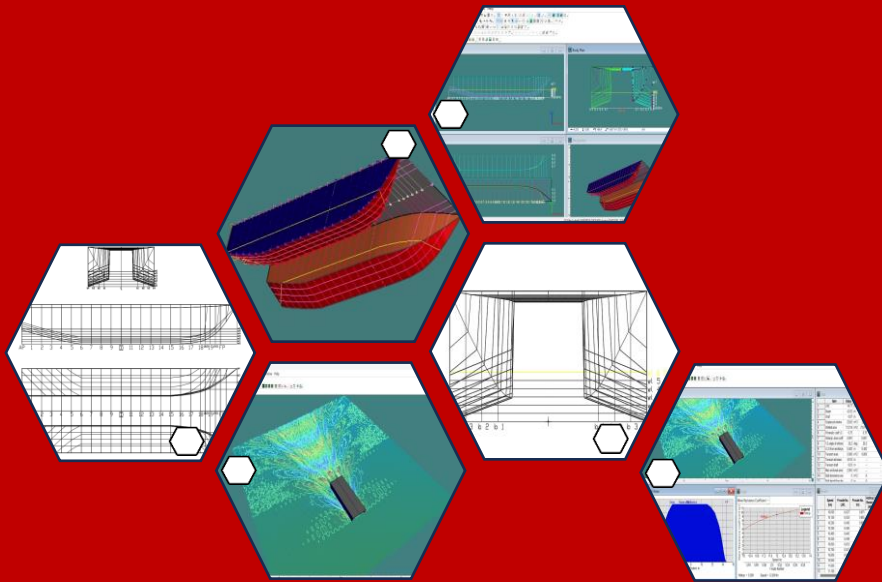


**STUDI TAHANAN KAPAL CATAMARAN DENGAN VARIASI JARAK
LAMBUNG ASIMETRIS FLAT SIDE OUTSIDE MENGGUNAKAN MAXSURF**



OKSAR OTNIEL

D031201001



PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

**STUDI TAHANAN KAPAL CATAMARAN DENGAN VARIASI JARAK
LAMBUNG ASIMETRIS FLAT SIDE OUTSIDE MENGGUNAKAN MAXSURF**

OKSAR OTNIEL

D031201001



PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

**STUDI TAHANAN KAPAL CATAMARAN DENGAN VARIASI JARAK
LAMBUNG ASIMETRIS FLAT SIDE OUTSIDE MENGGUNAKAN MAXSURF**

OKSAR OTNIEL

D031201001

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Perkapalan

Pada

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

SKRIPSI

STUDI TAHANAN KAPAL CATAMARAN DENGAN VARIASI JARAK LAMBUNG ASIMETRIS FLAT SIDE OUTSIDE MENGGUNAKAN MAXSURF

OKSAR OTNIEL
D031 20 1001

Skripsi,

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sarjana Pada Tanggal 4 Desember
2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada



Mengesahkan:

Pembimbing Tugas Akhir,

Ir. Rosmani, MT.

NIP. 19590910 198612 1001

Mengesahkan:

Peta Program Studi



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST, MT.

NIP. 19730206 200012 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Studi Tahanan Kapal Catamaran Dengan Variasi Jarak Lambung Asimetris Flat Side Outside Menggunakan Maxsurf". Adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Ir. Rosmani, MT.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 4 Desember 2024



OKSAR OTNIEL
D031 20 1001

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas segala pertolongan dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “STUDI TAHANAN KAPAL CATAMARAN DENGAN VARIASI JARAK LAMBUNG ASIMETRIS FLAT SIDE OUTSIDE MENGGUNAKAN MAXSURF” yang diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Terkhusus kedua orang tua saya yaitu Bapak **Piter Duma, SE.** dan Ibu **Noviana Ester.** atas segala kasih sayang, dukungan maupun materi, beserta doa yang tiada hentinya diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih untuk semua pengorbanan tulus yang tentunya tidak akan pernah bisa terbalaskan.
2. Kepada saudara saya yaitu Kakak **Yusuf Rachman D.T,** Kakak **Apfia Despita D.T,** dan Kakak **Olga Despriani D.T,** terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan penyelesaian skripsi ini baik itu tenaga, materi, waktu dan dukungannya.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST. MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu **Ir. Rosmani, MT.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan banyak memberikan bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Ibu **Dr. Eng. A. Ardianti, ST. MT.** dan bapak **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST. MT.** selaku dosen penguji tugas akhir ini yang telah memberiksan masukan dan saran terhadap tugas akhir ini.
6. Seluruh **Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin** atas segala kebaikan, bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
7. Seluruh **Tenaga Kependidikan Departemen Teknik perkapalan Fakultas teknik Universitas Hasanuddin** atas kebaikan dalam membantu segala administrasi selama masa perkuliahan.
8. Seluruh Saudara/saudari **Teknik 2020,** lebih terkhusus yang di takdirkan berkuliah di jurusan perkapalan dan menjadi bagian dari keluarga sederhana **Naval 2020,** yang telah memberikan pengalaman berharga selama masa perkuliahan penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu, dalam bentuk fisik maupun dalam bentuk doa, Semoga Tuhan membalas kebaikan kalian dengan yang lebih baik.

Penulis menyadari dalam proses pengerjaan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat kekurangan. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan kepada pembaca pada umumnya.

Penulis

OKSAR OTNIEL

ABSTRAK

OKSAR OTNIEL. Studi Tahanan Kapal Catamaran Dengan Variasi Jarak Lambung Asimetris Flat side Outside Menggunakan Maxsurf (dibimbing oleh Rosmani).

Tahanan dalam dunia perkapalan merupakan suatu hal yang teramat penting untuk dikalkulasikan secara tepat karena sangat berkaitan dengan penentuan daya mesin yang bekerja di atas kapal. Oleh karena itu, penting untuk menentukan besar tahanan suatu kapal untuk mengetahui estimasi kebutuhan daya yang efektif agar kapal bisa bergerak sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Berbagai bentuk desain kapal dikembangkan untuk memenuhi kriteria desain kapal catamaran yang optimum, salah satunya adalah kapal catamaran dengan bentuk Lambung Asimetris Flat Side Outside. Selain itu, jarak antar lambung dapat mempengaruhi performa dari kapal catamaran. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besar perubahan tahanan kapal catamaran terhadap variasi jarak antar lambung dengan bentuk Lambung Asimetris Flat Side Outside. Penelitian ini dilakukan di beberapa variasi jarak antar lambung yaitu jarak 0,7 m, 1,2 m, 2,2 m, 2,7 m dan 3,2 m, kemudian digunakan 5 kecepatan kapal yaitu 10 knot; 11 knot; 12 knot; 13 knot; dan 14 knot. Perhitungan tahanan dari setiap jarak antar lambung tersebut dilakukan dengan jenis penelitian berbasis simulasi numerik menggunakan *software* maxsurf untuk mendapatkan nilai tahanan pada kapal catamaran dengan berbagai jarak lambung Asimetris Flat Side Outside. Dari hasil penelitian Rata-rata persentase perubahan nilai tahanan setiap variasi jarak antar lambung kapal catamaran jika dibandingkan dengan nilai tahanan jarak antar lambung bentuk awal kapal catamaran dengan jarak 1,7 m yaitu untuk variasi 1 dengan jarak 0,7 m sebesar 21,9%, untuk variasi 2 dengan jarak 1,2 m sebesar 12,1%, untuk variasi 3 dengan jarak 2,2 m sebesar 13,6%, untuk variasi 4 dengan jarak 2,7 m sebesar 27,6% dan untuk variasi 5 dengan jarak 3,2 m sebesar 40,9%, hasil tersebut mengartikan bahwa semakin besar pertambahan atau pengurangan jarak antar lambung akan mempengaruhi besaran persentase perubahan nilai tahanan kapal catamaran Asimetris Flat Side Outside.

