

KONSEPTUAL DESAIN KAPAL WISATA BERDASARKAN BENTUK IKAN
LUMBA-LUMBA DAN PERTIMBANGAN HIDRODINAMIKA

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

SKRIPSI



MOH AL FADLIL WAFI

D031171022

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA 2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mengikuti Seminar dan Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Perkapalan Program Studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Judul Skripsi

KONSEPTUAL DESAIN KAPAL WISATA BERDASARKAN BENTUK IKAN LUMBA - LUMBA DAN PERTIMBANGAN HIDRODINAMIKA

Disusun Oleh :

Moh. Al. Fadlil Wafi
D031171022

Gowa, 04 Maret 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.
Nip. 19730206 200012 1 002

Pembimbing II

Andi Dian Eka Anggriani, ST., MT
Nip. 19870824 201903 2 009

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.
Nip. 19730206 200012 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Moh, Al Fadlil Wafi
NIM : D031171022
Program Studi : Teknik Perkapalan
Jenjang : SI

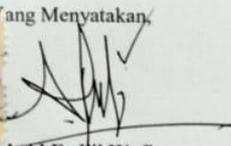
Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

“Konseptual Desain Kapal Wisata Berdasarkan bentuk Ikan Lumba-Lumba dan Pertimbangan Hidrodinamika”

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 04 Maret 2022

Yang Menyatakan,

Moh Al Fadlil Wafi



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas khadirat Allah SWT, Karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir penelitian ini. Berdasarkan hasil seminar proposal, judul penelitian yang dikaji adalah:

KONSEPTUAL DESAIN KAPAL WISATA BERDASARKAN BENTUK IKAN LUMBA-LUMBA DAN PERTIMBANGAN HIDRODINAMIKA

Pengerjaan tugas akhir ini merupakan persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk mendapat gelar Sarjana Teknik pada program Study Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyusun menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini adalah suatu kebanggaan tersendiri bagi penyusun karena tantangan dan hambatan yang menghadang selama mengerjakan Tugas Akhir ini dapat terlewati dengan usaha dan upaya yang sungguh-sungguh dari penulis.

Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal oleh sebab itu, disini penulis menyampaikan rasa terima kasih sedalam – dalamnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda alm. Djafar M. Achmad dan Ibunda Sitti Nurmala Azis terima kasih atas kesabaran, pengorbanan, nasehat dan yang terutama doa yang tak putus-putusnya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan studi yang memakan waktu yang cukup lama ini dengan baik, juga untuk kakek, nenek, dan kakak penulis, yaitu: Hi. Azis dg Leo, Hj Nio, dr. Marini Zatil Hidayah, Mildana Zahra atas perhatian dan dukungannya
2. Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT. selaku Pembimbing I Sekaligus Ketua Departemen Teknik perkapalan Universitas Hasanuddin dan Ibu Andi Dian Eka Anggraini, ST., MT. selaku pembimbing II yang telah

banyak memberikan bimbingan dan kesabaran dalam membimbing juga mendidik penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

3. Prof.Ir. Mansyur Hasbullah, MEng, dan Ibu Dr. Eng. A. Ardianti, ST., MT. selaku dosen Penguji dalam Tugas Akhir ini.
4. Ibu Wihdat Djafar, ST., MT., MlogsupChMgmt , selaku Penasehat Akademik yang selalu membimbing dan mendidik penulis selama masa perkuliahan.
5. Ibu Uti, Pak Afif dan Pak Rio selaku staff Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabaran selama penulis mengurus segala persuratan dikampus.
6. Kepada teman teman PERIZCOPE17, terima kasih telah memberi pengalaman tentang rasa kebersamaan dan kekeluargaan menjadi anak kapal selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Teknik Perkapalan.
7. Kepada teman-teman labo hidrodinamika ANDROMAX17, terimah kasih untuk segala masukan dan dukungan yang telah di berikan.
8. Kepada saudara-saudara ANKER (Irham, Zidan, Saldi, Dicky, Fadlu, Eky, Ryan, Afrian, Ade, Rama, Nanang, Aman), terima kasih atas segala kebersamaan, suka dan duka yang kita alami bersama selama ini.
9. Kepada saudara Ode Fawas yang telah banyak memberikan bantuan dan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini,
10. Untuk Anggota SKM (Satuan Konservasi Maritim), terimah kasih atas pengalaman – pengalaman berorganisasi dan rasa kekeluargaan yang erat.
11. Kepada kanda-kanda senior dan adik-adik junior yang penulis tidak bias sebutkan satu persatu.
12. Yang terakhir penulis mengucapkan terima kasih untuk seluruh pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang memiliki peranan dan kontribusi di dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi semua pihak yang berkenaan untuk membaca dan mempelajarinya.

Makassar, Januari 2021

Penulis

ABSTRAK

Moh. Al Fadlil Wafi, 2022. “ KONSEPTUAL DESAIN KAPAL WIASATA BERDASARKAN BENTUK IKAN LUMBA-LUMBA DAN PERTIMBANGAN HIDRODINAMIKA”. (Dibimbing oleh Suandar Baso dan Andi Dian Eka Angriani)

Ekosistem terumbu karang yang sedang naik daun menyajikan keindahan bawah laut dari jenis-jenis spesies terumbu karang nya dan ikan-ikan hias yang memang habitatnya di terumbu karang ini. Tak hanya itu Indonesia mempunyai keunggulan lain yaitu Indonesia merupakan salah satu kawasan Coral Triangel dunia dimana sebanyak 590 jenis spesies karang yang ada di Indonesia atau sebanyak 30% jenis spesies terumbu karang di dunia berada di Indonesia. Kapal wisata sebagai moda transportasi laut menjadi sangat penting belakangan ini mengingat Banyak nya potensi wisata bahari yang ada di indonesia. Kapal yang ada saat ini sudah mengalami berbagai perkembangan hingga menjadi transportasi berteknologi dan inovasi tinggi. Untuk lebih menarik wiasatawan maka diperlukan inovasi yang belum ada di Indonesia. Adalah kapal wisata berjenis yacht yang terinspirasi dari bentuk ikan lumba-lumba tentunya sangat unik, sebelumnya bentuk ikan lumba-lumba sudah digunakan sebagai refrensi pembuatan kapal selam. Disini Penulis juga ingin mengimplementasikan bentuk ikan lumba lumba sebagai kapal wisata tentunya sangat menarik dan unik pastinya memberikan kesan yang berbeda bagi para penumpang. Dari serangkaian proses desain dengan mengacu pada aturan dan regulasi yang ada, maka didapatkan $LBP = 26.5$ m, $B = 7.5$ m, $H = 3$ m, $T = 1.2$ m, dengan kapasitas penumpang sebanyak 8 orang. Setelah di dapatkan ukuran utama ini, dilanjutkan dengan anslisis stabilitas, analisis tahanan, pembuatan lines plan, general arrangement dan desain 3D.

Kata Kunci : Yacht, Kapal, Wisata, Lumba-lumba.

