

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Dalam merencanakan atau mendesain kapal bangunan baru, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan sebuah kapal, baik dari segi teknis, ekonomis maupun segi artistiknya. Hal-hal dasar yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Jenis Kapal

Jenis kapal yang dimaksudkan adalah fungsi kapal tersebut dalam pengoperasiannya. Termasuk tipe kapal barang (*general cargo*), kapal penumpang (*passenger ship*), kapal tangki (*tanker*), ataupun kapal ikan (*fishing vessel*). Jenis kapal dalam Tugas Akhir ini adalah Kapal barang (*general cargo*).

2. Kecepatan Kapal

Dalam hal ini yang menentukan kecepatan kapal adalah tergantung dari permintaan pemesan/*owner* (dalam hal ini kecepatan dinas yang dikehendaki adalah 10 Knots).

3. Masalah Lain

Daya mesin, berat kapal dan radius pelayaran (*sea miles*). Dari masalah tersebut, maka perlu diperhatikan peraturan-peraturan yang berlaku sehingga tercipta kapal yang ekonomis dalam eksploitasinya, terjamin keamanannya dan secara langsung dapat memberikan kepuasan tersendiri kepada pemilik dan perencanaannya. Data-data kapal yang telah disetujui oleh pihak-pihak yang berwenang, segera dibawa ke perusahaan yang telah ditunjuk untuk direncanakan sehingga tercipta sebuah kapal baru yang sesuai dengan permintaan *owner*. Tentu saja perencanaannya harus sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dalam hal ini penulis menggunakan klas dari Indonesia yaitu Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

1.2. Karakteristik Kapal Cargo

Kapal Cargo adalah kapal yang mengangkut bermacam-macam muatan barang. Barang yang diangkut biasanya merupakan barang yang sudah di kemas. Kapal cargo dilengkapi dengan crane pengangkut barang untuk memudahkan proses bongkar-muat muatan di pelabuhan. Karena kapal cargo ini termasuk dalam jenis kapal barang, sehingga syarat-syarat yang diperlukan oleh suatu kapal laut berlaku pula untuk kapal Cargo. Namun demikian berbeda dengan jenis kapal umum lainnya seperti kapal Ikan, kapal Tanker mempunyai fungsi operasional yang berbeda. Kapal Cargo digunakan untuk mengangkut barang. Dengan demikian konstruksi dan desain kapal Cargo berbeda dengan konstruksi kapal ikan maupun dengan kapal Tanker.

1.3. Tahap Perencanaan

Tahap-tahap untuk merencanakan kapal (kapal Cargo) dapat melalui langkah-langkah dibawah ini :

Adapun perencanaan yang kami buat meliputi :

- a. *Lines Plan* (Rencana Garis)
- b. *General Arrangement* (Rencana Umum)
- c. *Profil Construction* (Rencana Konstruksi) dan *Midship Sections* (Potongan Melintang Kapal)
- d. *Shell Expansion* (Bukaan Kulit)
- e. *Piping System* (Sistem Pipa)

1. Perhitungan Rencana Garis

Perhitungan Rencana Garis adalah perhitungan yang mengarah pada bentuk kapal yang sebenarnya. Fungsi dari rencana garis (*Lines Plan*) adalah membentuk badan kapal (bentuk gading) sampai dengan lengkung *sheer* dan *chamber*.

a) Tahap perhitungan dasar

Hal ini meliputi : perhitungan panjang garis air, menentukan koefisien-koefisien bantuk kapal, luas garis air dan luas midship serta volume displacement.

b) Menentukan letak LCB terhadap *Midship*

Letak LCB dapat ditentukan menurut diagram NSP : yaitu dengan menghitung koefisien dari perhitungan di atas, kemudian hasil yang diperoleh dicari pada diagram NSP, maka akan didapatkan letak LCB terhadap panjang *displacement*.

c) Menentukan letak LCB menurut perhitungan tabel Van Lamerent

Perhitungan dimulai dengan mencari harga koefisien prismatic bagian depan (Q_f) dan belakang (Q_a) dari kapal tersebut. Dari harga-harga tersebut kemudian kita baca luas station yang merupakan harga prosentase terhadap luas midship, maka selanjutnya didapatkan harga luas masing-masing station.

Langkah selanjutnya, menghitung volume displacement untuk menentukan letak LCB. Adapun koreksi perhitungan untuk :

- 1) Letak LCB adalah 0,1 %
- 2) Volume displacement adalah 0,5 %

d) Perhitungan luas bidang garis air

Dengan sudah diketahuinya panjang garis air, lebar kapal serta koefisien prismatic bagian depan kapal, maka dapat dilukiskan bentuk daripada lengkung garis air, dimana ditentukan lebih dulu sudut masuk garis air dihaluan kapal berdasarkan koefisien prismatic depan dari diagram sudut masuk NSP. Kemudian dilakukan percobaan pembuatan lengkung garis air dan dihitung luasnya. Dari luas yang didapat, dicek kembali dengan luas yang diberikan secara perhitungan khusus pada bagian muka. Apabila hasilnya tidak melebihi dari 0,5 %, maka hasil percobaan dianggap cukup baik.

- e) Merencanakan sudut masuk garis air

Sudut masuk garis air dapat direncanakan dengan bantuan diagram NSP dan berpedoman pada koefisien prismatik bagian depan (Q_f).

- f) Merencanakan jari-jari bilga

Besarnya radius bilga dapat ditentukan berdasarkan luas yang dibentuk dari lebar kapal, sarat air kapal dan kenaikan dasar (*Rise of Floor*) yang harus sebanding dengan luas midship, yang didapatkan dari hasil perhitungan.

- g) Merencanakan bentuk *Body Plan*

Rencana bentuk *Body Plan* dilakukan dengan menggunakan Planimeter atau menggunakan rumus simpson. Dengan beberapa percobaan yang dilakukan dengan seksama, maka dapat direncanakan luasan-luasan tiap ordinat dan dengan demikian dapat terbentuk *Body Plan*.

- h) Merencanakan *chamber* dan *sheer* Kapal

Besarnya Chamber kapal adalah (1/50) seperlima puluh lebar kapal, diukur pada tengah kapal diatas H atau tinggi kapal.

Sedangkan sheer kapal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} AP &= 25 (L/3 + 10) \\ 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (L/3 + 10) \\ 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 2,8 (L/3 + 10) \\ \text{Bagian Midship} &= 0 \\ 1/3 \text{ Lpp dari FP} &= 5,6 (L/3 + 10) \\ 1/6 \text{ Lpp dari FP} &= 22,2 (L/3 + 10) \\ FP &= 50 (L/3 + 10) \end{aligned}$$

- i) Merencanakan bangunan atas

Panjang dari bangunan atas seperti Poop Deck, Forecastle Deck, Railling dan lain-lainnya ini berdasarkan standart yang berlaku dan disesuaikan dengan kebutuhan akomodasi termasuk penempatan sekat tubrukan dan chamber.

j) Daun kemudi

Bertujuan untuk menentukan bentuk/ukuran daun kemudi untuk memungkinkan terbentuknya bentuk *stern* (buritan) kapal sehingga terbentuklah badan kapal keseluruhan. Untuk menentukan ukuran daun kemudi adalah sesuai dengan aturan *DET NORSE VERITAS*.

k) Sepatu kemudi

Yaitu untuk menentukan bentuk, panjang dan penampang sepatu kemudi yang bertujuan untuk membentuk bagian *stern* kapal maupun *clereance* terhadap baling-baling.

l) Rencana bentuk *stern clearance*

Dalam hal ini perlu dihitung ukuran baling-baling yang bertujuan untuk menentukan ruang *clereance* antara *body* kapal, *stern* kapal, dengan baling-baling, ukuran *clereance* ditentukan berdasarkan batasan-batasan dari peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

m) Perencanaan bentuk haluan kapal

n) Perencanaan bentuk buritan kapal

2. Perhitungan Rencana Umum

Perhitungan rencana umum meliputi tahap-tahap penyelesaian suatu bentuk lengkap dengan perlengkapan interiornya termasuk pembagian ruangan, kamar-kamar beserta fasilitas yang diperlukan.

Langkah-langkah perencanaan umum adalah sebagai berikut :

a) Menentukan Jumlah *Crew* (ABK)

Menentukan jumlah *crew* adalah berdasarkan kebutuhan sesuai dengan jenis kapal, aksi radius kapal. Dengan diketahui jumlah *crew* dan radius pelayaran maka langkah selanjutnya dapat dengan mudah menentukan kebutuhan yang diperlukan bagi kapal tersebut.

b) Perhitungan Berat Kapal

Yaitu menentukan Displacement, Berat kapal kosong (*Light Weight Tonnage*), dan bobot mati kapal (*Death Weight Tonnage*.)

Langkah pertama ditentukan dahulu besarnya displacement kapal dengan rumus-rumus yang ada. Langkah kedua berdasarkan jumlah crew, besarnya mesin kapal, dan aksi radius (radius pelayaran).

maka dapat menentukan :

- 1) Berat bahan bakar
- 2) Berat minyak lumas
- 3) Berat pemakaian air tawar
- 4) Berat kebutuhan bahan makanan
- 5) Berat crew dan perlengkapannya

Dimana bobot mati (DWT) adalah besarnya displacement kapal dikurangi berat kapal kosong. Sedang berat kapal kosong adalah berat baja kapal itu sendiri , berat peralatan kapal dan berat mesin kapal. Jadi DWT adalah mencakup seluruh kebutuhan pada langkah kedua, ditambah muatan bersih kapal hingga mencapai sarat air maximum atau displacement kapal.

c) Pembagian Ruang Utama Kapal

1) Menentukan jarak gading

Bertujuan untuk mempermudah menentukan jarak tiap ruangan atau pembagian ruangan. Perhitungan jarak gading dapat diambil dari perhitungan *Lines Plan* (Rencana Garis).

2) Pemasangan sekat kedap air

Sesuai dengan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) untuk panjang kapal ini sekat cukup dipasang 5 buah, masing-masing sekat ceruk buritan, sekat depan kamar mesin, 2 sekat tengah kapal (batas ruang muat) dan sekat tubrukan. Jarak sekat ceruk haluan dan sekat ceruk buritan telah ditentukan berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi

Indonesia (BKI), sedang sekot yang lain diatur sedemikian rupa.

3) Perhitungan Dasar Ganda

Yaitu untuk menghitung volume ruang mesin maka harus membuat dengan CSA geladak dan CSA tinggi dasar ganda.

d) Menentukan ruang akomodasi *crew*

Berdasarkan jumlah *crew* (anak buah kapal) yang letak serta kapasitasnya disesuaikan dengan tingkatan jabatannya. Untuk ruangan-ruangan lainnya seperti gudang, ruang peta, ruang radio dan sebagainya disesuaikan dengan kebutuhan dan ketentuan-ketentuan lain.

e) Menentukan pintu dan jendela

Ukuran pintu dan jendela diperoleh dari literature *Henske* dan *Practical Ship Building II* yang sudah merupakan standart internasional.

f) Tangga samping (*Side Ladder*)

Untuk menentukan tangga samping terutama panjangnya, pertama dihitung dulu sarat air minimum kapal, kemudian dari titik tersebut ditarik garis miring 45° yang merupakan kemiringan tangga tersebut. Dari situ dapatlah diketahui ukuran panjangnya tangga samping.

g) Merencanakan Ruang Konsumsi

Luas gudang bahan makanan antara $0,05-0,01 \text{ m}^2/\text{orang}$. Terdiri atas gudang kering, gudang dingin, dapur, *pantry* dll. Gudang kering diletakan di *poop deck* bagian belakang berdekatan dengan dapur. Dipergunakan untuk menyimpan bahan makan kering dengan luas $2/3$ gudang makanan.

h) Perencanaan Ruang Navigasi

Ruang navigasi menempati tempat tertinggi dari geladak bangunan atas. Terdiri dari : ruang kemudi, ruang peta, dan ruang radio.

- i) Lampu Navigasi
Terdiri: Lampu jangkar (*Anchor Light*), Lampu tiang puncak (*Mast Light*), Lampu Samping (*Side Light*), Lampu navigasi buritan (*Stern Light*), dan lampu isyarat tanpa komando (*Not Under Command Light*)
- j) Perencanaan Ruang lain
Terdiri: Gudang Tali, Gudang cat, Gudang Lampu, Gudang Alat, Ruang CO₂, Ruang ESEP, dan Ruang mesin kemudi.
- k) Perlengkapan Ventilasi
Bumbung udara (*deflektor*) jumlah kapasitas serta ukuran bumbung udara adalah berdasarkan volume ruangan yang memerlukan.
- l) Peralatan Keselamatan Pelayaran
Peralatan keselamatan meliputi : sekoci penolong beserta ukuran dewi-dewinya, *lifebuoy*, *liferaft* dan lain-lain.
- m) Peralatan berlabuh dan bertambat
 - 1) Jangkar
Ukuran jangkar, rantai jangkar dan tali tambat adalah ditentukan berdasarkan angka petunjuk dari tabel 2.a dan peraturan BKI 2006 Volume II. Dari tabel 2.a peraturan BKI 2006 didapat : Ukuran jangkar, Berat jangkar, Ukuran rantai jangkar (panjang dan diameter), Ukuran tali tambat dan tali penarik. Dengan diketahuinya panjang rantai maka dapat dihitung volume total seluruh rantai untuk menentukan volume bak rantai
 - 2) Bak Rantai Jangkar
Letak *Chain Locker* didepan *collosion bulkhead* dan diatas FP tank. *Chain Locker* berbentuk segi empat.
 - 3) Pipa rantai (*hawse pipe*) dan *chain pipe*
Berdasarkan diameter rantai dapat ditentukan ukuran diameter, tebal pipa rantai sekaligus ukuran diameter dan tebal *chain pipe*.

