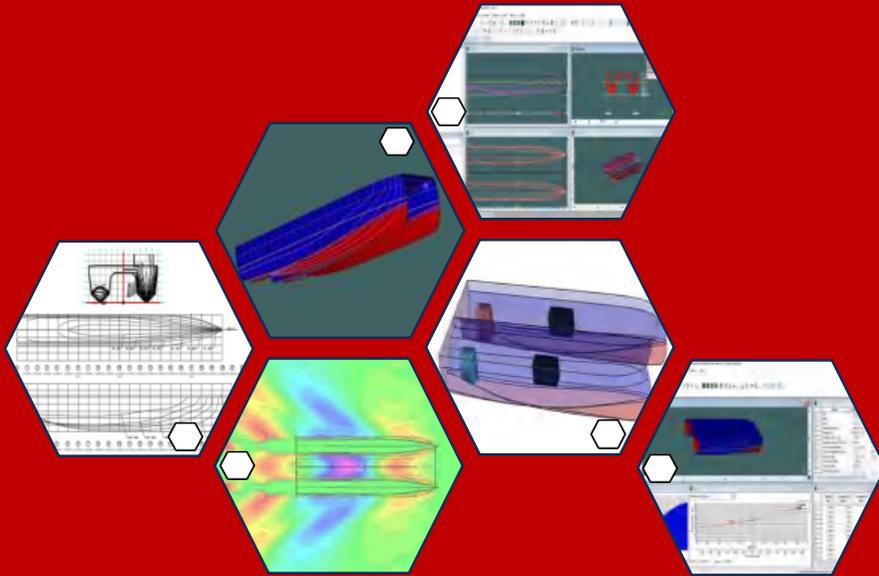


**STUDI TAHANAN KAPAL KATAMARAN HALUAN INVERTED BOW
PADA BERBAGAI KONDISI TRIM MENGGUNAKAN MAXSURF**



ANDI MUHAMMAD TEGAR SATRIA

D031201076

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



**STUDI TAHANAN KAPAL KATAMARAN HALUAN INVERTED BOW PADA
BERBAGAI KONDISI TRIM MENGGUNAKAN MAXSURF**

ANDI MUHAMMAD TEGAR SATRIA

D031201052



PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**STUDI TAHANAN KAPAL KATAMARAN HALUAN INVERTED BOW PADA
BERBAGAI KONDISI TRIM MENGGUNAKAN MAXSURF**

ANDI MUHAMMAD TEGAR SATRIA

D031201052

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 KATAMARAN HALUAN INVERTED BOW PADA
BERBAGAI KONDISI TRIM MENGGUNAKAN MAXSURF

ANDI MUHAMMAD TEGAR SATRIA
D031201052

Skripsi,

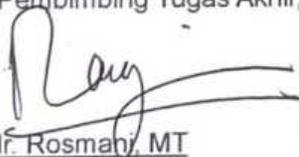
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknik Perkapalan pada tanggal
12 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada



Program Studi Teknik Perkapalan
Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,



Ir. Rosmah, MT
NIP : 19600620 198802 2 001



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 Katamaran Haluan Inverted Bow Pada Berbagai Kondisi Trim Menggunakan Maxsurf" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing **Ir. Rosmani, MT.** sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun 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, 12 Agustus 2024



ANDI MUHAMMAD TEGAR SATRIA
D031201052



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "STUDI TAHANAN KAPAL KATAMARAN HALUAN INVERTED BOW PADA BERBAGAI KONDISI TRIM MENGGUNAKAN MAXSURF" yang diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Perkapalan 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 **A. Arifuddin.P** dan **Rosmiati Mandjade** yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, do'a serta dukungan yang tiada hentinya kepada penulis. Semoga beliau selalu dalam lindungan Allah dan diberikan umur panjang hingga penulis mampu membanggakan.
2. Dosen Pembimbing utama, **Ir. Rosmani, M.T.** Terima kasih atas segala keikhlasan, kesabaran dan ketulusannya dalam mengarahkan, memberikan bimbingan, bantuan dan motivasi serta masukan-masukan kepada penulis dimulai dari penelitian, penulisan skripsi sampai dengan hari ini
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST. MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan memberikan arahan dalam penyelesaian tugas ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST. MT.** dan Bapak **Abd. Haris Djalante., ST., MT.** selaku dosen penguji tugas akhir ini yang telah memberiksan masukan dan saran terhadap tugas akhir ini.
5. Seluruh **Bapak dan Ibu Dosen** Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan, bimbingan, motivasi dan ilmu yang telah diberikan.
6. Seluruh **Pegawai/Staf** Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas kebaikan dalam membantu segala administrasi selama kuliah.
7. **Keluarga** tercinta yang selalu senantiasa mendoakan dan mendukung penulis baik secara moral maupun material
8. Kepada teman-teman Program Studi Teknik Perkapalan Angkatan 2020 terkhusus untuk saudara-saudari **Chazer**, terima kasih atas segala suka dan duka yang kita alami bersama yang menjadikan penulis bisa tumbuh dewasa dalam pikiran dan perbuatan.



-teman **Naval2020** yang telah memberikan dukungan dan ig berharga selama penulis menuntut ilmu di Departemen Teknik

penulis ucapkan terima kasih untuk seluruh pihak baik secara in tidak langsung yang memiliki peranan dan kontribusi di dalam gas Akhir ini

Penyusun menyadari dengan sepenuh hati bahwa didalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan maupun kekurangan. Untuk itu peneliti memohon maaf dan meminta kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi semua pihak yang berkenan untuk membaca dan mempelajarinya..

Penulis,

Andi Muhammad Tegar Satria



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRAK

Andi Muhammad Tegar Satria. Studi Tahanan Kapal Katamaran Haluan Inverted Bow Pada Berbagai Kondisi Trim Menggunakan Maxsurf (dibimbing oleh Rosmani).

Katamaran merupakan kapal yang Mempunyai dua lambung (demihull) yang mana lambung satu dengan lambung lainnya dihubungkan dengan struktur bridging. Tahanan kapal merupakan ilmu yang mempelajari reaksi fluida akibat gerakan kapal yang melalui fluida tersebut. Pada pengoperasiannya kapal jarang berada pada kondisi even keel tapi berada pada kondisi trim, baik trim by stern ataupun trim by bow. Perubahan nilai tahanan sebuah kapal dipengaruhi oleh luas permukaan kapal yang terendam ke dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui performa hambatan kapal dengan bentuk Haluan inverted bow dengan berbagai kondisi trim kapal. Pada penelitian ini, digunakan 4 variasi kemiringan antara lain kondisi evel keel, trim 0,821 derajat , trim 0,946 derajat, trim 1,91 derajat , dan trim 2,088 derajat, kemudian digunakan 5 kecepatan kapal yaitu 10 knot; 11 knot; 12 knot; 13 knot; dan 14 knot. Perhitungan tahanan dari setiap kondisi trim tersebut dilakukan dengan menggunakan software maxsurf. Besar perubahan tahanan yang terbesar setelah dilakukan pengujian terhadap 4 kondisi trim yaitu pada trim 2,088° dengan selisih nilai tahanan 8,9 kN atau sebesar 29,28%. Perubahan nilai tahanan sebuah kapal dipengaruhi oleh luas bidang basah kapal. Hal ini dibuktikan dengan semakin tinggi derajat trim maka nilai dari tahanan kapal akan berkurang disebabkan oleh panjang garis air yang berkurang walaupun di kecepatan yang sama.

Kata Kunci : Katamaran; Trim; Inverted Bow; Tahanan; Maxsurf



ABSTRACT

Andi Muhammad Tegar Satria. Resistant Study of Inverted Bow Catamaran Ship at Various Trim Conditions Using Maxsurf (supervised by Rosmani).

A catamaran is a ship that has two hulls (demihull) where one hull and the other hull are connected by a bridging structure. Ship resistance is the study of fluid reactions due to ship motion through the fluid. In operation the ship is rarely in an even keel condition but is in a trim condition, either trim by stern or trim by bow. Changes in the resistance value of a ship are influenced by the surface area of the ship submerged in water. This study aims to determine the performance of ship resistance with an inverted bow shape with various ship trim conditions. In this study, 4 slope variations were used including level keel conditions, trim 0.821 degree; trim 0.946 degree; trim 1.91 degree and trim 2.088 degree, 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 trim condition is done using maxsurf software. The largest change in resistance after testing the 4 trim conditions is at 2.088° trim with a difference in resistance value of 8.9 kN or 29.28%.The change in the resistance value of a ship is influenced by the wet area of the ship. This is evidenced by the higher the trim degree, the value of the ship's resistance will decrease due to the reduced waterline length even at the same speed.

