

**SKRIPSI**

**MODEL ESTIMASI PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN  
TONASE KAPAL TUNDA METODE PENGUKURAN DALAM  
NEGERI**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**HERLITA MANOY**

**D031191034**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**



2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

MODEL ESTIMASI PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN  
TONASE KAPAL TUNDA METODE PENGUKURAN DALAM  
NEGERI

Disusun dan diajukan oleh

**Herlita Manoy**  
D031191034

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 27 November 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT., M.Eng.  
NIP 19701001 2000 12 1 001



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Herlita Manoy

NIM : D031191034

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Model Estimasi Program Aplikasi Perhitungan Tonase Kapal Tunda Metode Pengukuran Dalam Negeri}

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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.

Gowa, 27 November 2023



: Menyatakan  
  
Herlita Manoy

## ABSTRAK

**Herlita Manoy**, Model Estimasi Program Aplikasi Perhitungan Tonase Kapal Tunda Metode Pengukuran Dalam Negeri. Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. (Dibimbing oleh **Dr. Ir. Syamsul Asri. MT. dan Moh. Rizal Firmansyah, ST.,MT.,M.Eng**).

Kapal tunda dengan ukuran panjang kurang dari 24 meter diukur dengan menggunakan metode pengukuran dalam negeri. Berdasarkan identifikasi data yang diperoleh terdapat beberapa kapal yang memiliki ukuran utama lebih kecil namun memiliki tonase yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran utama kapal yang lebih besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik ukuran utama dan bentuk kapal tunda dipengaruhi oleh perhitungan tonase kotor, membandingkan tonase kotor kapal tunda antara perhitungan *real body* dengan metode pengukuran dalam negeri, dan menentukan persamaan dalam menentukan nilai faktor bentuk lambung ( $F_v$ ) berdasarkan ukuran utama untuk perhitungan tonase kotor. Pengambilan data dengan jumlah sampel kapal tunda sebanyak 20 unit kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal tunda memiliki karakteristik lambung yang tinggi dan lebarnya akan bertambah jika panjang kapal bertambah, dengan laju pertambahan tinggi lebih besar dibandingkan laju pertambahan lebar. Tonase kotor antara hasil perhitungan metode pengukuran dalam negeri dengan hasil perhitungan *real body* tampak ada perbedaan dimana tonase kotor kapal yang menggunakan perhitungan *real body* lebih rendah dari pada metode pengukuran dalam negeri. Korelasi antara faktor volume lambung dengan volume non-dimensi ( $LBH^3$ ) menunjukkan korelasi yang tinggi. Dengan persamaan linier, faktor volume lambung ( $F_v$ ) dapat ditentukan dengan menggunakan fungsi  $F_v = 0.4203 + 88.607 (LBH^3)^{-1}$ . Model matematis volume tersebut akan dirancang dalam sebuah desain program menggunakan VBA (*Visual Basic for Application*). Oleh karena itu, hasil penelitian mencakup sistem informasi pada aplikasi ini hanya terbatas untuk kapal tunda dengan ukuran panjang kurang dari 24 meter.



$F_v$ : koefisien bentuk, tonase kotor, pengukuran kapal, kapal tunda, VBA (*Visual Basic for Application*).

## ABSTRACT

**Herlita Manoy**, Application Program Estimation Model for Tugboat Tonnage Calculation Using Domestic Measurement Method. Department of Ship Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University. (**Supervised by Dr. Ir. Syamsul Asri, MT., and Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT., M.Eng.**).

Tugboats with a length of less than 24 meters are measured using the domestic measurement method. Based on the identification of the data obtained, there are several boats that have smaller main dimensions but have a greater tonnage compared to larger boats. The purpose of this study is to determine the characteristics of the main dimensions and shape of tugboats influenced by gross tonnage calculations, compare the gross tonnage of tugboats between real body calculations and domestic measurement methods, and determine the equation in determining the hull form factor ( $F_v$ ) based on the main dimensions for gross tonnage calculations. Data collection was done with a sample of 20 tugboats. The results show that tugboats have high and widening hull characteristics that increase as the length of the boat increases, with the rate of increase in height greater than the rate of increase in width. Gross tonnage between the results of domestic measurement method and real body calculations shows a difference, where the gross tonnage of boats using real body calculations is lower than domestic measurement methods. The correlation between the hull volume factor and the non-dimensional volume ( $LBH'$ ) shows a high correlation. With a linear equation, the hull volume factor ( $F_v$ ) can be determined using the function  $F_v = 0.4203 + 88.607 (LBH')^{-1}$ . The mathematical volume model will be designed in a program using VBA (Visual Basic for Application). Therefore, the research results include information systems in this application, limited to tugboats with a length of less than 24 meters.