ABSTRACT

Moh. Al Fadlil Wafi, 2022. "CONCEPTUAL DESIGN OF TOURISM SHIP BASED ON THE SHAPES OF DOMBES AND HYDRODYNAMIC CONSIDERATIONS". (Supervised by Suandar Baso and Andi Dian Eka Angriani)

A rising coral reef ecosystem presents the underwater beauty of the types of coral reef species and ornamental fish that are their habitat on this coral reef. Not only that, Indonesia has another advantage, namely Indonesia is one of the world's Coral Triangel areas where as many as 590 types of coral species in Indonesia or as many as 30% of the world's coral reef species are in Indonesia. Tour boats as a mode of marine transportation have become very important lately considering the many potentials for marine tourism in Indonesia. The existing ships have undergone various developments to become high-tech and innovative transportation. To attract more tourists, innovations are needed that do not yet exist in Indonesia. This is a yacht-type tourist ship that is inspired by the shape of a dolphin, which is certainly very unique, previously the shape of a dolphin has been used as a reference for making submarines. Here the author also wants to implement the shape of a dolphin as a tourist ship, which is certainly very interesting and unique, and certainly gives a different impression to the passengers. From a series of design processes with reference to existing rules and regulations, LBP = 26.5 m, B = 7.5 m, H = 3 m, T = 1.2 m, with a passenger capacity of 8 people. After obtaining this main measure, it is continued with stability analysis, resistance analysis, making lines plan, general arrangement and 3D design.

Keywords: Yachts, Ships, Tourism, Dolphins.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN	III
KATA PENGANTAR	IV
ABSTRAK.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL.....	XIV
DAFTAR SIMBOL	XV
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Metode Desain Kapal	5
2.2 Tahapan Desain Kapal	6
2.3 Kapal Wisata.....	8
2.4 Jenis - jenis kapal wisata.....	9
2.5 Bentuk Lumba-lumba	13
2.6 Bentuk Lambung.....	14
2.6.1 Haluan X-Bow.....	14
2.6.2 Lambung Semi-Trimaran	16
2.7. Hidrostatik Kapal	17
2.8. Tahanan Kapal	18
2.9. Stabilitas Kapal	22
2.10. Maxsurf Pro	23
2.10.1. Maxsurf Modeller	24

2.10.2. Maxsurf Resistance	26
2.10.3. Maxsurf Stability	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.1.1 Lokasi penelitian	28
3.1.2 Waktu penelitian.....	28
3.2 Jenis Penelitian.....	28
3.3 Metode Pengumpulan Data	28
3.4 Metode Pengolahan Data.....	28
3.4.1 Kajian Pustaka	28
3.4.2 Pemodelan Kapal Wisata	28
3.4.3 Analisa Hidrodinamika kapal	29
3.4.4 Hasil	29
3.4.5 Penarikan Kesimpulan	29
3.5 Kerangka Pemikiran	30
BAB IV ANALISIS TEKNIS	31
4.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal	31
4.2. Pemodelan Lambung kapal Kapal.....	32
4.3. Penentuan Koefisien Bentuk Badan Kapal.....	33
4.4. Perhitungan Teknis	35
4.4.1. Analisis Tahanan Kapal.....	35
4.4.2. Pemilihan Mesin Induk dan Mesin Bantu.....	38
4.4.3. Estimasi Berat Kapal	40
4.4.4. Analisis Stabilitas Kapal.....	44
4.4.5. Analisis Trim Kapal	49
4.4.6. Desain Rencana Garis.....	53
4.4.7. General Arrangement	55
4.4.8. Desain 3D <i>Yacht</i>	64
4.4.9. Layout Desain Interior.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73

LAMPIRAN.....	75
LAMPIRAN A.....	76
LAMPIRAN B.....	78
LAMPIRAN C.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 : Diagram Desain Spiral	6
Gambar 2. 2 : <i>Kapal Wisata</i>	9
Gambar 2. 3 : Typologi utama <i>motor yacht</i>	10
Gambar 2. 4 : Skecth of dolphin and body contours by Cayley)	13
Gambar 2. 5 : Perbandingan gelombang menggunakan haluan X-Bow dan haluan biasa.....	15
Gambar 2. 6 : kurva stabilitas	16
Gambar 2. 7 : Gaya yang Bekerja Pada Kapal.....	18
Gambar 2. 8 : Sistem Kordinat 3D model Maxsurf	24
Gambar 4. 1 : Hasil Pemodelan Tampak Samping	33
Gambar 4. 2 : Midship	33
Gambar 4. 3 : Data Hidrostatik	34
Gambar 4. 4 : Grafik Resistance terhadap speed	38
Gambar 4. 5 : Mesin Utama Volvo IPS 1350	39
Gambar 4. 6 : Mesin Bantu Volvo D7A TA	40
Gambar 4. 7 : Hasil perencanaan tangki tangki	45
Gambar 4. 8 : Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Full Loaded & Full Consumable	47
Gambar 4. 9 : Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Full Loaded & 10% Consumable	48
Gambar 4. 10 : Hasil Perhitungan Trim Kondisi <i>full loaded & full consumable</i>	51
Gambar 4. 11 : Kondisi Trim <i>full loaded & full consumable</i>	51
Gambar 4. 12 : Hasil Perhitungan Trim Kondisi <i>full loaded & 10% consumable</i> ..	52
Gambar 4. 13 : Kondisi Trim <i>full loaded & 10% consumable</i>	53
Gambar 4. 14 : Desain Lines Plan dengan Maxsurf Pro	54
Gambar 4. 15 : Lines Plan Yacht Lumba-lumba.....	55
Gambar 4. 16 : Dimensi Liferaft	62
Gambar 4. 17 : General Arrangement Yacht Lumba-lumba.....	63
Gambar 4. 18 : Side View	64
Gambar 4. 19 : Front View	64
Gambar 4. 20 : Back View	65
Gambar 4. 21 : Back Pespective View	65
Gambar 4. 22 : Front Perspective View	66
Gambar 4. 23 : Top View.....	66
Gambar 4. 24 : Front Perspective View	67
Gambar 4. 25 : Back Perspective View	67
Gambar 4. 26 : Top View.....	68
Gambar 4. 27 : Back View	68
Gambar 4. 28 Layout Kamar (A)	69

Gambar 4. 29 Layout Kamar (B)	69
Gambar 4. 30 Layout Interior Main deck.....	70
Gambar 4. 31 Layout Interior Upper Deck	70

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data ukuran utama	31
Tabel 4. 2 Ukuran Utama Awal Kapal.....	32
Tabel 4. 3 Ukuran Utama Kapal Rancangan.....	32
Tabel 4. 4 Hasil Tahanan Kapal.....	37
Tabel 4. 5 Rekapitulasi berat DWT.....	42
Tabel 4. 6 Tabel Berat Komponen Konstruksi Kapal	43
Tabel 4. 7 Rekapitulasi berat LWT	43
Tabel 4. 8 Koreksi Displasmen	44
Tabel 4. 9 Data Input Stabilitas Kondisi Full Loaded & Full Consumable	46
Tabel 4. 10 Evaluasi Stabilitas Kondisi Full Loaded & Full Consumable	47
Tabel 4. 11 Data Input Stabilitas Kondisi Full Loaded & 10% Consumable	48
Tabel 4. 12 Evaluasi Stabilitas Kondisi Full Loaded & 10% Consumable	49
Tabel 4. 13 Load Case Window	49
Tabel 4. 14 Input data beban Kondisi full loaded & full consumable	50
Tabel 4. 15 Input data beban Kondisi full loaded & 10% consumable.....	52
Tabel 4. 16 Peletakan sekat.....	56
Tabel 4. 17 Peletakan Tangki – Tangki	56
Tabel 4. 18 Pembagian ruangan Lower Deck	57
Tabel 4. 19 Pembagian ruangan Maindeck	57
Tabel 4. 20 Pembagian ruangan Top Deck	58
Tabel 4. 21 Ketentuan jumlah lifebuoy	58
Tabel 4. 22 Perencanaan jumlah dan peletakan lifebuoy	59
Tabel 4. 23 Kriteria ukuran lifejacket	60
Tabel 4. 24 Perencanaan dan peletakan Lifejacket	61