Keywords: Catamaran; Trim; Inverted Bow; Resistance; Maxsurf



DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Teori	2
1.2.1. Kapal cepat.....	2
1.2.2. Kapal katamaran.....	3
1.2.3. Trim kapal	4
1.2.4. Jenis-jenis haluan kapal.....	5
1.2.5. Tahanan kapal	8
1.2.6. Maxsurf pro.....	10
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	13
BAB II METODE PENELITIAN	14
dan Waktu Penelitian.....	14
nelitian	14
Pengumpulan Data.....	14
Pengolahan Data.....	14
kapal	14



2.4.2. Pemodelan kapal katamaran.....	15
2.4.3. Pembuatan tangki-tangki.....	19
2.4.4. Pembuatan loadcase	21
2.4.5. Pengkondisian trim model kapal.....	21
2.4.6. Menghitung tahanan model kapal dengan Maxsurf Resistance	23
2.4.7. Penarikan kesimpulan.....	26
2.5. Kerangka Pikir.....	26
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	27
3.1. Pemodelan Bentuk Awal Kapal dan Tahanannya.....	27
3.2. Kondisi Trim Model Kapal	28
3.2.1. Kondisi 1 (trim 0,821 derajat)	29
3.2.2. Kondisi 2 (trim 0,946 derajat)	30
3.2.3. Kondisi 3 (trim 1,91 derajat)	31
3.2.4. Kondisi 4 (trim 2,088 derajat)	33
3.3. Perbandingan Nilai Tahanan Berbagai Kondisi Trim	34
3.3.1. Hasil tahanan tiap kondisi trim	34
3.3.2. Perbandingan tahanan pada Froude number yang sama pada tiap kondisi.....	36
3.4. Pola Aliran Pada Berbagai Kondisi Trim.....	37
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	40
4.1 Kesimpulan	40
4.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN	42
Lampiran 1. Hasil analisis tahanan kapal	43
Lampiran 2. Tabel loadcase dan hasil analisa	47
Lampiran 3. Kontur gelombang pada tiap kondisi kapal	52



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Ukuran Utama Kapal	15
2. Kondisi awal kapal	27
3. Data tahanan kapal awal	28
4. Variasi Kkondisi kemiringan	28
5. Nilai tahanan kapal kondisi 1	29
6. Nilai tahanan kapal kondisi 2	31
7. Nilai tahanan kapal kondisi 3	32
7. Nilai tahanan kapal kondisi 4	33
9. Hasil tahanan tiap kondisi trim	35
10. Nilai Tahanan tiap kondisi pada FnV yang sama	36



DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Bentuk lambung katamaran	3
2. Kapal kondisi even keel	4
3. Kapal Kondisi Trim by Stern.....	4
4. Kapal kondisi trim by head.....	5
5. Haluan kapal plumb bow/straight bow	5
6. Haluan kapal raked bow	6
7. Haluan Kapal Clipper Bow	6
8. Haluan kapal spoon bow.....	6
9. Haluan kapal bulbous bow	7
10. Haluan kapal ram bow	7
11. Haluan kapal axe bow	7
12. Haluan kapal inverted bow.....	8
13. Sistem koordinat 3D model Maxsurf.....	11
14. Lines plan kapal katamaran	15
15. Tampilan profile	16
16. Tampilan add surface.....	16
17. Tampilan duplicate surface	17
18. Tampilan setelah di bond edge setiap surface	17
19. Pembuatan model lambung	18
20. Tampilan Data Design Grid Untuk Section, Buttock, Waterline	18
21. Tampilan model kapal katamaran	19
22. Tampilan menu room definition window	20
23. Input Data Tangki pada Room definition Window	20
24. Tampilan Desain Tangki-tangki kapal.....	20
25. Tampilan menu rotate surface.....	22
26. Tampilan profile model kapal trim 7,49 derajat	22
27. Tampilan awal maxsurf resistance	23
28. Tampilan pemilihan surface.....	23
29. Pemilihan metode wyman.....	24
30. Pemilihan kecepatan model kapal	24
31. Data nilai tahanan hasil perhitungan.....	25
32. Kurva nilai tahanan	25
33. Kerangka pikir penelitian.....	26
34. Tampak perspective kapal katamaran yang diteliti	27
35. Grafik hubungan FnV dan tahanan kondisi even keel	28
36. Trim buritan 0,821 derajat	29
FnV dan tahanan kondisi 1	30
3 derajat	30
FnV dan tahanan kondisi 2	31
derajat	32
FnV dan tahanan kondisi 3	32
3 derajat	33
FnV dan tahanan kondisi 4	34



44. Perbandingan nilai tahanan kapal FnV beberapa kondisi trim	36
45. Kurva Nilai Tahanan Tiap Kondisi Pada FnV 1,015	37
46. Pola aliran tiap kondisi tampak atas dan tampak samping pada kecepatan 10 knot	39



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
Vs	Kecepatan Kapal	m/s
Rn	Angka Reynold	
Cf	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	
FnV	Froude Number Volume	



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
Lampiran 1. Hasil analisis tahanan kapal.....	43
Lampiran 2. Tabel loadcase dan hasil analisa loadcase tiap kondisi.....	47
Lampiran 3. Kontur gelombang pada tiap kondisi kapal	52



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kapal adalah 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. Kapal dapat bervariasi dalam ukuran dan desain, dan digunakan untuk berlayar di perairan dalam skala kecil hingga besar.

Katamaran atau kapal yang mempunyai dua lambung (*demihull*) yang mana lambung satu dengan lambung lainnya dihubungkan dengan struktur bridging. Struktur bridging ini bisa mengurangi terjadinya *deckwetness* karena struktur bridging merupakan sebuah keuntungan kapal katamaran yang dimana menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*) tersebut. Selain itu struktur bridging yang kuat dan merentang di atasnya digunakan untuk menahan momen bending (*bending moment*) dan gaya geser (*shearforce*) yang besar dan bekerja terhadap garis tengah (*centerline*) kapal.

Ada tiga penyebab utama kecelakaan yang melibatkan kapal, yaitu tabrakan, kandas, dan muatan yang berlebih yang disebabkan oleh gelombang yang dapat mengakibatkan hilangnya kekuatan struktur kapal yang menyebabkan kapal terbalik. Hal ini diakibatkan kapal tidak memiliki stabilitas yang baik dan kapal tidak mampu kembali ke posisi semula. Salah satu faktor yang mempengaruhi tenggelamnya kapal ialah stabilitas kapal. Kapal yang memiliki stabilitas negatif artinya kapal tersebut tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan oleng kapal akan semakin besar (Setiono,2013).

Tahanan kapal merupakan ilmu yang mempelajari reaksi fluida akibat gerakan kapal yang melalui fluida tersebut. Dalam istilah hidrodinamika kapal, tahanan/*resistance/drag* adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kecepatan kapal. Tahanan dalam dunia perkapalan merupakan suatu hal yang teramat penting untuk dikalkulasi secara tepat karena sangat berkaitan dengan penentuan daya mesin yang bekerja di atas kapal. Pada kenyataannya dalam pengoperasian suatu kapal sering terjadi bahwa kecepatan yang diinginkan sering tidak sesuai dengan perencanaan atau daya mesin yang terpasang kadang terlalu besar. Untuk menyesuaikan besar daya mesin dengan kecepatan yang diinginkan, maka harus diketahui besar tahanan yang



sebut.
n salah satu kondisi pada kapal dimana terdapat perbedaan *draft* an buritan. Kapal bergerak dengan kecepatan dinasnya (V_s) pada uous rating. Pada tahap pendesainan kapal tahanan total kapal i kondisi kapal *even keel*. Namun pada pengoperasiannya kapal ondisi even keel tapi berada pada kondisi trim, baik trim by *stern*

Untuk mensimulasikan kondisi trim yang akan timbul maka akan dilakukan pengujian mengenai stabilitas pada kapal penumpang berlambung katamaran dengan menggunakan kriteria yang terdapat pada IS CODE 2008 Resolution MSC.267(85) dan SOLAS 2009 Chapter II-1 Resolution MSC.281 (85) (based on the probabilistic concept) yang merupakan regulasi yang dijadikan sebagai petunjuk dan acuan dalam menetapkan standar stabilitas kapal (Intact and Damage Stability) yang ditetapkan oleh IMO (International Maritime Organization).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Agung A, 2019) menyatakan bahwa perubahan nilai tahanan sebuah kapal dipengaruhi oleh luas permukaan kapal yang terendam ke dalam air. Semakin besar pengurangan luasan permukaan kapal yang terendam air, maka semakin kecil nilai tahanan yang di hasilkan. Hal ini dibuktikan dengan semakin tinggi derajat trim maka nilai dari tahanan kapal akan berkurang disebabkan oleh panjang garis air berkurang walaupun pada kecepatan yang sama.