4) *Electric Windlass*

Dari Rule perlengkapan kapal dapat dihitung daya tarik torsi pada *cable lifter*, torsi pada poros *windlass*, daya efektif *windlass*, dari perhitungan ini, dapat ditentukan *electric windlass* yang dipakai.

5) *Bollard*

Dengan diketahui diameter rantai jangkar maka dapat ditentukan ukuran bollard yang diperoleh dari pembacaan gambar berdasarkan ukuran tabel.

n) Peralatan Bongkar Muat

Yaitu merencanakan panjang dan lebar ambang palkah, merencanakan tinggi dan diameter tiang muat.

3. Perhitungan Rencana Konstruksi

Seluruh perhitungan konstruksi lambung kapal beserta rekomendasinya adalah mengambil dari buku peraturan BKI Volume II 2006 mengenai peraturan konstruksi lambung (*Rule of Hull Construction*). Dalam hal ini untuk menjamin keamanan kapal dalam operasinya, maka dalam perhitungan baja yang akan dipakai benar-benar diperhatikan mulai dari mutu baja kapal, yang meliputi perhitungan kekuatan tarik baja yang akan digunakan serta segala sesuatu yang berkaitan dengan material baja harus sesuai dengan persyaratan yang diijinkan oleh BKI, sebelum digunakan untuk membangun kapal baru.

Dalam tahap penyelesaian perhitungan konstruksi, semua perhitungan kekuatan harus ditinjau oleh gaya-gaya dan beban yang bekerja pada setiap komponen lambung kapal. Tahap demi tahap perencanaan perhitungan konstruksi lambung kapal adalah meliputi sebagai berikut :

a) Penentuan Perkiraan Beban

1. Beban geladak

Yang dimaksud beban geladak disini adalah yang mencakup beban geladak cuaca, beban geladak muatan dan beban geladak bangunan atas, geladak akomodasi serta beban pada alas dalam. Perhitungan

berdasarkan atas jenis muatan dan gaya-gaya yang bekerja pada geladak yang bersangkutan.

2. Beban lajur sisi kapal dan alas kapal

Perhitungan meliputi sisi kapal termasuk pelat sisi bangunan atas dan juga beban alas kapal. Untuk menentukan perhitungan tebal pelat bangunan atas, lambung, ukuran-ukuran gading dan semua ukuran profil yang turut menahan beban sisi dan alas kapal.

b) Pelat Kulit

1) Pelat alas

Meliputi perhitungan ukuran dan tebal pelat lunas, pelat alas dan pelat alas lajur bilga. Dengan diketahuinya beban dan gaya-gaya yang bekerja maka dapatlah dihitung tebal pelat.

2) Pelat sisi

Meliputi pelat sisi tengah kapal sampai bagian haluan dan buritan, mencakup pula ukuran pelat sisi lajur atas.

3) Penguat alas di haluan

Yaitu perhitungan mengenai daerah penguatan yang meliputi penempatan dan persyaratan wrang-wrang, pelat lunas samping, pelat alas dan beberapa penguat pembujur intercostal.

4) Penguat pada linggi buritan, penyangga baling-baling dan lunas bilga.

Tebal pelat pada linggi buritan yang diperkuat, linggi poros, sekitar celana poros, pelat penyangga baling-baling dan pelat lunas bilga.

5) Bukaan pada pelat kulit

Meliputi bukaan untuk jendela, lubang kluis, lubang pembuangan, katup laut dan lain-lain pada pelat kulit. Maksudnya pada setiap bukaan pada sudut-sudutnya harus dibuat radius, khusus pada bagian 0,4 L tengah kapal harus dipertebal atau di doubling.

c) Konstruksi alas ganda

Konstruksi alas ganda meliputi : persyaratan pemakaian alas dalam, konstruksi yang ada pada sistem konstruksi alas dalam.

Adapun sistem konstruksi dari alas dalam meliputi :

- 1) Ketentuan-ketentuan, ukuran-ukuran dan tebal pelat penumpu tengah, penumpu samping, pelat alas dalam, pelat tepi dan dan pelat buhul.
 - 2) Alas ganda sebagai tangki, meliputi ketentuan-ketentuan pemakaian tangki.
Semua perhitungan sekat tangki berdasarkan atas beban yang bekerja, tinggi dan jenis cairan dalam tangki dengan mempertimbangkan jarak bentangan dan lebar tangki.
 - 3) Alas ganda dalam sistem gading-gading melintang, mencakup persyaratan-persyaratan, ukuran-ukuran dan wrang-wrang kapal.
 - 4) Konstruksi alas dalam kamar mesin, yaitu meliputi perhitungan konstruksi alas ganda dan pondasi.
- d) Gading-gading
- 1) Bangunan atas dan Rumah geladak
Perhitungan meliputi pelat samping, pelat geladak, gading-gading bangunan atas, sekat ujung dimana kesemuanya itu berdasarkan rumus dan ketentuan yang ada serta masih berlaku.
 - 2) Perhitungan-perhitungan untuk mencari jarak gading sesuai dengan persyaratan BKI.
 - 3) Mencari ukuran dan modulus gading-gading dalam tangki, gading bangunan atas dan rumah geladak, pembujur samping, gading besar dan lain-lain.
 - 4) Penguat pada haluan kapal dan buritan kapal : meliputi perhitungan balok ceruk, pelat senta, penyangga jungkir dan sebagainya.
 - 5) Gading-gading besar dalam kamar mesin : meliputi persyaratan dan ukuran gading-gading.
- e) Geladak
- Mencakup ukuran tebal pelat geladak dan persyaratan-persyaratan bukaan pelat geladak
- 1) Bukaan pada pelat geladak, sudut-sudutnya harus di buat radius dan harus diperkuat (didoubling), kecuali untuk bukaan yang mempunyai ukuran diameter kurang dari 300 mm.

- 2) Radius pembulatan ambang palka, ambang palka mesin (selubung kamar mesin) harus sedemikian rupa sehingga sesuai dengan persyaratan.
 - 3) Tentang ukuran pelat geladak dapat diambil dari tabel I BKI 2013 Volume II.
- f) Balok geladak dan penumpu konstruksi geladak
- 1) Perhitungan pada dasarnya mengikuti persyaratan-persyaratan yang ada.
 - 2) Balok geladak termasuk geladak utama, geladak akil, pembujur geladak, pelintang geladak, balok geladak akomodasi dan bangunan atas yang efektif.
 - 3) Penumpu, dalam hal ini mencakup seluruh bangunan atas yang ada.
 - 4) Ukuran pelat lutut, perhitungan pada pelat lutut adalah berdasarkan atas besarnya modulus profil yang berhubungan dengan pelat lutut.
- g) Sekat kedap air
- Perhitungan sekat kedap air adalah berdasarkan beban yang bekerja pada sekat dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Ukuran sekat meliputi pula ukuran modulus penegarinya, begitu pula ukuran pelat lutut penghubungnya.
- h) Linggi haluan dan linggi buritan
- 1) Linggi haluan (*Fore stem*)
Perhitungan meliputi balok linggi haluan dan pelat linggi haluan.
 - 2) Linggi buritan (*Stern stem*)
Perhitungan meliputi ukuran linggi baling-baling, sepatu kemudi dan tongkat kemudi sesuai persyaratan yang ada.
- i) Lubang palka (*Hatch Way*)
- Perhitungan meliputi tebal pelat ambang palka, tinggi pelat ambang palka, tutup palka, balok palka dengan perencanaan profilnya.
- j) Perlengkapan (*Equipment*)
- Yang dimaksud perlengkapan adalah semua yang dianggap permanen atau pokok seperti :

- 1) Papan dalam (*Ceilling*)
- 2) Nm Ukuran pelat kubu-kubu

k) *Bracket*

bracket biasanya digunakan untuk menghubungkan dua buah profil, yang mana diatur oleh bagian yang lebih kecil. (*BKI 2013 Sec. 3 D.2.2*).

4. Perhitungan Rencana Buka-an Kulit

Seluruh perhitungan konstruksi perhitungan pelat-pelat untuk merencanakan pemasangan pelat pada konstruksinya. Tahap perencanaanya adalah sebagai berikut :

a. Penentuan Perkiraan Beban

1) Beban Sisi Kapal

Perhitungan meliputi sisi kapal termasuk pelat sisi bangunan atas dan juga beban alas kapal. Fungsi untuk menentukan perhitungan tebal pelat bangunan atas, lambung, ukuran-ukuran gading dan semua ukuran profil yang turut menahan beban sisi dan alas kapal.

2) Beban alas kapal

Alas ganda sebagai tangki, meliputi ketentuan-ketentuan pemakaian tangki.

b. Pelat Kulit

1) Pelat sisi

Meliputi pelat sisi tengah kapal sampai bagian haluan dan buritan, mencakup pula ukuran pelat sisi lajur atas

2) Pelat alas

Meliputi perhitungan ukuran dan tebal pelat lunas, pelat alas dan pelat alas lajur bilga. Dengan diketahuinya beban dan gaya-gaya yang bekerja maka dapatlah dihitung tebal pelat.

3) Penguat alas di haluan

Yaitu perhitungan mengenai daerah penguatan yang meliputi penempatan dan persyaratan wrang-wrang, pelat lunas samping, pelat alas dan beberapa penguat pembujur intercostal.

- 4) Penguat pada linggi buritan, penyangga baling-baling dan lunas bilga. Tebal pelat pada linggi buritan yang diperkuat, linggi poros, sekitar celana poros, pelat penyangga baling-baling dan pelat lunas bilga.
- 5) Bukaan pada pelat kulit
Meliputi bukaan untuk jendela, lubang kluis, lubang pembuangan, katup laut dan lain-lain pada pelat kulit. Maksudnya pada setiap bukaan pada sudut-sudutnya harus dibuat radius, khusus pada bagian 0,4 L tengah kapal harus dipertebal atau di doubling.

c. Geladak

Mencakup ukuran tebal pelat geladak dan persyaratan-persyaratan bukaan pelat geladak.

- 1) Bukaan pada pelat geladak, sudut-sudutnya harus di buat radius dan harus diperkuat (didoubling), kecuali untuk bukaan yang mempunyai ukuran diameter kurang dari 300 mm.
- 2) Radius pembulatan ambang palkah, ambang palkah mesin (selubung kamar mesin) harus sedemikian rupa sehingga sesuai dengan persyaratan.
- 3) Tentang ukuran pelat geladak dapat diambil dari tabel I BKI 2013 Volume II.

5. Perhitungan Sistem Pipa

Sistem pipa merupakan bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan. Dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya. Pembahasan mengenai sistem pipa antara lain mencakup :

a. Bahan pipa

Bahan pipa yang diijinkan BKI antara lain: *Seam less drawing steel pipe* (pipa baja tanpa sambungan), *Seam less drawn* dari tembaga atau kuningan, *Lap welded/electric resistance welded steel pipe*,

pipa hitam *schedule 40, schedule 80*, pipa dari baja tempa atau besi kuningan (besi tempa).

b. Bahan katub dan peralatan (*fitting*)

Bahan katup dan peralatan yang diijinkan menurut peraturan BKI antara lain: Kuningan (*Bross*), Besi (*Iron*), *Cast Steel*, *Stainless Steel*.

c. Flens

Flens adalah salah satu sistem sambungan pipa dalam sistem perpipaan kapal.

d. Ketentuan umum sistem pipa

Sistem pipa harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan bengkakan dan sambungan las dengan flens atau sambungan yang dapat dilepas dan dipindahkan jika perlu semua pipa harus dilindungi sedemikian rupa sehingga terhindar dari kerusakan mekanis dan harus ditumpu/dijepit untuk menghindari getaran. Adapun sistem pipa antara lain : Sistem pipa muatan, Sistem bilga, Sistem ballast, Sistem bahan bakar, Sistem air tawar, Sistem saniter dan scupper, sistem pipa udara dan pipa duga.

e. Ukuran pipa

Perhitungan ukuran pipa yang digunakan dalam setiap sistem yang sesuai dengan ketentuan dan peraturan BKI.

f. Komponen-komponen dalam sistem pipa

Komponen-komponen dalam sistem pipa antara lain : *Separator, Hydrospore, Cooler, Purifier, Strainer (Filter)*, Botol angin dalam *sea chest, kondensor* pada instalasi pendingin.

g. Perhitungan *Sea Chest*

Kapasitas tangki antara 10% - 17% DI. Setelah mendapatkan diameter yang direncanakan, maka sudah bisa menentukan ukuran berdasarkan tabel

BAB II
PERHITUNGAN RENCANA GARIS
(LINES PLAN)

2.1 PERHITUNGAN DIMENSI KAPAL

1. Panjang Garis Air Muat (LWL)

$$\begin{aligned} \text{LWL} &= \text{LPP} + (2 \text{ s/d } 3\%) \times \text{LPP} \\ &= 78,00 + 2\% \times 78,00 \\ &= 79,560 \quad \text{m} \end{aligned}$$

2. Panjang Displacement Untuk Kapal Berbaling - Baling Tunggal

$$\begin{aligned} \text{LDispl} &= 0,5 \times (\text{LWL} + \text{LPP}) \\ &= 0,5 \times (79,560 + 78,00) \\ &= 78,780 \quad \text{m} \end{aligned}$$