DAFTAR SIMBOL

- L = Panjang kapal (m)
Loa = Length overall (m)
Lbp = Length perpendicular (m)
Lwl = Length of waterline (m)
T = Sarat kapal (m)
H = Tinggi lambung kapal (m)
B = Lebar keseluruhan kapal (m)
Vs = Kecepatan dinas kapal (knot)
Fn = Froude number
Rn = Reynolds number
CB = Koefisien blok
Cp = Koefisien prismatic
Cm = Koefisien midship
Cwp = Koefisien water plane
 ρ = Massa jenis (kg/m³)
g = Percepatan gravitasi (m/s²)
 Δ = Displacement kapal (ton)
 ∇ = Volume displacement (m³)
LCB = Longitudinal center of bouyancy (m)
VCG = Vertical center of gravity (m)
LCG = Longitudinal center of gravity (m)
LWT = Light weight tonnage (ton)
DWT = Dead weight tonnage (ton)
RT = Hambatan total kapal (N)
Ctot = Koefisien total dari hambatan
WSA = Luasan permukaan basah (m²)

ν = Koefisien viskositas kinematik (m^2/s)

Θ = Faktor interferensi gesek

σ = Faktor interferensi dari penambahan kecepatan

β = Faktor interferensi hambatan gesek

τ = Faktor interferensi hambatan gelombang

$(1+\beta k)$ = Catamaran viscous resistance interference

CW = Koefisien hambatan gelombang

CF = Koefisien hambatan gesek

CT = Koefisien hambatan total

η = Koefisien dari efisiensi

EHP = Effectif horse power (hp)

THP = Thrust horse power (hp)

DHP = Delivered horse power (hp)

BHP = Brake horse power (hp)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara kepulauan yang mempunyai panjang garis pantai 95.181 km dan merupakan Negara yang mempunyai garis pantai terpanjang ke-2 setelah Negara Kanada. Hal ini merupakan sebuah asset yang sangat besar bagi Negara Indonesia khususnya untuk sumberdaya di bidang kelautan, mengingat Indonesia merupakan Negara yang mempunyai keanekaragaman yang sangat tinggi sehingga Indonesia di juluki juga dengan sebut Negara mega biodiversity ini merupakan potensi yang sangat besar untuk di eksplor.

Ekosistem terumbu karang yang sedang naik daun ini menyajikan keindahan bawah laut dari jenis-jenis spesies terumbu karang nya dan ikan-ikan hias yang memang habitatnya di terumbu karang ini. Tak hanya itu Indonesia mempunyai keunggulan lain yaitu Indonesia merupakan salah satu kawasan Coral Triangel dunia dimana sebanyak 590 jenis spesies karang yang ada di Indonesia atau sebanyak 30% jenis spesies terumbu karang di dunia berada di Indonesia.

Kapal wisata sebagai moda transportasi laut menjadi sangat penting belakangan ini mengingat Banyak nya potensi wisata bahari yang ada di Indonesia. Kapal yang ada saat ini sudah mengalami berbagai perkembangan hingga menjadi transportasi berteknologi dan inovasi tinggi.

Widhiya Wisnuwardhana dosen kesenian Universitas Indonesia dalam kuliah umumnya mengatakan bahwa Artistika dan Estetika adalah sebuah nilai. Artistika dan estetika sesungguhnya saling berhubungan satu sama lain terutama jika dikaitkan dengan unsur-unsur seni baik seni luksi, tari, drama, sastra, busana, maupun seni bangunan. Artistik adalah suatu unsur nilai keindahan yang melekat pada sebuah karya seni hasil cipta kemahiran

seseorang atau sebuah tim. Penciptaan karya seni yang memiliki nilai artistik sangat tergantung kepada pengalaman artistik penciptanya. Estetika merupakan cabang yang sangat dekat dengan filosofi seni. Estetika adalah suatu bidang ilmu yang membahas bagaimana suatu keindahan itu bisa terbentuk serta bagaimana keindahan tersebut dapat disadari dan dirasakan manusia. (fib.ui, 2019). Maka dari itu nilai artistik sebuah kapal wisata juga penting karena kapal wisata merupakan sebuah kapal yang digunakan secara khusus untuk tujuan melakukan rekreasi / perjalanan wisata.

Berdasarkan uraian dan hasil penelitian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian serupa dengan judul penelitian: KONSEPTUAL DESAIN KAPAL WISATA BERDASARKAN BENTUK IKAN LUMBA-LUMBA DAN PERTIMBANGAN HIDRODINAMIKA .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berapakah ukuran utama yang sesuai untuk kapal tersebut ?
2. Bagaimana kapal tersebut dapat memenuhi kriteria regulasi yang ada ?
3. Bagaimana desain yang sesuai dengan bentuk anatomi lumba - lumba meliputi rencana garis (lines plan, dan rencana umum (general arrangement)?
4. Bagaimana bentuk desain 3D kapal yacht ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan Perhitungan ukuran utama kapal.
2. Melakukan analisis teknis sesuai regulasi yang ada.
3. Mendesain kapal sesuai dengan bentuk anatomi lumba-lumba meliputi rencana garis (linesplan), dan rencana umum (general arrangement),
4. Membuat desain 3D kapal menggunakan *software Rhinoceros*

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, sebagai berikut :

1. Desain yang dibahas hanya sebatas *concept design*.
2. Jenis kapal wisata yang diambil yaitu jenis kapal *Yacht*
3. Desain kapal rancangan diambil dari bentuk lumba-lumba.
4. Hasil dari penelitian ini adalah desain Rencana Garis, Rencana Umum, desain 3D, dan Perhitungan nilai hidrodinamika.
5. Desain 3D menggunakan *software Rhinoceros*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah

1. Sebagai informasi dan referensi mengenai ide ide mendesain kapal yang artistik.
2. Sebagai masukan bagi perancang kapal dalam merancang kapal wisata.
3. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang bentuk kapal lumba-lumba .

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir (skripsi) ini meliputi sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan tentang teori-teori gambaran wilayah penelitian, berbagai literatur yang menunjang pembahasan dan digunakan sebagai dasar pemikiran dari penelitian ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dikemukakan mengenai lokasi atau daerah penelitian, waktu penelitian, jenis penelitian, jenis data, metode pengolahan data, dan kerangka pikir penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan uraian mengenai pembahasan permasalahan yang diteliti yaitu desain bentuk kapal artistik dan pertimbangan hidrodinamikanya dengan menggunakan *software Maxsurf*.

