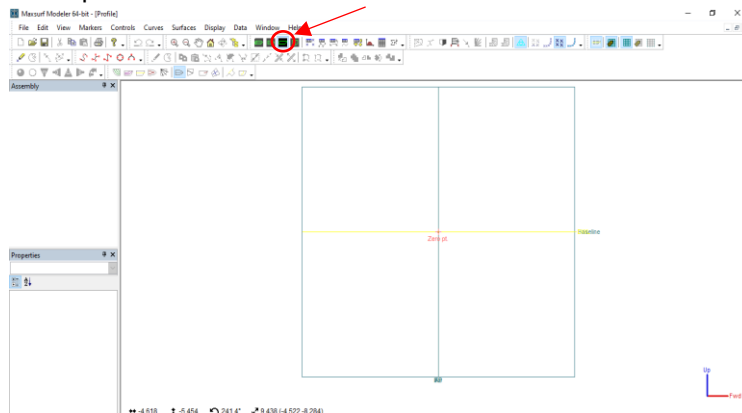
Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

No	Ukuran Utama	Nilai	Satuan
1	<i>Length Over All (LOA)</i>	16	m
2	<i>Wetted Length</i>	14.77	m
3	<i>Breadth (B)</i>	4.912	m
4	<i>Depth (H)</i>	2.3	m
5	<i>Draught (T)</i>	0.87	m
6	<i>Tunnel Width</i>	1.7	m
7	<i>Full Load Weighth</i>	23.41	Ton

2.4.2 Pemodelan Kapal Katamaran

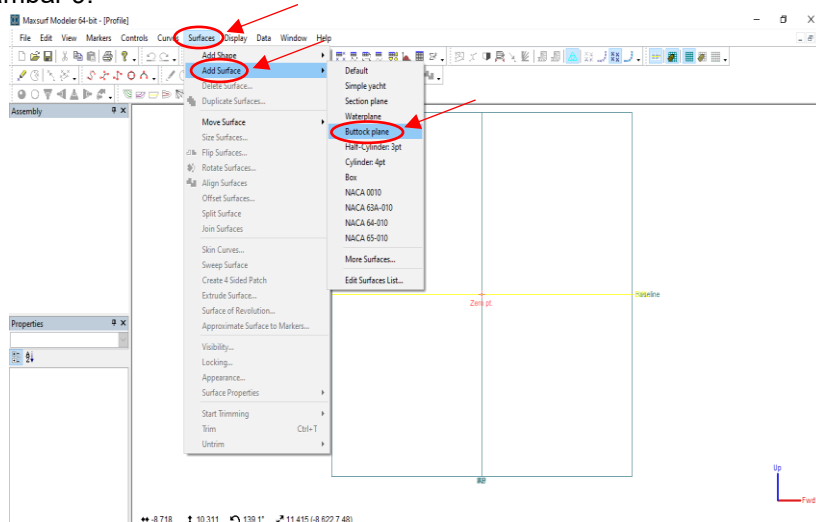
Pada tahapan ini, dilakukan pemodelan 3D kapal katamaran sesuai dengan lines plan. Adapun Langkah-langkah pembuatan model kapal katamaran di *software* Maxsurf Modeller yaitu sebagai berikut:

1. Membuka program Maxsurf Modeller, lalu pilih *profile* atau tampak samping yang dapat dilihat pada Gambar 8.



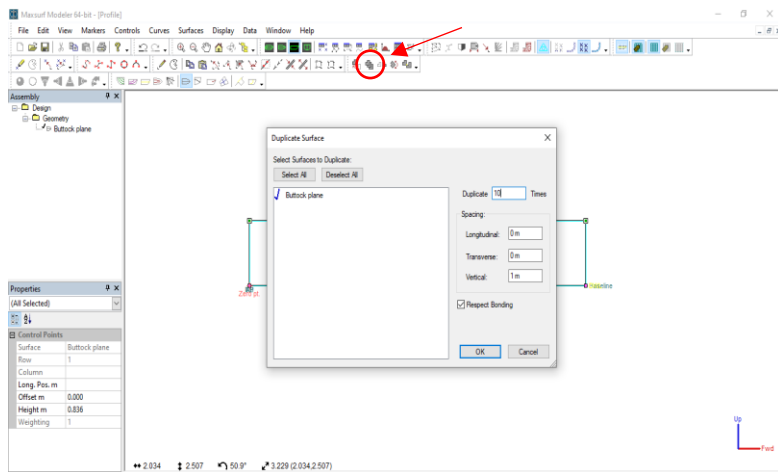
Gambar 8. Tampilan profil
Sumber: Hasil olah data