**Keywords:** form coefficient, gross tonnage, ship measurement, tugboat, VBA (Visual Basic for Application).





4.1 Algoritma Sistem Perhitungan Tonase.....	32
4.2 Tampilan Desain Sistem Perhitungan Tonase.....	33
4.2.1 Menu Login.....	33
4.2.2 Menu Register.....	36
4.2.3 Menu Utama.....	38
4.2.4 Menu Perhitungan Kapal 1.....	40
4.2.5 Menu Perhitungan Kapal 2.....	43
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
5.1 Karakteristik Bangunan Kapal Tunda.....	49
5.1.1 Gambaran Umum.....	49
5.1.2 Karakteristik Lambung.....	50
5.1.3 Rasio Ukuran Utama.....	50
5.1.4 Koefisien Bentuk Lambung.....	54
5.1.5 Karakteristik Bangunan Atas.....	57
5.2 Perhitungan Tonase Kotor.....	61
5.3 Perhitungan Tonase Kotor Menggunakan Aplikasi.....	64
5.3.1 <i>Feature Input</i> .....	64
5.4 Pembahasan.....	65
BAB VI PENUTUP.....	66
6.1 Kesimpulan.....	67
6.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Rasio Ukuran Utama.....	50
Tabel 5.2 Data ukuran sampel kapal.....	54
Tabel 5.3 Faktor volume lambung (Fv) berdasarkan persamaan.....	55
Tabel 5.4 Koefisien volume lambung (F) menurut bentuk sebenarnya.....	55
Tabel 5.5 Tingkat selisih faktor volume lambung berdasarkan persamaan dengan bentuk actual.....	56
Tabel 5.6 Data ukuran sampel kapal.....	56
Tabel 5.7 Faktor volume lambung (Fv) berdasarkan persamaan.....	59
Tabel 5.8 Perhitungan luas tiap-tiap <i>station</i> kapal Bahari 01.....	60
Tabel 5.9 Perhitungan volume di bawah geladak ukur Bahari 01.....	61
Tabel 5.10 Perhitungan volume bangunan atas TB BAHARI 01.....	62
Tabel 5.11 Rekapitulasi perhitungan kapal sampel.....	63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk badan kapal dengan faktor 0,85.....	11
Gambar 2.2 Bentuk badan kapal dengan faktor 0,70.....	11
Gambar 2.3 Bentuk badan kapal dengan faktor 0,50.....	11
Gambar 2.4 representase bentuk kapal.....	13
Gambar 2.5 Bentuk badan kapal.....	16
Gambar 2.6 Definisi Panjang Kapal.....	17
Gambar 2.7 Lebar Kapal.....	18
Gambar 2.8 Tampilan <i>Visual Basic For Applications</i> (VBA).....	28
Gambar 3.1 Kerangka Alur Berpikir Penelitian.....	32
Gambar 4.1 Algoritma sistem perhitungan tonase.....	33
Gambar 4.2 Tampilan Menu Login Pada Aplikasi.....	35
Gambar 4.3 Algoritma Pada Menu Login.....	36
Gambar 4.4 Tampilan Form Daftar Akun Baru Pada Aplikasi.....	37
Gambar 4.5 Algoritma Form Daftar Pada Aplikasi.....	38
Gambar 4.6 Tampilan Form Menu Utama Pada Aplikasi.....	40
Gambar 4.7 Algoritma Form Menu Utama Pada Aplikasi.....	40
Gambar 4.8 Tampilan Form Menu Perhitungan Tonase Kapal 1.....	42
Gambar 4.9 Algoritma Form Menu Perhitungan Kapal 1 Pada Aplikasi.....	43
Gambar 4.10 Tampilan Form Menu Perhitungan Tonase Kapal 2.....	46
Gambar 4.11 Algoritma Form Menu Perhitungan Kapal 2 Pada Aplikasi.....	46
Gambar 5.1 General Arrangement Kapal Tunda.....	48
Gambar 5.2 Bentuk Lambung Kapal Tunda.....	49
Gambar 5.3 Rasio Perbandingan Panjang Dan Lebar.....	51
Gambar 5.4 Proporsi Ukuran Panjang Dengan Lebar Kapal.....	51
Gambar 5.5 Rasio Perbandingan Panjang Dan Tinggi.....	52
6 proporsi Ukuran Panjang Dengan Tinggi Kapal Tunda.....	52
7 Rasio Perbandingan Lebar Dengan Tinggi.....	53



Gambar 5.8 Rencana Garis Kapal Bahari 01.....	53
Gambar 5.9 Hubungan Antara Ukuran Utama Kapal LBH dengan V1.....	54
Gambar 5.10 Bangunan Atas Kapal Tunda.....	57
Gambar 5.11 Hubungan Antara Ukuran Utama Kapal LB Dengan VBA.....	58
Gambar 5.12 Tampilan <i>Feature Input</i> Pada Aplikasi.....	64



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar lines plan sampel kapal.....	59
Lampiran 2. Perhitungan Tonase Kotor kapal sampel.....	64
Lampiran 3. Daftar GT kapal sampel.....	72



## KATA PENGANTAR

### *Bismillahirrahmanirahim...*

Assalamualaikum warahmatullahi Wabarakatuh

Segala Puji Syukur yang dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat, bimbingan dan kasih karunia-NYA yang dilimpahkan kepada penulis, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “**MODEL ESTIMASI PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN TONASE KAPAL TUNDA METODE PENGUKURAN DALAM NEGERI**” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam menyusun skripsi ini, penulis tidak luput dari berbagai kesulitan dan hambatan, namun atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Keluarga Tercinta, Ibunda Nuaraini, Ayahanda Capt. Herry Manelung Manoy, M.Mar., kakak-kakak, dan keponakan atas yang telah diberikan sebagai bentuk kasih sayang.
2. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri. MT. selaku pembimbing I dan Bapak Moh. Rizal Firmansyah, ST.,MT.,M.Eng. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST.,MT. selaku ketua Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Wahyuddin, ST.,MT. selaku Kepala Labo Rancang Bangun Kapal.
5. Bapak Wahyuddin, ST.,MT. dan Ibu Dr. Ir. Misliah, MS.Tr. selaku penguji am tugas akhir ini.

kanda Aster, ST. dan kanda-kanda senior lainnya atas waktu, bantuan, nangat, dan motivasi yang telah diberikan selama ini untuk kelancaran



pengerjaan skripsi ini.

7. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajaran stafnya.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis menempuh pendidikan program S1 di Universitas Hasanuddin.
9. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.
10. Seluruh Staf Departemen Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala administrasi di kampus.
11. Teman-teman yang seperti saudara (i) di Teknik Perkapalan 2019 yang telah memberikan pembelajaran, tambahan ilmu selama menempuh pendidikan dan perkuliahan, dan yang selalu ada untuk merangkul dikeadaan suka maupun duka.

Penulis menyadari bahwa didalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan peningkatan kualitas penyusunan skripsi di masa yang akan datang. Penulis berharap tugas akhir (skripsi) ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan terkhusus pada penulis.

Gowa, 2023

**Herlita Manoy**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kapal tunda adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan *manuver* atau pergerakan, utamanya menarik atau mendorong kapal lainnya dipelabuhan, laut lepas, melalui sungai, atau terusan. Selain itu kapal tunda juga digunakan untuk menarik tongkang, kapal rusak, dan peralatan lainnya yang memerlukan tarikan atau dorongan.