Kata Kunci: Catamaran; Asimetris Flat Side Outside; Tahanan; Maxsurf

ABSTRACT

OKSAR OTNIEL. Study of Catamaran Ship Resistance With Variation of Asymmetric Hull Distance Flat side Outside Using Maxsurf (supervised by Rosmani).

Resistance in the world of shipping is something that is very important to be calculated precisely because it is closely related to the determination of engine power working on board. Therefore, it is important to determine the amount of resistance of a ship to determine the estimated effective power requirements so that the ship can move according to the planned speed. Various forms of ship design were developed to meet the optimum catamaran ship design criteria, one of which is a catamaran ship with a Flat Side Outside Asymmetric Hull shape. In addition, the distance between the hulls can affect the performance of the catamaran ship. This study aims to determine the magnitude of changes in catamaran ship resistance to variations in distance between hulls with Flat Side Outside Asymmetric Hull shape. This research was conducted in several variations of inter-hull distance, namely 0,7 m, 1,2 m, 2,2 m, 2,7 m and 3,2 m, then 5 ship speeds were used, namely 10 knots; 11 knots; 12 knots; 13 knots; and 14 knots. The calculation of the resistance of each distance between the hulls is carried out with a type of numerical simulation-based research using maxsurf software to obtain the value of resistance on catamaran ships with various asymmetrical Flat Side Outside hull distances. From the research results, the average percentage change in the resistance value of each variation of the distance between the hulls of the catamaran ship when compared to the resistance value of the distance between the hulls of the initial form of the catamaran ship with a distance of 1,7 m is for variation 1 with a distance of 0,7 m by 21,9%, for variation 2 with a distance of 1,2 m by 12,1%, for variation 3 with a distance of 2,2 m by 13,6%, for variation 4 with a distance of 2,7 m by 27,6% and for variation 5 with a distance of 3,2 m by 40,9%, these results mean that the greater the increase or reduction in the distance between the hulls will affect the percentage change in the resistance value of the Asymmetric Flat Side Outside catamaran ship.

Keywords: Catamaran; Asimetris Flat Side Outside; Resistance; Maxsurf

DAFTAR ISI

Judul	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Teori.....	2
1.2.1 Kapal Katamaran.....	2
1.2.2 Kapal Katamaran Flat side Outside	3
1.2.3 Tahanan Kapal	4
1.2.4 Aliran Fluida.....	6
1.2.5 Maxsurf Pro	8
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	11
BAB II.....	12
METODE PENELITIAN.....	12
2.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
2.2 Jenis Penelitian.....	12
2.3 Metode Pengumpulan Data	12
2.4 Metode Pengolahan Data	12
2.4.1. Data Kapal.....	12
2.4.2. Pemodelan Kapal Katamaran	14

2.4.3. Variasi Jarak Antar Lambung Model Kapal Katamaran	17
2.4.4. Menghitung Tahanan Model Kapal dengan Maxsurf Resistance	18
2.4.5. Penarikan Kesimpulan	21
2.5 Tahapan Penelitian	22
BAB III	23
HASIL DAN PEMBAHASAN	23
3.1 Pemodelan Bentuk Awal Kapal dan Tahanannya	23
3.2 Variasi Jarak Antar Lambung	26
3.2.1 Variasi 1 Jarak Antar Lambung 0,7 m	27
3.2.2 Variasi 2 Jarak Antar Lambung 1,2 m	30
3.2.3 Variasi 3 Jarak Antar Lambung 2,2 m	33
3.2.4 Variasi 4 Jarak Antar Lambung 2,7 m	36
3.2.5 Variasi 5 Jarak Antar Lambung 3,2 m	39
3.3 Perbandingan Nilai Tahanan Perubahan Jarak Antar Lambung	41
3.4 Pola Aliran Pada Variasi Jarak Antar Lambung	46
BAB IV	49
KESIMPULAN DAN SARAN	49
4.1 Kesimpulan	49
4.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Ukuran Utama Kapal.....	13
2. Ukuran Variasi Jarak Antar Lambung.....	17
3. Kondisi bentuk awal kapal	23
4. Nilai tahanan bentuk awal kapal	24
5. Ukuran jarak antar lambung kapal yang diteliti	26
6. Nilai tahanan kapal variasi 1	27
7. Nilai tahanan kapal variasi 2	30
8. Nilai tahanan kapal variasi 3	33
9. Nilai tahanan kapal variasi 4	36
10. Nilai tahanan kapal variasi 5	39
11. Nilai tahanan setiap perubahan jarak antar lambung	42

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Bentuk lambung katamaran	3
2. Lambung katamaran flat side outside	3
3. Lambung katamaran flat side outside	4
4. Contoh aliran streamline yang melintasi suatu body	6
5. Aliran laminar	7
6. Aliran transisi	8
7. Aliran turbulen	8
8. Sistem koordinat 3D model Maxsurf	9
9. Lines plan kapal katamaran	13
10. Tampilan profile	14
11. Tampilan add surface	14
12. Tampilan duplicate surface	15
13. Tampilan setelah bond edge setiap surface	15
14. Pembuatan model lambung	16
15. Tampilan data design grid untuk section, buttock, waterline	16
16. Tampilan model kapal katamaran	17
17. Tampilan menu variasi jarak	18
18. Tampilan body plan kapal setelah variasi jarak	18
19. Tampilan awal Maxsurf Resistance	19
20. Tampilan pemilihan surface	19
21. Pemilihan metode Holtrop	20
22. Pemilihan kecepatan model kapal	20
23. Data nilai tahanan hasil perhitungan	21
24. Kurva nilai tahanan	21
25. Kerangka pikir penelitian	22
26. Tampak perspective kapal katamaran yang diteliti	23
27. Hubungan koefisien tahanan total dan Froude number bentuk awal kapal	24
28. Hubungan tahanan gesek dan Froude number bentuk awal kapal	25
29. Hubungan tahanan sisa dan Froude number bentuk awal kapal	25
30. Hubungan tahanan total dan Froude number bentuk awal kapal	26
31. Variasi jarak antar lambung 1	27
32. Hubungan koefisien tahanan dan Froude number variasi 1	28
33. Hubungan tahanan gesek dan Froude number variasi 1	28
34. Hubungan tahanan sisa dan Froude number variasi 1	29
35. Hubungan tahanan total dan Froude number variasi 1	29
36. Variasi jarak antar lambung 2	30
37. Hubungan koefisien tahanan total dan Froude number variasi 2	31
38. Hubungan tahanan gesek dan Froude number variasi 2	31
39. Hubungan tahanan sisa dan Froude number variasi 2	32
40. Hubungan tahanan total dan Froude number variasi 2	32
41. Variasi jarak antar lambung 3	33
42. Hubungan koefisien tahanan total dan Froude number variasi 3	34
43. Hubungan tahanan gesek dan Froude number variasi 3	34
44. Hubungan tahanan sisa dan Froude number variasi 3	35