Berdasarkan uraian dan hasil penelitian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan "Studi Tahanan Kapal Katamaran Haluan Inverted Bow Pada Berbagai Kondisi Trim Menggunakan Maxsurf".

1.2. Teori

1.2.1. Kapal cepat

Kapal cepat atau dalam bahasa inggrisnya disebut *high-speed craft* merupakan kapal yang dirancang untuk memiliki kecepatan tinggi untuk tujuan komersil. Kapal cepat pertama yang dibangun adalah jenis *hydrofoils* dan *hovercraft*, tetapi pada tahun 1990 jenis kapal cepat catamaran dan monohull menjadi lebih populer. Kebanyakan kapal berkecepatan tinggi berfungsi sebagai kapal feri penumpang, tetapi untuk jenis catamaran dan monohull yang terbesar juga membawa mobil, bus, truk besar, dan lain-lain.

Menurut J. Lawrence (1985), dalam jurnal yang ditulis oleh Rosmani (2013), mengatakan karakteristik *high speed craft* dipengaruhi Froude numbernya. Froude Number yang besar menyebabkan kapal dapat mencapai kecepatan tinggi. Untuk *landing craft*, luas bidang basah efektif berkurang seiring dengan meningkatnya kecepatan kapal. Oleh karena itu, bilangan Froude number (F_n) sering digunakan sebagai parameternya.

F_n didefinisikan pada Persamaan 1.

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{g \times LWL}} \quad (1)$$

Dimana :



v : kecepatan kapal (m/s)

g : percepatan gaya gravitasi ($9,81 m/s^2$)

LWL : panjang kapal (m)

ρV didefinisikan pada persamaan 2.

$$FnV = \frac{v}{g \times \sqrt[3]{V}} \quad (2)$$

Dimana :

Vs: kecepatan kapal (m/s)

g : percepatan gaya gravitasi (9,81 m/s²)

V : volume kapal (m³)

Secara umum, *high-speed craft* membutuhkan daya yang besar. Hal ini karena *resistance* kapal merupakan suatu fungsi yang sangat berpengaruh dengan kecepatan. Bilangan Froude juga merupakan merupakan bilangan yang menunjukkan penggolongan sebuah kapal, antara lain :

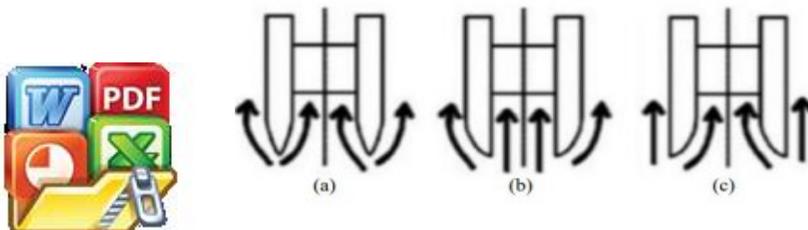
- $F_n < 0,2$ tergolong kapal yang memiliki kecepatan lambat
- $0,2 < F_n < 0,35$ tergolong kapal yang memiliki kecepatan sedang
- $F_n > 0,35$ tergolong kapal cepat.

Untuk kapal jenis semi-planning hull nilai Froude Number (F_n) biasanya berkisar antara 0,4 sampai 1.

1.2.2. Kapal katamaran

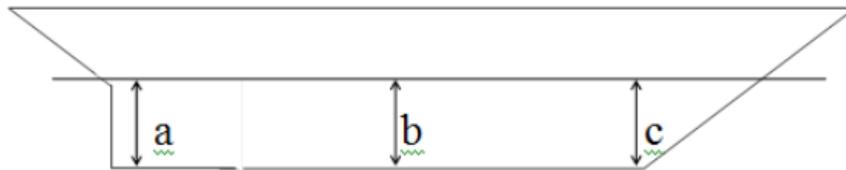
Katamaran merupakan kapal dengan dua lambung kembar yang dihubungkan dengan struktur bridging. Dengan bentuk badan kapal katamaran yang memiliki dua lambung maka kapal jenis ini memiliki stabilitas yang cukup baik, selain itu luas permukaan kapal yang tercelup air relatif kecil sehingga memiliki sarat 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 improvisasi aliran air yang akan melewati ketiga bentuk tersebut dapat dilihat dari Gambar 1.



1.2.3. Trim kapal

Hind (1967) menyatakan bahwa trim adalah perbedaan antara draft depan dan draft belakang. Trim merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur. Trim biasanya diukur dalam ukuran inci yang dinyatakan sebagai positif dan negatif. Trim terbagi menjadi 3 bagian, yaitu *even keel*, *trim by the head*, dan *trim by the stern*. Adapun kondisi *even keel* dapat dilihat pada Gambar 2.

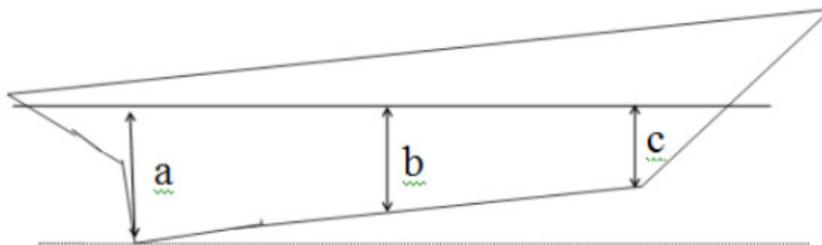


Gambar 2. Kapal kondisi *even keel*

Sumber : Maritime world, 2014

Gambar 2 menunjukkan kapal trim even keel yaitu draft depan sama dengan draft belakang ($a = c$) dimana $b = (a+c)/2$, hanya terjadi bilamana kapal tidak dalam keadaan hogging atau sagging.

Trim by stern adalah kondisi kapal dimana sarat buritan lebih besar daripada sarat pada haluan. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 3.

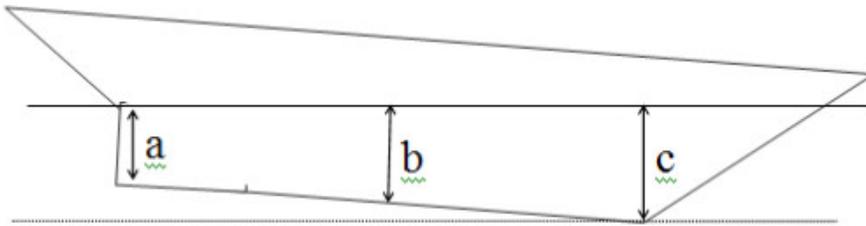


Gambar 3. Kapal Kondisi *Trim by Stern*

Sumber : Maritime world, 2014



kondisi kapal dimana sarat haluan lebih besar daripada sarat ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kapal kondisi *trim by head*.

Sumber : Maritime world, 2014

1.2.4. Jenis-jenis haluan kapal

Berikut ini adalah jenis-jenis haluan kapal atau tipe bow yaitu sebagai berikut:

1. Plumb Bow/Straight Bow

Jenis haluan kapal yang sejajar sempurna dengan lunas. Ini merupakan bentuk yang sederhana dan umum digunakan untuk kapal yang berlayar di laut. Tipe haluan ini memberikan stabilitas yang memadai dan memastikan perjalanan kapal semulus mungkin. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Haluan kapal plumb bow/straight bow

Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik, 2023

2. Raked Bow

Jenis haluan kapal yang memiliki bentuk panjang dan miring, sering digunakan pada kapal kayu untuk meningkatkan kemampuan berlayar. Desain ini umumnya ditemui pada kapal mewah dan kapal penumpang selama beberapa periode waktu. Ciri khas dari raked bow adalah kelengkungan cekungnya yang meruncing ke garis yang sangat tipis di permukaan air. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Haluan kapal raked bow
Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik, 2023

3. Clipper Bow

Awalnya dirancang dengan tujuan khusus untuk menjadi kapal yang cepat dan ramping. Nama “clipper” berasal dari bentuk haluan kapal. Ini dirancang dengan sisi yang tinggi dan tampilan yang sangat lurus ke depan dengan bentuk yang hampir tajam. Busur jenis ini sangat cocok untuk berlayar karena dapat menembus air dengan hambatan minimum. *Clipper bow* dirancang untuk kapal sangat cepat dan bisa berlari lebih cepat dan mengalahkan sebagian besar kapal lain. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Haluan Kapal Clipper Bow
Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik, 2023