Kapal sebelum dioperasikan wajib dilakukan pengukuran kapal. Pengukuran kapal dilakukan untuk menentukan panjang, lebar, dalam, dan tonase kapal sesuai dengan metode pengukuran kapal. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk memenuhi persyaratan pendaftaran dan penerbitan tanda kebangsaan kapal serta persyaratan keselamatan.

Metode pengukuran kapal terdiri atas pengukuran dalam negeri, pengukuran internasional, dan pengukuran khusus. Metode pengukuran dalam negeri dilakukan untuk pengukuran kapal dan penentuan Tonase Kapal yang berukuran panjang kurang dari 24 meter. Untuk kapal dengan ukuran panjang kurang dari 24 meter dapat diukur menggunakan metode Internasional jika ada permintaan dari pemilik kapal.

Pemilihan faktor volume lambung berdasarkan metode dalam negeri ditentukan berdasarkan perhitungan ahli ukur kapal sesuai dengan bentuk lambung dengan pemilihan faktor volume lambung dibatasi hanya pada faktor volume lambung = 0,5, 0,7, dan 0,85 yang akan memberikan pengaruh terhadap tonase kotor yang dihasilkan. Tonase kapal sendiri terdiri dari volume lambung dan volume bangunan di atas geladak.

Berdasarkan data tonase kapal Tug Boat yang telah diidentifikasi, terdapat beberapa kapal dengan ukuran dimensi utama lebih kecil namun memiliki tonase yang lebih besar dibandingkan dengan kapal lain dengan dimensi utama yang lebih



Oleh karena itu dengan adanya permasalahan tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan membuat aplikasi yang dapat menganalisa perhitungan tonase berdasarkan metode pengukuran dalam negeri dengan mengembangkan model matematis untuk memperkirakan *Gross Tonnage* kapal dengan ukuran panjang kurang dari 24 m untuk mendapatkan hasil pengukuran tonase yang akurat sehingga perhitungan tersebut relevan dan mudah untuk dihitung sebagai referensi awal untuk pengukuran kapal oleh para ahli ukur.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik geometri lambung dan bangunan atas kapal *Tugboat* yang beroperasi di perairan Indonesia ?
2. Bagaimana penentuan faktor volume lambung atau volume dibawah geladak ukur berdasarkan karakter bentuk kapal untuk perhitungan tonasenya ?
3. Bagaimana merancang program aplikasi Perhitungan Tonase Kapal dengan metode pengukuran dalam negeri?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis karakteristik ukuran dan bentuk kapal *Tugboat* yang beroperasi di perairan Indonesia.
2. Menentukan nilai faktor volume lambung kapal menggunakan program aplikasi.
3. Merancang program aplikasi perhitungan tonase kapal metode dalam negeri berbasis VBA (*Visual Basic Application*).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun hasil dan manfaat penelitian sebagai berikut :

1. Perhitungan tonase kapal menggunakan pengukuran metode dalam negeri cepat, tepat, dan mudah.



2. Dengan adanya aplikasi ini, maka pemerintah dapat meningkatkan kinerja proses perhitungan tonase kapal metode dalam negeri. Dengan menggunakan aplikasi ini sebagai referensi perhitungan tonase yang memudahkan pengguna untuk mengetahui tonase kapal, serta sebagai referensi awal dalam memperkirakan tonase kapal dengan ukuran panjang  $< 24$  meter.

### 1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka perlu adanya ruang lingkup untuk membatasi penelitian dan mempermudah analisa. Adapun ruang lingkup pada penelitian ini, sebagai berikut :

1. Program aplikasi perhitungan tonase kapal metode dalam negeri hanya ditujukan untuk kapal yang memiliki panjang  $< 24$  meter.
2. Program aplikasi perhitungan tonase kapal metode dalam negeri berbasis VBA (*Visual Basic Application*).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Kapal

Pengertian kapal menurut Kitab Undang-Undang Hukum Dagang (KUHD) pasal 309 adalah semua perahu dengan bentuk dan jenis apapun, kecuali apabila ditentukan atau diperjanjikan lain, maka kapal itu dianggap termasuk segala alat perlengkapannya. Dalam pasal 309 ayat (3) KUHD menyatakan bahwa alat perlengkapan itu bukan bagian dari kapal itu sendiri, namun diperuntukkan untuk selamanya dipakai tetap dengan kapal. Sedangkan yang dimaksud dengan bagian kapal tersebut adalah bangunan – bangunan yang menjadi satu dengan kerangka kapal, sehingga kalau bangunan itu diambil atau dilepaskan, maka kapal menjadi rusak (Hernowo, 2008).

Adapun pengertian kapal lainnya seperti, 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 dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah – pindah (PM No. 45 Thn 2021).

Sebelum kapal baru dioperasikan kapal harus memenuhi beberapa persyaratan untuk mewujudkan ketertiban lalu lintas pelayaran internasional, maka setiap kapal yang berlayar di laut harus :

1. Memiliki identitas yang jelas (aspek status hukum).
2. Syarat untuk dilayarkan (aspek keselamatan).
3. Dijalankan oleh orang yang memiliki kompetensi untuk melayarkan kapal (aspek pengawakan).

Kapal yang memenuhi persyaratan ini disebut “Laik Laut”. Identitas kapal secara fisik diperlihatkan dengan Bendera Kebangsaan Kapal. Konvensi Hukum Internasional 1982 (KHI 1982/UNCLOS 1982) yang diratifikasi dengan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 1985 (Handoko & T. Fofid, 2020).



## 2.2 Kelas kapal tunda

Kapal Tunda dibagi menjadi lima kelas berdasarkan daerah pengoperasiannya, yaitu:

- Kelas I : Ocean Going Tug

Kapal Tunda kelas ini memiliki ukuran dan tenaga yang besar. Panjang berkisar antara 40~80 meter, daya mesin induk berkisar 4000~20000 HP, dan daya tarik Bollard antara 55~180 Ton. Kecepatan kapal berkisar antara 15~16 knots. Dengan ukuran dan tenaga yang besar, kapal ini mampu untuk menarik kapal yang dalam keadaan darurat di tengah laut.