45. Hubungan tahanan total dan Froude number variasi 3	35
46. Variasi jarak antar lambung 4.....	36
47. Hubungan koefisien tahanan total dan Froude number variasi 4	37
48. Hubungan tahanan gesek dan Froude number variasi 4	37
49. Hubungan tahanan sisa dan Froude number variasi 4	38
50. Hubungan tahanan total dan Froude number variasi 4	38
51. Variasi jarak antar lambung 5.....	39
52. Hubungan koefisien tahanan total dan Froude number variasi 5	40
53. Hubungan tahanan gesek dan Froude number variasi 5	40
54. Hubungan tahanan sisa dan Froude number variasi 5	41
55. Hubungan tahanan total dan Froude number variasi 5	41
56. Perbandingan antara nilai koefisien tahanan total dengan Froude number pada setiap variasi jarak antar lambung	43
57. Perbandingan antara nilai tahanan gesek dengan Froude number pada setiap variasi jarak antar lambung	44
58. Perbandingan antara nilai tahanan sisa dengan Froude number pada setiap variasi jarak antar lambung	44
59. Perbandingan antara nilai tahanan total dengan Froude number pada setiap variasi jarak antar lambung	45
60. Kontur gelombang tampak atas yang terjadi pada variasi setiap jarak antar lambung dengan Froude number 0,427.....	46
61. Kontur gelombang tampak samping yang terjadi pada variasi setiap jarak antar lambung dengan Froude number 0,427.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil analisis tahanan kapal.....	52
2. Pola aliran pada variasi jarak antar lambung	58

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan	Satuan
LOA	Length of All	M
LWL	Length of Waterline	M
B	Lebar Kapal	M
H	Tinggi Kapal	M
T	Sarat Kapal	M
V	Kecepatan Kapal	m/s
R _n	Angka Reynold	
C _f	Koefisien Gesek	
ν	Viskositas Air	
Slr	Rasio Kecepatan dan Panjang Kapal	
R _T	Tahanan Total	N
ρ	Massa Jenis Fluida	Kg/m ³
C _T	Koefisien Tahanan Total	
S	Luas Bidang Basah	m ²
Fn	Froude number	
G	Percepatan Gravitasi	m/s ²

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan sebuah kendaraan air yang dirancang untuk mengapung di atas permukaan air dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti transportasi penyebrangan, pengangkutan barang, penangkapan ikan, penelitian ekosistem laut dan keperluan militer. Ada berbagai jenis type 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 *bridging* ini, jika dibandingkan dengan kapal yang memiliki lebar sama, tahanan gesek yang terjadi pada kapal katamaran lebih kecil dibandingkan dengan kapal tipe *monohull*.

Desain lambung asimetris flat side outside merupakan sebuah konfigurasi baru dengan lambung yang memiliki bidang datar atau asimetris diluar, Aliran fluida yang dibentuk dari haluan kapal terkonsentrasi ketengah kapal diantara dua lambung kemudian bergerak sampai keburitan kapal, sedangkan dibagian sisi luar kapal, arah aliran lurus mengikuti bentuk badan kapal sampai keburitan (Prastowo dkk, 2016).

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).

jarak antar lambung merupakan faktor penting yang mempengaruhi performa dari kapal katamaran, dimana variasi jarak 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 outside. 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 Asimetris Flat Side Outside Menggunakan Maxsurf”**.

1.2 Teori

1.2.1 Kapal Katamaran

Kapal 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 (Nugroho, A. dkk, 2018).

Adapun kelebihan dari kapal katamaran:

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

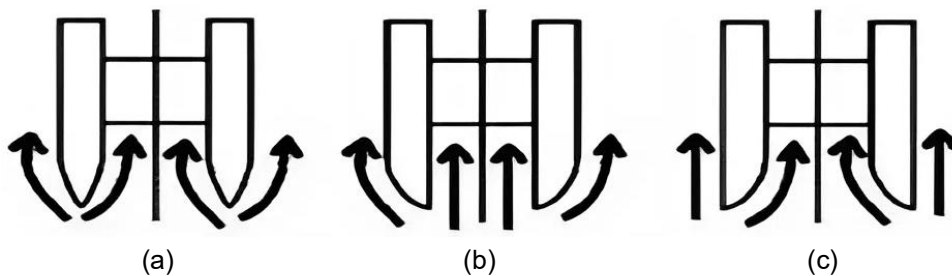
Sedangkan kekurangan kapal katamaran adalah:

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

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
- c. Asimetris dengan bagian luar lurus

Bentuk improvisasi aliran air yang akan melewati ketiga bentuk tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 (Prastowo dkk, 2016):



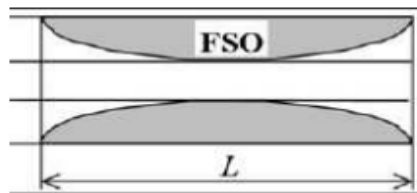
Gambar 1. Bentuk lambung katamaran:
 a). Simetris
 b). Asimetris flatside outside
 c). Asimetris flatside inside

Sumber: Prastowo dkk, 2016

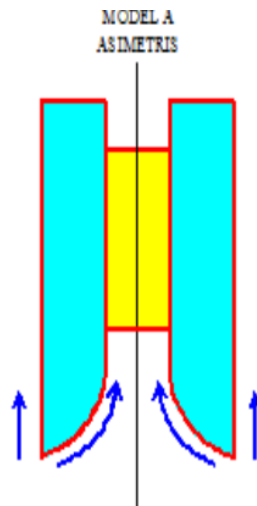
1.2.2 Kapal Katamaran Flat side Outside

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 outside*. Yaitu sebuah konfigurasi baru dengan lambung yang memiliki bidang datar atau asimetris diluar.

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*. Lambung katamaran flat side outside dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 (I.K.A. Pria Utama, 2012).



Gambar 2. Lambung katamaran flat side outside
 Sumber: Prastowo dkk, 2016



Gambar 3. Lambung katamaran flat side outside
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.

Tahanan gesek ini dipengaruhi oleh beberapa hal, sebagai berikut :

1) Angka Reynolds (*Renold's number*, R_n)

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 :

$$R_n = \frac{V \times L}{v} \quad (1)$$

Dimana :
 V : Kecepatan (m/s)
 L : Panjang (m)
 v : Viskositas air (cP)

2) Koefisien gesek (*friction coefficient*, C_f), pada Persamaan 2 :

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

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

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

Dimana L adalah panjang antara garis tegak kapal (m) dan V_s 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)

Tahanan total (*Total Resistance*) terdiri dari beberapa komponen tahanan, 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 :

- Kapal lambat : $F_n < 0,20$
- Kapal sedang : $0,20 < F_n < 0,35$
- Kapal cepat : $F_n > 0,35$

Rumus Froude number dapat dilihat pada Persamaan 5 :

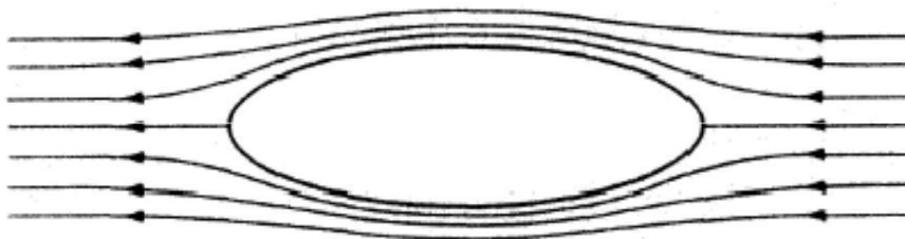
$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (5)$$

Dimana :

- F_n = 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 4 berikut.