2. Pilih menu *surface* lalu *add surface* dan pilih *buttock plane*. Selanjutnya, masukkan ukuran panjang kapal LOA di tampilan *long pos* yang dapat dilihat pada Gambar 9.



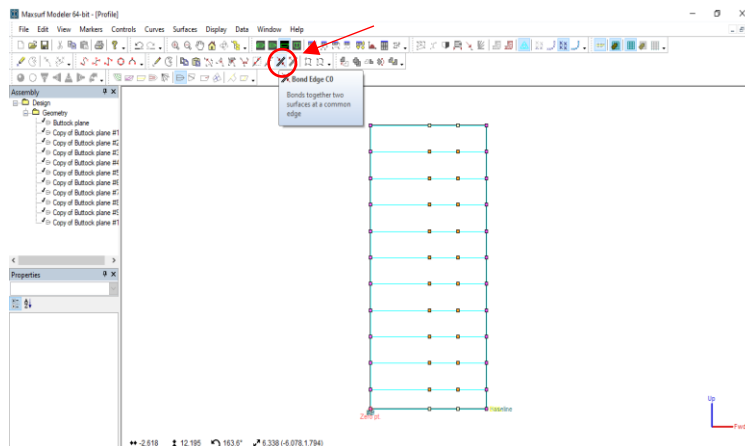
Gambar 9. Tampilan add surface
Sumber: Hasil olah data

3. Selanjutnya tambahkan *add control point*. Setelah itu, pilih menu *surface* lalu *duplicate surface* sebanyak 10 karena yang di desain adalah kapal katamaran maka harus diperbanyak *surface* yang dapat dilihat pada Gambar 10.



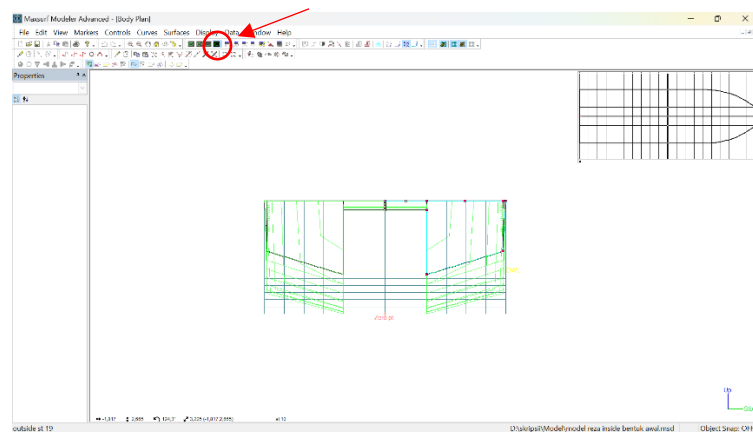
Gambar 10. Tampilan duplicate surface
Sumber: Hasil olah data

4. Setelah *duplicate surface* kemudian disambungkan masing-masing *surface* dengan memblok *surface* lalu pilih menu *bond edge* yang dapat dilihat pada Gambar 11.



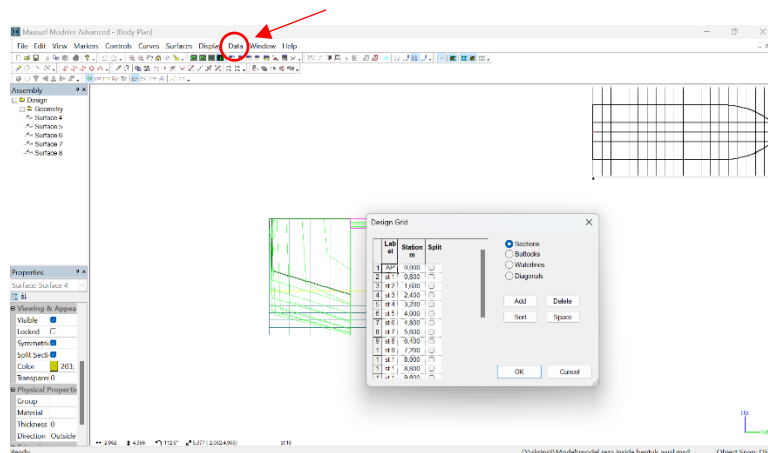
Gambar 11. Tampilan setelah bond edge setiap surface
Sumber: Hasil olah data