4. Spoon Bow

Tipe haluan kapal dengan desain busur yang cembung ke geladak. Alasan disebut haluan kapal “sedok” adalah karena bentuk lekukan di bagian atasnya dengan kurva menyerupai sendok. Desain bow seperti ini dapat menghasilkan wave making resistance karena kelengkungan pada penampangnya. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Haluan kapal spoon bow
Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik, 2023

5. Bulbous Bow

Tipe haluan yang paling sering ditemui di banyak kapal karena keuntungannya dalam pemakaian ini. Bulbous adalah bentuk khas lambung kapal jika dilihat dari permukaan air, yang disebabkan oleh haluan yang bulat lebih dalam di dalam air daripada efisiensi bahan bakar, kecepatan, dan stabilitas. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Haluan kapal bulbous bow
Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik, 2023

6. Ram Bow

Jenis haluan kapal dengan bentuk perpanjangan yang lebih dibangun di bawah air pada bawah lambung kapal. Ram bow ini merupakan desain panjang dan ramping yang membantu kapal menembus air dengan efisiensi maksimum, sehingga berbentuk seperti anak panah yang mengarah ke depan. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Haluan kapal ram bow
Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik, 2023

7. Axe Bow

Tipe bow kapal yang memiliki bentuk tajam dan runcing ke depan. Axe bow ini biasanya digunakan untuk jenis kapal cepat yang memotong jalan melalui apapun yang dilewati kapal. Alasan disebut axe bow karena bagian depan lambung yang panjang, dalam dan sempit yang menyerupai kapak. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 11.



8. Inverted Bow

Inverted Bow, yang juga dikenal X-Bow, mengacu pada jenis haluan kapal di mana bagian terpanjang tidak berada di bagian atas, melainkan terletak di bagian bawah lambung. Seperti desain bow kapak, haluan ini mengurangi lemparan (gerakan naik turun) dan bantingan, menciptakan pengalaman perjalanan yang lebih baik bagi kru kapal. Bentuk haluan ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Haluan kapal inverted bow

Sumber : Ilmu Kapal dan Logistik,2023

1.2.5. 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. Bilangan Reynolds (*Renold's number, Rn*)

Bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskositas yang dikalikan dengan suatu kondisi laminar.

2. Rumus bilangan Reynolds pada Persamaan 3 sebagai berikut :

$$R_n = \frac{\rho V L}{\mu} \quad (3)$$

Dimana :
 Vs : Kecepatan (m/s)
 Lwl : Panjang (m)
 v : Viskositas air (cP)

2) Koefisien gesek (*friction coefficient, Cf*), pada Persamaan 4 :

$$C_f = \frac{0,075}{(\log Rn - 2)^2} \quad (4)$$

3) Rasio kecepatan dan panjang kapal (*speed length ratio, Slr*), pada Persamaan 5 :

$$Slr = \frac{V_s}{\sqrt{L}} \quad (5)$$

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 akan pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga tahanan udara, anggota badan kapal dan kemudi. (Arwini, 2018)



(*Total Resistance*) terdiri dari beberapa komponen tahanan, dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan pada Persamaan

$$R_T = \frac{1}{2} \times \rho \times C_T \times S \times V^2 \quad (6)$$

Dimana :

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

1.2.6. 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 analisis hidrodinamika, kekuatan struktur, dan pendetailan lebih lanjut (Bentley Sistem, 2013).

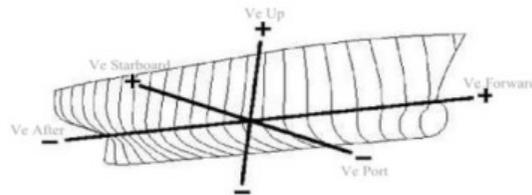
1.2.6.1. Maxsurf Modeller

Terdapat beberapa dasar pengaturan dan menu */setup* dalam penggunaan Maxsurf Modeller yaitu sebagai berikut :

- 1) Sistem koordinat



dan prinsip dasar pada pengoperasian Maxsurf Modeller, ng diilustrasikan pada Gambar 15 berikut:



Gambar 13. 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 dengan rencana yang akan kita gunakan.



digunakan untuk memasukkan ukuran *surface*/ukuran rencana

de *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.

1.2.6.2. 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



tmerssen
60
ge resistance

||

- 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 :

Mengetahui performa hambatan kapal dengan bentuk Haluan inverted bow dengan berbagai kondisi trim kapal.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai informasi untuk mengetahui besarnya pengaruh kondisi trim terhadap perubahan nilai tahanan kapal katamaran dengan bentuk haluan Inverted Bow.
2. Sebagai referensi dan acuan untuk penelitian selanjutnya.



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 Februari 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 kondisi trim haluan inverted bow.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Jenis data dalam 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. Data Umum Kapal
 - a. Type Kapal = Kapal Penumpang
 - b. *Gross Tonage* = 100 MT
 - c. Jenis Material Kapal = Aluminium
- C. Ukuran Utama Kapal
- D. Rencana Garis Air (*Lines Plan*) Kapal Katamaran

2.4. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan software Maxsurf Modeller untuk melakukan pemodelan kapal, Maxsurf Stability untuk melihat kondisi trim, serta software Maxsurf Resistance untuk melakukan proses analisa tahanan berbagai kondisi trim kapal katamaran. 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



yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kapal ferry jenis penelitian ini kapal akan dimodelkan dengan menggunakan software Maxsurf. Adapun data Kapal dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 14.

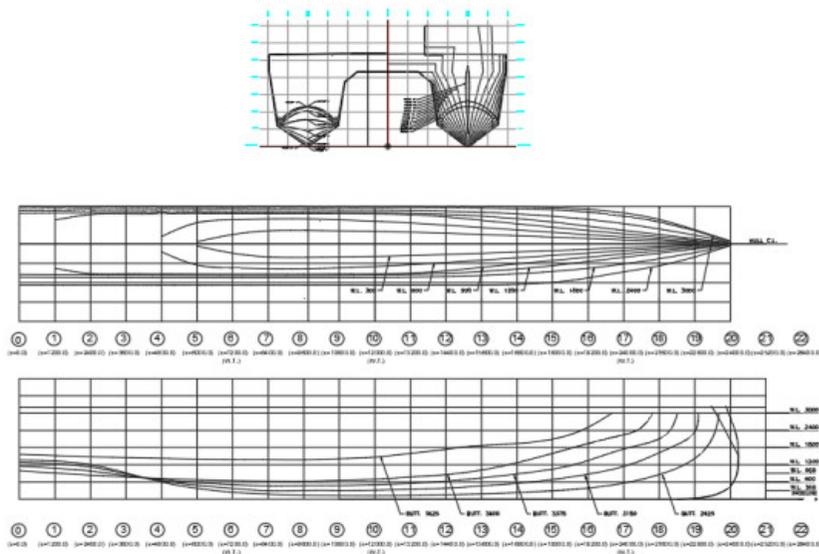
A. Ukuran Utama Kapal

Table 1. Ukuran Utama Kapal

No	Ukuran Utama	Nilai	Satuan
1	Length Over All (LOA)	24,26	m
2	Length Water Line (LWL)	24,26	m
3	Breadth (B)	8	m
4	Depth (H)	3,23	m
5	Draught (T)	1,804	m
6	Kecepatan (V)	12	Knot
7	Daya Mesin Induk	2 x 399	kW

Sumber : Hasil Olah Data

B. Rencana Garis Air (Lines Plan)



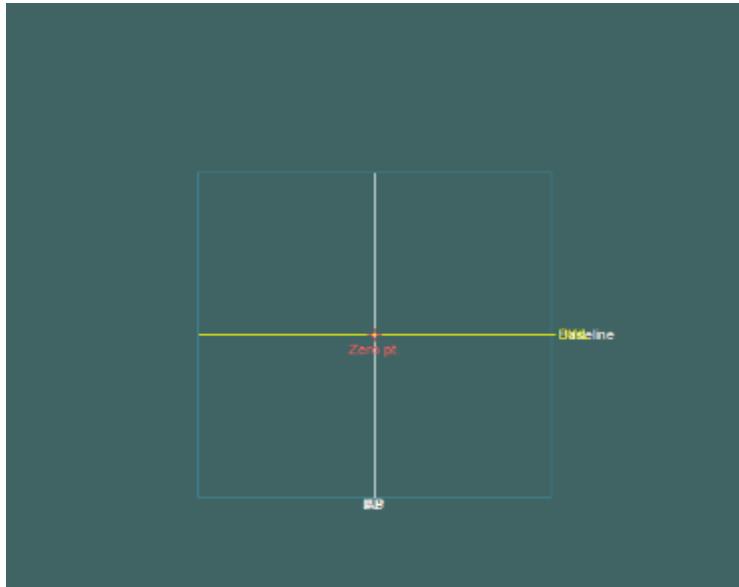
Gambar 14. Lines plan kapal katamaran

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:



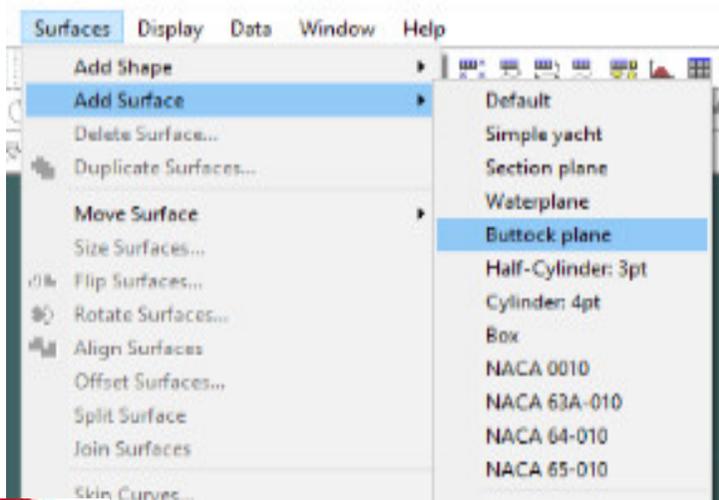
am Maxsurf Modeller, lalu pilih *profile* atau tampak samping yang a Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan profile

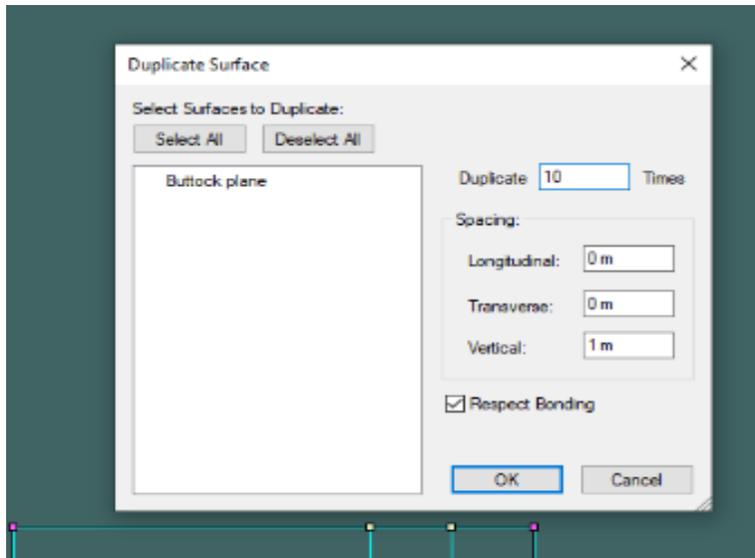
Sumber : Hasil Olah Data

2. Pilih menu *Surface* lalu *Add Surface* dan pilih *Buttock Plane*. Selanjutnya, masukkan ukuran panjang kapal LOA di tampilan *Long Pos* sebagaimana pada Gambar 16.



add surface
Data

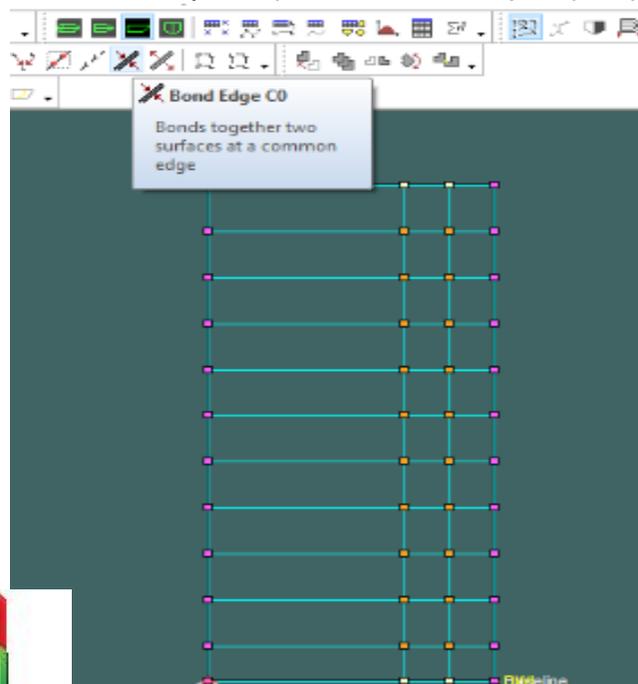
bahkan *Add Control Point*. Setelah itu, pilih menu *Surface* lalu
sebanyak 10 karena yang di desain adalah kapal katamaran
banyak *Surface* seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. Tampilan duplicate surface

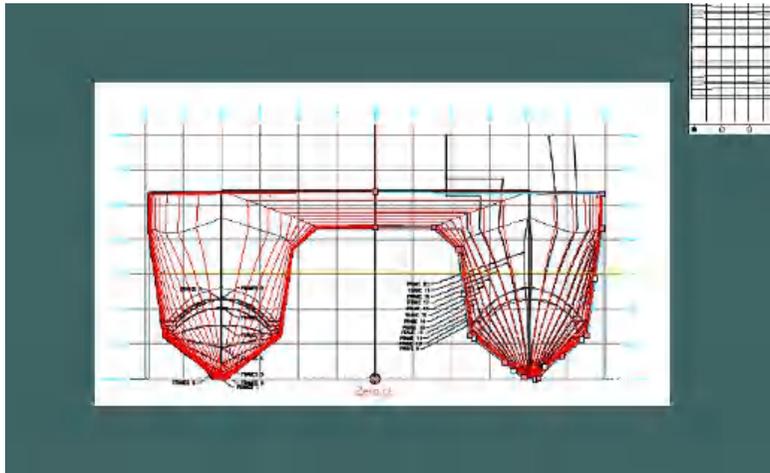
Sumber : Hasil Olah Data

4. Setelah di *Duplicate Surface* kemudian disambungkan masing-masing *Surface* dengan memblok surfacenya lalu pilih menu *Bond Edge* seperti pada Gambar 18.



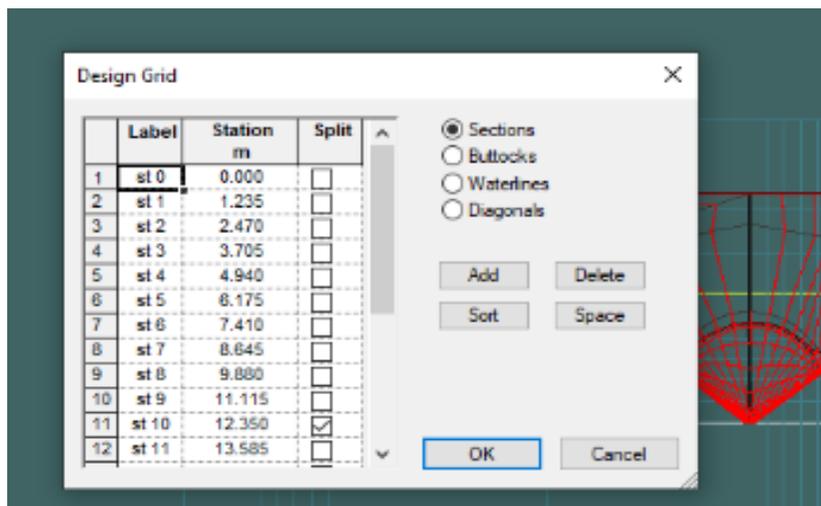
setelah di *bond edge* setiap *surface*
Data

5. Masuk di tampak *body plan*, lalu *Surface* tersebut kita buka satu persatu. Selanjutnya kita sesuaikan bentuk lambung pada kapal katamaran seperti pada Gambar 19.