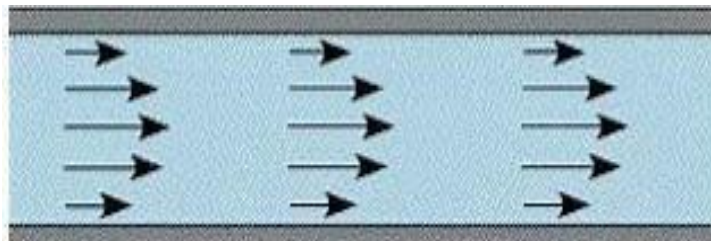
Gambar 4. Contoh aliran streamline yang melintasi suatu body
 Sumber: Adji, 2009

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 Laminar ($Re < 2300$)

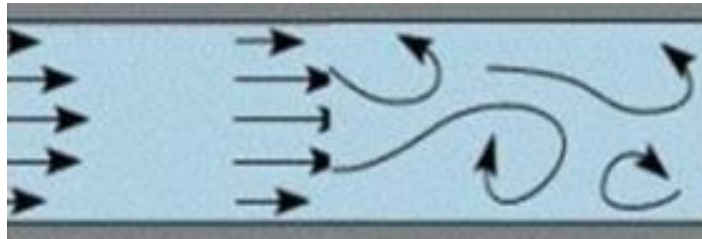
Aliran laminar adalah aliran fluida yang ditunjukkan dengan gerak partikel-partikel fluidanya sejajar dengan garis-garis arusnya. Dalam aliran laminar, partikel partikel fluida seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar, dengan satu lapisan meluncursatu arah pada lapisan yang 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 5 (Senoaji, 2015).



Gambar 5. Aliran laminar
Sumber: Senoaji, 2015

2. Aliran Transisi ($2300 < Re < 4000$)

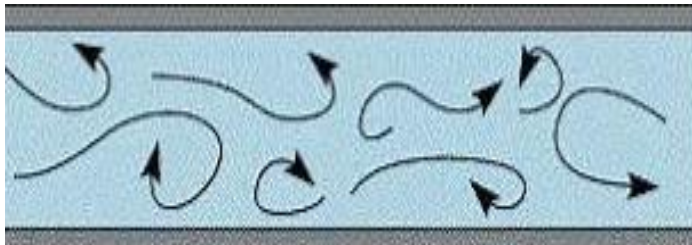
Aliran transisi adalah dimana kondisi partikel fluida berada pada peralihan dari kondisi seragam menuju kondisi acak, pada kondisi nyatanya kondisi seperti ini sangat sulit terjadi yang dapat dilihat pada Gambar 6 (Senoaji, 2015).



Gambar 6. Aliran transisi
Sumber: Senoaji, 2015

3. Aliran Turbulen ($Re > 4000$)

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 7 (Senoaji, 2015).



Gambar 7. Aliran turbulen
Sumber: Senoaji, 2015

1.2.5 Maxsurf 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

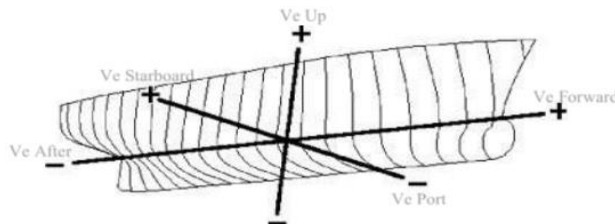
Beberapa fungsi pada program ini seperti membuat bentuk lambung yang seimbang sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, seakeeping, dan kekuatan kapal. Setelah data ukuran utama kapal didapatkan untuk pembuatan model *lines plan*, data ukuran dari *lines plan* akan dibuat lagi dalam bentuk 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 8 berikut:



Gambar 8. Sistem koordinat 3D model Maxsurf

Sumber: Bentley, 2013

- Window* : Tampak pandangan
- Body Plan* : Tampak depan haluan dan buritan
- Propile View* : Tampak samping kanan, *starboard side*
- Plan View* : Tampak dari bawah, *starboard above the centerline*

2) *Setting frame of refferance* 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, 2013).

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Menentukan besar perubahan tahanan kapal katamaran terhadap variasi jarak antar lambung asimetris flat side outside menggunakan simulasi Maxsurf.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai referensi untuk menambah wawasan mengenai pengaruh jarak antar lambung asimetris flat side outside terhadap tahanan kapal katamaran.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam mendesain kapal katamaran yang menggunakan lambung asimetris flat side outside.

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 dengan berbagai jarak lambung asimetris flat side outside.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Jenis data penelitian pada penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah informasi yang diperoleh dari sumber yang sudah ada, 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
- C. Rencana Garis (*Lines Plan*) Kapal Katamaran

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 asimetris flat side outside. 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

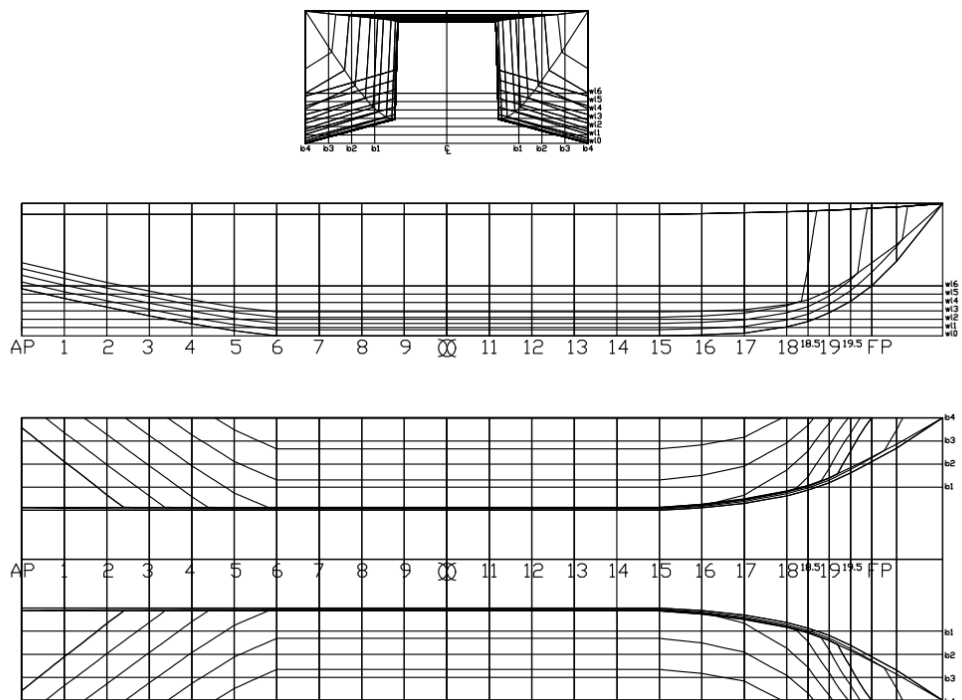
Kapal yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kapal ferry jenis katamaran. Pada penelitian ini kapal akan dimodelkan dengan menggunakan *software* Maxsurf Modeller. Adapun data Kapal yaitu pada Tabel 1 dan Gambar 16 sebagai berikut:

A. Ukuran Utama Kapal

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

No	Ukuran Utama	Nilai	Satuan
1	Length Over All (LOA)	16	m
2	Length Water Line (LWL)	14,77	m
3	Breadth (B)	4,912	m
4	Depth (H)	2,3	m
5	Draught (T)	0,87	m
6	Kecepatan (V)	12	Knot
7	Tunnel width	1,7	m

B. Rencana Garis (Lines Plan)

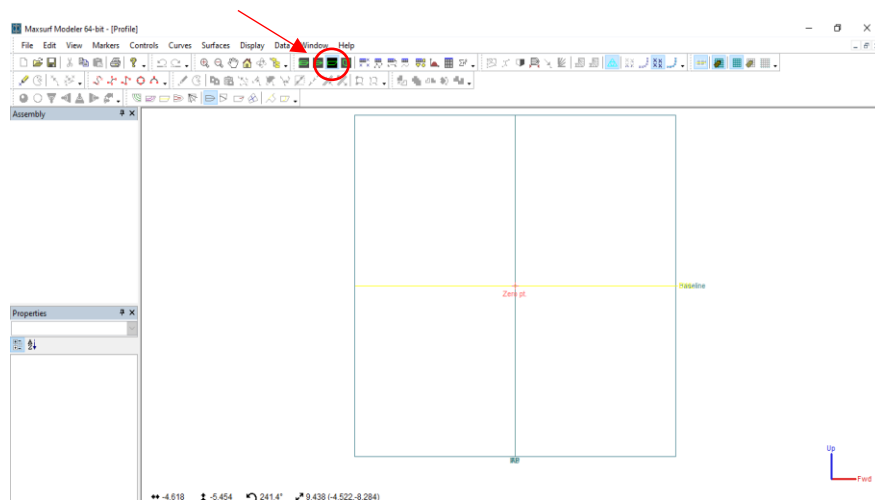


Gambar 9. Lines plan kapal katamaran
Sumber: Sumber olah data

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:

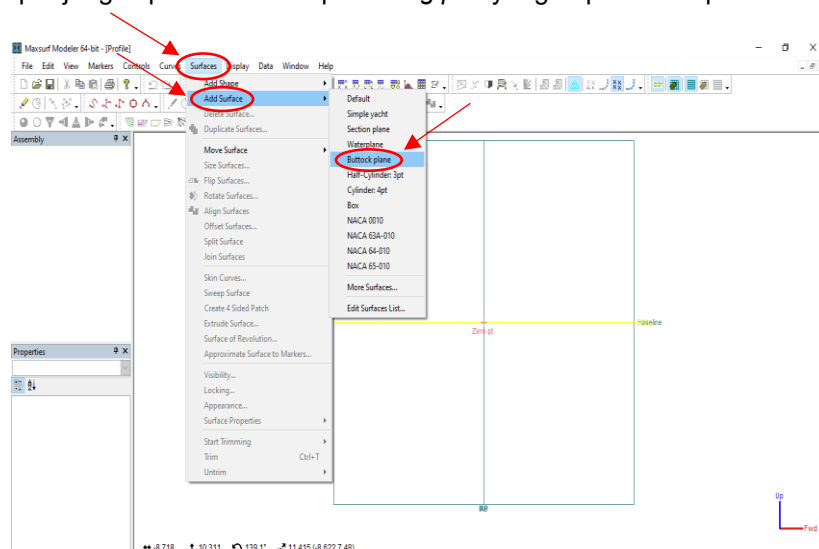
1. Membuka program Maxsurf Modeller, lalu pilih *profile* atau tampak samping yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan profile

Sumber: Hasil olah data

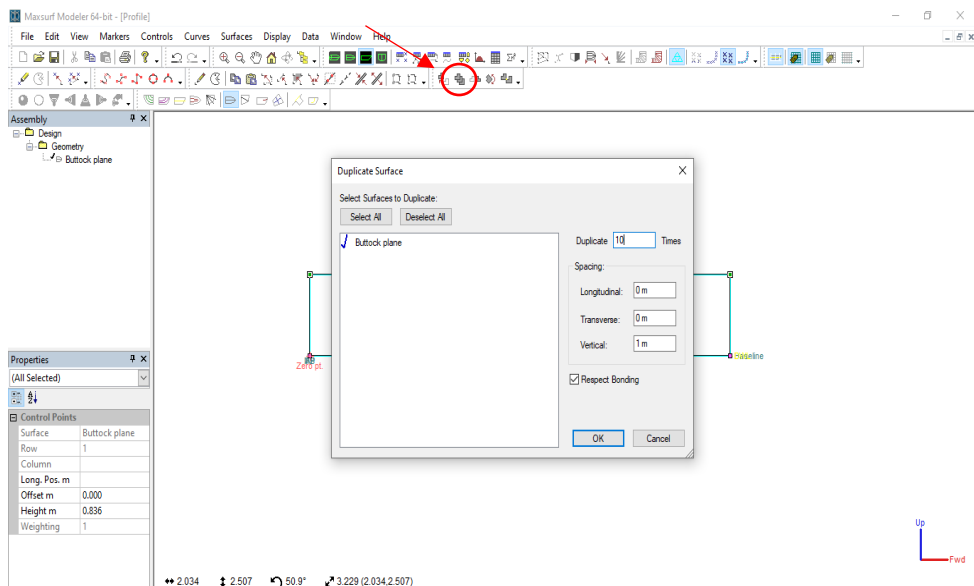
2. Pilih menu *surface* lalu *add surface* dan pilih *buttock plane*. Selanjutnya, masukkan ukuran panjang kapal LOA di tampilan *long pos* yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan add surface

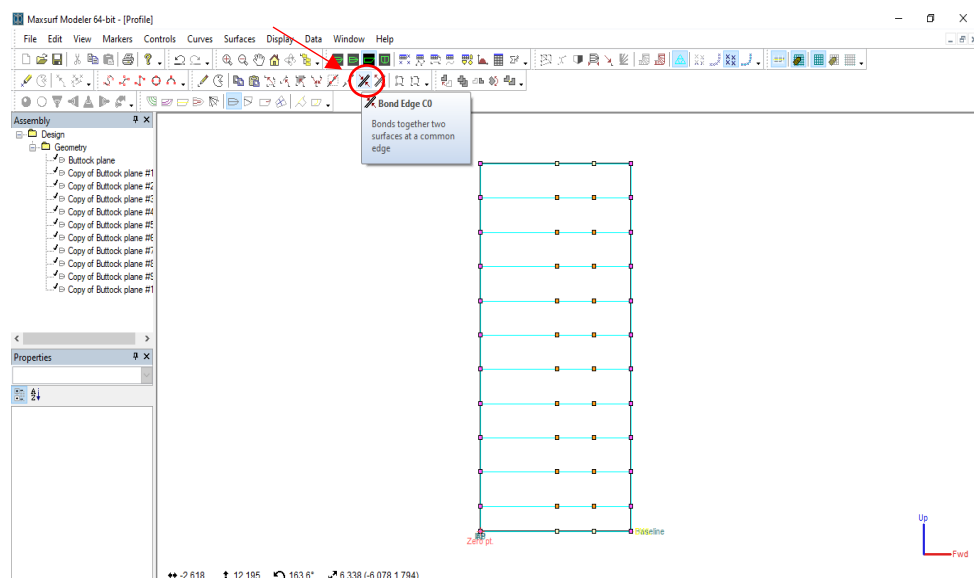
Sumber: Hasil olah data

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 12.