5. Selanjutnya masuk ditampilkan *body plan*, lalu *surface* tersebut kita buka satu persatu. Selanjutnya kita sesuaikan bentuk lambung pada kapal katamaran yang dapat dilihat pada Gambar 12.



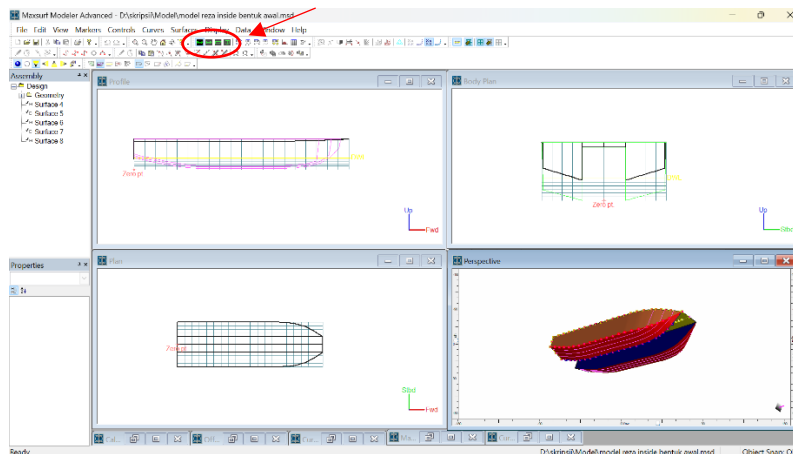
Gambar 12. Pembuatan model lambung
Sumber: Hasil olah data

6. Setelah bentuk lambung atau body plannya sudah jadi. Pilih menu data lalu *design grid*, tambahkan jumlah *section*, *buttock*, dan *waterline* yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan data design grid untuk section, buttock, waterline
Sumber: Hasil olah data

7. Jadilah model 3D kapal katamaran sesuai dengan *lines plan* kapal tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan model kapal katamaran

Sumber: Hasil olah data

2.4.3 Variasi Jarak Antar Lambung Model Kapal Katamaran

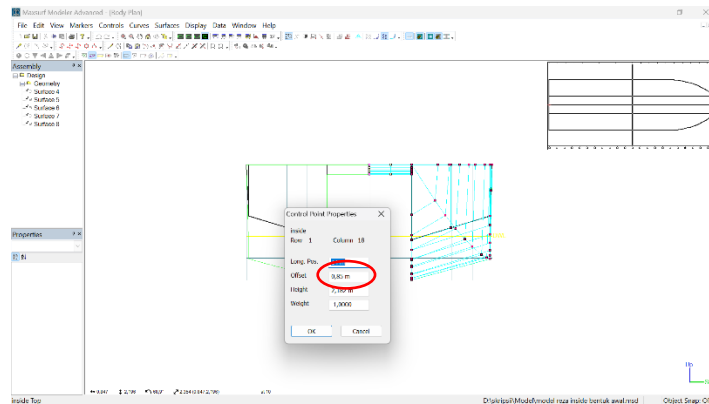
Dalam tahapan ini, dilakukan perubahan jarak antar lambung pada model kapal yang telah dibuat menggunakan program Maxsurf Modeller digunakan 5 variasi jarak antar lambung seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran Variasi Jarak Antar Lambung Kapal

No	Variasi	Jarak (m)
1	Variasi 1	0,7
2	Variasi 2	1,2
3	Bentuk Awal Kapal	1,7
4	Variasi 3	2,2
5	Variasi 4	2,7
6	Variasi 5	3,2

