

**ANALISIS FAKTOR VOLUME LAMBUNG UNTUK
PENGUKURAN TONASE KOTOR KAPAL BERDASARKAN
METODE PENGUKURAN DALAM NEGERI**

*ANALYSIS OF HULL VOLUME FACTORS FOR MEASURING GROSS
TONNAGE OF WOODEN SHIP BASED ON DOMESTIC
MEANSURMENT METHOD OF INDONESIA*

HABIBI AMAL

D052181002



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

**ANALISIS FAKTOR VOLUME LAMBUNG UNTUK
PENGUKURAN TONASE KOTOR KAPAL BERDASARKAN
METODE PENGUKURAN DALAM NEGERI**

*ANALYSIS OF HULL VOLUME FACTORS FOR MEASURING GROSS
TONNAGE OF WOODEN SHIP BASED ON DOMESTIC
MEANSURMENT METHOD OF INDONESIA*

HABIBI AMAL

D052181002



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

**ANALISIS FAKTOR VOLUME LAMBUNG UNTUK
PENGUKURAN TONASE KOTOR KAPAL BERDASARKAN
METODE PENGUKURAN DALAM NEGERI**

*ANALYSIS OF HULL VOLUME FACTORS FOR MEASURING GROSS
TONNAGE OF WOODEN SHIP BASED ON DOMESTIC
MEANSURMENT METHOD OF INDONESIA*

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Perkapalan

Disusun dan diajukan oleh

HABIBI AMAL

D052181002

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS FAKTOR VOLUME LAMBUNG UNTUK PENGUKURAN TONASE KOTOR KAPAL BERDASARKAN METODE PENGUKURAN DALAM NEGERI

Disusun dan diajukan oleh

HABIBI AMAL

Nomor Pokok D052181002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

pada tanggal 02 Februari 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.
NIP.19650318 199103 1 003

Dr. Eng. A. Ardianti, ST., MT.
NIP. 19850526 201212 2 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Habibi Amal
Nim : D052181002
Program Studi : Teknik Perkapalan
Jenjang : S2 Magister

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

“ Analisis Faktor Volume Lambung untuk Pengukuran Tonase Kotor Kapal Berdasarkan Metode Pengukuran dalam Negeri. “

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

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

Makassar, 02 Februari 2021



Yang Menyatakan

Habibi Amal

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan selesainya tesis ini.

Gagasan yang melatari tajuk permasalahan ini timbul dari banyaknya permasalahan terkait hasil pengukuran kapal, khususnya kapal yang kayu tradisional yang diukur menggunakan metode pengukuran dalam negeri, Penulis bermaksud menyumbangkan beberapa masukan dan pandangan terhadap permasalahan tersebut.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini, yang hanya berkat bantuan berbagai pihak, maka tesis ini selesai pada waktunya. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Syamsul Asri. MT. sebagai Ketua Komisi Penasihat dan Dr.Eng. A. Ardianti, ST.MT selaku anggota komisi penasihat yang telah banyak memberikan masukan mulai pengembangan minat sampai terhadap permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitiannya sampai dengan penulisannya dan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dosen penguji Dr.Ir. Misliah Idrus M.Tr, Dr. Ir. Ganding Sitepu.Dip.Ing., Dr. A. Chairunnisa, ST. MT., Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman mahasiswa S1 Teknik Perkapalan dan rekan-rekan kuliah S2 Teknik Perkapalan yang telah banyak membantu dalam rangka pengumpulan data dan informasi dan terimakasih kepada keluarga saya yang telah memberikan support yang

tinggi. Terakhir ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mereka yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Makassar, 02 Februari 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'H' followed by a horizontal line and a vertical stroke.

Habibi Amal

ABSTRAK

HABIBI AMAL, *Analisis Faktor Volume Lambung Untuk Pengukuran Tonase Kotor Kapal Berdasarkan Metode Pengukuran Dalam Negeri* (dibimbing oleh : Syamsul Asri dan A. Ardianti)

Sebagian besar kapal kayu tradisional di Kabupaten Sinjai dan Bone diukur dengan menggunakan metode pengukuran dalam negeri. Dengan metode pengukuran ini, terkadang pemilik kapal yang memiliki kapal berukuran <30 GT merasa dirugikan dari segi kebijakan, perijinan, biaya labuh, jatah mendapatkan bahan bakar bersubsidi dan lain sebagainya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik ukuran utama dan Bentuk kapal kayu tradisional dipengaruhi oleh perhitungan tonase kotor, membandingkan tonase kotor kapal kayu tradisional antara perhitungan real body dengan metode pengukuran dalam negeri, dan menentukan persamaan dalam menentukan nilai faktor volume lambung (F) berdasarkan ukuran utama untuk perhitungan tonase kotor. Pengolahan data menggunakan teknik *Slovin* dengan jumlah sampel kapal kayu tradisional sebanyak 49 unit kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal kayu tradisional di Kabupaten Sinjai dan Bone memiliki karakter geometri yang hampir sama. Tonase kotor antara real body dan metode pengukuran dalam negeri tampak ada perbedaan dimana tonase kotor kapal barang yang menggunakan *real body* lebih tinggi dari pada metode pengukuran dalam negeri, dengan perbedaan tonase kotor kurang lebih 26% dan untuk kapal penangkap ikan pada kisaran 2%. Korelasi antara faktor volume lambung dengan volume non-dimensi LBH' menunjukkan korelasi yang tinggi. Dengan persamaan linier, faktor volume lambung (F_v) dapat ditentukan dengan menggunakan fungsi $F_v = 0.4784 - 1.3508 (LBH')^{-1}$. Dengan menggunakan rumus tersebut dapat menjadi acuan bagi penanggung jawab pengukuran untuk mendapatkan tonase kotor yang sesuai.

Kata kunci: *Koefisien bentuk, tonase kotor, pengukuran kapal, kapal kayu tradisional.*

ABSTRACT

HABIBI AMAL, *Analysis Of Hull Volume Factors For Measuring Gross Tonnage Of Wooden Ship Based On Domestic Measurement Method Of Indonesia* (supervise by : Syamsul Asri and A. Ardianti)

Most of the traditional wooden ship in Sinjai and Bone Regencies were measured using the domestic measurement method. By this measurement method, sometimes shipowners who belonged boats with sizes <30 GT think the disadvantaged matters in terms of policies, permits, landing fees, subsidized fuel rations, etc. The objectives of this study are to determine the characteristics of the main dimension and shape of traditional wooden ships affected on the gross tonnage calculation, to compare the gross tonnage of the traditional wooden ship between the real body calculation with the domestic measurement method, and to compile the formula in determining the value of the ship volume factor f based on the main dimensions for the calculation of the gross tonnage. The data were processed by using the Slovin technique with the sample number of the traditional wooden ship of 49 ship units. The results show that the traditional wooden ships in Sinjai and Bone Regencies have quite the same geometric characteristics. The gross tonnage between the real body and the domestic measurement method seems a difference wherein the gross tonnage of cargo ship using the real body is higher than the domestic measurement method, in contrast, for the fishing boat, the gross tonnage using the real body is smaller than the domestic measurement method, with a difference in gross tonnage of approximately 26% and for fishing vessels in the range of 2%. The correlation between gastric volume factor and LBH' non-dimensional volume shows a high correlation. With a linear equation, the hull volume factor (F_v) can be determined using the function $F_v = 0.4784 - 1.3508 (LBH')^{-1}$. Using this formula can be a reference for the person in charge of measurement to get the appropriate gross tonnage.