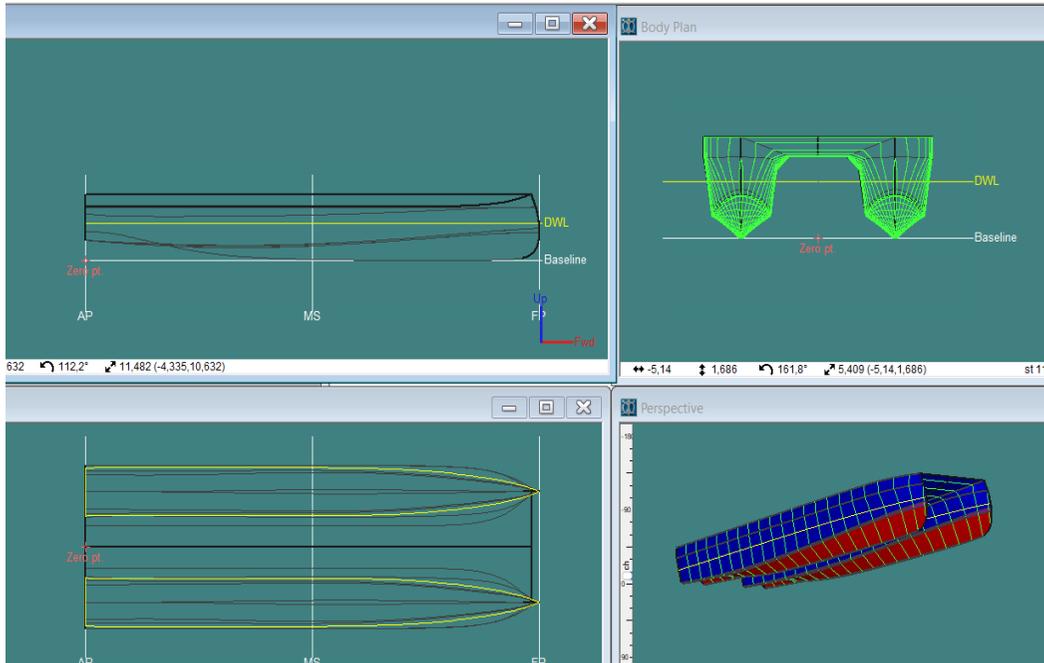
Gambar 19. Pembuatan model lambung
Sumber : Hasil Olah Data

6. Setelah bentuk lambung atau body plannya sudah jadi. Pilih menu data lalu *Design Grid*, tambahkan jumlah *Sections*, *Buttock*, dan *Waterlines* seperti pada Gambar 20.



1 Data Design Grid Untuk *Section*, *Buttock*, *Waterline* Data

2) kapal katamaran sesuai dengan lines plan kapal tersebut seperti



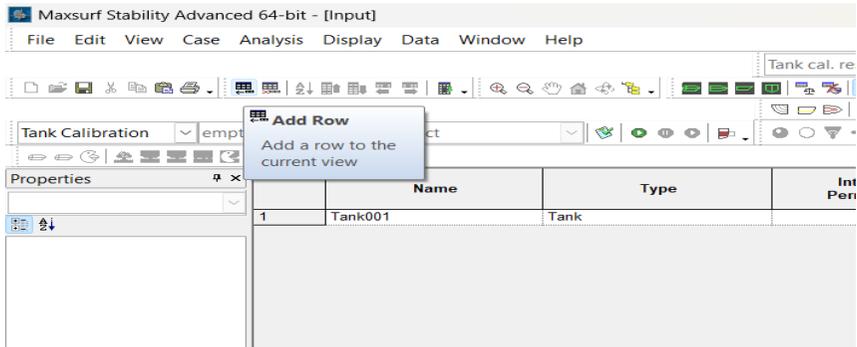
Gambar 21. Tampilan model kapal katamaran
Sumber : Hasil Olah Data

2.4.3. Pembuatan tangki-tangki

Setelah model kulit sudah jadi, langkah selanjutnya adalah membuat tangki-tangki yang ada di dalam kapal. Pembuatan tangki-tangki dalam kapal dilakukan dengan menggunakan software maxsurf stability. Letak dan koordinat titik tangki mengacu pada general arrangement masing-masing kapal. Adapun Langkah-langkah dalam pembuatan tangki-tangki dan kompartemen menggunakan program Maxsurf stability yaitu sebagai berikut :

1. Setelah model kapal katamaran selesai dibuat dengan menggunakan Maxsurf Modeller, langkah selanjutnya adalah pembuatan tangki-tangki dengan cara pada *room definition window* lalu tekan control+a pada keyboard atau add row untuk membuat suatu tangki. Seperti pada Gambar 22.





Gambar 22. Tampilan menu *room definition window*

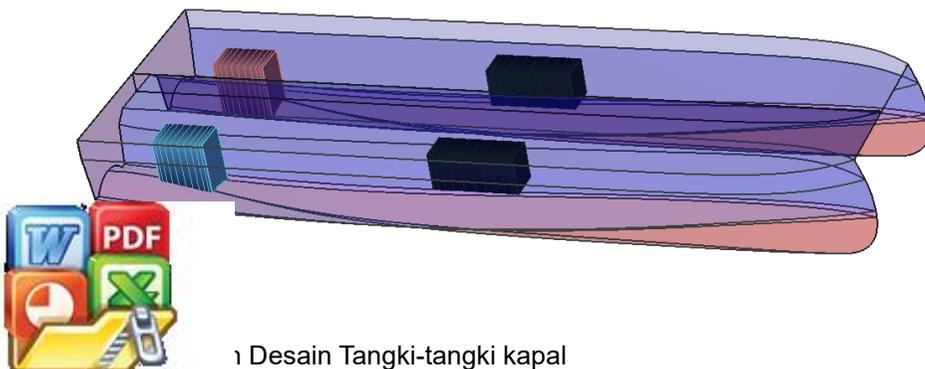
Sumber : Hasil Olah Data

- Setelah menambahkan baris kita masukkan tangki-tangki yang ada pada kapal sesuai dengan letak dan koordinat titik tangki yang mengacu pada *general arrangement* masing-masing kapal. Seperti pada Gambar 23 dan pada Gambar 24 kita dapat melihat bentuk 3D dari tangki-tangki yang kita buat.

Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott m
BW & GW Tank	Tank	100	100	1	Black and Grey	none	1,8	3,5	-2,849	-1,757	2,6	0
F.W Tank	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	1,8	3,5	1,757	2,849	2,6	0
F.O.T Portside	Tank	100	100	0,9443	Fuel Oil	none	10,81	13,515	-2,95	-1,94	2,76	1,568
F.O.T Starboard	Tank	100	100	0,9443	Fuel Oil	none	10,81	13,515	1,94	2,95	2,76	1,568

Gambar 23. Input Data Tangki pada Room definition Window

Sumber : Hasil Olah Data



Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.4.4. Pembuatan loadcase

Untuk pembuatan loadcase pada penelitian digunakan 4 kondisi sesuai *Standard conditions of loading to be examined for passenger ship* sesuai dengan regulasi terbaru yang ditetapkan oleh IMO yaitu IS CODE 2008 Resolution MSC.267(85) dengan pembagian kondisi sebagai berikut

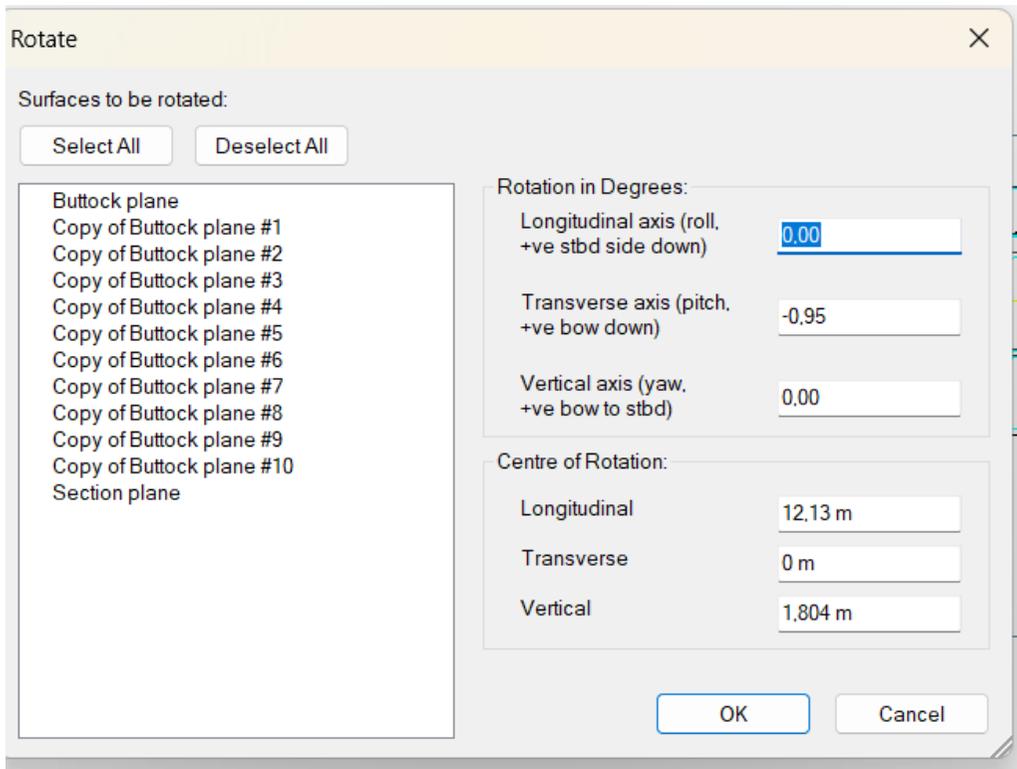
1. Kapal dalam kondisi berangkat dengan muatan penuh, dengan persediaan bahan bakar dan bahan bakar serta jumlah penumpang dan barang bawaan penuh. Pada kondisi ini trim yang didapatkan yaitu 0,821 derajat. Adapun *Loadcase* dan hasil analisa untuk kondisi 1 dapat dilihat pada Lampiran 2.
2. Kapal dalam kondisi tiba dengan muatan penuh, dengan jumlah penumpang dan barang bawaan penuh tetapi hanya tersisa 10% persediaan dan bahan bakar. Pada kondisi ini trim yang didapatkan yaitu 0,946 derajat. Adapun *Loadcase* dan hasil analisa untuk kondisi 2 dapat dilihat pada Lampiran 2.
3. Kapal tanpa kargo, tetapi dengan persediaan dan bahan bakar penuh serta jumlah penumpang dan barang bawaan penuh. Pada kondisi ini trim yang didapatkan yaitu 1,91 derajat. Adapun *Loadcase* dan hasil analisa untuk kondisi 1 dapat dilihat pada Lampiran 2..
4. Kapal dalam kondisi yang sama seperti pada poin 3 di atas dengan hanya tersisa 10% persediaan bahan bakar. Pada kondisi ini trim yang didapatkan yaitu 2,088 derajat . Adapun *Loadcase* dan hasil analisa untuk kondisi 1 dapat dilihat pada Lampiran 2.