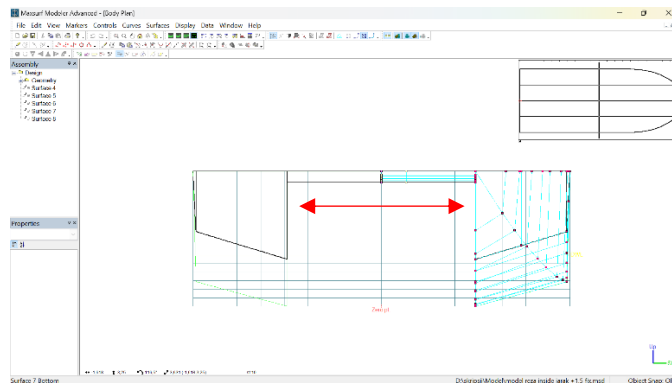
Langkah-langkah dalam memberikan variasi jarak antar lambung menggunakan program Maxsurf Modeller yaitu sebagai berikut:

1. Setelah model kapal katamaran selesai dibuat dengan menggunakan Maxsurf Modeller, Model yang sudah jadi tersebut diubah jarak antar lambungnya dengan cara pada tampilan *body plan* diblok lambung kapalnya lalu pilih menu *group*, setelah itu tekan salah satu *control point* pada lambungnya. Maka akan muncul menu *control point properties*, pada menu tersebut terdapat nilai *offset* lalu masukkan nilai sesuai dengan penambahan perubahan jarak lambungnya yang artinya model akan mengalami perubahan jarak antar lambungnya sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan menu variasi jarak
Sumber: Hasil olah data

2. Model akan mengalami perubahan penambahan jarak antar lambung yang dapat dilihat pada Gambar 16.

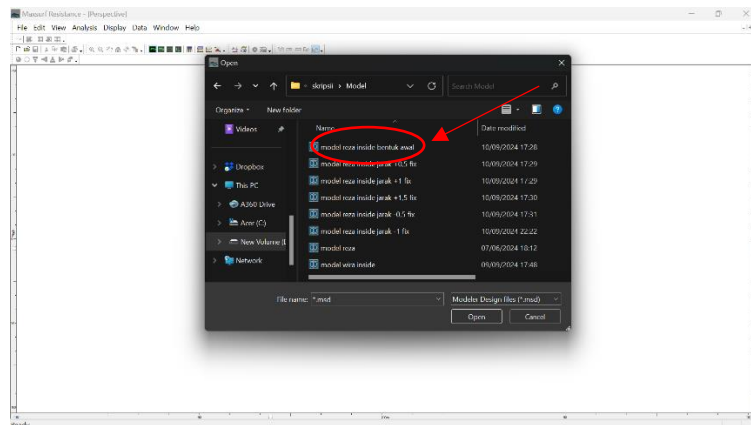


Gambar 16. Tampilan body plan kapal setelah variasi jarak
Sumber: Hasil olah data

2.4.4 Menghitung Tahanan Model Kapal dengan Maxsurf Resistance

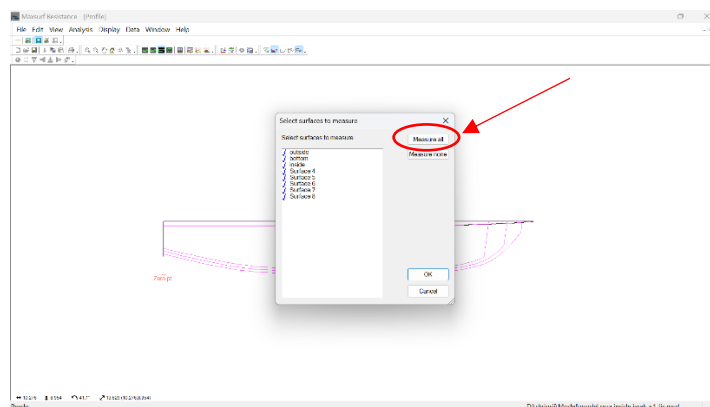
Pada tahap ini model kapal yang sudah dibuat dihitung nilai tahanannya dengan menggunakan metode *Holtrop* dalam *software* Maxsurf Resistance. Adapun langkah-langkah pengerjaannya diuraikan sebagai berikut:

1. Membuka program Maxsurf Resistance dan membuat lembar kerja baru dengan memilih *file* lalu *open design*. Selanjutnya, membuka *file* yang telah dibuat di Maxsurf Modeller dapat dilihat pada Gambar 17.