3. Coefisien Midship (Cm) Formula Van Lammerent

$$\begin{aligned} C_m &= 0,90 + 0,1 \times \sqrt{Cb} \\ &= 0,90 + 0,1 \times 0,866 \\ &= 0,987 \text{ memenuhi syarat } (0,94 - 0,99) \end{aligned}$$

4. Coefisien Prismatic (Cp)

$$\begin{aligned} C_p &= C_b / C_m \\ &= 0,75 / 0,987 \\ &= 0,760 \text{ memenuhi syarat } (0,68 - 0,82) \end{aligned}$$

5. Coefisien Garis Air (Cw) Formula Troast

$$\begin{aligned} C_w &= \sqrt{Cb - 0,025} \\ &= \sqrt{0,75 - 0,025} \\ &= 0,85 \quad \text{Memenuhi syarat } (0,80 - 0,87) \end{aligned}$$

6. Luas Garis Air (AWL) . AWL Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{AWL} &= L_{wl} \times B \times C_w \\ &= 79,56 \times 13,02 \times 0,85 \\ &= 880,490 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

7. Luas Midship (Am)

$$\begin{aligned} A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 13,02 \times 5,47 \times 0,99 \\ &= 70,510 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

8. Volume Displacement (V Displ)

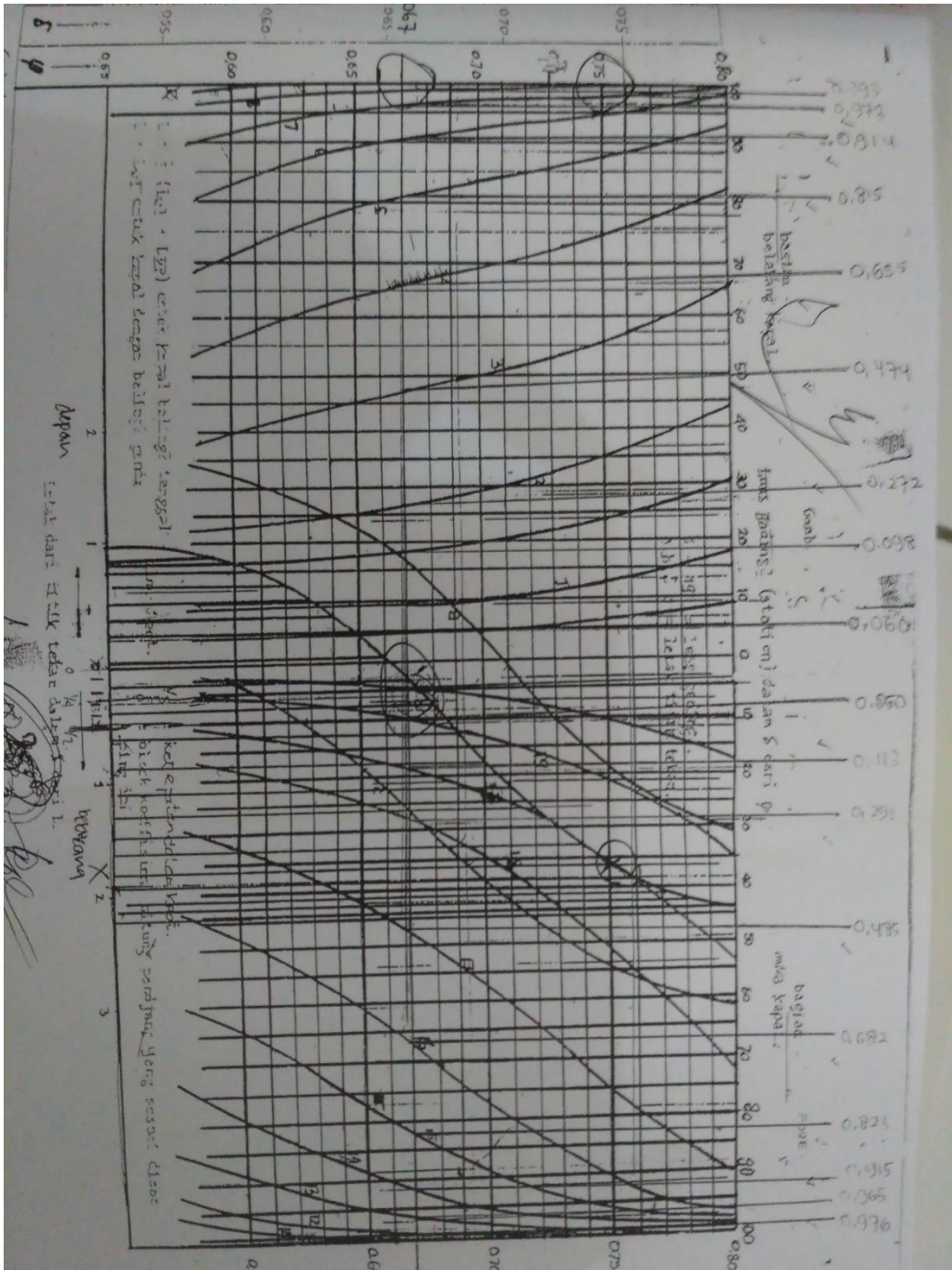
$$\begin{aligned} V_{\text{displ}} &= L_{PP} \times B \times T \times C_b \\ &= 78,00 \times 13,02 \times 5,47 \times 0,75 \\ &= 4166,335 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

9. Coeffisien Prismatic Displacement (Cp Displ)

$$\begin{aligned} C_p \text{ Displ} &= L_{PP} / L_{\text{Displ}} \times C_p \\ &= 78,00 / 78,78 \times 0,760 \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

10. Displacement (D)

$$\begin{aligned} D &= \text{Vol Displ} \times \rho \times c \\ &= 4166,335 \times 1,025 \times 1,004 \\ &= 4287,58 \quad \text{Ton} \end{aligned}$$



Gambar 2.1 Diagram NSP

2.2 MENENTUKAN LETAK LCB

Dengan menggunakan Cp displacement pada grafik NSP pada Cp Displ = 0,75 didapat letak titik LCB (Longitudinal Centre of bouyancy) = 1,75 % x L Displ, dimana L Displ = 78,78 m

$$\begin{aligned} \text{Cp Displ} &= (\text{LPP/L disp}) \times \text{Cp} \\ &= (78/78,78) \times 0,760 \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

a. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$\begin{aligned} \text{LCB Displ} &= 1,750\% \times \text{L Displ} \\ &= 1,750\% \times 78,780 \\ &= 1,38 \text{ m} \quad (\text{Di depan f L Displ}) \end{aligned}$$

b. Jarak Midship (f) L Displ ke Fp

$$\begin{aligned} \text{Midship Displ} &= 0,5 \times \text{L Displ} \\ &= 0,5 \times 78,78 \\ &= 39,39 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Jarak Midship (f) LPP ke Fp

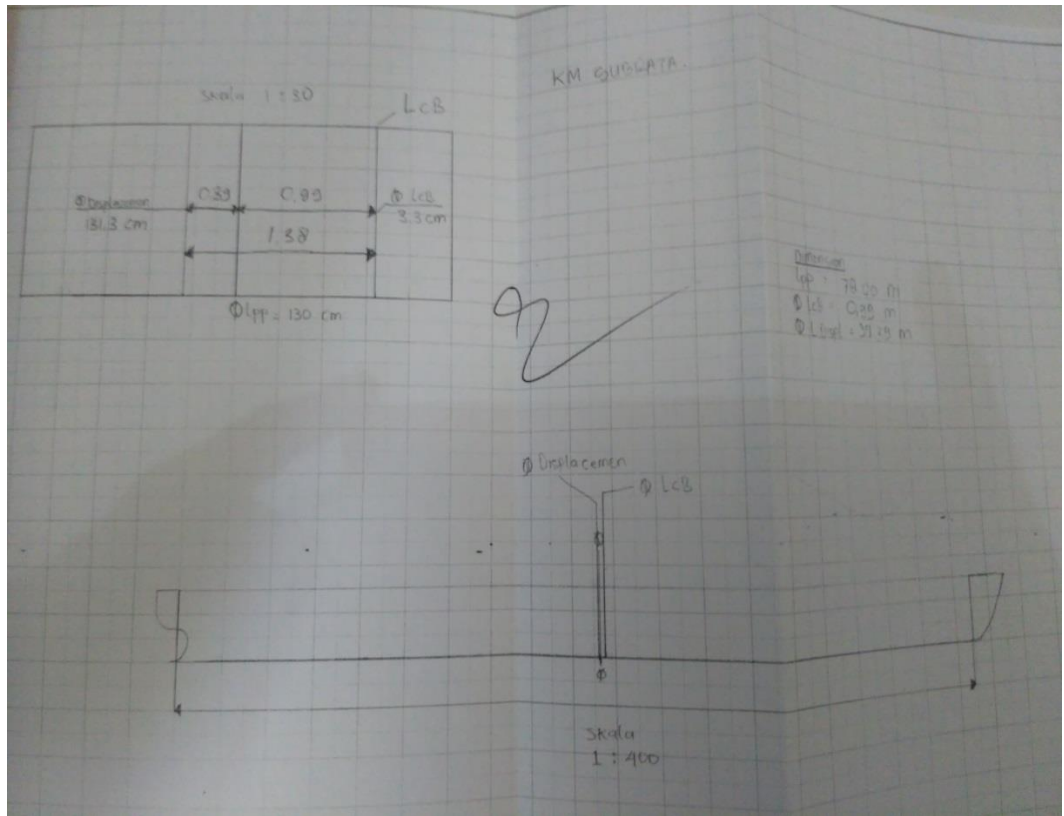
$$\begin{aligned} \text{Midship Lpp} &= 0,5 \times \text{LPP} \\ &= 0,5 \times 78,00 \\ &= 39 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Jarak antara Midship (f) L Displ dengan Midship (f) LPP

$$\begin{aligned} &= 39,390 - 39 \\ &= 0,39 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Jarak antara LCB terhadap Midship (f) LPP

$$\begin{aligned} &= 1,38 - 0,39 \\ &= 0,99 \text{ m di belakang midship LPP} \end{aligned}$$



Gambar 2.2 Perencanaan Letak LCB

B.2. Menurut Diagram NSP dengan luas tiap section (A_m) = 70,510 m²

No. Ord	%	% Terhadap Am	Fs	Hasil	Fm	Hasil
AP	0	0	1	-	-10	-
1	0,13	9,166	4	36,665	-9	-329,987
2	0,35	24,679	2	49,357	-8	-394,856
3	0,56	39,486	4	157,942	-7	-1.105,597
4	0,75	52,883	2	105,765	-6	-634,590
5	0,88	62,049	4	248,195	-5	-1.240,976
6	0,95	66,985	2	133,969	-4	-535,876
7	0,985	69,452	4	277,809	-3	-833,428
8	0,999	70,439	2	140,879	-2	-281,758
9	1	70,510	4	282,040	-1	-282,040
					Σ_2	-5.639,108
10	1	70,510	2	141,020	0	-
11	1	70,510	4	282,040	1	282,040
12	1	70,510	2	141,020	2	282,040
13	0,998	70,369	4	281,476	3	844,428
14	0,976	68,818	2	137,636	4	550,542
15	0,96	67,690	4	270,758	5	1.353,792
16	0,915	64,517	2	129,033	6	774,200
17	0,755	53,235	4	212,940	7	1.490,581
18	0,515	36,313	2	72,625	8	581,002
19	0,21	14,807	4	59,228	9	533,056
FP	0	0	1	-	10	-
			Σ_1	3.160,399	Σ_3	6.691,681

Tabel 2.1 Diagram NSP

$$\begin{aligned}
 \text{a. } h &= L \text{ Displ} / 20 \\
 &= 78,780 / 20 \\
 &= 3,939 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Volume Displacement

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= 1/3 \times h \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 3,939 \times 3.160,399 \\
 &= 4.149,604 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

c. Letak LCB NSP

$$\begin{aligned} \text{LCB NSP} &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times h \\ &= \frac{-5.639,108 + 6.691,681}{3.160,399} \times 3,939 \\ &= 1,312 \end{aligned}$$

d. Koreksi Prosentasi Penyimpangan LCB

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{LCB Displ} - \text{LCB NSP}}{\text{L Displ}} \times 100\% \\ &= \frac{1,3787 - 1,312}{78,78} \times 100\% \\ &= 0,00085 \times 100\% \\ &= 0,085 \% < 0,1\% \end{aligned}$$

e. Koreksi prosentase penyimpangan untuk Volume Displ

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Displ Awal} - \text{Vol Displ NSP}}{\text{Vol Displ Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{4.166,335 - 4.149,604}{4166,335} \times 100\% \\ &= 0,00402 \times 100 \% \\ &= 0,402 \% < 0,5 \% \text{ (Memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

B.3. Perhitungan prismatic depan (Qf) dan koefisien prismatic belakang (Qa) berdasarkan tabel "Van Lamerent"

Dimana :

Qf = Koefisien prismatic bagian depan midship Lpp

Qa = Koefisien prismatic bagian belakang midship Lpp

e = Perbandingan jarak LCB terhadap Lpp

$e = (LCB Lpp / Lpp) \times 100 \%$

$= 0,99 / 78,00 \times 100\%$

$= 0,013$

$= 1,3 \%$

Dengan rumus tersebut diatas dapat dihitung harga Qa dan Qf dengan rumus sebagai berikut :

$Qa = Qf = Cp \pm (1,4 + Cp) \times e$

Dimana :