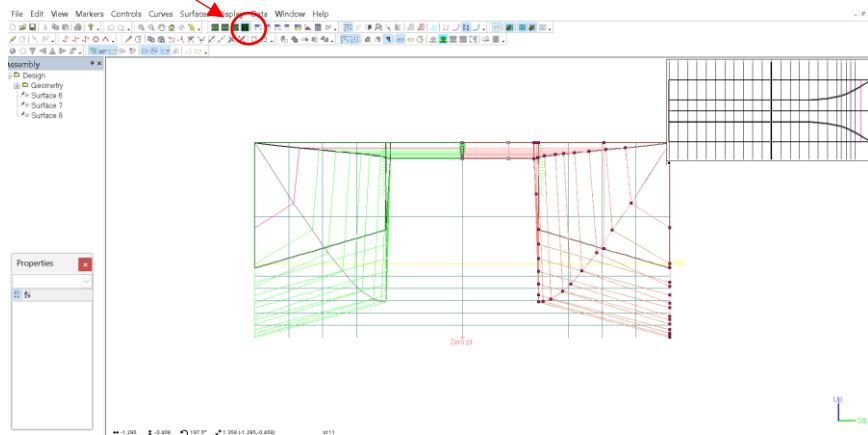
Gambar 12. Tampilan duplicate surface
Sumber: Hasil olah data

4. Setelah *duplicate surface* kemudian disambungkan masing-masing *surface* dengan memblok *surface* lalu pilih menu *bond edge* yang dapat dilihat pada Gambar 13.



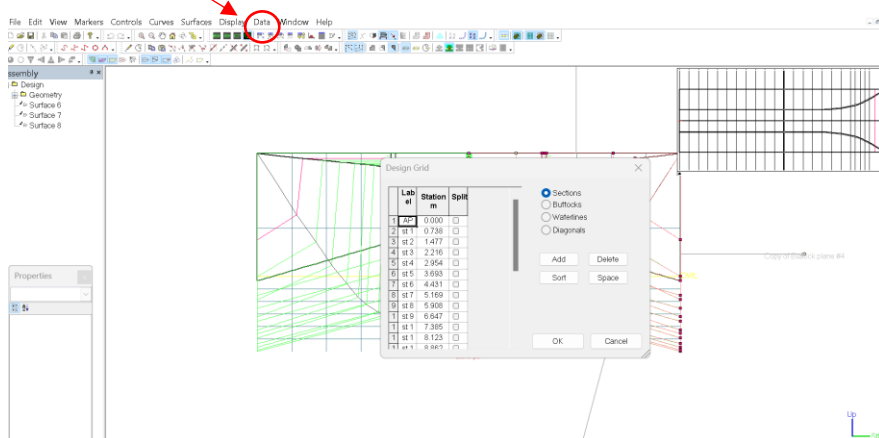
Gambar 13. Tampilan setelah bond edge setiap surface
Sumber: Hasil olah data

5. Selanjutnya masuk ditampak *body plan*, lalu *surface* tersebut kita buka satu persatu. Selanjutnya kita sesuaikan bentuk lambung pada kapal katamaran yang dapat dilihat pada Gambar 14.



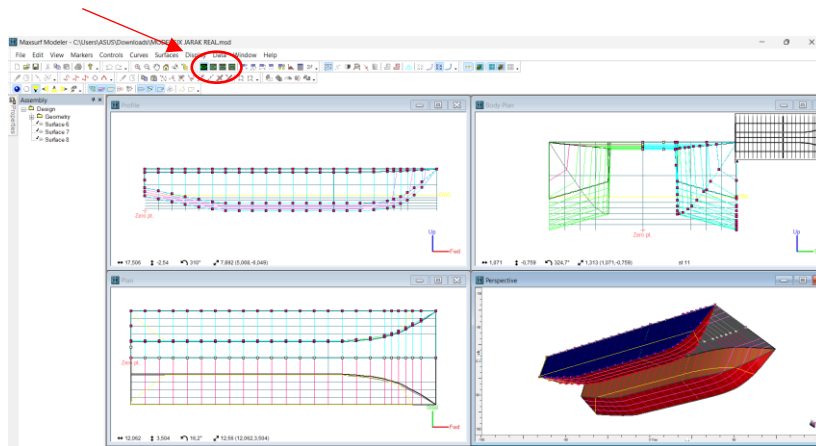
Gambar 14. Pembuatan model lambung
Sumber: Hasil olah data

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 15.



Gambar 15. Tampilan data design grid untuk section, buttock, waterline
Sumber: Hasil olah data

7. Setelah mengatur data pada *design grid* maka desain *buttock plan*, *body plan*, *water plan* dan model 3D kapal katamaran asimetris flat side outside dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan model kapal katamaran
Sumber: Hasil olah data

2.4.3. Variasi Jarak Antar Lambung Model Kapal Katamaran

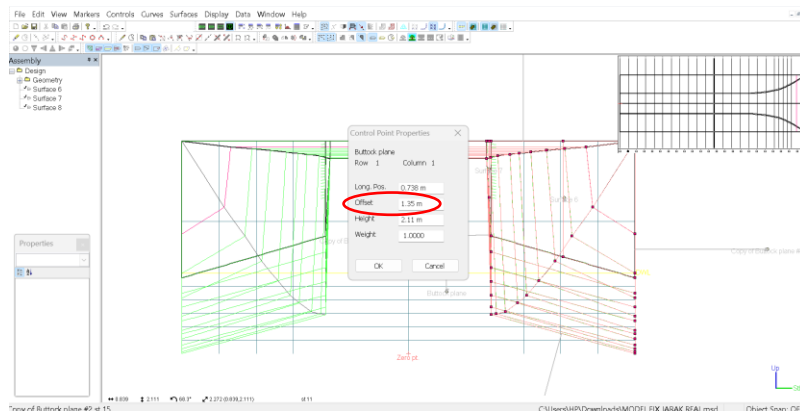
Dalam tahapan ini, dilakukan perubahan jarak antar lambung pada model kapal yang telah dibuat menggunakan program Maxsurf Modeller digunakan 5 variasi jarak antar lambung seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran Variasi Jarak Antar Lambung

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

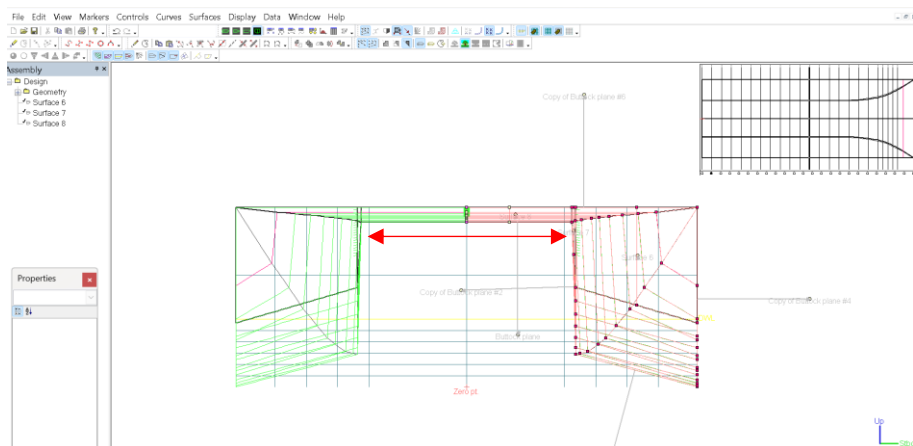
Langkah-langkah dalam memberikan variasi jarak antar lambung menggunakan program Maxsurf Modeller yaitu sebagai berikut:

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 kapalny 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 17.