- Kelas II : Coast Wise and Estuary Tug

Kapal Tunda jenis ini beroperasi pada daerah pantai dan daerah muara sungai. Kegunaannya untuk patroli daerah pantai dan muara sungai serta memberi pertolongan pada kapal-kapal yang macet pada daerah operasi Kapal Tunda ini.

- Kelas III : Harbour Tug

Kapal Tunda jenis ini beroperasi pada daerah pelabuhan. Kegunaannya untuk melayani kapal yang akan sandar atau meninggalkan pelabuhan, peluncuran kapal, docking-undocking kapal-kapal besar, patroli daerah pelabuhan, pengatur lalu-lintas daerah pelabuhan, dan lain-lain. Panjang Kapal Tunda kelas ini berkisar antara 25~40 meter, daya mesin 1500~5000 HP, dan daya tarik Bollard berkisar antara 20~55 Ton.

- Kelas VI : River Tug Kapal Tunda jenis ini beroperasi pada daerah sungai. Kapal ini melayani penarikan kapal-kapal kecil pada daerah sungai, dan lainlain.

- Kelas V : Shallow Draught Pusher Tug

Kapal Tunda jenis ini untuk menarik dan mendorong kapal-kapal pada daerah pelabuhan yang memiliki sarat air yang dangkal. Panjang kapal berkisar antara 20~30 meter, daya tarik Bollard 6~30 Ton, dan kecepatan antara 5~13 knots.



## 2.3 Sejarah Pengukuran Kapal

Pada awalnya pengukuran dan perhitungan dimensi kapal disetiap negara itu berbeda- beda. Hal ini menimbulkan masalah bagi kapal – kapal yang memiliki rute pelayaran lintas negara. 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 thn 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).

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).

Karena pentingnya sebuah sistem yang diterima secara Internasional untuk pengukuran kapal guna melayani pelayaran Internasional, maka pada tanggal 27 Mei sampai 23 Juni 1969 diadakan suatu konferensi di London yang bertujuan

untuk membuat satu konvensi Internasional tentang pengukuran kapal. Konferensi ini menghasilkan tiga rekomendasi, yaitu:



1. Pengesahan Konvensi Internasional 1969 tentang Pengukuran Tonase Kapal;
2. Penggunaan isi kotor (*Gross Tonnage* – GT) dan isi bersih (*Net Tonnage*) sebagai parameter pengukuran; dan
3. Adanya keseragaman penafsiran terhadap definisi dan istilah.

Pemerintah Indonesia kemudian mengikuti hasil konvensi tersebut dan dituangkan dalam keputusan Presiden No. 5/1990 tentang Konvensi Internasional tentang Pengukuran Tonase Kapal. Kemudian kita mengenal istilah TMS 1969 untuk pengukuran kapal (Krisnafi, 2020).

Sebelum diberlakukannya TMS 1969 BRT merupakan singkatan dari *Brutto Register Ton*, yaitu isi kotor kapal yang ditetapkan berdasarkan pengukuran cara terdahulu. BRT atau isi kotor pada umumnya dipakai untuk mengidentifikasi kapal penumpang, kapal barang, kapal nelayan, dan kapal pesiar menurut besar ruangan kapal (Sasono, 2021).

Beberapa hal penting yang perlu diketahui tentang pengukuran internasional sekarang ini mengacu dari konvensi internasional yaitu, *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* (TMS). Konvensi ini merupakan produk IMO yang digunakan sebagai dasar perhitungan tonase kapal yang dipergunakan dalam pelayaran internasional. Sebagai dasar penerapan *International convention on Tonnage Measurement of Ships* (TMS) 1969, secara nasional untuk pengukuran kapal – kapal di Indonesia adalah Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 8 Tahun 2013 tentang Pengukuran Kapal, terdapat pada lampirn I, yaitu Metode Pengukuran, bagian kedua Metode Pengukuran Internasional aturan 6 s.d aturan 25 (sebelumnya adalah KM. 41 Tahun 1990 tentang Pengukuran Kapal – Kapal Indonesia dan Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor. PY.67/1/13-90 tanggal 6 Oktober 1990 tentang Petunjuk Pelaksanaan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 41 Tahun 1990 tentang Pengukuran Kapal – Kapal Indonesia), sehingga menegaskan kembali bahwa *League of Nation Study and Oslo Convention* tahun amandemennya tahun 1965 atau yang dikenal dengan *Oslo*



*Convention*/Konvensi Oslo tidak lagi dipakai sebagai dasar pengukuran kapal cara internasional bagi kapal – kapal Indonesia (Handoko & T. Fofid, 2020).

Kemudian dalam keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor PY.67/1/13-90 menyebutkan bahwa terdapat tiga cara pengukuran kapal – kapal di Indonesia :

1. Pengukuran untuk kapal berukuran panjang 24 m atau lebih dapat diukur dengan cara pengukuran internasional, dengan rumus  $GT = K1 \times V$ .
2. Pengukuran untuk kapal berukuran panjang  $< 24$  m dapat diukur dengan cara pengukuran dalam negeri, dengan rumus  $GT = 0,353 \times V$ . dan
3. Pengukuran untuk kapal berukuran panjang  $<$  dari 24 m atas permintaan pemilik kapal dapat diukur dengan cara pengukuran internasional, dengan rumus  $GT = 0,25 \times V$ .

## 2.4 Tata Cara Pengukuran Kapal

Pengukuran kapal dilakukan untuk menentukan panjang, lebar, dalam, dan tonase kapal sesuai dengan metode pengukuran kapal.

### 2.4.1 Dasar Hukum

1. Undang – undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran,
2. Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 2002 tentang Perkapalan,
3. Keputusan Presiden Nomor 5 Tahun 1989 tentang Ratifikasi *International Convention on Tonnage Measurement of Ships (TMS)*, tahun 1969,
4. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2011 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2010 tentang Angkutan di Perairan,
5. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 45 Tahun 2021 tentang Pengukuran Kapal.