$Qf = Cp + (1,4 + Cp) \times e$

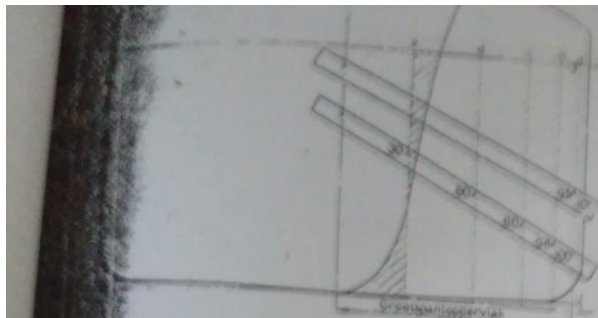
$= 0,760 + 1,4 + 0,760 \times 0,01268$

$= 0,788$

$Qa = Cp - (1,4 + Cp) \times e$

$= 0,760 - (1,4 + 0,760) \times 0,01268$

$= 0,733$



oppervlakte van de deelspant a

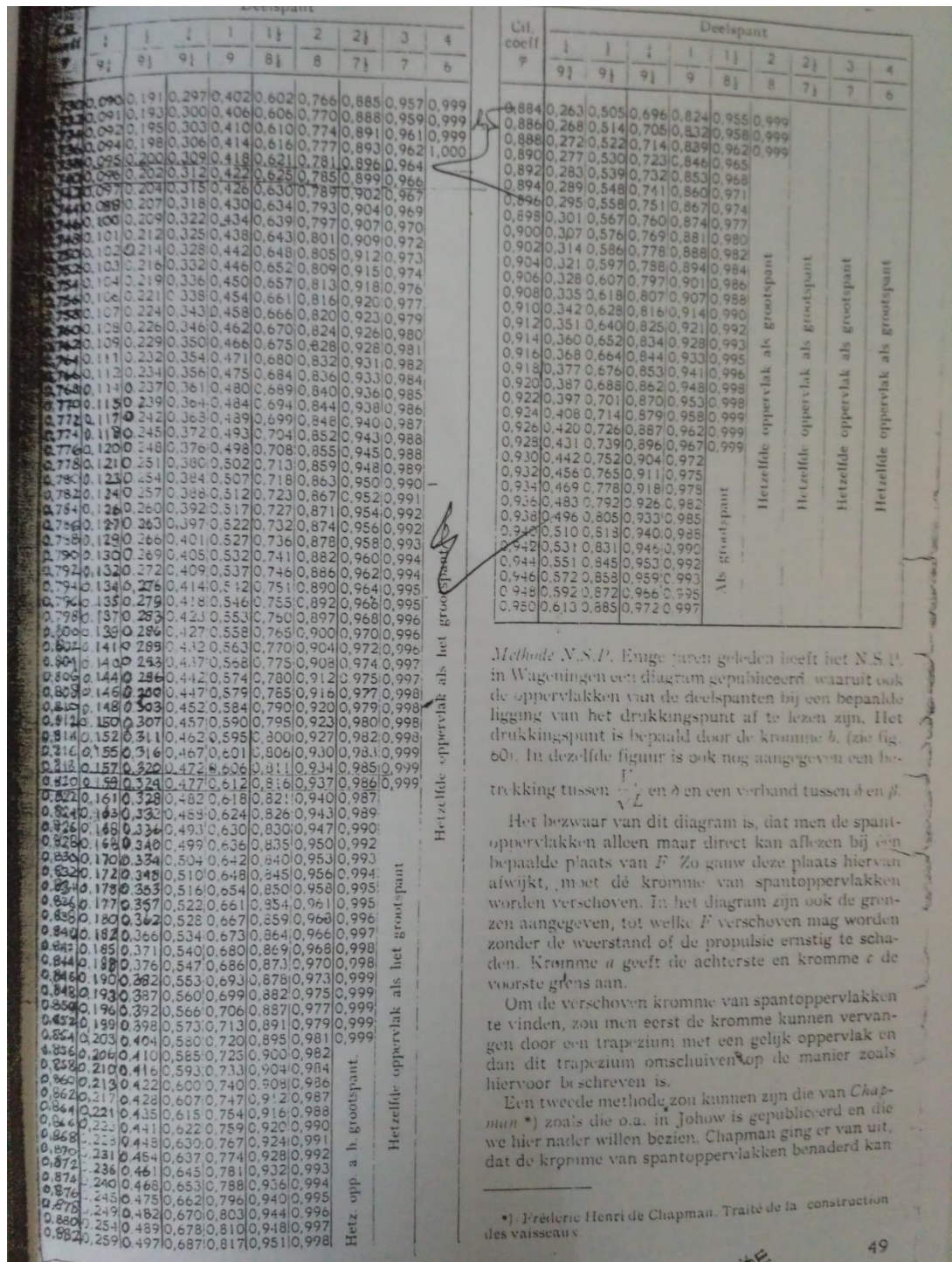
$$y_{\text{max}} = y - \frac{a - 0.001 L_{\text{tot}}}{L_{\text{tot}}}$$

L_{tot} = afstand van T tot J , $L_{\text{tot}} = 1,1 D$

Bij deze y_{max} en y_{min} lezen we uit de tabel de verhouding af tussen het oppervlak van elk deelspant en het grootspantoppervlak. We berekenen nu de werkelijke oppervlakte van elk deelspant en controleren of de O van berekening de waterverplaatsing en de plaats van T ver komen nl. wel eens afwijkingen voor). Na eventuele verbetering kunnen we nu rechthoeken tekenen, die de verlangde oppervlakte hebben bij een hoogte gelijk aan de diepgang. We kunnen dit gemakkelijk als volgt doen. Stel, dat de $\beta = 0,98$, dan vervangen we eerst het oppervlak, begrensd door tillinglijn en kimstraal door een rechthoek met hoogte gelijk aan de diepgang T . We leggen daarvoor een maatlat schuin op het grootspant en wel zodanig, dat de O op de hartlijn ligt en 100 op de buitenkant. We kunnen dan een verticaal tekenen op het punt bij 98. (zie fig. 57a). Wanneer de uit de tabel van Hogg afgelezen percentages zijn: 94, 80, 60, en 30, leggen we de maatlat zo, dat de O op de hartlijn en de 100 op lijn a ligt en tekenen dan verticalen door de punten bij 94, 80, 60 en 30. Deze rechthoeken gaan we dan verder vervangen door puntvormen, die V-vormig of U-vormig kunnen

		Deelspant							
y	y ₁								
		1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
0,560	0,038	0,087	0,130	0,187	0,300	0,434	0,584	0,728	0,935
0,562	0,038	0,053	0,131	0,184	0,303	0,440	0,588	0,731	0,936
0,564	0,039	0,084	0,132	0,186	0,304	0,444	0,592	0,734	0,937
0,566	0,039	0,085	0,135	0,187	0,309	0,448	0,596	0,738	0,938
0,568	0,040	0,085	0,135	0,189	0,312	0,452	0,600	0,741	0,939
0,570	0,040	0,084	0,136	0,191	0,315	0,456	0,604	0,744	0,940
0,572	0,040	0,084	0,138	0,193	0,318	0,460	0,608	0,747	0,941
0,574	0,041	0,085	0,138	0,195	0,321	0,463	0,611	0,750	0,942

0,576	0,041	0,086	0,141	0,197	0,326	0,468	0,615	0,753	0,943
0,578	0,042	0,089	0,142	0,199	0,329	0,471	0,618	0,756	0,944
0,580	0,042	0,090	0,144	0,201	0,332	0,474	0,621	0,759	0,945
0,582	0,042	0,091	0,145	0,203	0,335	0,477	0,624	0,762	0,946
0,584	0,043	0,092	0,147	0,205	0,338	0,480	0,627	0,765	0,947
0,586	0,043	0,093	0,148	0,206	0,341	0,483	0,630	0,768	0,948
0,588	0,044	0,094	0,150	0,208	0,344	0,486	0,633	0,771	0,949
0,590	0,044	0,095	0,151	0,210	0,347	0,489	0,636	0,774	0,950
0,592	0,044	0,096	0,152	0,212	0,350	0,492	0,639	0,777	0,951
0,594	0,045	0,097	0,154	0,214	0,353	0,495	0,642	0,780	0,952
0,596	0,045	0,097	0,155	0,216	0,356	0,498	0,645	0,783	0,953
0,598	0,046	0,098	0,157	0,218	0,359	0,501	0,648	0,786	0,954
0,600	0,046	0,099	0,158	0,220	0,362	0,504	0,651	0,789	0,955
0,602	0,047	0,100	0,160	0,222	0,365	0,507	0,654	0,792	0,956
0,604	0,047	0,101	0,161	0,224	0,368	0,510	0,657	0,795	0,957
0,606	0,047	0,102	0,162	0,226	0,371	0,513	0,660	0,798	0,958
0,608	0,048	0,103	0,163	0,228	0,374	0,516	0,663	0,801	0,959
0,610	0,048	0,104	0,164	0,230	0,377	0,519	0,666	0,804	0,960
0,612	0,049	0,105	0,165	0,232	0,380	0,522	0,669	0,807	0,961
0,614	0,049	0,106	0,166	0,234	0,383	0,525	0,672	0,810	0,962
0,616	0,049	0,107	0,167	0,236	0,386	0,528	0,675	0,813	0,963
0,618	0,050	0,108	0,168	0,238	0,389	0,531	0,678	0,816	0,964
0,620	0,050	0,109	0,169	0,240	0,392	0,534	0,681	0,819	0,965
0,622	0,051	0,110	0,170	0,242	0,395	0,537	0,684	0,822	0,966
0,624	0,051	0,111	0,171	0,244	0,398	0,540	0,687	0,825	0,967
0,626	0,052	0,112	0,172	0,246	0,401	0,543	0,690	0,828	0,968
0,628	0,052	0,113	0,173	0,248	0,404	0,546	0,693	0,831	0,969
0,630	0,053	0,114	0,174	0,250	0,407	0,549	0,696	0,834	0,970
0,632	0,054	0,115	0,175	0,252	0,410	0,552	0,699	0,837	0,971
0,634	0,054	0,116	0,176	0,254	0,413	0,555	0,702	0,840	0,972
0,636	0,055	0,118	0,177	0,256	0,416	0,558	0,705	0,843	0,973
0,638	0,055	0,119	0,178	0,258	0,419	0,561	0,708	0,846	0,974
0,640	0,056	0,120	0,179	0,260	0,422	0,564	0,711	0,849	0,975
0,642	0,056	0,121	0,180	0,262	0,425	0,567	0,714	0,852	0,976
0,644	0,057	0,122	0,181	0,264	0,428	0,570	0,717	0,855	0,977
0,646	0,057	0,124	0,182	0,266	0,431	0,573	0,720	0,858	0,978
0,648	0,058	0,125	0,183	0,268	0,434	0,576	0,723	0,861	0,979
0,650	0,058	0,126	0,184	0,270	0,437	0,579	0,726	0,864	0,980
0,652	0,059	0,127	0,185	0,272	0,440	0,582	0,729	0,867	0,981
0,654	0,059	0,128	0,186	0,274	0,443	0,585	0,732	0,870	0,982
0,656	0,060	0,130	0,187	0,276	0,446	0,588	0,735	0,873	0,983
0,658	0,060	0,131	0,188	0,278	0,449	0,591	0,738	0,876	0,984
0,660	0,061	0,132	0,189	0,280	0,452	0,594	0,741	0,879	0,985
0,662	0,062	0,133	0,190	0,282	0,455	0,597	0,744	0,882	0,986
0,664	0,062	0,134	0,191	0,284	0,458	0,600	0,747	0,885	0,987
0,666	0,063	0,136	0,192	0,286	0,461	0,603	0,750	0,888	0,988
0,668	0,063	0,137	0,193	0,288	0,464	0,606	0,753	0,891	0,989
0,670	0,064	0,139	0,194	0,290	0,467	0,609	0,756	0,894	0,990
0,672	0,065	0,141	0,195	0,292	0,470	0,612	0,759	0,897	0,991
0,674	0,066	0,142	0,196	0,294	0,473	0,615	0,762	0,900	0,992
0,676	0,066	0,144	0,197	0,296	0,476	0,618	0,765	0,903	0,993
0,678	0,067	0,145	0,198	0,298	0,479	0,621	0,768	0,906	0,994
0,680	0,068	0,147	0,199	0,300	0,482	0,624	0,771	0,909	0,995
0,682	0,069	0,148	0,200	0,302	0,485	0,627	0,774	0,912	0,996
0,684	0,069	0,150	0,201	0,304	0,488	0,630	0,777	0,915	0,997
0,686	0,070	0,151	0,202	0,306	0,491	0,633	0,780	0,918	0,998
0,688	0,070	0,153	0,203	0,308	0,494	0,636	0,783	0,921	0,999
0,690	0,071	0,154	0,204	0,310	0,497	0,639	0,786	0,924	0,999
0,692	0,071	0,156	0,205	0,312	0,500	0,642	0,789	0,927	0,999
0,694	0,073	0,157	0,206	0,314	0,503	0,645	0,792	0,930	0,999
0,696	0,073	0,159	0,207	0,316	0,506	0,648	0,795	0,933	0,999
0,698	0,074	0,160	0,208	0,318	0,509	0,651	0,798	0,936	0,999
0,700	0,075	0,162	0,209	0,320	0,512	0,654	0,801	0,939	0,999
0,702	0,076	0,164	0,210	0,322	0,515	0,657	0,804	0,942	0,999
0,704	0,077	0,165	0,211	0,324	0,518	0,660	0,807	0,945	0,999
0,706	0,078	0,167	0,212	0,326	0,521	0,663	0,810	0,948	0,999
0,708	0,079	0,168	0,213	0,328	0,524	0,666	0,813	0,951	0,999
0,710	0,080	0,170	0,214	0,330	0,527	0,669	0,816	0,954	0,999
0,712	0,081	0,172	0,215	0,332	0,530	0,672	0,819	0,957	0,999
0,714	0,082	0,174	0,216	0,334	0,533	0,675	0,822	0,960	0,999
0,716	0,083	0,176	0,217	0,336	0,536	0,678	0,825	0,963	0,999
0,718	0,084	0,178	0,218	0,338	0,539	0,681	0,828	0,966	0,999
0,720	0,085	0,180	0,219	0,340	0,542	0,684	0,831	0,969	0,999
0,722	0,086	0,182	0,220	0,342	0,545	0,687	0,834	0,972	0,999
0,724	0,087	0,184	0,221	0,344	0,548	0,690	0,837	0,975	0,999
0,726	0,088	0,187	0,222	0,346	0,551	0,693	0,840	0,978	0,999
0,728	0,089	0,189	0,223	0,348	0,554	0,696	0,843	0,981	0,999