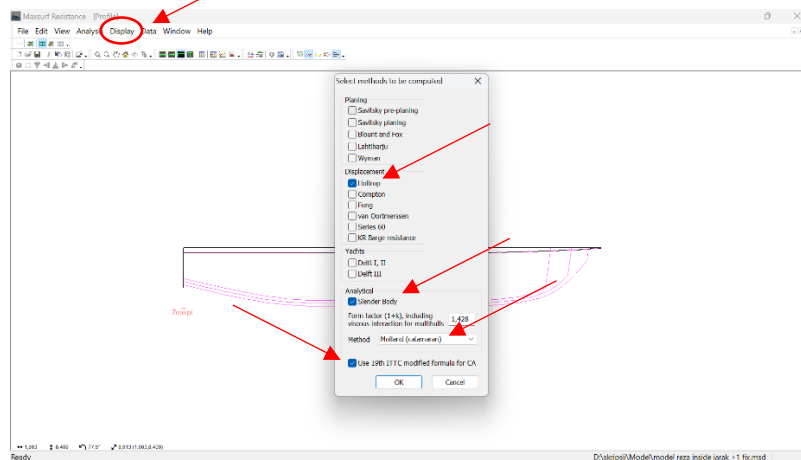
Gambar 17. Tampilan awal Maxsurf Resistance
Sumber: Hasil olah data

2. Setelah membuka *file* model kapal yang sudah diubah jarak antar lambungnya. Kemudian, akan muncul katalog baru untuk memilih *surface* yang akan dihitung, lalu pilih *measure all* dapat dilihat pada Gambar 18.

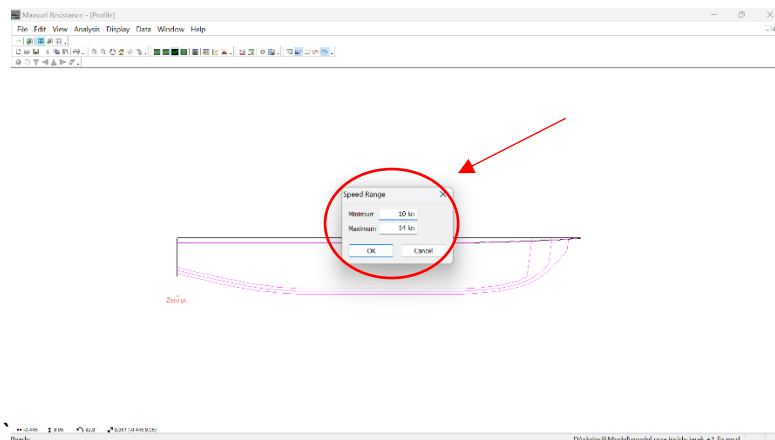


Gambar 18. Tampilan pemilihan surface
Sumber: Hasil olah data

3. Langkah selanjutnya yaitu memilih menu *analysis* kemudian akan muncul pilihan *methode*, *speeds*. Untuk metode perhitungan tahanannya digunakan metode *Holtrop*, untuk *speeds* atau kecepatan diatur mulai dari 10 knots sampai 14 knots dapat dilihat pada Gambar 19 dan Gambar 20.