2.4.5. Pengkondisian trim model kapal

Setelah didapat kondisi trim pada analisa *Large Angel Stability* pada maxsurf stability berdasarkan 4 kondisi, pada tahap ini model kapal yang sudah Dalam tahapan mengkondisikan trim menggunakan program Maxsurf Modeller digunakan 4 variasi kemiringan, antara lain kondisi trim 0,821 derajat , trim 0,946 derajat, trim 1,91 derajat , dan trim 2,088 derajat . Adapun langkah – langkah dalam memberikan variasi trim menggunakan program Maxsurf Modeller adalah sebagai berikut :

1. Setelah model kapal selesai dibuat dengan menggunakan Maxsurf Modeller, model yang sudah jadi tersebut dikondisikan trim 0,95 derajat dengan cara pada menu surface pilih *rotate surface*, maka akan muncul kotak dialog baru. Pilih menu *Select all* untuk memilih semua surface pada model yang sudah dibuat. Untuk menu *Transverse axis* masukkan nilai -0,95 yang artinya model akan mengalami trim sebesar 0,95 derajat. Untuk nilai minusnya sendiri adalah arah rotasi kebawah untuk bagian buritan. Untuk menu centre of rotation jarak midship untuk *transverse* dan tinggi sarat untuk *vertical* seperti pada ini dimaksudkan supaya yang mengalami rotasi atau putaran pada da titik *zero point*

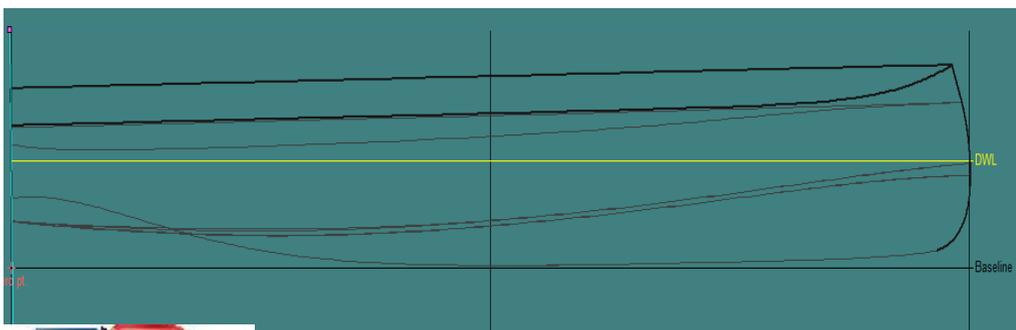




Gambar 25. Tampilan menu rotate surface

Sumber : Hasil Olah Data

2. Selanjutnya yaitu model akan mengalami rotasi seperti pada Gambar 26. Sama halnya pada kondisi trim 0,95 derajat , untuk kondisi trim lainnya dilakukan hal yang sama.

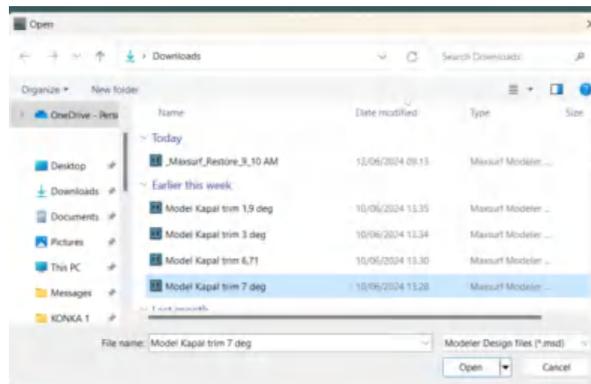


1 profile model kapal trim 0,95 derajat
ata

2.4.6. 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 pengerjaannya diuraikan sebagai berikut:

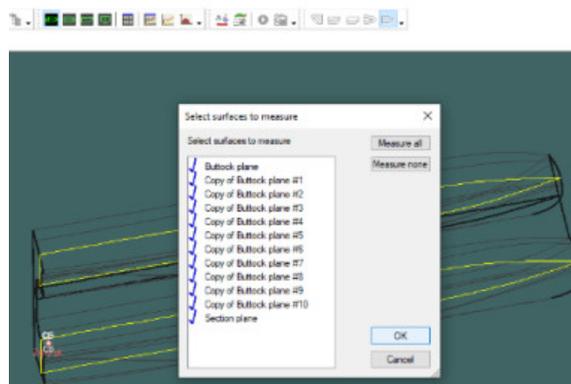
1. Membuka program Maxsurf Resistance dan membuat lembar kerja baru dengan memilih *file* lalu *open design*. Selanjutnya, membuka file yang telah dibuat di Maxsurf Modeller seperti pada Gambar 27.



Gambar 27. Tampilan awal maxsurf resistance

Sumber : Hasil Olah Data

2. Setelah membuka *file* model kapal yang sudah diubah kemiringannya Kemudian, akan muncul katalog baru untuk memilih *surface* yang akan dihitung, lalu pilih *Measure All* seperti pada Gambar 28.

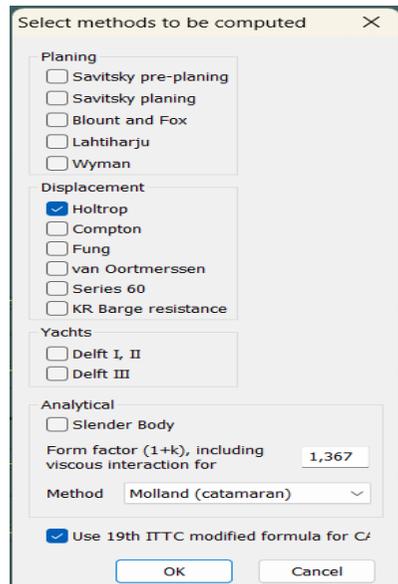


1 pemilihan surface

Data

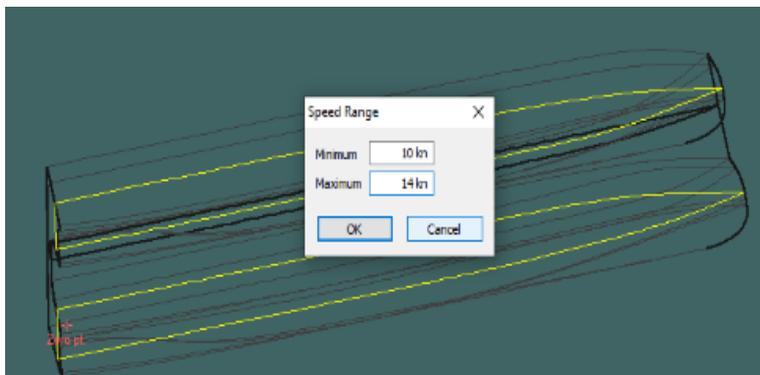
nya yaitu memilih menu *analysis* kemudian akan muncul pilihan *analysis*, *efficiency*. Untuk metode perhitungan tahanannya digunakan untuk *speeds* atau kecepatan di atur mulai dari 10 knots sampai

14 knots, dan untuk *efficiency* pilih 100% yang dapat dilihat pada Gambar 29 dan Gambar 30.