BAB V : PENUTUP

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Metode Desain Kapal

Ada beberapa metode yang dipakai dalam mendesain kapal dari beberapa metode desain yang akan di gunakan dipilih berdasarkan tujuan dan data yang tersedia dari desain kapal sebelumnya. Macam – macam metode dalam mendesain kapal yaitu:

a) Parent Design Approach

Parent design approach merupakan Metode dalam mendesain kapal dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Keuntungan dalam penggunaan metode ini adalah dapat mendesain kapal lebih cepat karena performance kapal yang dijadikan acuan telah terbukti (Widjatkiko, 2017).

b) Trend Curve Approach

Metode statistik dengan menggunakan persamaan regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama kapal. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian didapatkan suatu koefisien yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal (Widjatkiko, 2017).

c) Iteratif Design Approach

Metode desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing (trial and error)*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada (Widjatkiko, 2017).

d) Parametric Design Approach

Metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter seperti panjang kapal, lebar kapal, sarat kapal, koefisien blok, titik gaya apung, dan lain-

Pada desain spiral proses desain dibagi menjadi tahapan-tahapan, yaitu :

a) Concept design

Tahap awal dalam proses desain dimana tahapan ini memiliki peranan untuk menerjemahkan *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan dasar dari kapal yang akan didesain. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa ukuran utama kapal, dan gambar secara umum (Widjatmiko, 2017).

b) Preliminary Design

Tahap ini merupakan tahapan pendalaman teknis lebih dalam yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. *Preliminary design* ini merupakan iterasi kedua pada desain spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Selain itu, proses yang dilakukan pada tahap ini antara lain adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain. Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan yang terkait dengan performance kapal (Widjatmiko, 2017).

c) Contract Design

Tahap dimana masih dimungkinkannya terjadi perbaikan hasil dari tahap preliminary design, sehingga desain yang dihasilkan lebih detail dan teliti. Tujuan utama pada contract 10 design adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Dalam contract design terdapat komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi: *arrangement drawing*,

structural drawing, structural details, propulsion arrangement, machinery selection, propeller selection, generator selection, electrical selection, dan lain-lain. Seluruh komponen tersebut biasa juga disebut sebagai *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal yang sesuai dengan permintaan pemilik kapal (Widjatkiko, 2017).

d) Detail Design

Tahap ini merupakan tahap yang terakhir dalam mendesain sebuah kapal, pada tahap ini dilakukan pekerjaan yang lebih mendetail dari *key plan drawing* menjadi *production drawing* atau gambar produksi yang nantinya akan digunakan sebagai gambar arahan kerja untuk membangun kapal. Tahap ini mencakupi seluruh rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Di samping itu pada tahap ini diberikan pula petunjuk mengenai instalasi dan detail konstruksi (Widjatkiko, 2017).

Terlepas dari kenyataan bahwa fase desain untuk kapal pesiar sama dengan kapal dan perahu pada umumnya, ada satu perbedaan utama dan sangat penting yaitu, estetika (eksternal dan interior), kenyamanan dan kemewahan menjadi acuan penting dalam konsep desain kapal yacht. Kualitas sangat penting untuk menarik keinginan dari pemilik kapal dan sering kali menjadi motivasi untuk membeli kapal pesiar. Namun demikian, kapal tersebut juga harus aman, memiliki kinerja yang tinggi, namun mudah dikelola dan ditangani oleh awak kapal. Proses desain dasar harus mengkonsolidasikan persyaratan yang saling bertentangan ini melalui fase kelayakan (desain konsep) dan desain awal, hingga desain akhir. (Mulder, 1996).

2.3 Kapal Wisata

Kapal Pesiar merupakan jenis kapal mewah dari kapal penumpang pada umumnya. Tidak seperti kapal feri, kapal pesiar dilengkapi fasilitas yang memanjakan penumpangnya. Tujuan dari penumpang menaiki kapal pesiar adalah untuk menikmati waktu dan fasilitas yang dihabiskan di atas kapal. Kapal pesiar tidak selalu merupakan antar benua (*ocean liner*). Kapal pesiar dengan dimensi

yang lebih kecil dan sarat yang lebih rendah dapat digunakan sebagai kapal pesiar trayek pendek (*cruise ferry*) atau juga lintas sungai (*cruise river*) (Rudy, 2012).



Gambar 2. 2 : Kapal Wisata

Sumber:

<https://cdn4.uzone.id/assets/uploads/Uzone/Lifestyle/EL/Eclipse%20OK.jpg/1200>

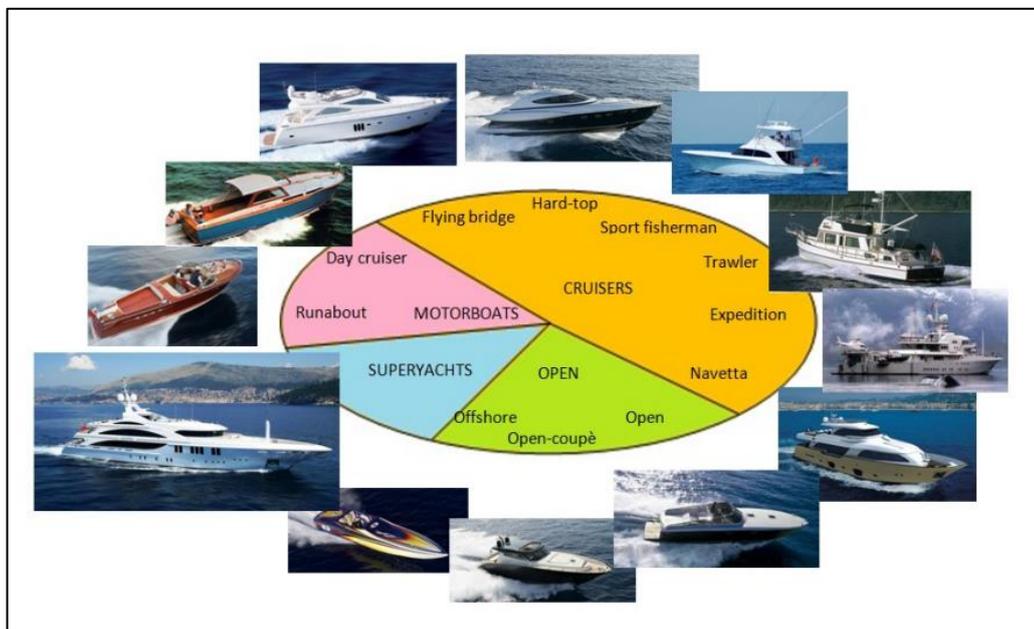
Kapal pesiar sebagai salah satu industri yang menyediakan paket liburan mewah terus mengalami perkembangan. Destinasi wisata yang awalnya hanya tersedia untuk benua Eropa dan Amerika kini telah membidik pasar Asia (Citra, 2017).

2.4 Jenis - jenis kapal wisata

Saat ini armada kapal pesiar motor di seluruh dunia terdiri dari sejumlah besar kapal dengan berbagai tipologi: untuk memberikan gambaran umum yang dapat dikelola tentang tipologi ini, kategori kapal pesiar yang paling penting secara singkat diuraikan di bawah ini sebagai fungsi komersial dan teknis yang relevan.