Gambar 2.3 Diagram Van Lamerent

B.2.7. Tabel CSA Lama Menurut Van Lamerent $A_m = 70,510 \text{ m}^2$

No. Ord	Luas Station	Luas Station Terhadap A_m
AP	0	0
0,25	0,091	6,416
0,5	0,193	13,608
0,75	0,3	21,153
1	0,406	28,627
1,5	0,606	42,729
2	0,77	54,293
2,5	0,88	62,049
3	0,959	67,619
4	0,999	70,439
5	1	70,510
6	1	70,510
7	0,993	70,016
7,5	0,958	67,549
8	0,878	61,908
8,5	0,736	51,895
9	0,527	37,159
9,25	0,401	28,275
9,5	0,266	18,756
9,75	0,129	9,096
FP	0	0
	Σ	852,607

Tabel 2.2 CSA Lama menurut *Van Lamerent*

RUMUS PROHASKA

$$P = \text{LCB Total Terhadap midship Lpp}$$

$$= 0,936 \quad \text{m}$$

$$Q = \text{LCB NSP Terhadap midship}$$

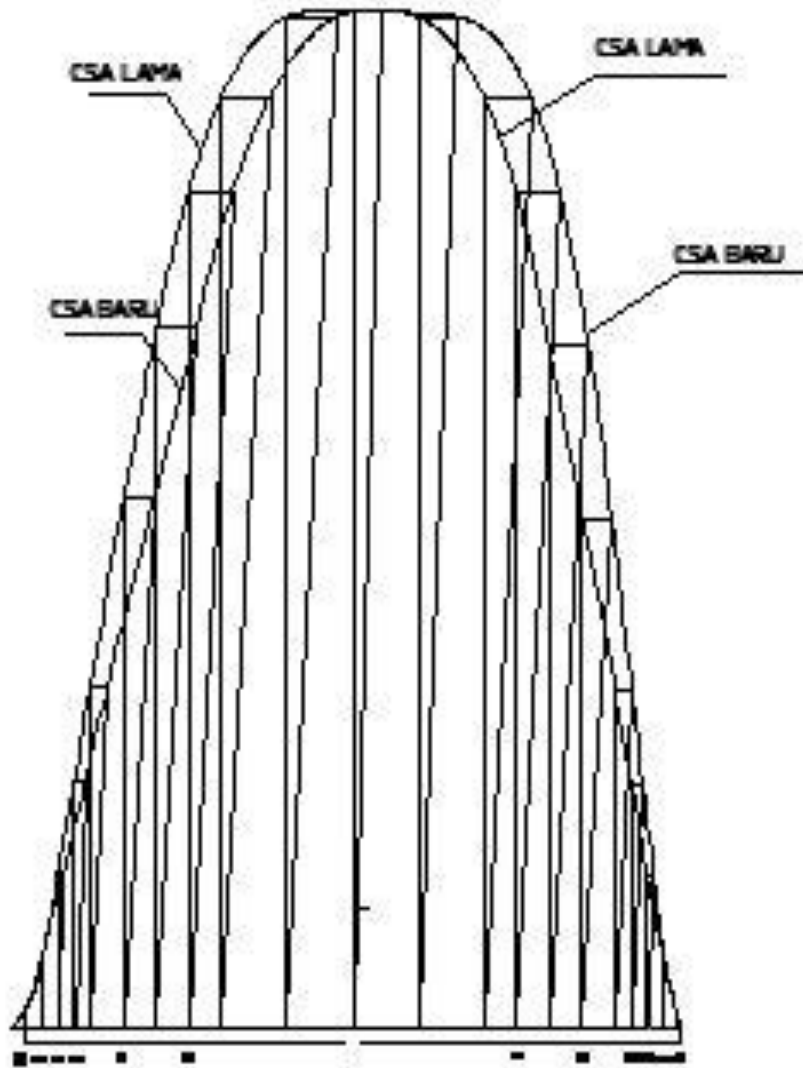
$$= 0,99 \quad \text{m}$$

$$b = \frac{4C_p - 1}{6C_p} = 0,2434 \text{ m}$$

CSA LAMA DAN BARU GENERAL CARGO

Skala 1 : 200

GRAFIK CSA



Gambar 2.4 Grafik CSA Lama dan Baru

Tabel Luas tiap section terhadap Am menurut Van Lamerent (CSA
BARU)

$$Am = 70,510 \text{ m}^2$$

No	% Luas	Luas Station	FS	Hasil	Fm	Hasil
ORD	Station	terhadap Am				
AP	0,029	2,100	0,25	0,525	-5	-2,625
0,25	0,094	6,787	1	6,787	-4,75	-32,238
0,5	0,194	13,986	0,5	6,993	-4,5	-31,469
0,75	0,283	20,421	1	20,421	-4,25	-86,789
1	0,414	29,930	0,75	22,448	-4	-89,790
1,5	0,573	41,426	2	82,852	-3,5	-289,982
2	0,699	50,478	1	50,478	-3	-151,434
2,5	0,866	62,589	2	125,178	-2,5	-312,945
3	0,972	70,267	1,5	105,401	-2	-210,801
4	0,976	70,510	4	282,040	-1	-282,040
5	0,976	70,510	2	141,020	0	-
		-			Σ_2	-1.490,113
6	0,976	70,510	4	282,040	1	282,040
7	0,970	70,100	1,5	105,150	2	210,300
7,5	0,866	62,598	2	125,196	2,5	312,990
8	0,755	54,559	1	54,559	3	163,677
8,5	0,696	50,298	2	100,596	3,5	352,086
9	0,539	38,911	0,75	29,183	4	116,733
9,25	0,410	29,602	1	29,602	4,25	125,809
9,5	0,359	25,932	0,5	12,966	4,5	58,347
9,75	0,154	11,115	1	11,115	4,75	52,796
FP	-	-	0,25	-	0	-
			Σ_1	1.594,549	Σ_3	1.674,778

Tabel 2.3 Luas Tiap Section terhadap Am Menurut Van Lamerent (Baru)

$$\begin{aligned}
 1. \quad h &= Lpp / 10 \\
 &= 78,00 / 10 \\
 &= 7,800 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2 Volume Displacement pada Main Part

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= 1/3 \times LPP/10 \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 7,800 \times 1.594,549 \\
 &= 4.145,828 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3 Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma 2 + \Sigma 3}{\Sigma 1} \times \frac{Lpp}{10} \\
 &= \frac{-1.490,113 + 1.674,778}{1.594,549} \times \frac{7,800}{10} \\
 &= 0,903 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

4 Perhitungan pada Cant Part

No Ord	Luas Station	Fs	Hasil	Fm	Hasil
0	0	1	0	0	0
0,5 AP	1,050	4	4,200	1	4,200
AP	2,100	1	2,100	2	4,200
		$\Sigma 1$	6,300	$\Sigma 2$	8,400

Tabel 2.4 Perhitungan Pada Cant Part

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\
 &= \frac{79,5600 - 78,000}{2} \\
 &= 0,7800 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

5. Volume Cant Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times e \times \Sigma 1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 0,7800 \times 6,300 \\
 &= 1,64 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

6. LCB Cant Part Terhadap AP

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma 2}{\Sigma 1} \times e \\
 &= \frac{8,400}{6,300} \times 0,7800 \\
 &= 1,040 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

7. Jarak LCB Cant Part terhadap f LPP

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times Lpp + \text{LCB Cant Part} \\ &= \frac{1}{2} \times 78,00 + 1,040 \\ &= 40,040 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Volume Displacement Total

$$\begin{aligned} \text{V Displ total} &= \text{V Displ Mp} + \text{Vol Displ CP} \\ &= 4.145,828 + 1,638 \\ &= 4.147,466 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

9. LCB Total terhadap f Lpp

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{LCB M.P} \times \text{Vol M.P}) + (\text{LCB C.P} \times \text{Vol C.P})}{\text{Volume Displacement total}} \\ &= \frac{(0,920 \times 4.148,828) + (40,0400 \times 1,638)}{4.147,466} \\ &= \frac{3.745,001 + 65,586}{4.130,216} \\ &= 0,919 \text{ m} \end{aligned}$$

2.2.3.1 Koreksi Hasil Perhitungan

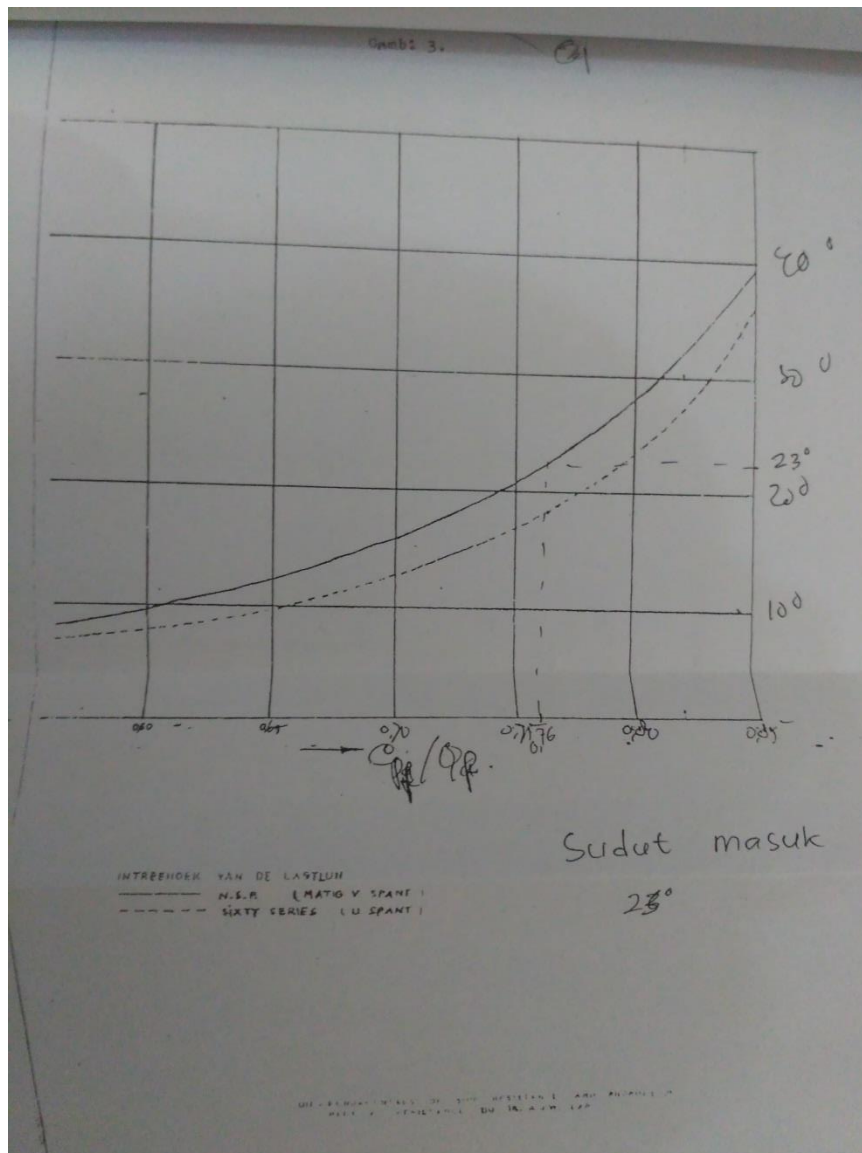
A Koreksi untuk Volume Displacement

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Vol Total} - \text{Vol Displ perhitungan}}{\text{Vol Displ perhitungan}} \times 100 \% \\ &= \frac{4.149,604 - 4.147,466}{4.149,604} \times 100\% \\ &= 0,000515 \\ &= 0,05 \% < 0,5 \% \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

B. Koreksi untuk Procentase Penyimpangan LCB

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{LCB Thd midship Lpp} - \text{LCB total}}{\text{LPP}} \times 100\% \\ &= \frac{0,99 - 0,919}{78,00} \times 100\% \\ &= 0,00090 \times 100\% \\ &= 0,090 \% < 0,1 \% \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