Keyword: *Form coefficient; gross tonnage; ship measurement; traditional wooden ship.*

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	V
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	VIII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR GAMBAR	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah.	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	5
E. Hasil dan Manfaat penelitian	5
F. Sistematikan Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Sejarah Pengukuran Kapal	8
B. Tata Cara Pengukuran Kapal	13
B.1. Definisi	13
B.2. Metode Pengukuran	17
B.3. Perhitungan Tonase Kotor dengan Metode Pengukuran Dalam Negeri	17
C. Geometri Kapal	22
C.1. Bentuk Badan kapal	22

C.2. Ukuran Utama Kapal	28
C.3. Perbandingan Ukuran Utama Kapal	31
D. Analisis Regresi	34
D.1. Definisi	34
D.2. Tujuan Penggunaan Analisis Regresi	35
D.3. Persamaan Regresi Linier	35
BAB II METODE PENELITIAN	38
A. Waktu dan Lokasi Pengambilan Data	38
B. Populasi dan Teknik Sampel	38
C. Jenis dan Teknik Pengambilan Data	39
D. Metode Pengolahan Data	39
E. Teknik Analisis	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Karakteristik Bangunan Kapal Kayu Traditional	50
A.1. Gambaran Umum	50
A.2. Karakteristik Lambung	51
A.2.1. Rasio Ukuran Utama	53
A.2.2 Koefisien Bentuk Lambung	60
A.3. Karakteristik Bangunan Atas	65
B. Perhitungan Tonase Kotor	66
B.1. Pengambilan Ukuran Utama	67
B.2. Perhitungan Tonase Kotor Kapal berdasarkan bentuk aktual kapal	68
B.3. Perhitungan Tonase Kotor berdasarkan Peraturan Pengukuran Kapal	74

C. Perbandingan hasil perhitungan Tonase Kotor berdasarkan surat ukur dan metode sesuai dengan bentuk aktual kapal	75
C.1. Perbandingan Ukuran Utama	76
C.2. Perbandingan Faktor Volume Lambung kapal	77
C.3. Perbandingan Volume Kapal	79
C.4. Perbandingan Tonase Kotor	80
D. Pembahasan	81
BAB V PENUTUP	83
A. Kesimpulan	83
B. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 1.	Daftar tonase kotor Kapal sampel	44
Tabel 2.	Distribusi frekuensi data kelompok	46
Tabel 3.	Rasio ukuran utama kapal barang	54
Tabel 4.	Rasio ukuran utama kapal penangkap ikan	57
Tabel 5.	Data ukuran <i>real body</i>	61
Tabel 6.	Faktor volume lambung (F_v) berdasarkan persamaan	63
Tabel 7.	Faktor volume lambung (F) berdasarkan bentuk aktual	63
Tabel 8.	Tingkat selisih faktor volume lambung berdasarkan persamaan dan bentuk aktual	64
Tabel 9.	Data ukuran utama kapal sampel dan rasio ukuran utama	67
Tabel 10.	Perhitungan luas tiap-tiap station Kapal A	70
Tabel 11.	Perhitungan volume di bawah geladak ukur Kapal A	71
Tabel 12.	Perhitungan volume bangunan atas Kapal A	72
Tabel 13.	Rekapitulasi perhitungan kapal sampel	73
Tabel 14.	Rekapitulasi perhitungan dengan metode pengukuran dalam negeri berdasarkan Surat Ukur	75
Tabel 15.	Presentase selisih hasil perhitungan tonase kotor	80

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1. Panjang kapal berdasarkan Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013	15
Gambar 2. Bentuk badan kapal dengan faktor 0,85	19
Gambar 3. Bentuk badan kapal dengan faktor 0,70	20
Gambar 4. Bentuk badan kapal dengan faktor 0,50	20
Gambar 5. Representase bentuk kapal	22
Gambar 6. Bentuk badan kapal	27
Gambar 7. Definisi Panjang Kapal	28
Gambar 8. Lebar Kapal	30
Gambar 9. Lokasi Penelitian	38
Gambar 10. Kerangka Alur Penelitian	49
Gambar 11. Kapal kayu tradisional di Kabupaten Sinjai	52
Gambar 9. Kapal kayu tradisional di Kabupaten Bone	52
Gambar 10. Karakteristik lambung kapal di Kabupaten Sinjai	52
Gambar 11. Karakteristik lambung kapal di Kabupaten Bone	53
Gambar 15. Proporsi ukuran Panjang dengan Lebar Kapal Barang	55
Gambar 16. Proporsi ukuran panjang dengan tinggi Kapal Barang	56
Gambar 17. Proporsi ukuran Panjang dengan Lebar Kapal Penangkap Ikan	58
Gambar 18. Proporsi ukuran panjang dengan tinggi Kapal Penangkap Ikan	59
Gambar 19. Proporsi ukuran lebar dengan tinggi Kapal Kapal Penangkap Ikan	60

Gambar 20. Rencana garis kapal A	61
Gambar 21. Hubungan antara ukuran utama kapal LBH' dengan V_H	62
Gambar 22. Karakteristik bangunan atas kapal di Kabupaten Sinjai	66
Gambar 23. Karakteristik bangunan atas kapal di Kabupaten Bone	66
Gambar 24. <i>General arrangement</i> Kapal A	69
Gambar 25. Dokumentasi pengukuran Kapal A	73
Gambar 26. Perbedaan ukuran utama sesuai dengan real pengukuran dan pengukuran ahli ukur	76
Gambar 27. Perbedaan faktor volume lambung <i>real body</i> dan faktor volume lambung pada surat ukur	77
Gambar 28. Perbedaan volume dibawah geladak dan volume bangunan atas berdasarkan perhitungan real body dan surat ukur	79

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Tabel offset lambung kapal sampel	89
Lampiran 2. Gambar lines plan sampel kapal	92
Lampiran 3. Perhitungan Tonase Kotor kapal B, C, D dan E	97
Lampiran 4. Surat Ukur kapal sampel	114

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Sinjai dan Bone secara geografis terdiri atas wilayah pesisir, dataran rendah dan dataran tinggi dengan ketinggian antara 0 - 2.871 meter di atas permukaan air laut (mdpl). Kedua kabupaten tersebut berbatasan dan berada di teluk Bone (Pemerintah Kabupaten Bone, 2020). Pada umumnya masyarakat pesisir Kabupaten Sinjai dan Bone berprofesi sebagai nelayan dan pengusaha, dalam keseharian masyarakatnya menggunakan sarana transportasi kapal kayu tradisional untuk menjalankan aktifitasnya.

Kapal kayu tradisional merupakan sarana transportasi dan penunjang mata pencarian masyarakat pesisir. Pada umumnya kapal tersebut dibuat berdasarkan pengetahuan yang diperoleh secara turun-temurun yang didasarkan atas pengalaman di lapangan dan naluri dalam beradaptasi terhadap lingkungannya (Rouf ARA, Novita Y, 2006) Proses adaptasi tersebut dipengaruhi oleh kearifan lokal daerah setempat. Kearifan lokal suatu daerah menentukan beragamnya bentuk kapal kayu tradisional baik dari segi variasi ukuran maupun coraknya (Ajisman, 2020)

Besarnya *Gross Tonnage* (GT) / Tonase Kotor sebuah kapal khususnya kapal penangkap ikan mempengaruhi ijin-ijinnya seperti Surat Ijin Usaha Perikanan (SIUP) dan Surat Ijin Penangkapan Ikan (SIPI) dikeluarkan hanya dari pemerintah daerah bila ukuran kapalnya di bawah 30 GT. Namun apabila kapal lebih dari 30 GT maka diterbitkan oleh Pemerintah Pusat (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2016).

Penentuan tonase kotor kapal menggunakan metode pengukuran Internasional dan metode pengukuran dalam negeri (Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013). Sebagian besar kapal kayu tradisional diukur menggunakan metode pengukuran dalam negeri.