Karakteristik Dari sudut pandang komersial, pembagian utama adalah antara kapal layar dan kapal pesiar motor. (ISSC, 2012)

Dalam kapal pesiar motor, subdivisi yang paling umum adalah relatif terhadap kapal pesiar panjang keseluruhan Loa, karena parameter ini adalah angka referensi untuk operasi teknis, birokrasi dan komersial. Saat ini, kriteria yang diterima di seluruh dunia adalah mengkarakteristikan yacht dengan panjang keseluruhan di bawah atau di atas 24 m. Pada panjang yang lebih besar dari yacht ini dibagi lagi ke dalam kategori yang lebih subjektif seperti '*mega yachts*', '*giga yachts*', '*dream yachts*' tetapi tanpa korespondensi objektif yang jelas untuk rentang panjang. (ISSC, 2012)



Gambar 2. 3 : Typologi utama *motor yacht*

Subdivisi ketiga mengacu pada tipologi lambung: *monohull* atau *multihull*. Sementara konfigurasi catamaran dan trimaran tersebar luas di dunia pelayaran, sangat sedikit contoh multihull yang ada sebagai motor yacht, sebagian besar diwakili oleh monohull. (ISSC, 2012)

Subdivisi terakhir, mungkin yang paling penting dari sudut pandang struktural, adalah relatif terhadap bahan konstruksi yang sangat mempengaruhi

prosedur desain dan teknologi produksi. Berikut ini penjelasan singkat tentang tipologi kapal pesiar yang paling penting, seperti dirangkum dalam Gambar diatas.(ISSC, 2012)

a. Kapal Motor

Pada tahun 1930-an, dengan peningkatan mesin pembakaran internal berkaitan dengan daya, berat dan biaya, industri kapal diidentifikasi sektor bisnis baru yang menarik dalam penyebaran berperahu pada tingkat populer. Produksi intensif kapal motor kecil dan cepat terjadi dan dalam beberapa tahun banyak galangan kapal baru lahir di pantai Amerika dan Eropa. Produk khas dari tren ini adalah 'runabout'; dengan panjang di bawah 8 atau 9 m, lambung datar dan dilengkapi dengan mesin bensin yang berasal dari industri mobil, mereka dapat mencapai kecepatan lebih dari 30 knot. Sepenuhnya dibangun dari kayu (papan cedar atau mahoni), direkatkan dan dipaku dengan baut tembaga, kapal ini tidak memiliki dek, dengan semua ruang kru sepenuhnya terbuka, atau paling banyak ditutupi oleh tenda kecil atau *hardtop* yang dapat dilepas. Mereka memiliki tata letak mobil yang sama dengan kursi, bangku, kursi berjemur, dan posisi mengemudi dengan dasbor yang rumit. Nama yang sangat terkenal untuk tipologi ini adalah Chris Craft, Gar Wood dan Hacker dari USA dan Riva of Italy (ISSC, 2012)

b. Cruiser

Cruiser adalah kapal berukuran sedang hingga besar dengan dek terus menerus dan area tertutup besar di bawah atau di atas dek yang memungkinkan untuk hidup penuh perempat. Aspek eksterior dicirikan oleh adanya superstruktur yang memanjang di sepanjang sebagian besar kapal. Ruang yang paling berharga adalah yang berada di dek utama, kabin malam pemilik dan tamu (dengan kamar mandi), biasanya terletak di bawah dek utama. Ruang luar dilengkapi dengan kokpit belakang, untuk ruang tamu di luar ruangan, dan area berjemur menuju haluan. (ISSC, 2012)

c. Terbuka

Istilah terbuka menunjukkan kapal pesiar motor yang relatif besar tanpa bangunan atas dan dengan area terbuka lebar di bagian belakang yang hanya dilindungi oleh sekat angin sederhana. Pengaturan ini memberikan garis yang sangat 'sempit' dan sporty pada kapal yang dikombinasikan dengan interior yang luas dan nyaman serta performa yang sangat tinggi berkat lambung yang rata dan mesin yang bertenaga. Kapal pesiar terbuka memiliki dek tunggal yang memanjang kira-kira di sepanjang setengah bagian depan panjang kapal dan kokpit belakang yang besar, dilindungi oleh kaca depan yang memanjang ke samping untuk membentuk semacam perlindungan benteng. Ruang di bawah dek dikhususkan untuk akomodasi dan ruang tamu dengan satu atau lebih kabin, tergantung pada ukuran kapal pesiar. (ISSC, 2012)

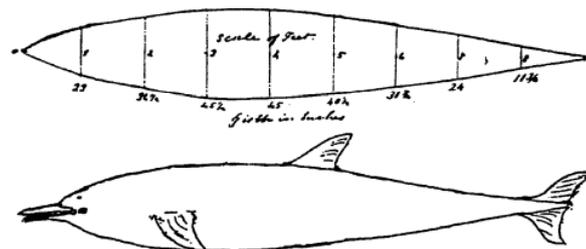
d. Superyachts

Superyachts mewakili pengembangan kapal penjelajah dalam hal peningkatan panjang, yang dihasilkan dari persyaratan pemilik yang sangat mendesak untuk mencari produk yang benar-benar eksklusif dan tidak dapat diulang. Hal ini dulunya hanya dapat dicapai oleh keluarga kerajaan dan orang-orang industri atau bisnis yang sangat penting. Bahkan jika sebenarnya lebih dekat ke kapal daripada ke yacht, beberapa contoh sejarah yang sangat baik harus disebutkan sebagai 'mega yacht' pertama: Kapal Kerajaan Savoia, 133 m, dibangun pada tahun 1883 di Castellamare di Stabia (Italia), kapal pesiar kekaisaran Jerman Hoenzollern II, 120 m, dibangun pada tahun 1893 di Stettin dan Victoria and Albert III Royal Yacht, panjang 116 m, dibangun pada tahun 1901 oleh galangan kapal Pembroke Dock di Skotlandia. Di AS, galangan kapal Herreshoff membangun lebih dari 200 kapal motor antara tahun 1878 dan 1945, yang paling terkenal adalah komuter uap 81 kaki Mirage (1910) yang dibuat untuk C. Vanderbilt, dan Navette 114 kaki (1917) yang dibuat untuk Jack Morgan. Di Eropa, Galangan Kapal Ailsa di Skotlandia membangun superyacht baja pertama Triton pada tahun 1902. Dengan panjang 55,4 m, kapal ini dioperasikan di Angkatan Laut Kerajaan Inggris sebagai Royal Patrol Yacht selama Perang Dunia II. (ISSC, 2012)

Ciri khas superyacht adalah jumlah geladak yang banyak, memberikan tampilan yang mengesankan pada bangunan atas, dan ruang internal yang sangat besar. Panjang superyacht adalah karakteristik yang menentukan, sehingga tipologi kapal dapat menjadi salah satu dari yang dijelaskan sebelumnya; karenanya, ada jembatan terbang yang sangat besar, kapal pesiar terbuka dan ekspedisi. Saat ini yacht terbesar di dunia adalah M/Y Eclipse, dengan panjang 164 m, dikirimkan pada tahun 2010 oleh Lürssen Shipyards di Jerman, dan ada lebih dari 25 yacht LOA yang lebih besar dari 100 m. (ISSC, 2012)

2.5 Bentuk Lumba-lumba

Bentuk lumba-lumba mendapat sorotan oleh para insinyur di tahun 1800-an. Cayley (sekitar 1800) menganggap tubuh lumba-lumba sebagai desain yang kokoh dengan ketahanan paling rendah (Gibbs-Smith, 1962). Bentuk fusiform yang ramping dari lumba-lumba sangat cocok dengan airfoil tarik rendah modern (gambar 2.2). Kapal selam modern sejak USS Albacore juga menggunakan desain fusiform yang dianalogikan dengan lumba-lumba. (J. J. Rohr, 1999)



Gambar 2. 4 : *Sketch of dolphin and body contours by Cayley)*

(Sumber : *Review of Dolphin Hydrodynamics and Swimming Performance, 1999*)