2.3. RENCANA BENTUK GARIS AIR



Gambar 2.5 Grafik Latsian

2.3.1 Perhitungan Besarnya Sudut Masuk (a)

Untuk menghitung besarnya sudut masuk garis air berdasarkan Coefisien Prismatic

Depan (Q_f), Dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB, CP	=	0,788
Dari grafik Latsian sudut masuk	=	23,0°
Penyimpangan	=	3°
Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh	=	26,0°

2.3.2. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No. Ord.	Y=1/2 B	FS	Hasil
AP	3,834	0,25	0,959
0,25	4,815	1	4,815
0,5	5,327	0,5	2,664
0,75	5,530	1	5,530
1	5,768	0,75	4,326
1,5	5,957	2	11,914
2	6,057	1	6,057
2,5	6,245	2	12,490
3	6,35	1,5	9,525
4	6,5	4	26,000
5	6,51	2	13,020
6	6,38	4	25,536
7	6,18	1,5	9,263
7,5	5,989	2	11,978
8	5,543	1	5,543
8,5	4,718	2	9,436
9	3,629	0,75	2,722
9,25	2,841	1	2,841
9,5	1,903	0,5	0,952
9,75	0,951	1	0,951
FP	0,000	0,25	0,000
		Σ	166,520

Tabel 2.5 Perhitungan Luas Bidang Garis Air

2.3.2.a. Luas Garis Air pada Main Part

$$\begin{aligned}
 AWL \text{ M.P} &= 2 \times \frac{1}{3} \times L_{pp} / 10 \times \Sigma \\
 &= 2 \times 0,3 \times 78,00 / 10 \times 166,520 \\
 &= 865,903 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2.3.2.b. Rencana Bentuk Garis Air pada Cant Part

$$\text{Pada AP} = 3,834 / 0,5 \text{ AP} = 1,917$$

No Ord	Tinggi Ord.	Fs	Hasil
AP	3,834	1	3,834
1/2 AP	1,917	4	7,668
0	0	1	0,000
		Σ	11,502

Tabel 2.6 Rencana Bentuk Garis Air

$$\begin{aligned}
2.3.2.c. \quad e &= \frac{LWL - Lpp}{2} \\
&= \frac{79,56 - 78,00}{2} \\
&= 0,780 \text{ m}
\end{aligned}$$

2.3.2.d. Luas Garis Air pada Cant Part (AWL CP)

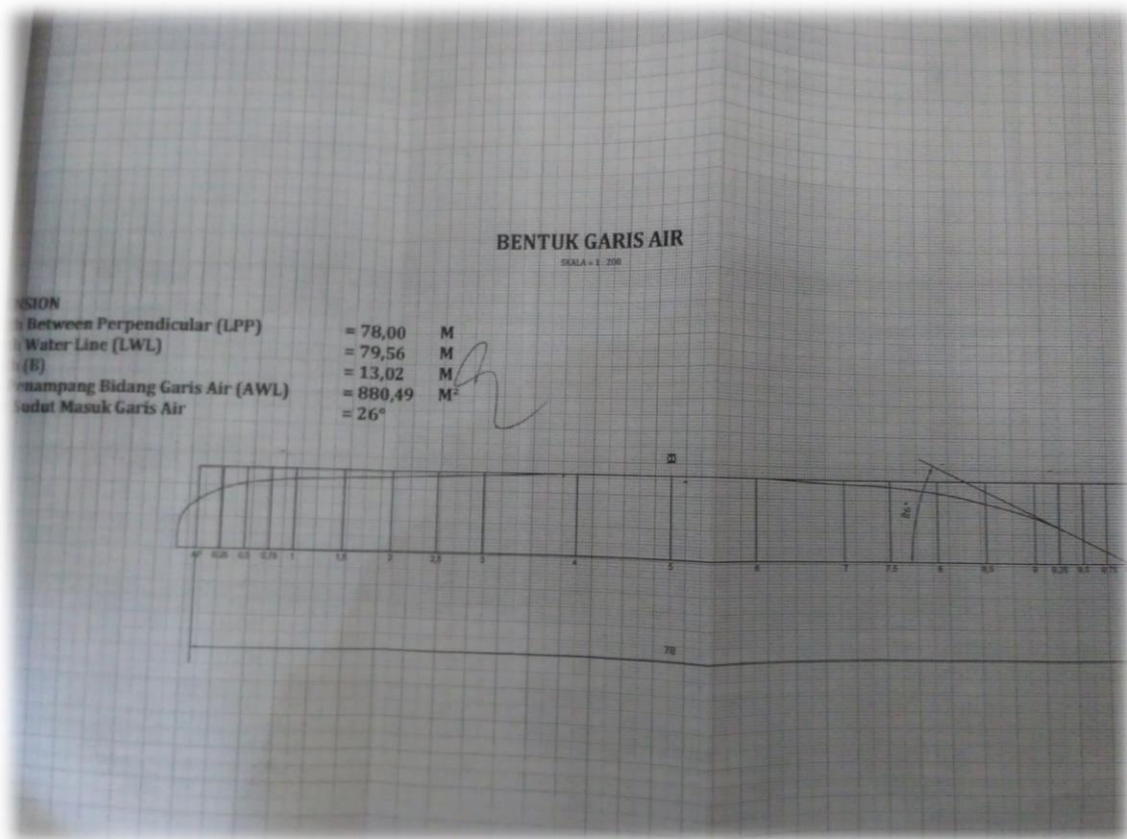
$$\begin{aligned}
AWL Cp &= 2 \quad x \quad e \quad x \quad \Sigma 1 \\
&= 2 \quad x \quad 0,78 \quad x \quad 11,502 \\
&= 17,94312 \quad m^2
\end{aligned}$$

2.3.2.e. Luas Total Garis Air (AWL total)

$$\begin{aligned}
AWL total &= \text{Luas Main Part} \quad + \quad \text{Luas Cant Part} \\
&= 865,903 \quad + \quad 17,94312 \\
&= 883,846 \quad m^2
\end{aligned}$$

2.3.2.f. Koreksi Luas Garis Air

$$\begin{aligned}
&= \frac{AWL Awal - AWL Total}{AWL Awal} \quad x \quad 100 \% \\
&= \frac{880,49 - 883,846}{880,490} \quad x \quad 100\% \\
&= 0,0038 \quad x \quad 100\% \\
&= 0,38 \quad \% \quad < \quad 0.5 \% \quad (\text{Memenuhi syarat})
\end{aligned}$$



Gambar 2.6 Bentuk Garis Air

2.4. PERHITUNGAN RADIUS BILGA

Dimana :

$$\begin{aligned} B &= 13,02 \text{ m} & 1/2 B &= 6,51 \\ H &= 6,30 \\ T &= 5,47 \text{ m} \\ A &= \text{Rise of Floor} \\ &= 0,01 \times B \\ &= 0,01 \times 13,02 \\ &= 0,130 \text{ m} \\ R &= \text{Jari - jari Bilga} \\ M &= \text{Titik pusat kelengkungan bilga} \end{aligned}$$

2.4.1. Dalam segi tiga ABC

$$\begin{aligned} \text{Tg } \alpha_2 &= \frac{AB}{BC} = \frac{6,51}{0,130} = 50,00 \\ \alpha_2 &= 88,854 \\ \alpha_1 &= 0,5 \times 180 - \alpha_2 \\ &= 0,5 \times 180 - 88,854 \\ &= 91,15^\circ \end{aligned}$$

2.4.2. Perhitungan

2.4.2.1. Luas Trapesium AECD

$$\begin{aligned} &= 1/2 B \times 1/2 \{T + (T - A)\} \\ &= 1/2 B \times 1/2 (5,47 + (5,47 - 0,130)) \\ &= 6,51 \times 1/2 (5,47 + 5,34) \\ &= 35,186 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2.4.2.2. Luas AFHEDA

$$\begin{aligned} &= 1/2 \text{ Luas Midship} \\ &= 1/2 \times B \times T \times Cm \\ &= 0,50 \times 13,02 \times 5,47 \times 0,987 \\ &= 35,133 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2.4.2.3. Luas FGHCF

$$\begin{aligned}
 &= \text{Luas Trapesium AECD} - \text{Luas AFHEDA} \\
 &= 35,186 - 35,133 \\
 &= 0,053 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2.4.2.4. Luas FCM

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times \text{Luas FGHCF} \\
 &= 0,50 \times 0,053 \\
 &= 0,027 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas Juring MFG} = \alpha \frac{1}{360} \times \pi R^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas FCG} &= \text{Luas MFC} - \text{Luas Juring MFG} \\
 &= 0,5 P^2 Tg \alpha - \alpha \frac{1}{360} \times \pi R^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi Luas ACED} - \text{Luas AFHEDA} = \text{Luas MFC} - \text{Luas Juring MFG}$$

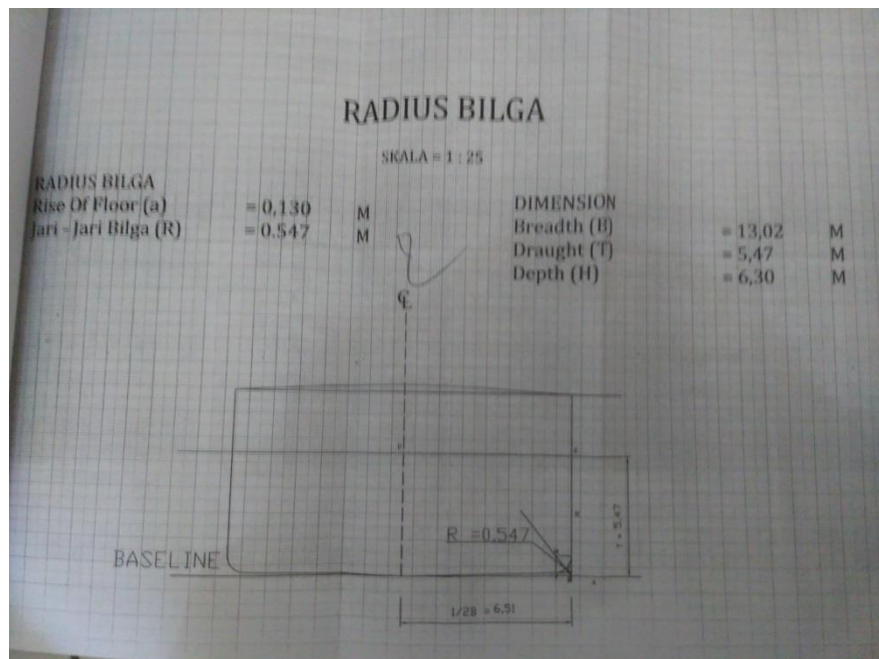
$$35,186 - 35,133 = (0,5 R^2 Tg 45,573 - 45,573 / 360 \times \pi R^2) \times 2$$

$$0,053 = 0,575 R^2 - 0,397 R^2$$

$$0,053 = 0,178 R^2$$

$$R^2 = 0,299$$

$$R = 0,547 \text{ m}$$



Gambar 2.7 Radius Bilga

2.5. Merencanakan Bentuk Body Plan

1. adalah Merencanakan atau membuat bentuk garis air lengkung pada potongan ordinat.
2. langkah-langkah
 - Membuat empat persegi panjang dengan dengan sisi $1/2 B$ dan T
 - Pada garis air T di ukurkan garis b yang besarnya : $1/2$ Luas Station di bagi T
 - Dibuat persegi panjang $ABCD$
 - Di ukurkan pada garis air T garis $Y = 1/2$ lebar garis air pada station yang bersangkutan
 - Dari titik E kita merencanakan bentuk station sedemikian sehingga luas ODE : luas OAB letak titik O dari station-station harus merupakan garis lengkung yang stream line.
 - Setelah bentuk station selesai di buat, di lakukan pengecekan volume displacement dari bentuk-bentuk station.
 - Kebenaran dari lengkung-lengkung dapat di cek dengan menggunakan Planimeter.