Gambar 19. Pemilihan metode Holtrop
Sumber: Hasil olah data



Gambar 20. Pemilihan kecepatan model kapal
Sumber: Hasil olah data

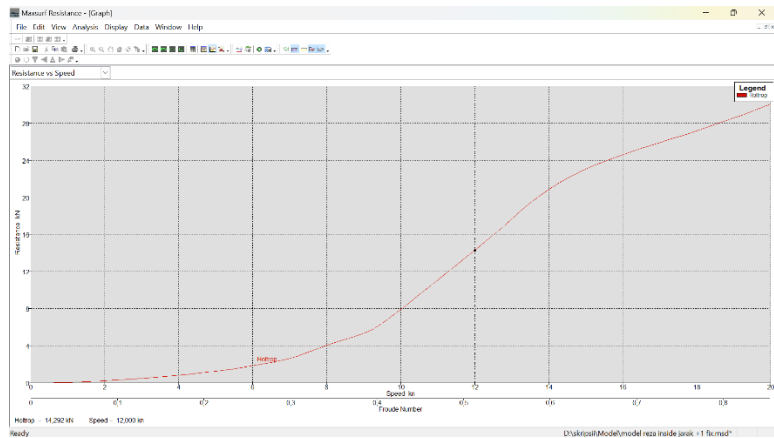
Pada tahap ini model kapal cepat katamaran yang telah dihitung tahanannya, dianalisa untuk mengetahui berapa nilai tahanan pada tiap jarak antar lambung. Adapun langkah-langkah dalam menganalisa nilai tahanan model kapal katamaran pada tiap jarak antar lambung dilakukan sebagai berikut:

1. Membuka data hasil perhitungan tahanan dengan menggunakan metode Holtrop dengan cara membuka kotak *result* dan *graph* yang dapat dilihat pada Gambar 21 dan Gambar 22.

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)	Slender body Resist. (kN)	Slender body Power (kW)
1	0,000	0,000	0,000	--	--	calc.	calc.
2	0,500	0,021	0,049	0,0	0,005	calc.	calc.
3	1,000	0,043	0,098	0,1	0,033	calc.	calc.
4	1,500	0,064	0,146	0,1	0,103	calc.	calc.
5	2,000	0,085	0,195	0,2	0,234	calc.	calc.
6	2,500	0,107	0,244	0,3	0,442	calc.	calc.
7	3,000	0,128	0,293	0,5	0,745	calc.	calc.
8	3,500	0,150	0,341	0,6	1,158	calc.	calc.
9	4,000	0,171	0,390	0,8	1,698	calc.	calc.
10	4,500	0,192	0,439	1,0	2,384	calc.	calc.
11	5,000	0,214	0,488	1,3	3,242	calc.	calc.
12	5,500	0,235	0,536	1,5	4,311	calc.	calc.
13	6,000	0,256	0,585	1,8	5,660	calc.	calc.
14	6,500	0,278	0,634	2,2	7,324	calc.	calc.
15	7,000	0,299	0,683	2,6	9,510	calc.	calc.
16	7,500	0,321	0,731	3,3	12,717	calc.	calc.
17	8,000	0,342	0,780	4,0	16,661	calc.	calc.
18	8,500	0,363	0,829	4,7	20,533	calc.	calc.
19	9,000	0,385	0,878	5,4	24,779	calc.	calc.
20	9,500	0,406	0,926	6,4	31,282	calc.	calc.
21	10,000	0,427	0,975	7,9	40,854	calc.	calc.
22	10,500	0,449	1,024	9,5	51,321	calc.	calc.
23	11,000	0,470	1,073	11,1	62,697	calc.	calc.
24	11,500	0,492	1,121	12,7	74,995	calc.	calc.
25	12,000	0,513	1,170	14,3	88,229	calc.	calc.
26	12,500	0,534	1,219	15,9	102,41	calc.	calc.
27	13,000	0,556	1,268	17,6	118,00	calc.	calc.
28	13,500	0,577	1,317	19,4	134,63	calc.	calc.
29	14,000	0,598	1,365	20,8	150,14	calc.	calc.
30	14,500	0,620	1,414	22,0	164,47	calc.	calc.
31	15,000	0,641	1,463	23,0	177,77	calc.	calc.
32	15,500	0,663	1,512	23,9	190,32	calc.	calc.
33	16,000	0,684	1,560	24,6	202,44	calc.	calc.
34	16,500	0,705	1,609	25,3	214,42	calc.	calc.
35	17,000	0,727	1,658	25,9	226,49	calc.	calc.
36	17,500	0,748	1,707	26,5	238,85	calc.	calc.
37	18 000	0 769	1 755	27 2	251 65	calc.	calc.