### 2.4.2 Instansi dan Pejabat

Instansi dan pejabat yang mempunyai kewenangan dalam penyelenggaraan pengukuran kapal adalah :

1. Direktur Jenderal Perhubungan Laut Cq. Direktorat Perkapalan dan an, mengesahkan daftar ukur dan memberikan persetujuan penerbitan



2. Syahbandar pejabat pemerintah di pelabuhan diangkat oleh menteri dan memiliki kewenangan tertinggi untuk menjalankan dan melakukan pengawasan terhadap dipenuhinya ketentuan peraturan perundang - undangan untuk menjamin keselamatan dan keamanan pelayaran.
3. Ahli Ukur Kapal atau Asisten Ukur Kapal Pejabat Pemerintah di lingkungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut yang ditunjuk dan diberi kewenangan oleh Direktur Jenderal untuk melaksanakan pengukuran kapal, menghitung, dan menetapkan ukuran dan tonase kapal yang disusun dalam bentuk daftar ukur serta menandatangani daftar ukur tersebut.

### 2.4.3 Pengertian Umum dan Prosedur

1. Tujuan dan Ruang Lingkup
  - a. Tujuan dilakukannya pengukuran kapal adalah menentukan ukuran dan tonase kapal berdasarkan cara pengukuran yang berlaku untuk penerbitan surat ukur. Yang dimaksud dengan tonase kapal adalah ukuran kapal berupa tonase kotor dan tonase bersih. Cara pengukuran yang diberlakukan terhadap kapal-kapal Indonesia adalah pengukuran cara internasional dan pengukuran cara dalam negeri serta pengukuran cara Terusan Suez dan Panama untuk kapal yang akan melewati Terusan Suez, dan Panama.
  - b. Ukuran-ukuran dan tonase kapal merupakan identitas kapal yang berkaitan dengan ketentuan-ketentuan tentang pendaftaran kapal, kebangsaan dan kelaikan kapal serta perhitungan biaya-biaya pelabuhan.
2. Daftar Ukur, Surat Ukur, Tanda Selar, dan Kode Pengukuran
  - a. Daftar Ukur adalah daftar yang memuat perhitungan tonase kapal atau formulir yang digunakan untuk menghitung tonase kapal, disusun dan ditandatangani oleh Ahli Ukur atau Asisten Ahli Ukur Kapal.
  - b. Surat Ukur adalah surat kapal yang memuat ukuran dan tonase kapal berdasarkan hasil atau merupakan salah satu dari surat-surat kapal yang harus ada di kapal apabila kapal akan berlayar.
  - c. Tanda Selar adalah rangkaian angka dan huruf yang menunjukkan Tonase T) kapal, nomor Surat Ukur serta Kode Pengukuran oleh Pelabuhan erbitkan Surat Ukur kapal tersebut.



- d. Kode Pengukuran adalah rangkaian huruf yang disusun dan ditetapkan bagi masing-masing pelabuhan yang diberi wewenang untuk menerbitkan surat ukur.

### 2.3.4 Metode Pengukuran Dalam Negeri

- a. Cara pengukuran dalam negeri diterapkan terhadap kapal berukuran panjang kurang dari 24 meter. Panjang yang dimaksud adalah ukuran panjang sebagaimana ditetapkan dalam pasal 2 ayat (8) *International Convention on Tonnage Measurement of Ships (TMS)* 1969.
- b. Penentuan tonase kapal menurut cara pengukuran dalam negeri dihitung sesuai dengan ketentuan yang diuraikan di bawah ini :

#### 1) Tonase Kotor

Tonase kotor kapal diperoleh dan ditentukan dengan rumus sebagai berikut

$$: GT = 0,25 \times V \quad (2.1)$$

di mana “V” adalah jumlah isi dari ruangan di bawah geladak atas ditambah ruangan-ruangan di atas geladak atas ditambah ruangan-ruangan di atas geladak atas yang ditutup sempurna yang berukuran tidak kurang dari 1 m<sup>3</sup>.

- 2) Isi ruang di bawah geladak atas adalah perkalian majemuk dari ukuran panjang, lebar, dan dalam dikalikan dengan faktor. Isi ruangan di bawah geladak = P x L x D x F (2.2)

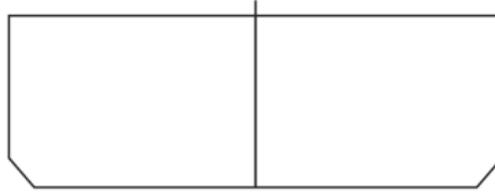
di mana:

- P: panjang, adalah jarak mendatar dari belakang linggi haluan sampai bagian depan linggi buritan yang diukur pada tingkatan gelada katas atau bagian sebelah atas dari rambat tetap.
- L: Lebar, adalah jarak mendatar diukur diantara kedua sisi luar kulit lambung kapal pada tempat yang terbesar, tidak termasuk pisang-pisang.
- D: Dalam, adalah jarak tegak lurus di tempat yang terlebar diukur dari sisi bawah gading dasar di samping luas dalam, sampai sisi bawah geladak atau sampai pada ketinggian garis khayal melintang melalui sisi atas dari lambung tetap.

or, ditentukan menurut bentuk penampang dan atau jenis kapal, yaitu:

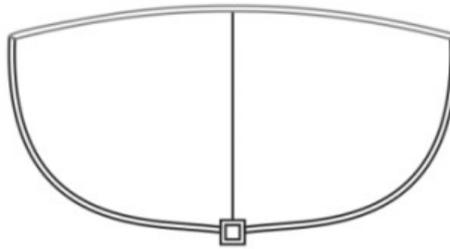


- 0,85 bagi kapal-kapal dengan bentuk penampang penuh atau bagi kapal-kapal dengan dasar rata, secara umum digunakan bagi kapal tongkang;



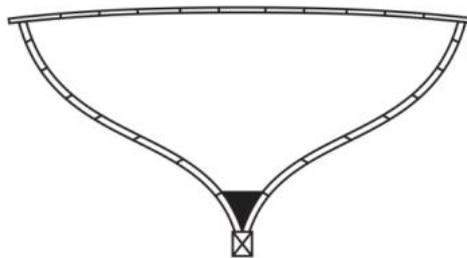
*Gambar 2.1 Bentuk badan kapal dengan faktor 0,85*

- 0,70 bagi kapal-kapal dengan bentuk penampang hampir penuh atau dengan dasar agak miring dari tengah-tengah ke sisi kapal, secara umum digunakan bagi kapal motor.