2.5.1. Rencana bentuk Body Plan

$$T = 5,47 \text{ m} \quad 2T = 10,94 \text{ m}$$

No. Ord	$Y = 1/2 B$	$b = ls/2t$	Luas station
AP	3,834	0,192	2,100
0,25	4,815	0,620	6,787
0,5	5,327	1,278	13,986
0,75	5,530	1,867	20,421
1	5,768	2,736	29,930
1,5	5,957	3,787	41,426
2	6,057	4,614	50,478
2,5	6,245	5,721	62,589
3	6,350	6,423	70,267
4	6,500	6,445	70,510
5	6,510	6,445	70,510
6	6,384	6,445	70,510
7	6,175	6,408	70,100
7,5	5,989	5,722	62,598
8	5,543	4,987	54,559
8,5	4,718	4,598	50,298
9	3,629	3,557	38,911
9,25	2,841	2,706	29,602
9,5	1,903	2,370	25,932
9,75	0,951	1,016	11,115
FP	0	0	0

Tabel 2.7 Rencana Bentuk Body Plan

2.5.2. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan Pada Main Part

No. Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	2,100	0,25	0,525
0,25	6,787	1	6,787
0,5	13,986	0,5	6,993
0,75	20,421	1	20,421
1	29,930	0,75	22,448
1,5	41,426	2	82,852
2	50,478	1	50,478
2,5	62,589	2	125,178
3	70,267	1,5	105,401
4	70,510	4	282,040
5	70,510	2	141,020
6	70,510	4	282,040
7	70,100	1,5	105,150
7,5	62,598	2	125,196
8	54,559	1	54,559
8,5	50,298	2	100,596
9	38,911	0,75	29,183
9,25	29,602	1	29,602
9,5	25,932	0,5	12,966
9,75	11,115	1	11,115
FP	0	0,25	0
		Σ	1594,549

Tabel 2.8 Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan Pada M.P

a. Volume displacement perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 78,00 \times 13,02 \times 5,47 \times 0,75 \\
 &= 4166,335 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b. Volume Displacement Perencanaan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times L_{pp} / 10 \times \Sigma 1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 78,00 / 10 \times 1594,549 \\
 &= 4145,828 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan Pada Cant Part

No. Ord	Luas Station	Fs	Hasil	Fm	Hasil
0	0	1	0,000	0	0
1/2 AP	1,050	4	4,200	1	4,200
AP	2,100	1	2,100	2	4,200
Σ			6,300	Σ	8,400

Tabel 2.9 Rencana Body Plan Pada Cant Part

d. e

$$\begin{aligned}
 &= (LWL - LPP) / 2 \\
 &= (79,560 - 78,00) / 2 \\
 &= 0,780
 \end{aligned}$$

e. Volume Cant Part

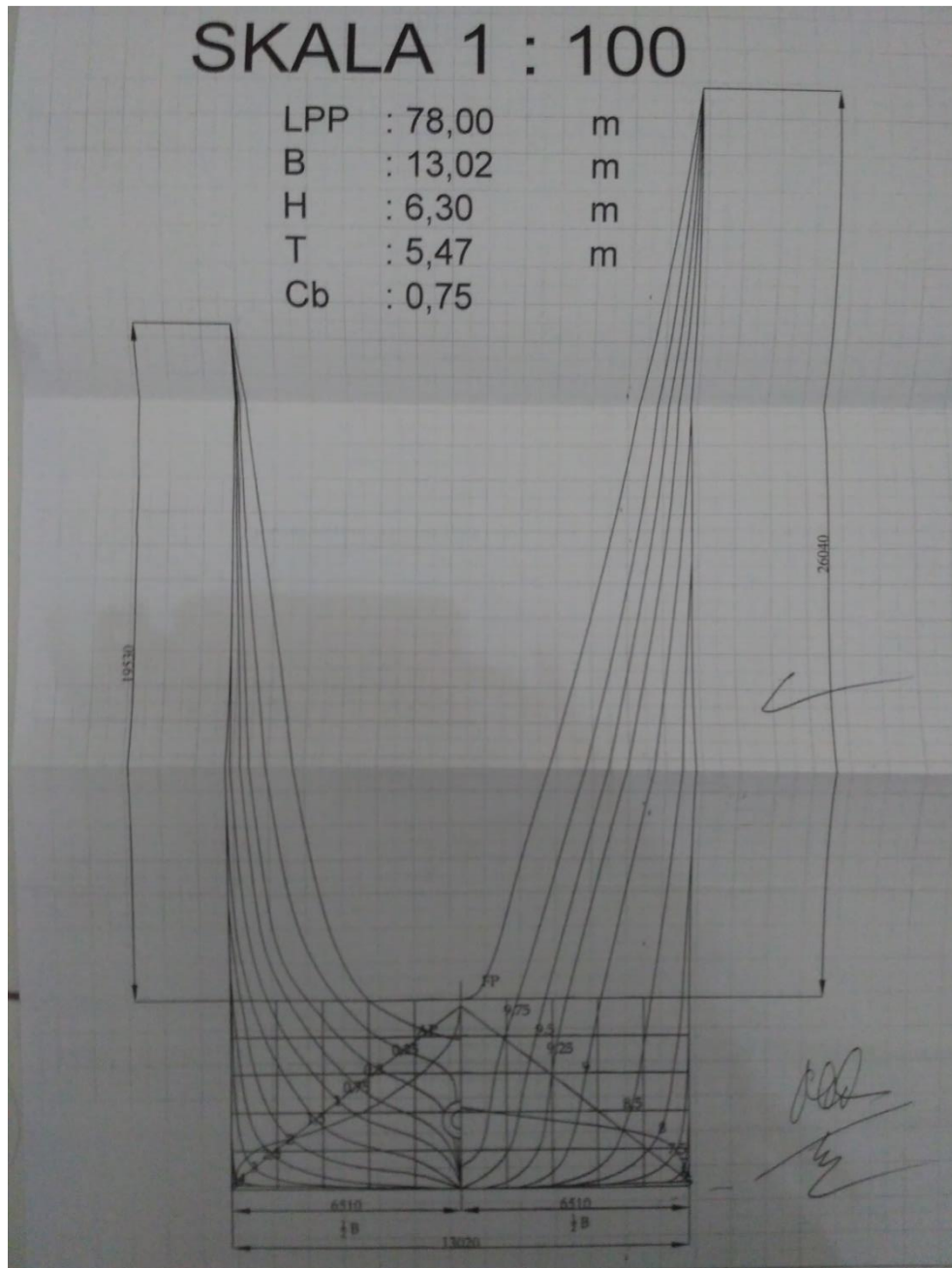
$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times e \times \Sigma \\
 &= \frac{1}{3} \times 0,780 \times 6,300 \\
 &= 1,638
 \end{aligned}$$

f. Volume Displacement Total

$$\begin{aligned}
 &= \text{Volume MP} + \text{Volume CP} \\
 &= 4145,828 + 1,638 \\
 &= 4147,466
 \end{aligned}$$

g. Koreksi Penyimpangan Volume Displacement Body Plan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume Displ Perencanaan Awal} - \text{Volume Displ Total}}{\text{Volume Displ Perencanaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{4166,335 - 4147,466}{4166,335} \times 100\% \\
 &= 0,453 \% < 0,5 \% \quad (\text{memenuhi syarat})
 \end{aligned}$$



Gambar 2.8 Rencana Body Plan

2.6. PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER, DAN BANGUNAN ATAS

2.6.1. Perhitungan Chamber

Chamber :

$$\begin{aligned} &= 1/50 \times B \quad \text{m} \\ &= 1/50 \times 13,02 \quad \text{m} \\ &= 0,2604 \quad \text{m} = \quad 260,4 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$2.6.2. \text{ Tinggi Bulwark} = 1,0 \quad \text{m}$$

2.6.3. Perhitungan Sheer

2.6.3.1. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned} 2.6.3.1.1. \text{ AP} &= 25 (L / 3 + 10) \\ &= 25 (78,00 / 3 + 10) \\ &= 900,00 \quad \text{mm} \\ &= 0,90 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.6.3.1.2. \text{ 1/6 Lpp dari AP} \\ &= 11,1 (L / 3 + 10) \\ &= 11,1 (78,00 / 3 + 10) \\ &= 399,6 \quad \text{mm} \\ &= 0,40 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.6.3.1.3. \text{ 1/3 Lpp dari Ap} \\ &= 2,8 (L / 3 + 10) \\ &= 2,8 (78,00 / 3 + 10) \\ &= 100,80 \quad \text{mm} \\ &= 0,10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$2.6.3.2. \text{ Bagian Midship (Tengah)} = 0 \quad \text{mm}$$

2.6.3.3. Bagian Haluan (Depan)

$$\begin{aligned} 2.6.3.3.1. \text{ FP} &= 50 (L / 3 + 10) \\ &= 50 (78,00 / 3 + 10) \\ &= 1800,00 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$= 1,80 \text{ m}$$

2.6.3.3.2. 1/6 Lpp dari FP

$$= 22,2 (L / 3 + 10)$$

$$= 22,2 (78,00 / 3 + 10)$$

$$= 799,2 \quad \text{mm}$$

$$= 0,80 \quad \text{m}$$

2.6.3.3.3. 1/3 Lpp dari FP

$$= 5,6 (L / 3 + 10)$$

$$= 5,6 (78,00 / 3 + 10)$$

$$= 201,60 \quad \text{mm}$$

$$= 0,20 \quad \text{m}$$

2.6.4. Bangunan Atas (Menurut Methode Varian)

2.6.4.1. Perhitungan jumlah gading

Jarak gading (a)

$$a = \text{Lpp} / 500 + 0,48$$

$$= 78,00 / 500 + 0,48$$

$$= 0,636 \text{ m}$$

$$\text{Jarak yang diambil} = 636,00 \text{ mm}$$

$$= 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Untuk Lpp} = 78,00 \text{ m}$$

maka ;

$$0,60 \times 130 \text{ gading} = 78,00$$

2.6.4.2. Poop Deck (Geladak Kimbul)

Panjang poop deck : (20 % - 30 %) Lpp

$$\text{Panjang} = 21\% \times \text{Lpp}$$

$$= 21\% \times 78,00$$

$$= 16,38 \text{ diambil } 16,80 \text{ m}$$

Sedang tinggi Poop Deck 2,0 s / d 2,4 m diambil 2,2 m dari main deck bentuk disesuaikan dengan bentuk buttock line

2.6.4.3. Fore Castle Deck (Deck Akil)

Panjang fore castle deck : (8 % - 15 %) Lpp

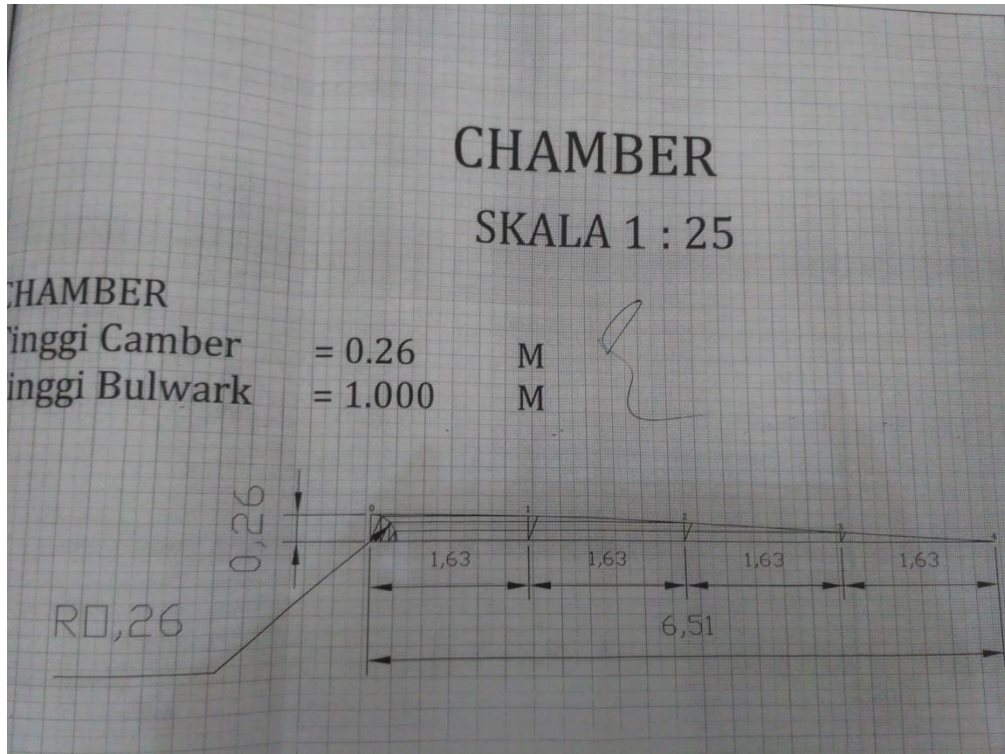
$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 9 \% \times \text{Lpp} \\ &= 9 \% \times 78,00 \\ &= 7,02 \text{ m} \\ &= \text{diambil } 7,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak gading yang di gunakan untuk Fore Castle

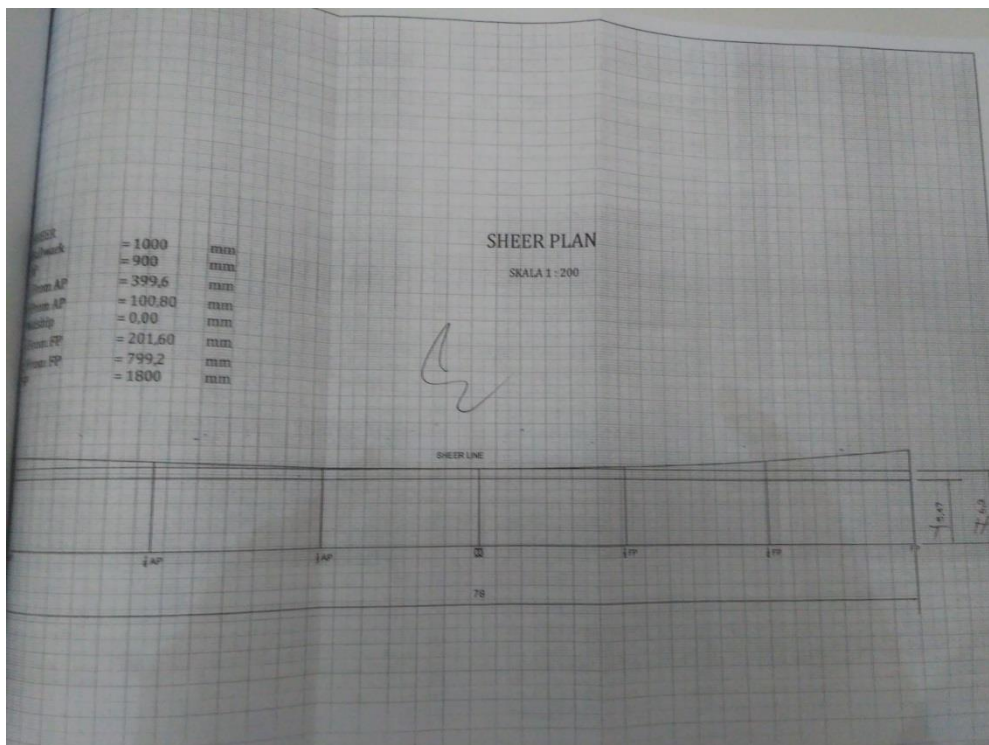
$$12 \text{ jarak gading (fr 118 - AP) } \times 0,6 = 7,2 \text{ m}$$