Tahanan air diminimalkan terutama dengan merampingkan bentuk tubuh dan pelengkap (yaitu, ekor, sirip dada, sirip punggung). Perampingan meminimalkan hambatan dengan mengurangi besarnya gradien tekanan di atas

tubuh dan memungkinkan air mengalir di atas permukaan tanpa pemisahan. (J.J.Rohr,1999)

Indikator tingkat perampingan adalah rasio tahanan air ($FR = \text{panjang tubuh/diameter maksimum}$). Nilai FR 4,5 memberikan gaya hambat paling kecil dan luas permukaan untuk volume maksimum meskipun hanya peningkatan gaya hambat 10% yang diwujudkan dalam kisaran FR 3 sampai 7. Gray (1936), telah ada pencarian aktif untuk mekanisme khusus untuk mengurangi hambatan pada lumba-lumba. bentuk tubuh adalah penentu utama gaya hambat. Sebuah benda yang diluruskan dengan $FR = 4,5$ akan mengalami pengurangan 75% dalam koefisien drag tekanan dari itu untuk bola dengan volume yang sama. (J.J.Rohr,1999)

Dari uraian diatas lumba lumba memiliki bentuk streamline maka hambatan yang dihasilkan juga akan berkurang maka dari itu peneliti memakai bentuk lumba lumba sebagai inspirasi desain kapal wisata yang artistik.

2.6 Bentuk Lambung

2.6.1 Haluan X-Bow

X-bow adalah “*backward sloping bow*” atau desain haluan kapal terbalik yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan keselamatan kapal di laut. Seperti namanya, desain haluan terbalik memiliki titik terjauh pada titik ekstrim kapal (menuju garis air) yang memberikan bentuk busur tajam terus menerus ke lambung. Desain yang tajam di bagian depan yang ekstrim membantu kapal untuk memotong gelombang dan meningkatkan stabilitas secara keseluruhan, terutama dalam gelombang berat. (Marine insight, 2019)

Menurut uji komparatif yang dilakukan oleh Ulstein, desain busur X dengan lambungnya yang tajam tidak menghasilkan semprotan pada saat membelah gelombang. Saat kapal membelah gelombang secara efisien, transfer energi gelombang menjadi lebih kecil dan kehilangan kecepatan kapal dapat diabaikan. Selain itu, saat busur X membelah ombak, jumlah air yang naik di geladak kapal jauh lebih sedikit dibandingkan dengan kapal dengan lambung konvensional. Ini

juga menyiratkan bahwa hampir tidak ada busur dan slamming yang dihasilkan dari hal yang sama di bagian depan kapal. (Marine insight, 2019)



Gambar 2. 5 : Perbandingan gelombang menggunakan haluan *X-Bow* dan haluan biasa

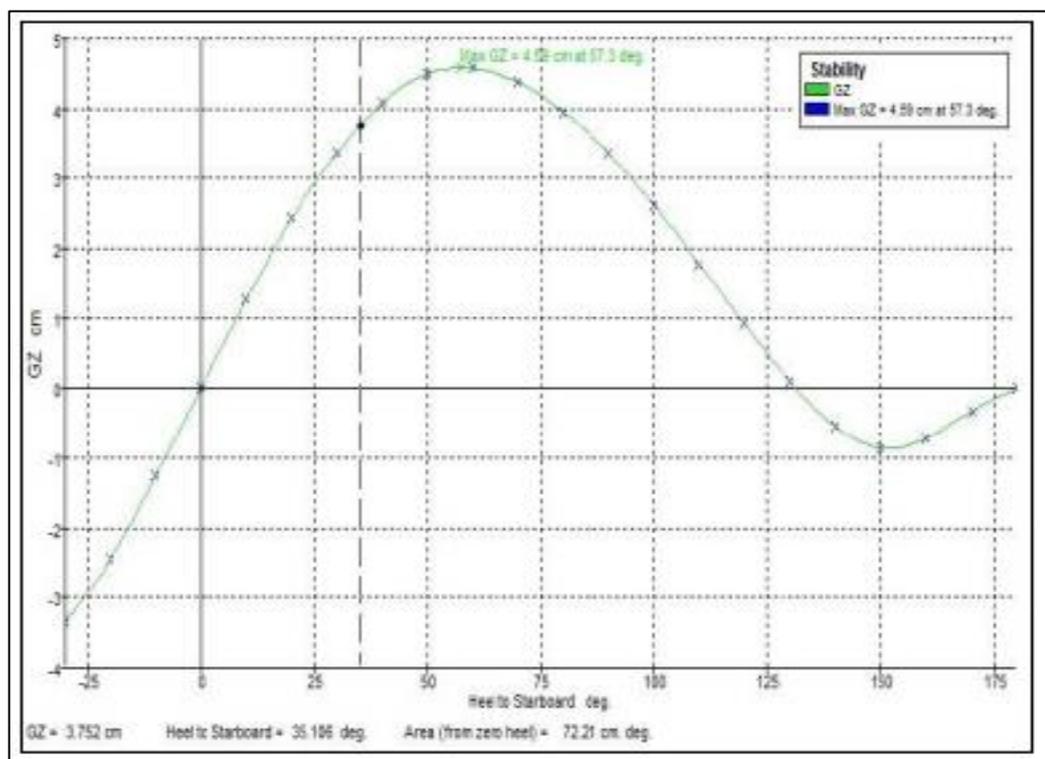
Sumber: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/x-bow-hull-design-vs-conventional-hull-design/>

Kapal desain lambung busur X memberikan pergerakan kapal yang lebih mulus, yang juga membuat lingkungan hidup dan kerja di kapal menjadi lebih baik dan mengurangi kemungkinan pemindahan kargo. Menurut sebuah penelitian, desain busur X mengurangi pergerakan kapal hingga hampir 20% bahkan di lautan ekstrim sekalipun. Sebuah kapal dengan desain busur X dengan demikian dapat dengan mudah berlayar melalui gelombang besar dengan kecepatan yang lebih baik dan gerakan yang lebih sedikit. (Marine insight, 2019)

Dari uraian di atas peneliti mengambil desain Haluan X-Bow untuk di aplikasikan pada penelitian ini mengingat desain X-bow memberikan pergerakan kapal yang lebih mulus, yang juga membuat lingkungan hidup dan kerja di kapal menjadi lebih baik dan mengurangi kemungkinan pemindahan barang. Tentu haluan X- bow sangat cocok untuk dipakai pada desain kapal wisata.