Untuk pengukuran dalam negeri terdapat beberapa permasalahan terkait hasil pengukuran seperti besarnya tonase kotor kapal banyak yang tidak sesuai dengan fisik sesungguhnya, biasanya tonase kotor kapal pada dokumen lebih kecil dibandingkan dengan tonase kotor fisik sesungguhnya atau biasa disebut *markdown* (Arthatiani, 2014), sesuai dengan yang diteliti oleh Sutjasta, 2018 perbedaan rata-rata mencapai 11% antara selisih pengukuran ukuran tonase kotor yang baru dan lama. Hal ini terjadi pada kapal penangkap ikan dengan modus menghindari pengurusan Surat Izin Penangkapan Ikan (SIPI), Surat Izin Usaha Perikanan (SIUP), dan Surat Izin Kapal Pengangkutan Ikan (SIKPI) ke kantor pusat Kementerian Kelautan dan Perikanan. Adanya kapal-kapal yang tonase kotor kapalnya tertulis di surat ukur berbeda dengan fisik kapal mendorong Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kemenhub

menerbitkan Surat Edaran Nomor UM.003/47/16/DJPL-15 tentang Verifikasi atau Pengukuran Ulang Terhadap Kapal Penangkap Ikan, pemilik kapal dengan ukuran < GT 30 menolak kapalnya untuk diverifikasi. Pemilik kapal merasa dirugikan dari segi kebijakan, perijinan, biaya labuh, jatah mendapatkan bahan bakar bersubsidi dan lain sebagainya dikarenakan tonase kotor hasil dari verifikasi atau pengukuran ulang melonjak sangat signifikan dari tonase kotor sebelumnya (Tonny, 2016)

Adanya permasalahan ini sangat merugikan bagi pihak pemerintah, dapat berupa data yang tidak akurat serta kerugian dalam hal Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). Besarnya PNBP ditentukan dari ukuran tonase kotor yang tertera dalam dokumen kapal. Selain itu kerugian dialami juga oleh pemilik kapal, kerugian berupa pada saat adanya bantuan, penerimaan asuransi serta disaat pemilik kapal melakukan pinjaman dengan kapal sebagai barang agunan. Bantuan, asuransi maupun agunan sangat tergantung dari besaran tonase kotor pada dokumen yang mereka miliki (Soeboer, 2012).

Oleh karena itu, dengan adanya permasalahan tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan menganalisa dan membandingkan hasil perhitungan tonase kotor kapal yang dihitung berdasarkan ukuran dan bentuk aktual kapal (*real body*) dengan kapal yang dihitung menggunakan metode pengukuran dalam negeri (Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013) serta menyusun persamaan

dalam penentuan nilai faktor volume lambung agar mendapatkan hasil pengukuran yang moderat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik geometri kapal kayu tradisional yang beroperasi di wilayah Kabupaten Sinjai dan Bone?
2. Bagaimana penentuan faktor volume lambung atau volume di bawah geladak ukur berdasarkan karakter bentuk kapal untuk perhitungan tonasenya?
3. Bagaimana perbandingan Tonase Kotor kapal yang dihitung berdasarkan ukuran dan bentuk aktual kapal (*real body*) dengan kapal yang dihitung menggunakan metode pengukuran dalam negeri (Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis karakteristik ukuran dan bentuk kapal kayu tradisional yang beroperasi di wilayah Kabupaten Sinjai dan Bone terhadap Tonase kotor berdasarkan PM No.8 Tahun 2013.
2. Membandingkan hasil perhitungan tonase kotor kapal yang dihitung berdasarkan ukuran dan bentuk aktual kapal (*real body*) dengan

kapal yang dihitung menggunakan metode pengukuran dalam negeri (Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013).

3. Menentukan persamaan nilai faktor volume lambung kapal menggunakan persamaan matematis.

D. Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan meliputi hal-hal berikut :

1. Cara perhitungan tonase kotor menggunakan pengukuran berdasarkan ukuran dan bentuk aktual kapal (*real body*) dan metode pengukuran dalam negeri (Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013)
2. Nilai faktor volume lambung yang dianalisa pada rentang 0,50 sampai dengan 0,70.
3. Jenis kapal yang diteliti adalah Kapal Barang dan Kapal Penangkap Ikan yang berbahan dasar kayu.

E. Hasil dan Manfaat Penelitian

Hasil dan manfaat dari penelitian ini dapat digunakan untuk beberapa hal sebagai berikut:

1. Meminimalis ketimpangan hasil pengukuran kapal khususnya bagi kapal yang diukur dengan metode dalam negeri dengan

mendapatkan hasil pengukuran yang moderat sehingga tidak ada pihak yang dirugikan.

2. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah dalam hal ini Kementerian Perhubungan c.q. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut yang bertindak sebagai regulator dalam hal pengukuran kapal di Indonesia.

F. Sistematika Penulisan

Tesis ini disusun menjadi beberapa bagian untuk mendapatkan alur penulisan yang jelas dan sistematis, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang penelitian mengenai kapal kayu tradisional, tonase kotor kapal yang diukur dengan metode pengukuran dalam negeri, masalah yang terjadi dilapangan terhadap hasil pengukuran beserta dampaknya terhadap pemerintah dan stekholder, rumusan masalah penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat yang didapatkan dari penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan sejarah pengukuran kapal, tata cara pengukuran kapal, geometri kapal dan analisis regresi.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, populasi dan teknik sampel, jenis dan teknik pengambilan data, metode pengolahan data, teknik analisis dan kerangka pikir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan karakteristik bangunan kapal kayu tradisional, perhitungan tonase kotor, perbandingan hasil perhitungan tonase kotor berdasarkan surat ukur dan metode *real body* dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini merangkum keseluruhan hasil penelitian kedalam sebuah kesimpulan dan memberikan saran yang ditujukan kepada pengguna hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sejarah Pengukuran Kapal

Sebelum ditetapkannya cara pengukuran kapal yang saat ini diberlakukan di banyak negara termasuk Indonesia, masing-masing negara menerapkan cara pengukuran yang berbeda-beda. Cara pengukuran kapal yang berbeda-beda ini kemudian menimbulkan permasalahan bagi kapal-kapal dengan rute pelayaran internasional. Berdasarkan hal tersebut, maka pada tahun 1927 dibuat persetujuan tentang pengukuran kapal di Oslo, Norwegia. Isi persetujuan ini adalah pemberlakuan cara ukur MOORSOM dalam pengukuran kapal. Persetujuan ini berlaku bagi Indonesia dengan diberlakukannya Ordonansi Pengukuran Kapal (*Sceepmentie ordonantie*) 1927(Fuadi, 2015).

Isi dari ordonansi pengukuran kapal ini adalah tentang pemberlakuan cara ukur MOORSOM bagi kapal-kapal Indonesia. Cara ukur MOORSOM sendiri telah diterapkan sejak tahun 1855 di Inggris dan negara-negara jajahannya. Kemudian penerapannya diikuti oleh Austria, Italia, Turkey, Norwegia dan Finlandia pada tahun 1886, Tetapi, dalam pelaksanaannya satu negara dengan negara yang lain mempunyai sistem yang berbeda-beda (Fuadi, 2015)..

Pada waktu itu dikenal dengan BRT (*Bruto Register Tons*) = $0,353 \times V$ (m^3) dan NRT (*Netto Register Tons*), dimana : $1 \text{ RT} = 100 \text{ cubic feet}$. $1 \text{ RT} = 2,83 \text{ m}^3$ $1 \text{ m}^3 = 0,353 \text{ RT}$ (Wikipedia diakses 18 Agustus 2020), namun pada cara Pengukuran kapal sesuai Konvensi Oslo 1947 dan Amandement 1965, masih banyak terdapat perbedaan-perbedaan menyolok dari hasil pengukuran dan juga ditemui masalah lain bahwa pada kapal-kapal yang *sister ship* sekalipun akan mendapatkan hasil pengukuran yang berbeda jika diukur oleh lain negara, dimana terdapat perbedaan-perbedaan cara menghitung tergantung penafsiran dari masing-masing Ahli Ukur Kapal (Nanda A, 2004).