Gambar 17. Tampilan menu variasi jarak
Sumber: Hasil olah data

2. Model akan mengalami perubahan penambahan jarak antar lambung yang dapat dilihat pada Gambar 18.

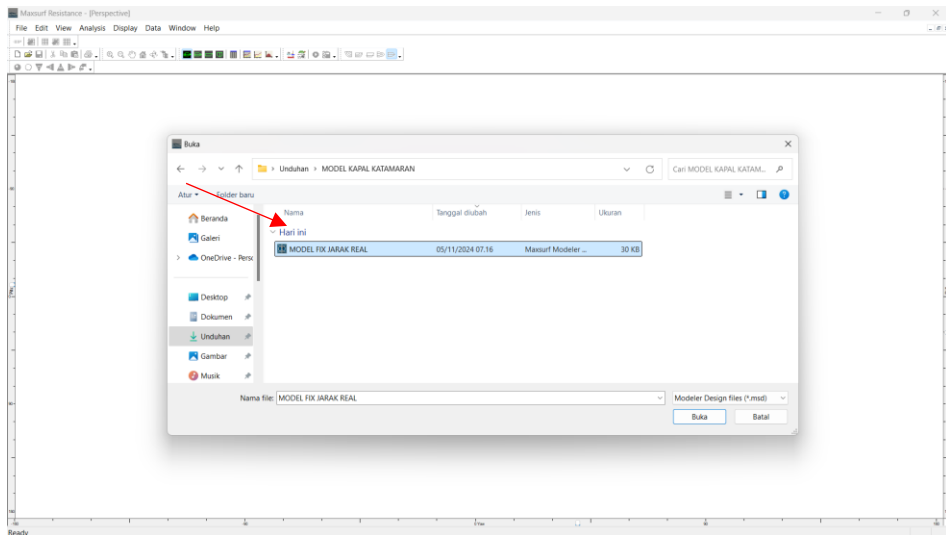


Gambar 18. Tampilan body plan kapal setelah variasi jarak
Sumber: Hasil olah data

2.4.4. Menghitung Tahanan Model Kapal dengan Maxsurf Resistance

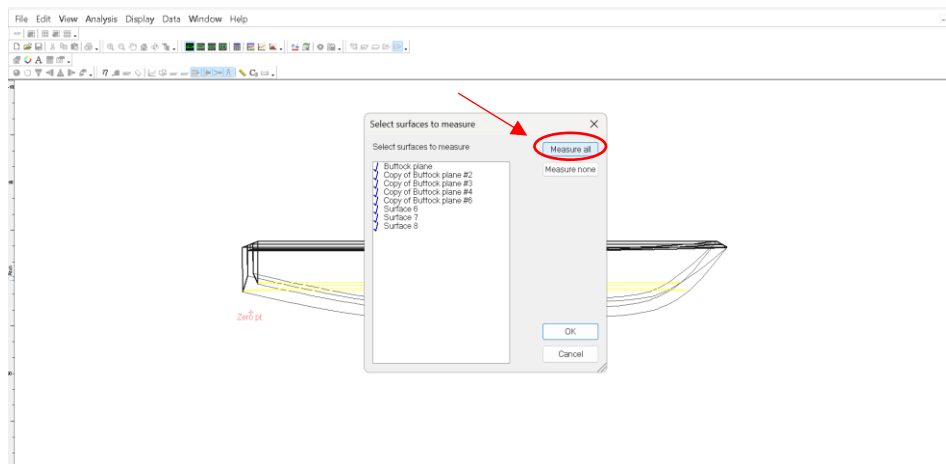
Pada tahap ini model kapal yang sudah dibuat dihitung nilai tahanannya dengan menggunakan metode *Holtrop* dalam *software* Maxsurf Resistance. Adapun langkah-langkah pengerjaannya diuraikan sebagai berikut:

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 19.



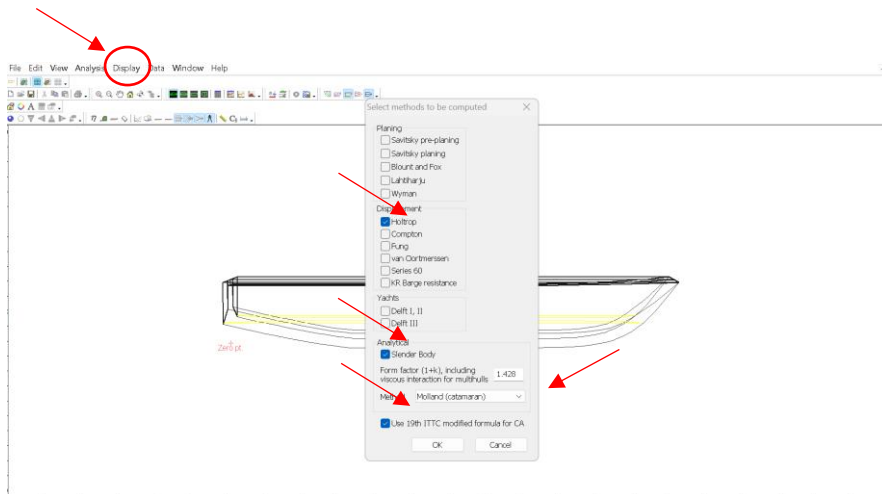
Gambar 19. Tampilan awal Maxsurf Resistance
Sumber: Hasil olah data

- 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 20.

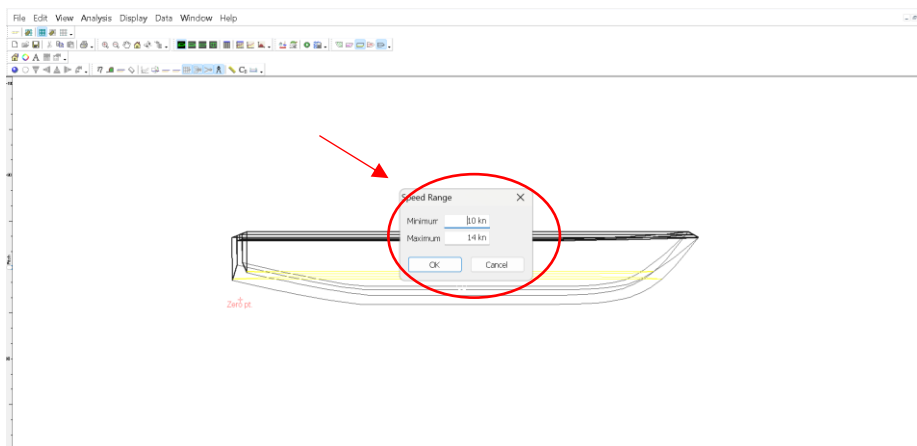


Gambar 20. Tampilan pemilihan surface
Sumber: Hasil olah data

- 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 21 dan Gambar 22.