Ready

Gambar 21. Data nilai tahanan
Sumber: Hasil olah data



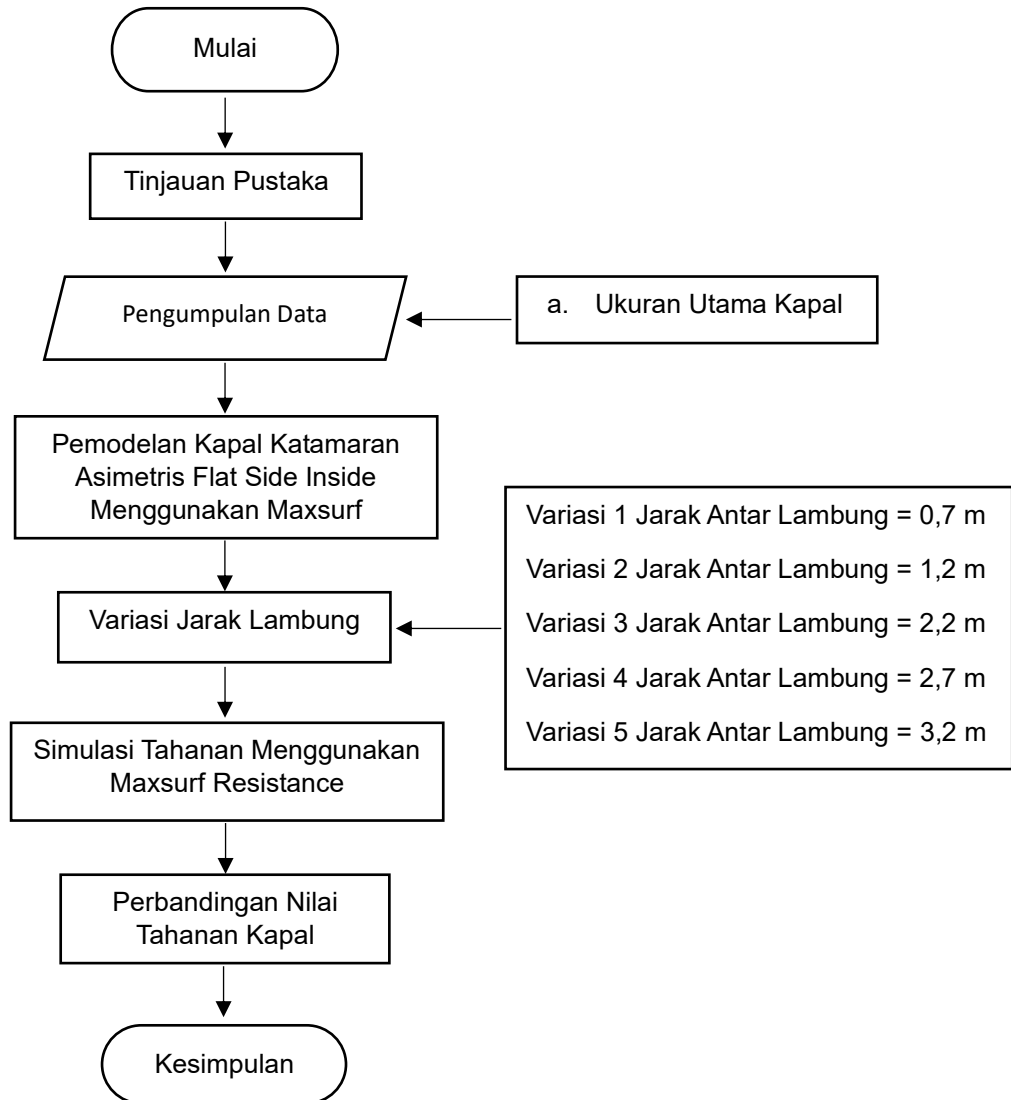
Gambar 22. Kurva nilai tahanan
Sumber: Hasil olah data

2.4.5 Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, dilakukan penarikan kesimpulan terhadap analisis yang dilakukan dalam penelitian.

2.5 Kerangka Pikir

Untuk mempermudah dalam proses pelaksanaan penelitian ini, maka disusunlah kerangka pikir penelitian sebagaimana diperlihatkan pada gambar 23. :



Gambar 23. Alur Penelitian