Menyadari betapa pentingnya penetapan suatu sistem universal untuk pengukuran kapal guna melayani pelayaran internasional, maka pada tanggal 27 Mei s.d. 23 Juni diadakan suatu konferensi di London yang bertujuan merumuskan suatu konvensi internasional tentang pengukuran kapal. Konferensi ini menghasilkan tiga rekomendasi yang timbul dari pertimbangan- pertimbangan mendalam (Morris, 1872). Ketiga rekomendasi tersebut adalah :

1. Disahkannya International Convention on Tonnage Measurement of Ships 1969.
2. Penggunaan isi kotor (*Gross Tonnage*) dan isi bersih (*Net Tonnage*) sebagai parameter pengukuran.
3. Adanya penafsiran yang seragam terhadap definisi berbagai istilah.

Pemerintah Indonesia kemudian mengesahkan hasil konvensi tersebut melalui Keputusan Presiden Nomor 5 Tahun 1990 Tentang Pengesahan *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* (TMS 1969).

Beberapa hal penting yang perlu diketahui dari TMS 1969 adalah bahwa konvensi ini diterapkannya bagi kapal-kapal yang memiliki panjang 24 meter atau lebih (pasal 3-4). Sementara itu, bagi kapal-kapal yang panjang kurang dari 24 meter diatur oleh masing-masing negara. Selanjutnya berdasarkan ketentuan TMS 1969 kemudian pemerintah Indonesia melalui Keputusan Menteri Perhubungan Tentang Pengukuran. Kapal-kapal berbendera Indonesia yang berukuran panjang < 24 meter dapat diukur berdasarkan ketentuan Ordonansi Pengukuran Kapal 1927.

Penerbitan Surat Ukur diterbitkan oleh Pemerintah atau oleh suatu Badan yang diberi kuasa oleh pemerintah tersebut. Atas permintaan Pemerintah lainnya, Pemerintah boleh menentukan tonase dari suatu kapal dan menerbitkan Surat Ukur untuk kapal dimaksud. Surat Ukur tidak diterbitkan untuk kapal yang mengibarkan bendera suatu negara yang Pemerintahnya bukan Pemerintah penandatanganan Perjanjian. Bentuk Surat Ukur dibuat dalam bahasa- bahasa resmi dari negara yang mengeluarkannya. Apabila bahasa yang dipergunakan adalah bukan Bahasa Inggris atau Bahasa Perancis, maka naskah Surat Ukur akan memuat pula suatu terjemahannya ke dalam salah satu dari kedua bahasa tersebut.

Bentuk dari Surat Ukur akan mengikuti model yang tercantum dalam Lampiran Konvensi. Masa berlaku dan Pembatalan Surat Ukur menjadi tidak berlaku jika habis masa berlakunya. Surat Ukur dibatalkan apabila pada kapal terjadip perubahan bangunan, atau perubahan penggunaan ruangan, atau perubahan jumlah penumpang yang tercantum dalam Sertifikat, atau perubahan garis muat atau sarat (*draught*).

Sesuai dengan petunjuk Keputusan Menteri Perhubungan tersebut, maka Direktur Jenderal Perhubungan Laut kemudian menetapkan Kepusannya Nomor PY.67/1/13-90 yang berisi tentang petunjuk pelaksanaan pengukuran kapal-kapal Indonesia. Kemudian dalam keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor PY.67/1/13-90 menyebuntukan bahwa terdapat tiga cara pengukuran kapal-kapal di Indonesia :

1. Pengukuran untuk kapal berukuran panjang 24 meter atau lebih dapat di ukur dengan cara pengukuran internasional, dengan rumus $GT = K_1 \times V$.
2. Pengukuran untuk kapal berukuran panjang < 24 meter dapat diukur dengan cara pengukuran dalam negeri, dengan rumus $GT = 0,353 \times V$. dan
3. Pengukuran untuk kapal berukuran panjang $<$ dari 24 atas permintaan pemilik kapal dapat diukur dengan cara pengukuran internasional, dengan rumus $GT = 0,25 \times V$.

Panjang kapal yang dimaksud diatas adalah sesuai dengan ketentuan TMS 1969 yaitu 96 persen dari panjangnya garis air (*Water Line*) sekurang-kurangnya pada 85 persen dari ukuran dalam terbesar (*Least Moulded Depth*) diukur dari sebelah atas lunas, atau panjang dari bagian depan haluan sampai sumbu poros kemudi pada garis air. Definisi ini dalam bidang arsitektur perkapalan (*Naval Architecture*) dikenal dengan *Lenght Perpendicular* (LPP) atau (LBP) yang merupakan panjang kapal antara *After Perpendicular* (AP) dengan *Fore Perpendicular* (FP).

Panjang kapal berdasarkan TMS 1969 dijadikan dasar untuk menentukan cara pengukuran tonase kotor yang akan digunakan terhadap kapal. Pada tanggal 17 Mei 2002 DIRJEN PERLA menetapkan Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor PY.67/1/16-02 tentang perubahan atas Keputusan DIRJE PERLA Nomor PY.67/1/13-90 (Fuadi,2015). Keputusan ini mengubah dan menggantikan rumusan cara pengukuran dalam negeri yang tecantum dalam pasal 26 ayat (1) Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor PY.67/1/13-90 yang berbunyi bahwa Isi kotor kapal dapat diperoleh dan ditentukan sesuai dengan rumus $GT = 0,25 \times V$ dimana V adalah jumlah isi dari duangan dibawah geladak utama ditambah ruang-ruangan diatas geladak katas yang tertutup sempurna yang berukuran tidak kurang dari 1 m^3 .

Karena Indonesia ikut meratifikasi Konvensi TMS 69, maka masalah pengukuran kapal dicantumkan di dalam Undang-Undang Nomor 21 Tahun 1992 tanggal 17 September 1992 tentang Pelayaran, Kemudian

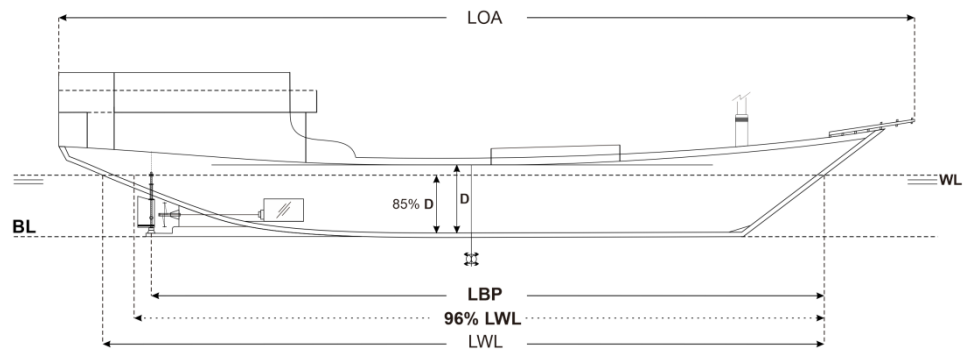
dijabarkan sebagai turunannya di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 2002 tanggal 23 September 2002 tentang Perkapalan antara lain tertuang ketentuan tentang pengukuran kapal, Sebagai pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 2002 telah dibuat dan diterbitkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 6 Tahun 2005 tanggal 20 Januari 2005 tentang Pengukuran Kapal dan merupakan penyempurnaan dari peraturan pelaksanaan sebelumnya yaitu Keputusan DIRJENHUBLA Nomor PY. 67/1/13-90 tanggal 6 Oktober 1990, dan kemudian terakhir diterbitkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 8 Tahun 2013 tanggal 12 Februari 2013 mencabut Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 6 Tahun 2005 tentang Pengukuran Kapal.