Gambar 29. Pemilihan metode Holtrop

Sumber : Hasil Olah Data



Gambar 30. Pemilihan kecepatan model kapal

Sumber : Hasil Olah Data

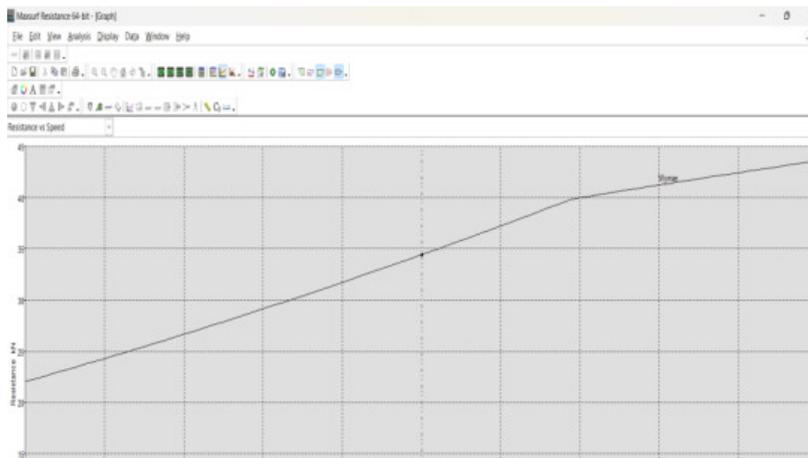
Pada tahap ini model kapal cepat catamaran yang telah dihitung tahanannya, dianalisa untuk mengetahui berapa nilai tahanan pada tiap kondisi trim. Adapun Langkah-langkah dalam menganalisa nilai tahanan model kapal catamaran pada kondisi trim dilakukan



hasil perhitungan tahanan dengan menggunakan metode Holtrop membuka kotak *result* dan *graph*. Seperti pada Gambar 31 dan

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Slender body Resist. (kN)	Slender body Power (kW)	Wyman Resist. (kN)	Wyman Power (kW)
1	10.000	0.442	1.002	calc.	calc.	22.0	113.312
2	10.125	0.448	1.015	calc.	calc.	22.6	117.614
3	10.250	0.454	1.027	calc.	calc.	23.1	122.025
4	10.375	0.459	1.040	calc.	calc.	23.7	126.544
5	10.500	0.465	1.052	calc.	calc.	24.3	131.173
6	10.625	0.470	1.065	calc.	calc.	24.9	135.913
7	10.750	0.476	1.077	calc.	calc.	25.5	140.767
8	10.875	0.481	1.090	calc.	calc.	26.0	145.735
9	11.000	0.487	1.102	calc.	calc.	26.7	150.818
10	11.125	0.492	1.115	calc.	calc.	27.3	156.018
11	11.250	0.498	1.127	calc.	calc.	27.9	161.337
12	11.375	0.503	1.140	calc.	calc.	28.5	166.775
13	11.500	0.509	1.152	calc.	calc.	29.1	172.333
14	11.625	0.514	1.165	calc.	calc.	29.8	178.014
15	11.750	0.520	1.177	calc.	calc.	30.4	183.818
16	11.875	0.525	1.190	calc.	calc.	31.1	189.748
17	12.000	0.531	1.203	calc.	calc.	31.7	195.803
18	12.125	0.537	1.215	calc.	calc.	32.4	201.986
19	12.250	0.542	1.228	calc.	calc.	33.1	208.297
20	12.375	0.548	1.240	calc.	calc.	33.7	214.739
21	12.500	0.553	1.253	calc.	calc.	34.4	221.312
22	12.625	0.559	1.265	calc.	calc.	35.1	228.018
23	12.750	0.564	1.278	calc.	calc.	35.8	234.858
24	12.875	0.570	1.290	calc.	calc.	36.5	241.834
25	13.000	0.575	1.303	calc.	calc.	37.2	248.946
26	13.125	0.581	1.315	calc.	calc.	37.9	256.197
27	13.250	0.586	1.328	calc.	calc.	38.7	263.587
28	13.375	0.592	1.340	calc.	calc.	39.4	271.117
29	13.500	0.597	1.353	calc.	calc.	40.0	277.587
30	13.625	0.603	1.365	calc.	calc.	40.3	282.371
31	13.750	0.608	1.378	calc.	calc.	40.6	287.176
32	13.875	0.614	1.390	calc.	calc.	40.9	292.001
33	14.000	0.619	1.403	calc.	calc.	41.2	296.845
34	14.125	0.625	1.415	calc.	calc.	41.5	301.709
35	14.250	0.631	1.428	calc.	calc.	41.8	306.591
36	14.375	0.636	1.441	calc.	calc.	42.1	311.492
37	14.500	0.642	1.453	calc.	calc.	42.4	316.411
38	14.625	0.647	1.466	calc.	calc.	42.7	321.346
39	14.750	0.653	1.478	calc.	calc.	43.0	326.299
40	14.875	0.658	1.491	calc.	calc.	43.3	331.268
41	15.000	0.664	1.503	calc.	calc.	43.6	336.253

Gambar 31. Data nilai tahanan hasil perhitungan
 Sumber : Hasil Olah Data



Gambar 32. Kurva nilai tahanan
 Data



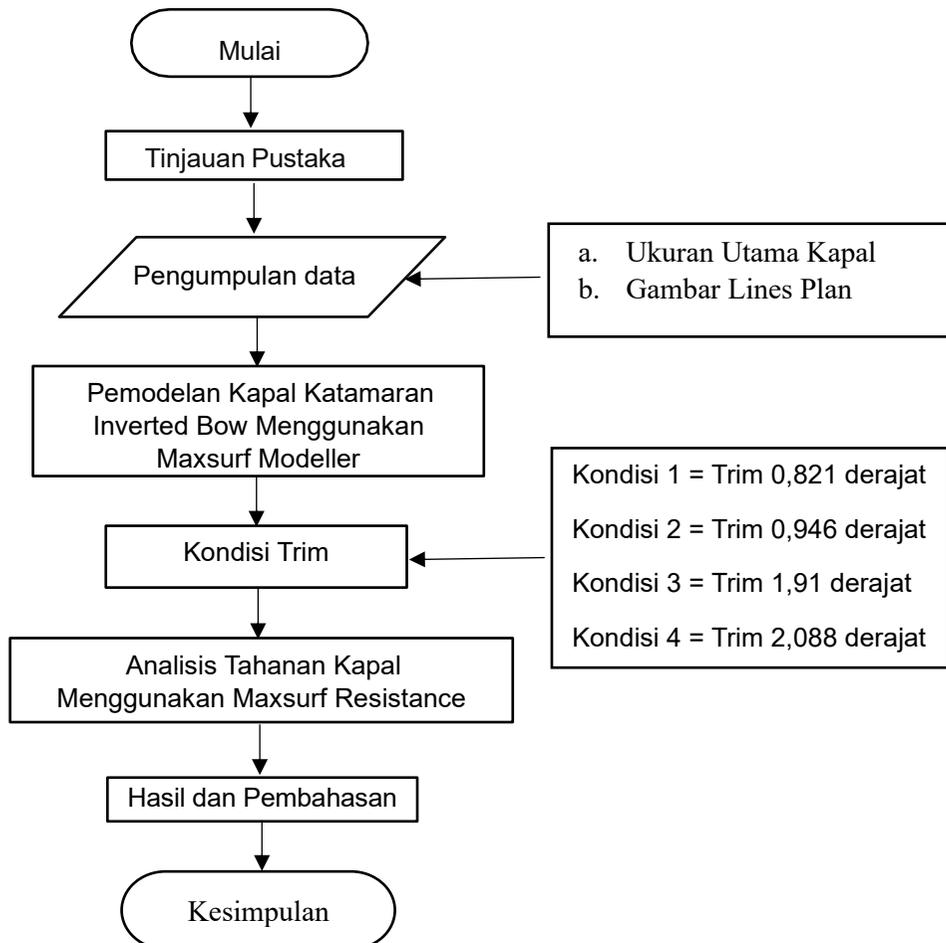
nilai tahanan model kapal dengan berbagai kondisi trim

2.4.7. 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 33.



Gambar 33. Kerangka pikir penelitian