*Gambar 2.2 Bentuk badan kapal dengan faktor 0,70*

- 0,50 bagi kapal-kapal yang tidak termasuk dua golongan diatas, secara umum digunakan bagi kapal layar atau kapal layar motor.



*Gambar 2.3 Bentuk badan kapal dengan faktor 0,50*



an-ruangan di atas geladak atas adalah hasil perkalian majemuk dari anjang rata-rata, lebar rata-rata, dan tinggi rata-rata yang ukurannya

diambil dari sisi sebelah luar penegar atau dalam bentuk rumus sebagai berikut:  $\text{Volume ruangan bangunan} = p \times l(r) \times t(r)$  (2.3)

Dengan catatan :

P = panjang ruangan

l (r) = lebar rata-rata

t (r) = tinggi rata-rata

Bangunan tertutup di atas geladak termasuk kepala palka yang volumenya lebih kecil dari 1 M<sup>3</sup> (satu meter kubik), tidak dimasukkan dalam perhitungan untuk menetapkan Tonase Kotor (Gross Tonnage/GT).

#### 4) Tonase bersih

Tonase Bersih (*Net Tonnage/NT*) ditetapkan sebesar 30% dari GT atau dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$\text{Tonase Bersih (Net Tonnage/NT)} = 0,30 \times \text{GT} \quad (2.4)$$

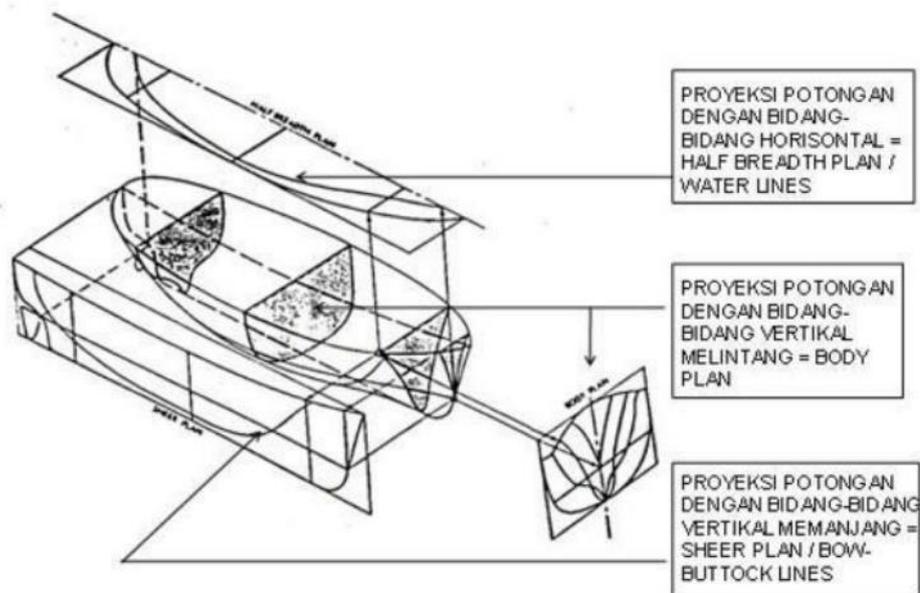
## 2.5 Geometri Kapal

Geometri adalah cabang matematika yang berhubungan dengan sifat, pengukuran dan hubungan titik-titik dan himpunan titik dalam ruang. Definisi geometris dari bentuk dan ukuran merupakan langkah penting dalam pembuatan atau produksi benda fisik apapun. Kapal dan struktur laut adalah salah satu objek terbesar dan paling kompleks dihasilkan oleh usaha manusia. Perencanaan dan produksi mereka yang sukses sangat tergantung pada geometris deskripsi banyak komponen mereka, dan hubungan posisi antar komponen.

### 2.5.1 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 berikut.





Gambar 2.4 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 dari pemotongan secara vertikal melintang kapal yang tegak lurus stem 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 balingbaling 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

men-elemen bentuk kapal yang tampak pada *midship section* 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).

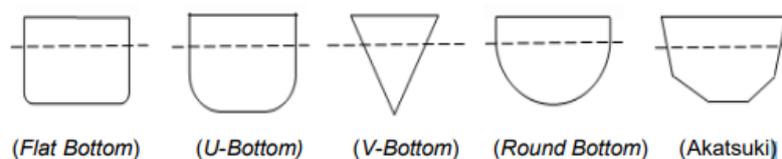
#### g. *Base line*



*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 berikut.



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

Gambar 2.5 Bentuk badan kapal

### 2.5.2 Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal adalah apanjang, 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.

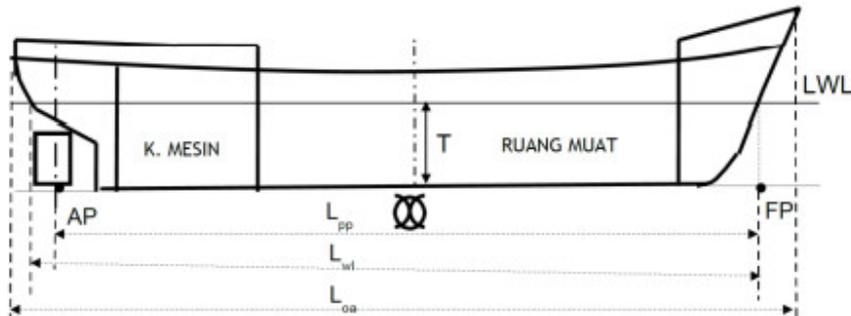
Beberapa istilah mendasar yang perlu diketahui mengenai ukuran utama kapal antara lain adalah :

1. Panjang Kapal



(*Length*) pada umumnya terdiri dari LOA (*Length Over All*), LWL (*Line*), dan LBP (*Length Beetwen Perpendicular*), (Daniel 2010).

Panjang kapal dapat dilihat Gambar berikut.