B. Tata Cara Pengukuran Kapal

B.1. Definisi

1. Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.
2. Tonase Kapal adalah volume kapal yang dinyatakan dalam tonase kotor (*Gross Tonnage/GT*) dan tonase bersih (*Net Tonnage/NT*).

3. Tonase Kotor (GT) adalah volume kapal secara keseluruhan yang diperoleh dari pengukuran yang dilakukan berdasarkan Standar Metode Pengukuran Kapal Non Konvensi ini.
4. Tonase Bersih (NT) adalah volume ruangan kapal yang dapat dimanfaatkan secara komersial.
5. Panjang Kapal adalah panjang yang diukur pada 96% (Sembilan puluh enam persen) dari panjang garis air dengan sarat 85% (delapan puluh lima persen) dari ukuran dalam terbesar yang terendah diukur dari sebelah atas lunas, atau panjang garis air tersebut diukur dari sisi depan linggi haluan sampai ke sumbu poros kemudi, apabila panjang ini yang lebih besar. Pada kapal dengan tajuk berbentuk cembung, garis air dimana panjang diukur harus sejajar dengan garis air yang sesuai desain. Apabila Panjang kurang dari 24 meter maka kapal diukur dengan metode pengukuran dalam negeri dan jika Panjang 24 meter atau lebih maka diukur dengan metode Internasional. gambaran panjang kapal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Panjang kapal berdasarkan Permenhub RI Nomor PM 8 Tahun 2013

6. Tengah Kapal adalah titik tengah dari panjang kapal diukur dari sisi depan hingga haluan.
7. Lebar Kapal adalah lebar terbesar dari kapal, diukur pada bagian tengah kapal hingga ke sisi luar gading-gading bagi kapal-kapal yang kulitnya terbuat dari bahan logam atau fibreglass atau hingga ke permukaan terluar lambung kapal bagi kapal-kapal yang kulitnya terbuat dari bahan-bahan selain logam atau *fibreglass*.
8. Ukuran Dalam Terbesar adalah:
 - a. Jarak tegak lurus yang diukur dari sisi atas lunas ke sisi bawah geladak teratas pada bagian samping. Pada kapal selain yang terbuat dari bahan logam atau fibreglass, jarak tersebut diukur dari sisi bawah alur lunas. Bila bagian bawah dari potongan melintang tengah kapal berbentuk cekung, atau bila terdapat jalur-jalur pengapit lunas yang tebal, maka jarak tersebut diukur

dari titik dimana garis dataran dasar yang tembus ke dalam memotong sisi lunas.

- b. Pada kapal-kapal yang tajuknya berbentuk cembung, ukuran dalam terbesar diukur hingga ke titik perpotongan dari garis-garis terbesar dari geladak dengan sisi pelat kulit, dan garis-garis ini membentang sehingga seolah-olah tajuk tersebut berbentuk sudut.
 - c. Bila geladak teratas meninggi dan bagian yang meninggi itu membentang melalui titik dimana ukuran dalam terbesar itu harus ditentukan, maka ukuran dalam terbesar diukur hingga ke garis penghubung yang membentang dari bagian geladak yang rendah, menyusur garis yang sejajar dengan bagian yang meninggi.
9. Ahli Ukur Kapal adalah Pejabat Pemerintah di lingkungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut yang ditunjuk dan diberi kewenangan oleh Direktur Jenderal untuk melaksanakan pengukuran kapal.
 10. Syahbandar adalah Pejabat Pemerintah di pelabuhan yang diangkat oleh Menteri dan memiliki kewenangan tertinggi untuk menjalankan dan melakukan pengawasan terhadap dipenuhinya ketentuan peraturan perundang-undangan untuk menjamin keselamatan dan keamanan pelayaran.
 11. Daftar ukur adalah daftar yang memuat perhitungan tonase kapal.

12. Surat ukur adalah surat kapal yang memuat ukuran dan tonase kapal berdasarkan hasil pengukuran.

B.2. Metode Pengukuran

1. Kapal yang berukuran panjang kurang dari 24 (dua puluh empat) meter diukur sesuai dengan metode pengukuran dalam negeri dan kapal yang berukuran panjang 24 (dua puluh empat) meter atau lebih diukur sesuai dengan metode pengukuran internasional.
2. Kapal yang berukuran panjang kurang dari 24 (dua puluh empat) meter, atas permintaan pemilik dapat diukur sesuai dengan metode pengukuran internasional.
3. Kapal yang telah diukur menurut metode pengukuran internasional tidak dapat diukur ulang dengan metode pengukuran dalam negeri.

B.3. Perhitungan Tonase Kotor dengan Metode Pengukuran Dalam Negeri

Tonase Kotor diperoleh dengan mengalikan faktor yang besarnya 0,25 dengan jumlah volume (V) dari volume ruangan di bawah geladak (V_1) dan volume ruangan-ruangan di atas geladak yang tertutup (V_2) atau dalam bentuk rumus ditulis sebagai berikut:

$$\mathbf{GT = 0,25 \times V} \qquad (2.1)$$

Dimana :

$$V = V_1 + V_2 \text{ (dalam meter kubik)}$$

1. Ruangan di bawah geladak

Volume ruangan di bawah geladak (V_1) diperoleh dengan mengalikan Panjang, Lebar (B) dan Tinggi (H) serta Faktor volume lambung, atau dalam bentuk rumus ditulis sebagai berikut:

$$V_1 = L \times B \times H \times f \quad (2.2)$$

Dimana :

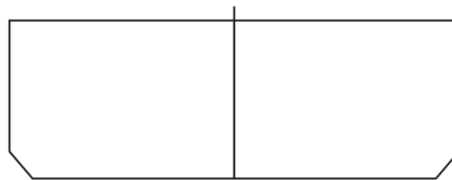
L = Panjang geladak ukur

B = Lebar terlebar

H = Tinggi

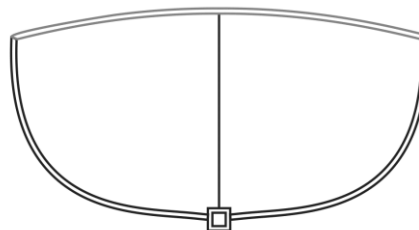
2. Panjang (L) diperoleh dengan mengukur jarak mendatar antara titik temu sisi luar kulit lambung dengan linggi haluan dan linggi buritan pada ketinggian geladak atau pada ketinggian sebelah atas dari rambat tetap.
3. Panjang untuk kapal yang mempunyai geladak penggal, diperoleh dengan cara memperpanjang bagian geladak yang rendah dengan garis khayal sejajar dengan bagian geladak di atasnya, dan mengukur jarak mendatar antara titik potong sisi luar kulit lambung dengan linggi haluan dan linggi buritan pada ketinggian geladak yang diperpanjang dengan garis khayal tersebut.
4. Lebar (B) diperoleh dengan mengukur jarak mendatar antara dua sisi luar kulit lambung pada bagian kapal yang terlebar, tidak termasuk pisang-pisang.

5. Tinggi (H) diperoleh dengan mengukur jarak tegak lurus di tengah-tengah lebar pada bagian kapal yang terlebar dari sebelah bawah alur lunas sampai bagian bawah geladak atau sampai garis melintang kapal yang ditarik melalui kedua sisi atas rimbat tetap.
6. Faktor volume lambung, ditentukan menurut bentuk dan jenis kapal:
 - a. **0,85** : bagi kapal-kapal dengan bentuk dasar rata, secara umum digunakan bagi kapal tongkang, dapat dilihat pada Gambar 2.