Gambar 21. Pemilihan metode Holtrop
Sumber: Hasil olah data



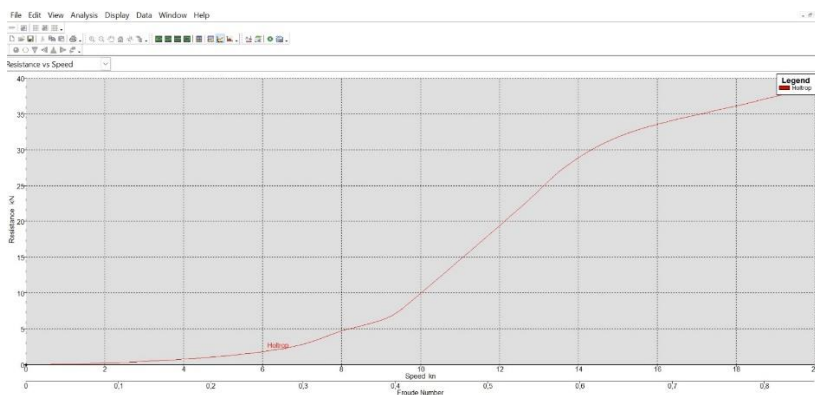
Gambar 22. Pemilihan kecepatan model kapal
Sumber: Hasil olah data

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 23 dan Gambar 23.

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (N)	Holtrop Power (kW)	Slender body Resist. (N)	Slender body Power (kW)
3	10.200	0.436	0.995	10885.1	57.118	calc.	calc.
4	10.300	0.440	1.004	11352.3	60.153	calc.	calc.
5	10.400	0.445	1.014	11820.1	63.241	calc.	calc.
6	10.500	0.449	1.024	12288.7	66.380	calc.	calc.
7	10.600	0.453	1.034	12758.0	69.571	calc.	calc.
8	10.700	0.457	1.043	13227.9	72.814	calc.	calc.
9	10.800	0.462	1.053	13698.6	76.110	calc.	calc.
10	10.900	0.466	1.063	14170.0	79.458	calc.	calc.
11	11.000	0.470	1.073	14642.0	82.858	calc.	calc.
12	11.100	0.474	1.082	15114.8	86.311	calc.	calc.
13	11.200	0.479	1.092	15588.3	89.816	calc.	calc.
14	11.300	0.483	1.102	16062.4	93.375	calc.	calc.
15	11.400	0.487	1.112	16537.3	96.986	calc.	calc.
16	11.500	0.492	1.121	17012.9	100.650	calc.	calc.
17	11.600	0.496	1.131	17489.1	104.367	calc.	calc.
18	11.700	0.500	1.141	17966.0	108.138	calc.	calc.
19	11.800	0.504	1.151	18443.7	111.962	calc.	calc.
20	11.900	0.509	1.160	18922.0	115.839	calc.	calc.
21	12.000	0.513	1.170	19401.0	119.769	calc.	calc.
22	12.100	0.517	1.180	19880.8	123.754	calc.	calc.
23	12.200	0.521	1.190	20361.2	127.791	calc.	calc.

Gambar 23. Data nilai tahanan hasil perhitungan
Sumber: Hasil olah data



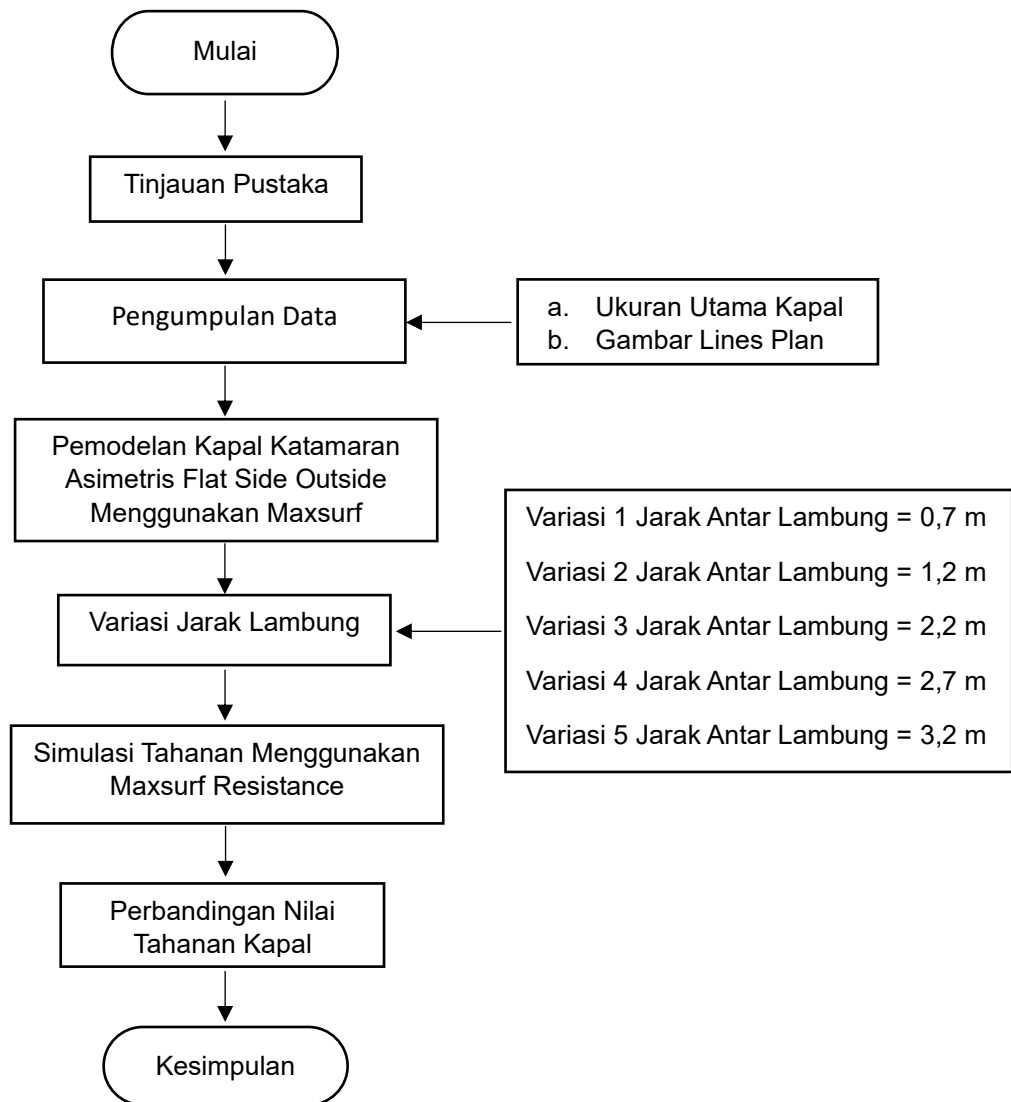
Gambar 24. Kurva nilai tahanan
Sumber: Hasil olah data

2.4.5. Penarikan Kesimpulan

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

2.5 Tahapan Penelitian

Untuk mempermudah dalam proses pelaksanaan penelitian ini, maka disusunlah kerangka pikir penelitian sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 25.



Gambar 25. Alur penelitian