Gambar 2.6. 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*)

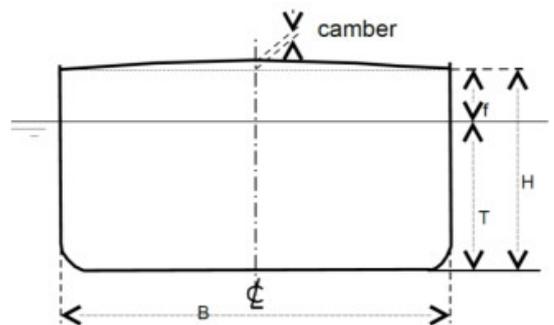
LBP adalah panjang antara 2 (dua) garis tegak kapal yang diukur dari tinggi haluan kapal pada garis air sampai tinggi kemudi.

2. Lebar Kapal

Lebar dan kedalaman kapal merupakan ukuran utama lainnya dalam menentukan ukuran-ukuran kapal. Ada beberapa ukuran lebar yang biasa digunakan dalam

1 dimensi lebar kapal yaitu *Breadth Extreme/maximum breadth* dan *oulded*, (Daniel 2010). Lebar kapal dapat dilihat Gambar berikut.





Gambar 2.7 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 dari bagian atas lunas sampai bagian bawah geladak yang terendah di tengah panjang kapal (LBP).



c. Lambung bebas minimum

Lambung bebas minimum (*Min. freeboard*) adalah jarak *vertical* 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.

### 2.5.3 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 oleh 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 lokal.
- 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 mempunya 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.



## 2.6 Analisa Regresi

### 2.6.1 Definisi

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabelnya. Istilah regresi itu sendiri berarti ramalan atau taksiran. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan garis regresi pada data diagram paencar disebut persamaan regresi. Regresi linear adalah teknik analisis data yang memprediksi nilai data yang tidak diketahui dengan menggunakan nilai data lain yang terkait dan diketahui. Secara matematis memodelkan variabel yang tidak diketahui atau tergantung dan variabel yang dikenal atau independen sebagai persamaan linear.

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  
ahui.



### 2.6.2 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.

### 2.6.3 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 variable 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:

$$Y = a + bx \quad (2.5)$$

Dimana :

Y': nilai estimate variabel terikat

a: titik potong garis regresi pd sumbu y (nilai estimate Y' bila x=0)

b: gradien garis regresi (perubahan nilai estimate Y' per satuan perubahan nilai x)

X: nilai variabel bebas

#### 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

le dependent) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari edaktor (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 :

$$\hat{Y} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_kX_k + e \quad (2.6)$$

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

#### 2.6.4 Koefisien Determinasi

- Adalah alat utama untuk mengetahui sejauh mana tingkat hubungan antara variabel  $x$  dan  $y$ .
- Nilai koefisien determinasi antara  $0 \leq r^2 \leq 1$
- Nilai koefisien determinasi = 1 menunjukkan hubungan sempurna.
- Nilai koefisien determinasi = 0 menunjukkan tidak ada hubungan.
- $r^2 = 81$  artinya 81% perubahan dari variabel  $y$  ditentukan oleh variabel  $x$ .

#### 2.6.5 Koefisien Korelasi

- Adalah alat kedua untuk menjelaskan hubungan antara variabel  $x$  dan  $y$
- Koefisien korelasi merupakan akar dari koefisien determinasi ( $r = \sqrt{r^2}$ )
- Koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan antara variabel  $x$  dan  $y$ .

#### 2.7 Algoritma

Ada beberapa definisi algoritma, Diantaranya menurut Rinaldi Munir, algoritma adalah urutan langkah-langkah logis penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia,

ma adalah urutan logis pengambilan keputusan untuk pemecahan urut tim Gunadarma:1988, algoritma adalah suatu himpunan



berhingga dari instruksi-instruksi yang secara jelas memperinci langkah-langkah proses pelaksanaan, dalam pemecahan suatu masalah tertentu, atau suatu kelas masalah tertentu, dengan dituntut pula bahwa himpunan instruksi tersebut dapat dilaksanakan secara mekanik.

### 2.7.1 Ciri-ciri, dan Sifat Algoritma

Tidak semua urutan langkah penyelesaian masalah yang logis dapat disebut sebagai algoritma. Menurut Donald E. Knuth, algoritma mempunyai lima ciri penting yang meliputi:

1. *Finiteness* (keterbatasan), algoritma harus berakhir setelah mengerjakan sejumlah langkah proses.
2. *Definiteness* (kepastian), setiap langkah harus didefinisikan secara tepat dan tidak berarti ganda.
3. *Input* (masukan), algoritma memiliki nol atau lebih data masukan (*input*).
4. *Output* (keluaran), algoritma mempunyai nol atau lebih hasil keluaran (*output*).
5. *Effectiveness* (efektivitas), algoritma harus sangkil (efektif), langkah-langkah algoritma dikerjakan dalam waktu yang wajar.

Sedang sifat algoritma adalah:

1. Tidak menggunakan simbol atau sintaks dari suatu bahasa pemrograman tertentu.
2. Tidak tergantung pada suatu bahasa pemrograman tertentu.
3. Notasi-notasinya dapat digunakan untuk seluruh bahasa manapun.
4. Algoritma dapat digunakan untuk merepresentasikan suatu urutan kejadian secara logis dan dapat diterapkan di semua kejadian sehari-hari.