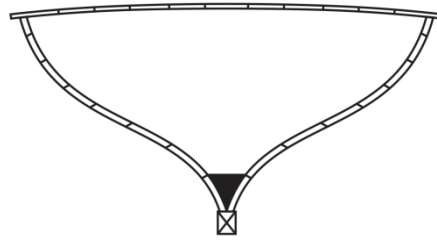
Gambar 2. Bentuk badan kapal dengan faktor 0,85

- b. **0,70** : bagi kapal-kapal dengan bentuk dasar agak miring dari tengah ke sisi kapal, secara umum digunakan bagi kapal motor, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk badan kapal dengan faktor 0,70

- c. **0,50** : bagi kapal-kapal yang tidak termasuk golongan a dan b, secara umum digunakan bagi kapal layar atau kapal layar motor, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk badan kapal dengan faktor 0,50

- d. Bagi kapal yang mempunyai bentuk penampang tidak seperti pada umumnya kapal-kapal yang sejenis, dapat menggunakan faktor lain yang lebih sesuai, tetapi harus salah satu dari tiga faktor yang telah ditetapkan.
7. Ruang di atas geladak
- Ruangan-ruangan yang dibangun di atas geladak meliputi agil, kimbul, kepala palka dan rumah geladak lainnya, secara keseluruhan disebut bangunan atas.
 - Panjang dan lebar ruangan bangunan atas diukur hingga ke sebelah dalam kulit atau pelat dinding. tinggi ruangan bangunan atas diukur dari sebelah atas geladak sampai sebelah bawah geladak di atasnya. tinggi kepala palka diukur dari sebelah bawah geladak sampai sebelah bawah tutup kepala palka.

- c. Volume agil, kimbul dan bangunan yang merupakan agil atau kimbul yang diperpanjang serta bangunan lain yang dibatasi oleh dinding lengkung, diukur dan dihitung sebagai berikut :
- 1) Menarik garis lurus pada bidang tengah lebar ruangan yang menghubungkan titik tengah dari tinggi yang diukur pada bagian depan dan belakang ruangan hingga memotong dinding depan dan dinding belakang ruangan.
 - 2) Panjang ruangan diperoleh dengan cara mengukur jarak mendatar antara kedua titik potong garis tersebut dengan sebelah dalam dinding depan dan dinding belakang ruangan.
 - 3) Tinggi dan lebar ruangan diambil di tiga penampang yaitu pada dinding depan, tengah-tengah panjang dan dinding belakang ruangan dengan cara sebagai berikut:
 - Tinggi ruangandiambil pada seperempat lebar terbawah dari penampang diukur dari sebelah atas geladak sampai sebelah bawah geladak diatasnya.
 - Lebar ruangan diambil pada setengah tinggi masing-masing penampang.
8. Volume ruangan bangunan diperoleh dengan cara mengalikan panjang dengan lebar rata-rata dengan tinggi rata-rata ruangan, atau dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$\text{Volume ruangan bangunan} = p \times lr \times tr \quad (2.3)$$

Dimana :

p = panjang ruangan

lr = lebar rata-rata

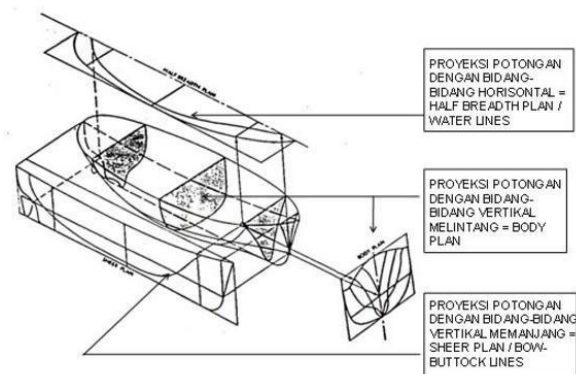
tr = tinggi rata-rata

9. Bangunan tertutup di atas geladak termasuk kepala palka yang volumenya tidak melebihi 1 m³ (satu meter kubik) tidak dihitung.

C. Geometri Kapal

C.1. Bentuk Badan Kapal

Badan kapal merupakan bangun tiga dimensi yang umumnya berbentuk silindris. Rencana bentuk kapal ditunjukkan dengan gambar yang disebut *lines drawing* atau *lines plan* yang biasanya disingkat dengan sebutan *lines*. *Lines drawing* sebagai representasi bentuk kapal adalah gambar penampang-penampang bentuk kapal, yaitu *buttocks*, *body plan* dan *waterplanes*. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Representasi bentuk kapal

1. Penampang bentuk kapal

Untuk menggambarkan penampang-penampang bentuk kapal, lambung kapal secara imajinatif dipotong dengan pendekatan tiga sistem penampang. Ketiga sistem penampang yang dimaksud adalah *buttock*, *waterplane*, dan *section*.

a. *Buttock*

Sistem penampang kapal yang pertama adalah *buttock* yang diperoleh dari pemotongan pada arah vertikal memanjang kapal.

b. *Waterplane*

Sistem penampang kapal yang ke-dua adalah penampang horizontal yang lazim disebut *waterplane* (penampang garis air). *Waterplane* tersebut diperoleh dari pemotongan secara horizontal yang tegak lurus terhadap pemotongan yang pertama.

c. *Section*

Sistem penampang kapal yang ke-tiga adalah *section*. *Section* ini diperoleh dari pemotongan secara vertikal melintang kapal yang tegak lurus terhadap sistem pemotongan yang pertama dan kedua.

2. Elemen-elemen bentuk kapal

Pada ketiga gambar penampang kapal terdahulu juga ditunjukkan elemen-elemen bentuk-bentuk kapal. Definisi dari semua elemen bentuk kapal tersebut adalah sebagaimana pada uraian berikut ini:

a. *Sheer*

Sheer adalah garis proyeksi pertemuan antara geladak utama dan sisi kapal. Garis ini adalah kurva tiga dimensi yang disebut sebagai lengkung geladak pada arah memanjang kapal. *Sheer* juga adalah kenaikan sisi geladak (*rise of deck side*) dari titik terendahnya. Titik terendah dari *sheer* biasanya pada bagian tengah kapal (*midship*). *Sheer* diperlukan untuk menghindari air naik ke kapal pada saat kapal mengangguk (*pitching*). Ruang lambung antara *sheer* dan garis horizontal yang melalui titik terendahnya dipertimbangkan sebagai daya apung cadangan bila kapal mengalami kebocoran. *Sheer* adalah salah satu parameter penentuan lambung timbul kapal.

b. *Stern*

Lengkung *stern* dibuat sedemikian hingga kemudi dan baling-baling kapal dapat ditempatkan dengan sempurna.

c. *Stem*

Bagian depan dari bidang simetri kapal yang menjadi pertemuan antara kulit sisi kiri (*port side*) dan sisi kanan (*starboard side*) kapal disebut *stem*.

d. *Entrance*

Entrance diartikan sebagai sudut masuk air pada bagian depan kapal. Sudut yang dimaksud adalah sudut pada ujung depan penampang garis air, yakni sudut yang terbentuk antara garis singgung dan sumbu simetri penampang garis air. *Entrance* berefek terhadap hambatan kapal, hal mana, hambatan kapal menjadi besar bila *entrance*-nya besar.

e. *Midship section*

Section dengan luas yang terbesar adalah pada bagian tengah kapal (*midship*). Lebar terbesar dari penampang garis air (*waterline*) juga pada bagian tengah kapal. Elemen-elemen bentuk kapal yang tampak pada *midship section* dijelaskan berikut ini.