2.6.2 Lambung Semi-Trimaran

Kapal Flat Hull semi trimaran memiliki stabilitas yang baik memenuhi dengan standar IACS. Ini adalah salah satu persyaratan untuk membangun kapal dan layak laut. Stabilitas kapal memegang peranan penting peran dalam keselamatan kapal yang terkandung dalam peraturan IMO dan memastikan bahwa kapal ini aman. Kami telah menguji pengujian kemiringan dan analisis stabilitas utuh yang mengikuti standar IACS dan IMO kriteria untuk memastikan stabilitas yang baik. Tes kemiringan memberikan nilai GM yang sekitar 7,45 cm dari percobaan dan 7,14 cm dari perhitungan numerik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat stabilitas sesuai dengan kebutuhan. Stabilitas utuh analisis menunjukkan bahwa tuas pembetulan maksimum mengacu pada IMO. Semua kriteria IMO tentang stabilitas kapal telah tercapai. Gerry Liston Putra dkk, (2017)



Gambar 2. 6 : kurva stabilitas

Sumber : *Stability analysis of semi-trimaran flat hull ship for a sea transportation model Journal, 2017*

2.7. Hidrostatik Kapal

Lengkungan hidrostatik diartikan dengan sebuah kurva yang menggambarkan sifat-sifat badan kapal yang tercelup dalam air atau juga didefinisikan sebagai cara untuk mengetahui sifat-sifat carene. Pada lengkungan-lengkungan hidrostatik, kurva digambarkan hingga sarat penuh dan dalam keadaan tenang atau tidak dalam kondisi trim. Lengkungan-lengkungan hidrostatik yang tergambar, masing-masing memperlihatkan bentuk dari badan kapal yang tercelup air pada setiap station. (Ponco, dkk, 2014) Komponen-komponen yang terdapat pada lengkung hidrostatik adalah:

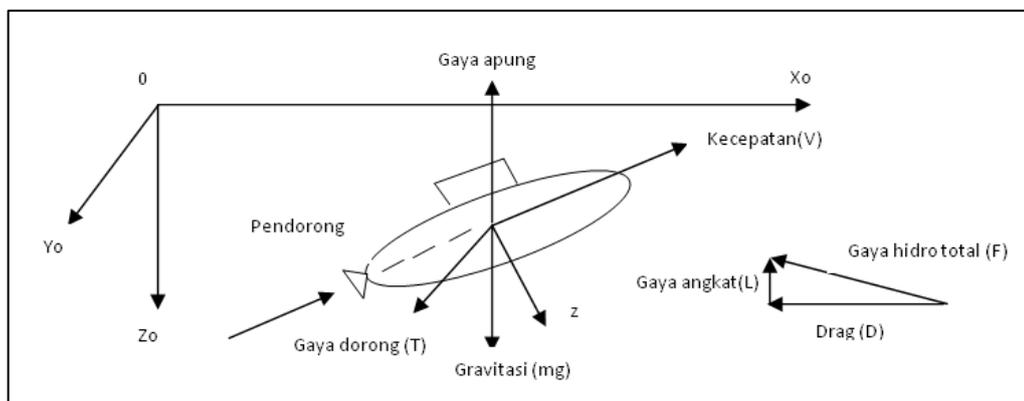
1. Water Plan Area (WPA)
2. Coefficient of Water Line (CWL)
3. Ton Per Centimetre Immersion (TPC)
4. Midship of Section Area (MSA)
5. Block Coefficient (CB)
6. Prismatic Coefficient (Cp)
7. Moment to change Trim one Centimeter (MTC)
8. Displacement Due to one centimeter of Trim by stern (DDT)
9. Displacement
10. Displacement Moulded (mld)
11. Sheel Displacement
12. Wetted Surface Area (WSA)
13. Longitudinal Center of Bouyancy to Metacenter (LBM)
14. Longitudinal of Keel to Metacenter (LKM)
15. Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)

- 16. Longitudinal Center of Floatation (LCF)
- 17. Keel to Center of Bouyancy (KB)
- 18. Transverse Center of Bouyancy to Metacenter (TBM)
- 19. Transverse of Keel to Metacenter (TKM)

2.8. Tahanan Kapal

Tahanan (resistance) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Sedangkan suatu tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya dan karena dihasilkan oleh air, maka ini disebut gaya *hidrodinamika*. Gaya hidrodinamika ini semata-mata disebabkan oleh gerakan relatif kapal terhadap air.

Gerakan kapal di fluida bekerja seperti sistem sumbu orthogonal yaitu 3 (tiga) buah sumbu x, y, dan z, ditempatkan sedemikian rupa, pusat sumbu berimpit dengan titik berat kapal. Bidang x, dan y satu bidang dengan permukaan bumi (sejajar).



Gambar 2. 7 : Gaya yang Bekerja Pada Kapal

Gerakan kapal dibebani 4 (empat) gaya yang tidak tergantung satu sama lainnya ;

1. Gaya hidrostatis yaitu massa kali percepatan gravitasi bumi (mg).

2. Hambatan hidrostatis (gaya apung) $F\Delta$ atau γv . Seperti halnya mg , tekanan atau gaya ini selalu sejajar dengan Z_0 .
3. Resultante gaya hidrodinamik (F) yang didesakkan oleh air pada kapal sebagai akibat gerakan menerjang air tersebut. Gaya F dapat diuraikan dalam 2 (dua) ; komponen gaya angkat (L) dan komponen tahanan (atau drag) R (atau D). Dimana L tegak lurus terhadap kecepatan kapal dan R (atau D) sejajar V .
4. Gaya dorong (T), yang didesakkan oleh air pada pendorong kapal, umumnya berlawanan arah dengan R . (Rosmani, 2013)

Menurut ITTC (*International Towing Tank Conference*) hambatan kapal dibagi menjadi beberapa komponen seperti hambatan gesek (R_F), hambatan sisa (R_R), hambatan viskos (R_V), hambatan tekanan (R_P), hambatan tekanan viskos (R_{PV}), hambatan gelombang (R_W), hambatan pemecah gelombang (R_{WB}), hambatan semprotan (R_S), hambatan tonjolan (*appendage resistance*), hambatan kekasaran permukaan (*surface roughness resistance*), dan Hambatan Udara (*Air Resistance*). (Rosmani, 2013)

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 sebagai 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:

- a. Angka Renold (*Renold number*, Rn)

$$Rn = \frac{V \cdot L}{\nu} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

V : Volume (m³)

L : Panjang (m)

ν : Kecepatan (m/s)

- b. Koefisien gesek (*friction coefficient*, Cf)

$$Cf = \frac{0,75}{(\log Rn - 2,0)^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

(Merupakan formula dari ITTC)

- c. Rasio kecepatan dan panjang kapal (*speed length ratio*, Slr)

$$Slr = \frac{Vs}{\sqrt{L}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana L adalah panjang antara garis tegak kapal (*length between perpendicular*) dan Vs adalah kecepatan kapal.

B. Tahanan sisa (*Residual Resistance*)

Tahanan sisa didefenisikan sebagai kuantitas yang merupakan hasil pengurangan dari hambatan total badan kapal dengan hambatan gesek dari permukaan kapal. Hambatan sisa terdiri dari;

- a. 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.

b. Tahanan udara (*Air Resistance*)

Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang di alami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (Superstruktire) 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.

c. 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.

d. 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.

Komponen tahanan tambahan terdiri dari:

1.) Tahanan anggota badan (*Appendages Resistance*)

Yaitu tahanan dari bos poros, penyangga poros, lunas bilga, daun kemudi dan sebagainya.

2.) Tahanan kekasaran

Yaitu terjadi akibat kekasaran dari korosi air, pengotoran pada badan kapal, dan tumbuhan laut.

3.) Hambatan kemudi (*Steering Resistance*)

Yaitu akibat pemakaian kemudi mengakibatkan timbulnya hambatan kemudi. (Arwini, 2018)

2.9. Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi kesetimbangan pada kondisi air tenang saat kapal tersebut mengalami gangguan. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu:

- a) Faktor internal yaitu tata letak barang/kargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan.
- b) Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai.

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

a. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM).

b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972).

c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen.

Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

e. GM (Tinggi Metasentris)

Tinggi *metasentris* atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M. f. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*) Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996). Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1 . Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut (Course hero, 2016)

2.10. Maxsurf Pro

Maxsurf Pro adalah program spesialis dalam bidang Naval Architect, teknologi lepas pantai dan rekayasa struktur. Program ini dapat memvisualisasikan dan mengoptimalkan desain kapal dengan pengaturan lengkap yang telah diintegrasikan. *Maxsurf Pro* terdiri dari beberapa *sub – program*, yaitu:

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

8. Maxsurf VPP

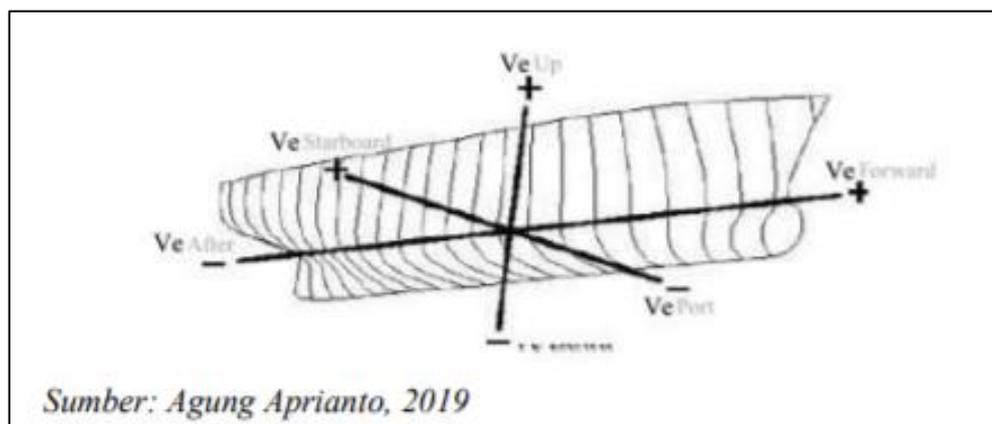
Beberapa fungsi pada program ini seperti membuat bentuk lambung yang seimbang sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, seakeeping dan kekuatan kapal. Setelah data ukuran utama kapal didapatkan untuk pembuatan model *lines plan*, data ukuran dari *lines plan* akan dibuat lagi dalam bentuk model 3D (tiga dimensi) menggunakan program *Maxsurf Modeller*. Lines plan ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan analisa hidrodinamika, kekuatan struktur dan pendetailan lebih lanjut, Dasar pembangunan model pada *Maxsurf Modeller* menggunakan *surface* (seperti 20 karpet) yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bias menjadi model yang utuh. (Bentley System, 2013).

2.10.1. Maxsurf Modeller

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.

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

- a. Sistem koordinat Tampilan umum dan prinsip dasar pada pengoperasian *maxsurf modeller*, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 : Sistem Kordinat 3D model Maxsurf

- b. Pengaturan satuan Digunakan untuk mengatur unit/satuan sebagai standar satuan ukuran desain model.
- c. Pengaturan desain grid Digunakan untuk menentukan jarak-*jarak section, buttocks lines, waterline dan diagonal.*
- d. *View assembly* dan *properties 21* Digunakan untuk menampilkan *assembly* dan *properties*, berfungsi untuk mempermudah saat pengoperasian *modeling*, mengatur *propeties* tampilan warna *surface* dan jenis kehalusan (*surface stiffness*) dll.

Pada desain dan pemodelan yang digunakan oleh program *Maxsurf Modeller* terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

- a. Pemilihan jenis Surface Pilihan menu ini digunakan untuk mwilih jenis Surface/bentuk lambung. Terdapat beberapa tipe surface antara lain:
 - *Section plane* : *surface* dengan bentuk melintang.
 - *Waterplane* : *surface* dengan bentuk *horizontal* membujur.
 - *Buttockplane* : *surface* dengan bentuk *vertikal* membujur.

Jenis-jenis *surface* tersebut memiliki fungsi yang sama, dan dapat dijadikan sesuai metode pemodelan yang akan digunakan.

- a. *Curve* dan *extrude surface* Pilihan menu ini digunakan untuk melakukan pemodelan dengan bentuk yang lebih spesifik seperti memodelkan sebuah tangki atau ruangan tertentu (*compartement*)
- b. *Trimming* Pilihan menu ini digunakan untuk menghilangkan bagian *surface* tertentu yang melebihi model *surface* yang lain (*overlap*)
- c. *Background* Pilihan menu ini digunakan untuk menyesuaikan pemodelan dengan Gambar *lines plan* yang telah disetujui dan dapat dijadikan acuan pemodelan, sehingga proses pemodelan

dapat sesuai dengan karakteristik bentuk dan model kapal yang direncanakan.

2.10.2. Maxsurf Resistance

Maxsurf Resistance menyediakan sarana untuk memprediksi resistensi lambung kapal. Desain *Maxsurf* dapat dibaca dan diukur secara otomatis untuk mendapatkan parameter yang diperlukan, atau parameter dapat diketik dengan tangan tanpa memerlukan file desain *Maxsurf* yang ada. Jika efisiensi keseluruhan dari instalasi propulsi diketahui, atau dapat diperkirakan, kebutuhan daya desain dapat diprediksi. (Bentley System, 2013).

Mengingat data yang diperlukan untuk algoritma prediksi resistansi yang dipilih untuk analisis, *Maxsurf Resistance* akan menghitung resistansi lambung kapal pada kisaran kecepatan dan akan memberikan hasil dalam format grafik dan tabel. Hasil ini dapat disalin ke spreadsheet atau pengolah kata untuk analisis dan/atau pemformatan lebih lanjut. (Bentley System, 2013).

Banyak pendekatan yang berbeda ada untuk memprediksi resistensi kapal. *Maxsurf Resistance* mengimplementasikan beberapa algoritma prediksi resistensi yang berbeda, masing-masing berlaku untuk berbagai keluarga bentuk lambung. Sebagai contoh, beberapa algoritme berguna untuk mengestimasi hambatan lambung planing, sementara yang lain berguna untuk mengestimasi hambatan lambung kapal layar. (Bentley System, 2013).

Selain perhitungan prediksi resistansi, *Maxsurf Resistance* juga dapat digunakan untuk menghitung pola gelombang yang dihasilkan oleh kapal untuk kecepatan tertentu. (Bentley System, 2013).

2.10.3. Maxsurf Stability

Maxsurf Stability adalah program untuk menghitung nilai hidrostatik, stabilitas, dan longitudinal yang dirancang khusus untuk bekerja dengan Maxsurf. Stabilitas Maxsurf menambahkan informasi tambahan ke model permukaan Maxsurf. Ini termasuk: kompartemen dan titik kunci seperti titik downflooding dan garis margin.

Alat analisis *Maxsurf Stability* memungkinkan berbagai karakteristik hidrostatis dan stabilitas ditentukan untuk desain *Maxsurf* Anda. Sejumlah opsi pengaturan lingkungan dan pengubah menambahkan kemampuan analisis lebih lanjut ke *Maxsurf Stability*.

Maxsurf Stability dirancang dengan cara yang logis, yang membuatnya mudah digunakan. Langkah-langkah berikut diikuti saat melakukan analisis:

- *Input model*
- *Analysis type selection*
- *Analysis settings*
- *Environment options*
- *Criteria specification and selection*
- *Run analysis*
- *Output*

Maxsurf Stability beroperasi di lingkungan grafis sama dengan *Maxsurf modeler* dapat ditampilkan menggunakan garis kontur lambung, rendering atau rendering transparan. Hal ini memungkinkan pemeriksaan visual kompartemen dan menunjukkan orientasi kapal selama analisis.