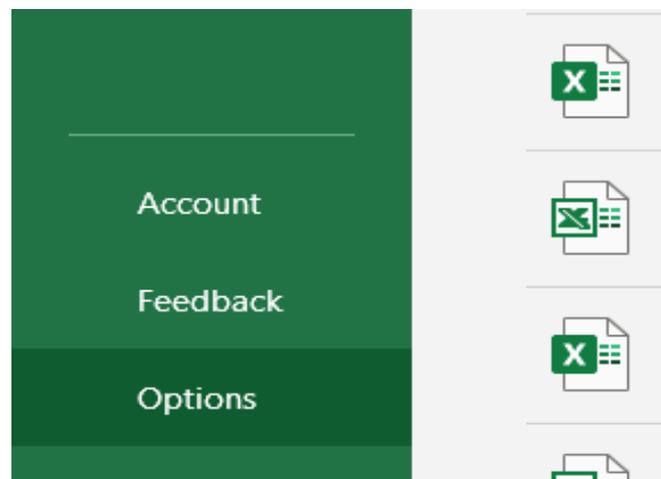
### 2.8 Visual Basic for Application (VBA)

VBA adalah sebuah turunan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang oleh *Microsoft* dan dirilis pada tahun 1993, atau kombinasi yang tara lingkungan pemrograman (*Visual Basic Editor*) dengan

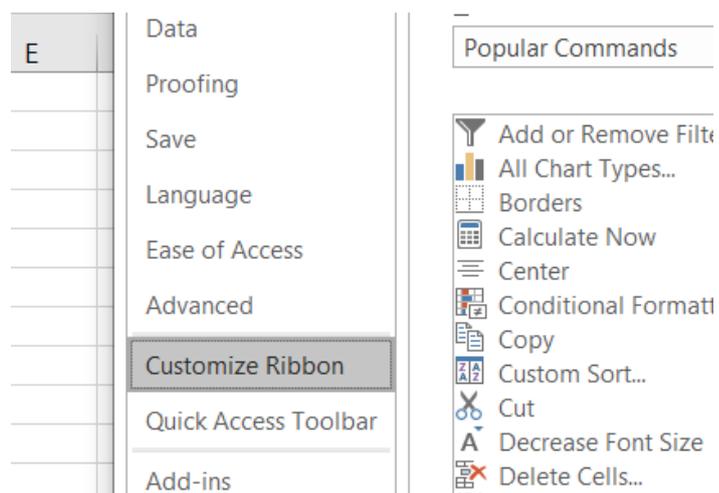




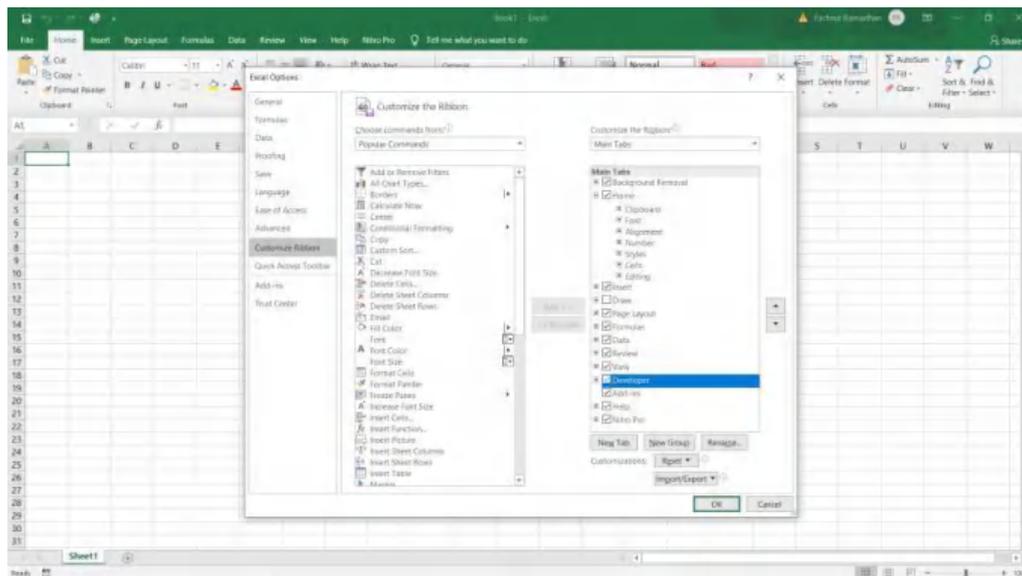
3. Klik “Options”



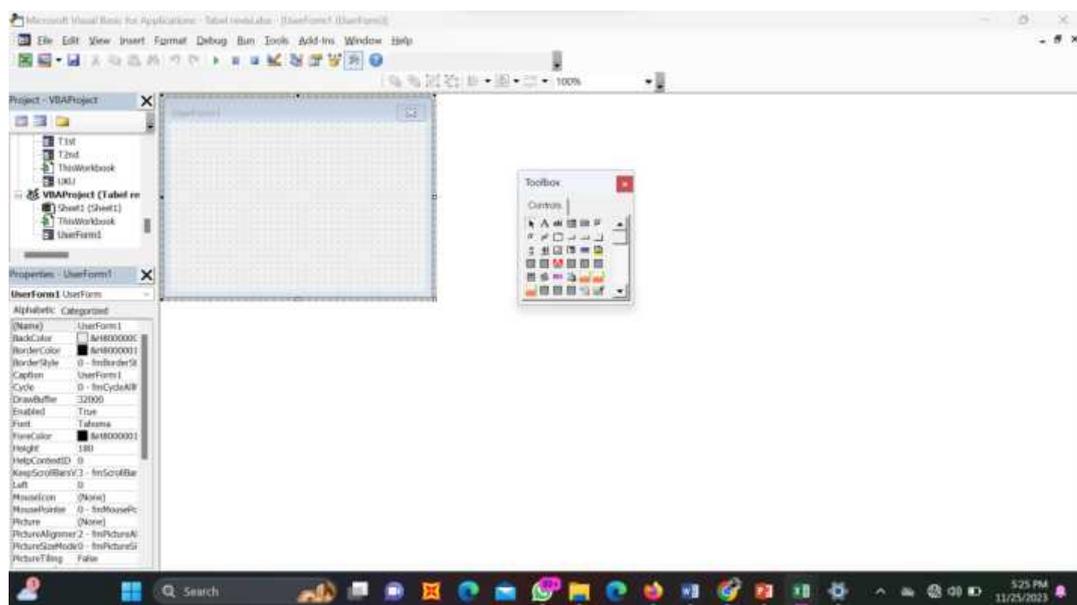
4. Klik “Customize the Ribbon”



## 5. Centang pada “Developer”



## 6. Tampilan Visual Basic For Applications (VBA)



Gambar 2.8 Tampilan Microsoft Excel 2016 Pada Menu Developer  
(Sumber: Penulis, 2022)