1) *Bottom*

Bagian alas kapal disebut dengan istilah *bottom*. Kapal-kapal yang berukuran besar umumnya *bottom* yang segaris dengan horizontal. *Bottom* yang miring ke atas membentuk sudut garis alas (*base line*) kapal dijumpai pada kapal-kapal yang berukuran kecil.

2) *Rise of floor*

Elevasi atau tinggi kenaikan alas kapal disebut dengan istilah *rise of floor*. Besaran *rise of floor* diukur di sisi bagian

tengah kapal, yakni jarak vertikal dari base line sampai pada titik potong antara garis bottom dan garis sisi kapal.

3) *Bilge*

Garis lengkung menghubungkan alas dan sisi kapal disebut *bilge*. Kapal yang mempunyai alas rata, lengkung bilga-nya berupa garis seperempat lingkaran yang radiusnya disebut dengan istilah *bilge-radius*.

4) *Sides*

Bagian vertikal atau menghampiri vertikal pada *section* disebut dengan istilah *sides* atau sisi. Kebanyakan kapal mempunyai sisi yang tegak lurus terhadap penampang garis airnya. Namun, beberapa kapal terutama kapal-kapal yang berukuran kecil mempunyai sisi yang miring sehingga lebar pada garis airnya lebih kecil dari lebar pada bagian geladaknya.

5) *Camber*

Geladak kapal juga dibuat melengkung pada arah melintang berupa elevasi bagian tengah geladak terhadap bagian sisinya. Rasio antara elevasi dan lebar geladak disebut *camber* yang biasanya bernilai 1/50

f. *Point of keel*

Point of keel (titik lunas) yang biasanya dinyatakan dengan simbol K adalah titik potong antara garis sumbu vertikal dan alas pada *midship section* (bagian tengah kapal).

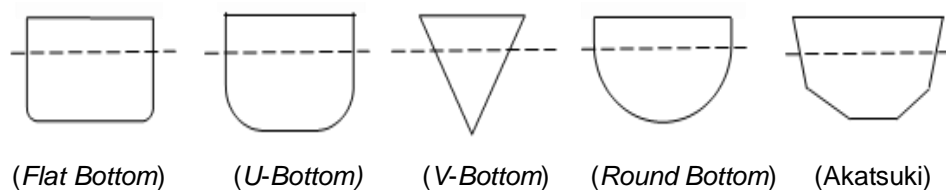
g. *Base line*

Base line (garis alas) adalah garis horizontal pada bidang simetri kapal yang melalui titik lunas dan juga pada penampang tengah kapal (*midship section*).

3. Beberapa bentuk badan kapal di bawah garis air (WL) menurut Dohri (1983), terdiri atas :

- a. Badan kapal berbentuk *parallel epipedium* (*Flat Bottom*).
- b. Badan kapal berbentuk penuh (*U-Bottom*).
- c. Badan kapal berbentuk tajam (*V-Bottom*).

Selain ketiga bentuk kapal di atas, juga terdapat bentuk badan kapal yang berbentuk seperti huruf "U" dengan garis kaku dan biasa (*Akatsuki*), (Traung, 1960) dan bentuk badan kapal yang berbentuk kurva melengkung (*Round Bottom*), (Fyson, 1985), bentuk badan kapal yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 6



Sumber : (Dohri, 1983), (Traung, 1960), (Fyson, 1985)

Gambar 6. Bentuk badan kapal

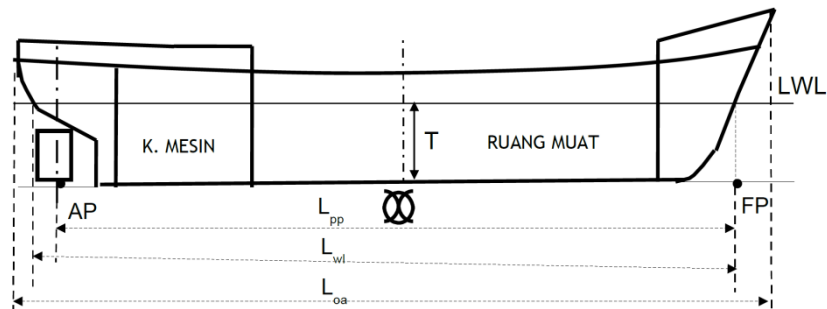
C.2. Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal adalah panjang, lebar, dan tinggi kapal. Ukuran-ukuran tersebut penting untuk menentukan kapasitas atau besar kecilnya kapal, maka sebelum dimulainya pembangunan suatu kapal elemen-elemen tersebut perlu diperhitungkan secara teliti.

Beberapa istilah mendasar yang perlu diketahui mengenai ukuran utama kapal antara lain adalah :

1. Panjang Kapal

Panjang Kapal (*Length*) pada umumnya terdiri dari LOA (*Length Over All*), LWL (*Length on designes water Line*), dan LBP (*Length Beetwen Perpendicular*), (Daniel 2010). Panjang kapal dapat dilihat Gambar 7.



Gambar 7. Definisi Panjang Kapal

a. LOA (*Length Over All*)

Secara definisi LOA adalah panjang keseluruhan kapal yang diukur dari ujung haluan kapal terdepan sampai pada ujung belakang buritan kapal. Merupakan ukuran utama yang

diperlukan dalam kaitannya dengan panjang dermaga, muatan, semakin panjang LOA semakin besar kapal berarti semakin besar daya angkut kapal tersebut.

b. LWL (*Length Water Line*)

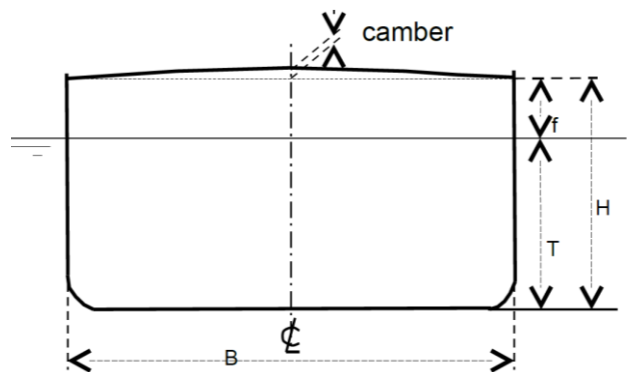
LWL adalah panjang kapal yang diukur dari perpotongan garis air pada haluan kapal sampai buritan kapal pada garis air, atau dengan kata lain adalah panjang bagian kapal yang berada di bawah garis air.

c. LBP (*Length Between Perpendicular*)

LBP adalah panjang antara 2 (dua) garis tegak kapal yang diukur dari tinggi haluan kapal pada garis air sampai tinggi kemudi.

2. Lebar Kapal

Lebar dan kedalaman kapal merupakan ukuran utama lainnya dalam menentukan ukuran-ukuran kapal. Ada beberapa ukuran lebar yang biasa digunakan dalam pengukuran dimensi lebar kapal yaitu *Breadth Extreme/maximum breadth* dan *Breadth Moulded*, (Daniel 2010). Lebar kapal dapat dilihat Gambar 8.



Gambar 8. Lebar Kapal

3. Breadth Extreme

Lebar kapal merupakan besaran yang diukur dari kulit kapal bagian terluar (*starboard*=sisi kiri) sampai kulit kapal bagian luar sisi lainnya (*port*=sisi kanan) termasuk jika ada bagian geladak yang menonjol keluar melampaui lambung kapal.

4. Breadth Moulded

Lebar menurut mal ialah lebar yang diukur dari bagian luar gading-gading pada satu sisi ke gading-gading sisi yang lain.

5. Dimensi Vertikal

a. Sarat air (d) atau (T)

Sarat air atau dikenal sebagai sebagai *draught* adalah jarak tegak antara lunas (*keel*) sampai garis air muat, maksimumnya ditetapkan sebagai batas lambung timbul (*freeboard*). Sarat air biasa disimbolkan dengan huruf "d" atau "T". Sarat kapal sangat ditentukan beberapa faktor seperti model lambung kapal,

termasuk di dalamnya dimensi kapal rancangan itu sendiri, muatan (*payload*), berat konstruksi, suhu air serta viskositas air di mana kapal dioperasikan.

b. Tinggi (*depth*) / Tinggi geladak

Tinggi (*Depth moulded*) menurut mal adalah kedalaman atau tinggi yang diukur dari bagian atas lunas sampai bagian bawah geladak yang terendah di tengah-tengah panjang kapal (LBP).

c. Lambung bebas minimum

Lambung bebas minimum (*Min. freeboard*) adalah jarak vertikal antara garis geladak bagian atas sampai dengan lingkaran *Plimsol* garis muat (*Mark*). Semakin besar muatan kapal, benaman kapal yang tercelup ke dalam air semakin dalam sampai batas aman yang ditandai dengan *Plimsol Mark*. Sedang lambung bebas (*freeboard*) adalah jarak vertikal antara garis geladak bagian atas sampai garis air.

C.3. Perbandingan Ukuran Utama Kapal

1. Panjang / Lebar (L/B)

Panjang kapal (L), terutama mempunyai pengaruh pada kecepatan kapal dan pada kekuatan memanjang kapal, Perbandingan L/B yang besar terutama sesuai untuk kapal-kapal dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, akan tetapi mengurangi kemampuan olah gerak kapal dan mengurangi

pula Stabilitas Kapal. Perbandingan L/B kapal yang kecil memberikan kemampuan stabilitas kapal yang baik akan tetapi dapat juga menambah tahanan kapal.

2. Panjang / Tinggi (L/H)

Perbandingan L/H terutama mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal.

- a. Untuk harga L/H yang besar akan mengurangi kekuatan memanjang kapal sebaliknya.
- b. Untuk harga L/H yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal.

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004 mensyaratkan perbandingan ukuran kapal sebagai berikut :

- a. $L/H = 14$ Untuk daerah pelayaran samudera.
- b. $L/H = 15$ Untuk daerah pelayaran pantai.
- c. $L/H = 17$ Untuk daerah pelayaran local.
- d. $L/H = 18$ untuk daerah pelayaran terbatas.

Dari ketentuan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah yang mempunyai gelombang besar atau pengaruh-pengaruh luar lainnya yang lebih besar sebuah kapal mempunyai persyaratan harga perbandingan L/H yang lebih kecil. Penyimpangan-penyimpangan dari ketentuan di atas masih dimungkinkan atas

dasar bukti perhitungan kekuatan yang dapat di pertanggungjawabkan.

3. Lebar / Sarat Kapal (B/T)

Lebar kapal (B), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi metasentra melintang. Kapal dengan displacement yang sama, yang mempunyai B besar akan memiliki tinggi metasentra (KM) yang lebih besar.

a. Perbandingan B/T, terutama mempunyai pengaruh pada Stabilitas Kapal.

b. Harga perbandingan B/T yang rendah akan mengurangi Stabilitas Kapal.

Untuk kapal – kapal sungai harga perbandingan B/T dapat di ambil sangat besar, Karena harga T dibatasi oleh kedalaman sungai yang pada umumnya sudah tertentu. Tinggi Dek (H), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi titik berat kapal (KG) atau *Center of Gravity* dan juga pada kekuatan kapal serta ruangan dalam kapal.

4. Tinggi / Sarat Kapal (H/T)

Pada umumnya kapal barang mempunyai harga KG sebesar 0,6 H. Sarat air (T), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi *Center of Bouyancy* (KB). Perbandingan H/T , terutama berhubungan dengan reserve displacement atau daya apung cadangan. Harga H/T yang

besar dapat dijumpai pada kapal-kapal penumpang. Harga $H - T$ disebut lambung timbul (*Free Board*), dimana secara sederhana dapat disebutkan bahwa lambung timbul adalah tinggi tepi dek dari permukaan air. Sebagai gambaran diberikan data-data mengenai koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama dengan tujuan supaya dapat diketahui apakah kapal yang direncanakan mempunyai bentuk dan ukuran yang wajar dan tidak menyimpang dari kebiasaan.

D. Analisis Regresi

D.1. Defenisi

Analisis regresi dalam statistika adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel(-variabel) yang lain. Variabel "penyebab" disebut dengan bermacam-macam istilah: variabel penjelas, variabel eksplanatorik, variabel independen, atau secara bebas, variabel X (karena sering kali digambarkan dalam grafik sebagai absis, atau sumbu X). Variabel terkena akibat dikenal sebagai variabel yang dipengaruhi, variabel dependen, variabel terikat, atau variabel Y. Kedua variabel ini dapat merupakan variabel acak (*random*), namun variabel yang dipengaruhi harus selalu variabel acak.

Analisis regresi (*regression analysis*) merupakan suatu teknik untuk membangun persamaan dan menggunakan persamaan tersebut untuk

membuat perkiraan (*prediction*). Dengan demikian, analisis regresi sering disebut sebagai analisis prediksi. Dikatakan prediksi karena nilai prediksi tidak selalu tepat dengan nilai riilnya. Semakin kecil tingkat penyimpangan antara nilai prediksi dengan nilai riilnya, maka semakin tepat persamaan regresi yang bentuk. Hal ini dapat didefinisikan bahwa analisa regresi adalah metode statistika yang digunakan untuk menentukan kemungkinan bentuk hubungan antara variabel-variabel dengan tujuan pokok dalam penggunaan metode untuk meramalkan atau memperkirakan nilai dari suatu variabel lain yang diketahui.

D.2. Tujuan Penggunaan Analisis Regresi

1. Membuat estimasi rata-rata dan nilai variabel tergantung dengan didasarkan pada nilai variabel bebas.
2. Untuk menguji hipotesis karakteristik dependensi
3. Meramalkan nilai rata-rata variabel bebas yang didasari nilai variabel bebas diluar jangkauan sample.

D.3. Persamaan Regresi Linier

Ada dua jenis Persamaan Regresi Linier, yaitu analisis regresi linier sederhana dan analisis regresi linier berganda.

1. Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana merupakan suatu proses untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel

bebas tunggal atau dengan kata lain, regresi linier yang hanya melibatkan satu peubah bebas X yang dihubungkan dengan satu peubah tak bebas Y . Bentuk umum model regresi linier sederhana yaitu :

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

Dimana :

Y = variabel tak bebas (*dependen*)
 b_0 = parameter intersep
 b_1 = koefisien regresi (*slop*)
 X_1 = variabel bebas (*independen*)
 ε_i = kesalahan penduga

2. Regresi Linier Berganda

Disamping hubungan linier dua variabel, hubungan linier lebih dari dua variabel dapat juga terjadi. Pada hubungan ini, perubahan satu variabel dipengaruhi oleh lebih dari satu variabel lain. Maka regresi linier berganda adalah analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara peubah respon (*variable dependent*) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari satu predaktor (*variable independent*).

Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan memuat prediksi/perkiraan nilai Y atas nilai X . Bentuk umum persamaan regresi linier berganda yang mencakup dua atau lebih variabel, yaitu :

$$\hat{Y} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_kX_k + e \quad (2.5)$$

Dimana :

\hat{Y} = variabel tidak bebas (*dependent*)
 a_0, \dots, a_k = Koefisien regresi
 X_1, \dots, X_k = variabel bebas (*independent*)
 e = kesalahan pengganggu