2.6.4.4. Tinggi Double Bottom

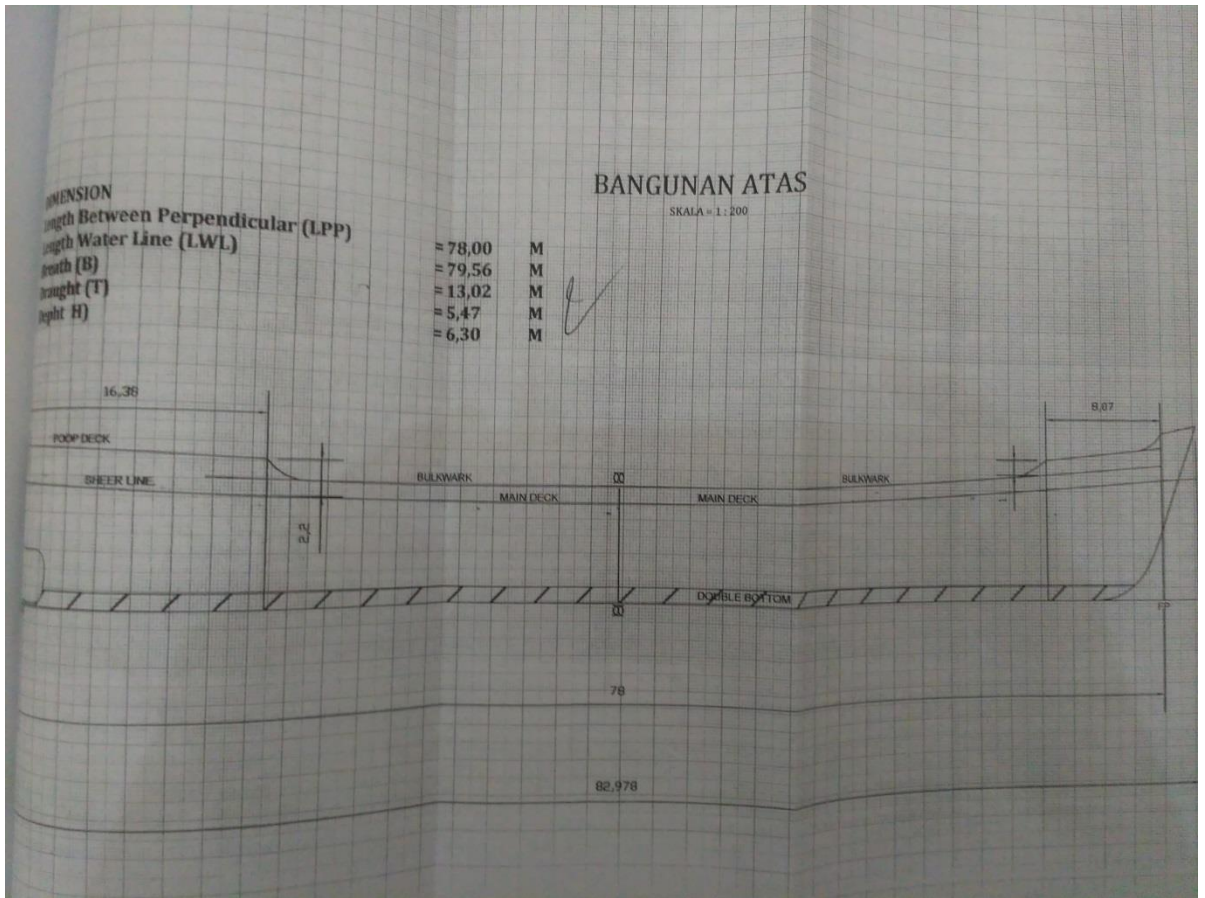
$$\begin{aligned} H &= 350 + 45 \times B \\ &= 350 + 45 \times 13,02 \\ &= 935,9 \text{ diambil } 1000 \text{ mm} \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 2.9 Chamber



Gambar 2.10 Sheer Plan



Gambar 2.11 Perencanaan Bangunan Atas

2.7 PERHITUNGAN UKURAN DAUN KEMUDI

Perhitungan ukuran daun kemudi

Perhitungan Luas Daun kemudi menurut BKI 2014 Vol II (Hal 14
Sec. 14 – 1. A.3)

$$A = \frac{C1 \times C2 \times C3 \times C4 \times 1,75 \times L \times T}{100} \text{ (m}^2\text{)}$$

Dimana :

A = Luas daun kemudi dalam m²

L = Panjang Kapal = 78,00 m

T = Sarat Kapal = 5,47 m

C1 = Faktor untuk type kapal = 1,5

C2 = Faktor untuk type kemudi = 1

C3 = Faktor untuk profil kemudi = 1

C4 = Faktor untuk rancangan kemudi = 1 (untuk kemudi dengan jet)

Jadi

$$A = \frac{1,5 \times 1,0 \times 1 \times 1 \times 1,75 \times 78,00 \times 5,47}{100}$$

$$= 11,200 \text{ m}^2$$

Koreksi Luas Daun Kemudi (Buku Perlengkapan Kapal ITS hal 51)

$$= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{L_{pp}}{C_b \times B} - 6,2}} \quad \frac{A}{L_{pp} \times T} \quad \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{L_{pp}}{C_b \times B} - 7,2}}$$

$$= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{78}{0,75 \times 13,02} - 6,2}} \quad \frac{11,20}{78,00 \times 5,47} \quad \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{78,00}{0,75 \times 13,02} - 7,2}}$$

$$= 0,019 < 0,026 < 0,032 \quad \text{(Memenuhi syarat)}$$

2.7.1. Ukuran Daun Kemudi

$$\text{Rumus : } A = h \cdot b$$

$$\text{Dimana : } h = \text{Tinggi daun kemudi}$$

$$B = \text{Lebar daun kemudi}$$

Menurut ketentuan perlengkapan kapal ITS halaman 53 harga perbandingan $h/b = 1,5$ sampai 2

diambil 1,5 sehingga :

$$A = 2 \times b$$

$$A = 2 \times b \times b$$

$$11,200 = 2 b^2$$

$$b^2 = 11,200 / 2$$

$$= 5,60$$

$$b = 2,327$$

$$h = 11,200 / 2,327$$

$$= 4,813 \quad \text{m}$$

Menurut Buku Perlengkapan Kapal Halaman 52 sec. 11.9 Luas bagian yang dibalansir dianjurkan $< 23 \%$, diambil 20%

$$A' = 20 \% \times A$$

$$= 0,2 \times 11,200$$

$$= 2,240 \text{ m}^2$$

Perhitungan lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang horizontal

$$b' = 30 \% \times b$$

$$= 0,3 \times 2,327$$

$$= 0,698 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas dapat diambil ukuran daun kemudi

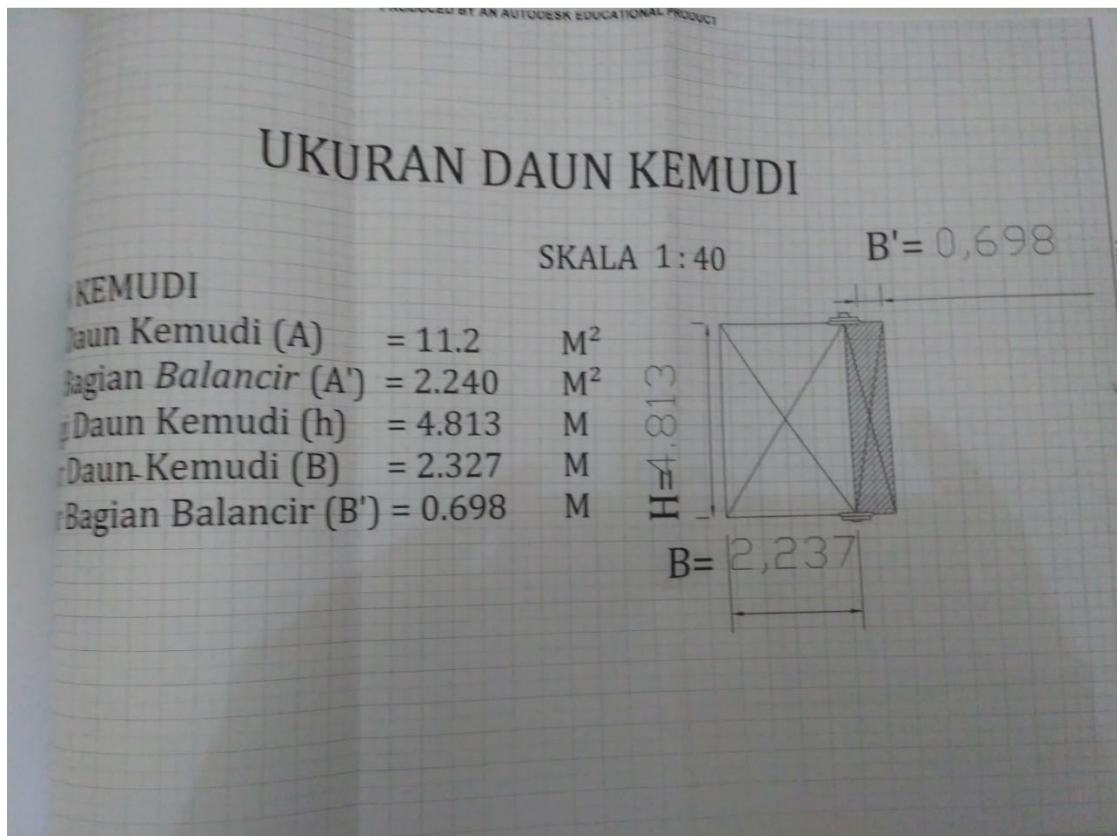
$$- \text{ Luas daun kemudi (A)} = 11,200 \text{ m}^2$$

$$- \text{ Luas bagian bahan air (A')} = 2,240 \text{ m}^2$$

$$- \text{ Tinggi daun kemudi (h)} = 4,813 \text{ m}$$

$$- \text{ Lebar daun kemudi (b)} = 2,327 \text{ m}$$

$$- \text{ Lebar bagian balancir (b')} = 0,698 \text{ m}$$



Gambar 2.12 Ukuran Daun Kemudi

2.8 PERHITUNGAN SEPATU KEMUDI

2.8.1 Menurut BKI 2014 Vol. II (hal. 14 - 3 Sec.B.1.1) tentang Gaya Kemudi adalah :

$$Cr = 132 \times A \times V^2 \times K1 \times K2 \times K3 \times Kt \quad (N)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} A &= \text{Aspek Ratio } h^2 / A : \\ &= 4,813^2 / 11,200 = 2,1 \\ V &= \text{Kecepatan dinas kapal} = 10,00 \\ K1 &= \frac{A + 2}{3} \\ &= \frac{2,1 + 2}{3} \\ &= 1,36 \\ K2 &= \text{Koefisien yang tergantung dari kapal} \\ &= 1,1 \\ K3 &= 1,15 \quad \text{Untuk kemudi dibelakang propeller} \\ Kt &= 1,0 \quad (\text{Normal}) \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} Cr &= 132 \times A \times V^2 \times K1 \times K2 \times K3 \times Kt \quad (N) \\ Cr &= 132 \times 11,200 \times 100 \times 1,36 \times 1,1 \times 1,15 \times 1,0 \\ &= 253612,071 \quad N \end{aligned}$$

2.8.2 Modulus Sepatu Kemudi

Modulus penampang dari sepatu kemudi terhadap sumbu z, menurut BKI 2014 Volume II. Hal. 13.3

Dimana :

Bl = Gaya kemudi dalam Newton

Bl = Cr / 2

Cr = Gaya kemudi

= 253612,071

Bl = $\frac{253612,071}{2}$

= 126806,035 N

x = Jarak masing-masing irisan penampang yang bersangkutan terhadap sumbu kemudi

x = 0,5 x L50 (x maximum)

x = L50 (x maximum),

dimana :

$$L50 = \frac{Cr}{Pr \cdot x \cdot 10^3}$$

Dimana ;

$$Pr = \frac{Cr}{L10 \cdot x \cdot 10^3}$$

$$Pr = \frac{253612,071}{4,81 \cdot x \cdot 10^3}$$

$$= 52,693 \text{ N/m}$$

Jadi :

$$L50 = \frac{Cr}{Pr \cdot x \cdot 10^3}$$

$$L50 = \frac{253612,071}{52,693 \cdot x \cdot 10^3}$$

$$= 4,81 \text{ m}$$

$$X_{\min} = 0,5 \times L50$$

$$= 0,5 \times 4,813$$

$$= 2,406 \text{ m}$$

$$k = \text{Faktor bahan} = 1,0$$

$$W_z = \frac{B I X X x k}{80}$$

$$= \frac{126806,035 X 2,406}{80} \times 1,0$$

$$= 3814,475 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{1}{3} \times W_z$$

$$= 0,333 \times 3814,475$$

$$= 1271,492 \text{ cm}^3$$

3. Perencanaan profil sepatu kemudi dengan plat dnegan ukuran sebagai berikut

$$\text{Tinggi (h)} = 298 \text{ mm} = 29,8 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal (s)} = 90 \text{ mm} = 9,0 \text{ cm}$$

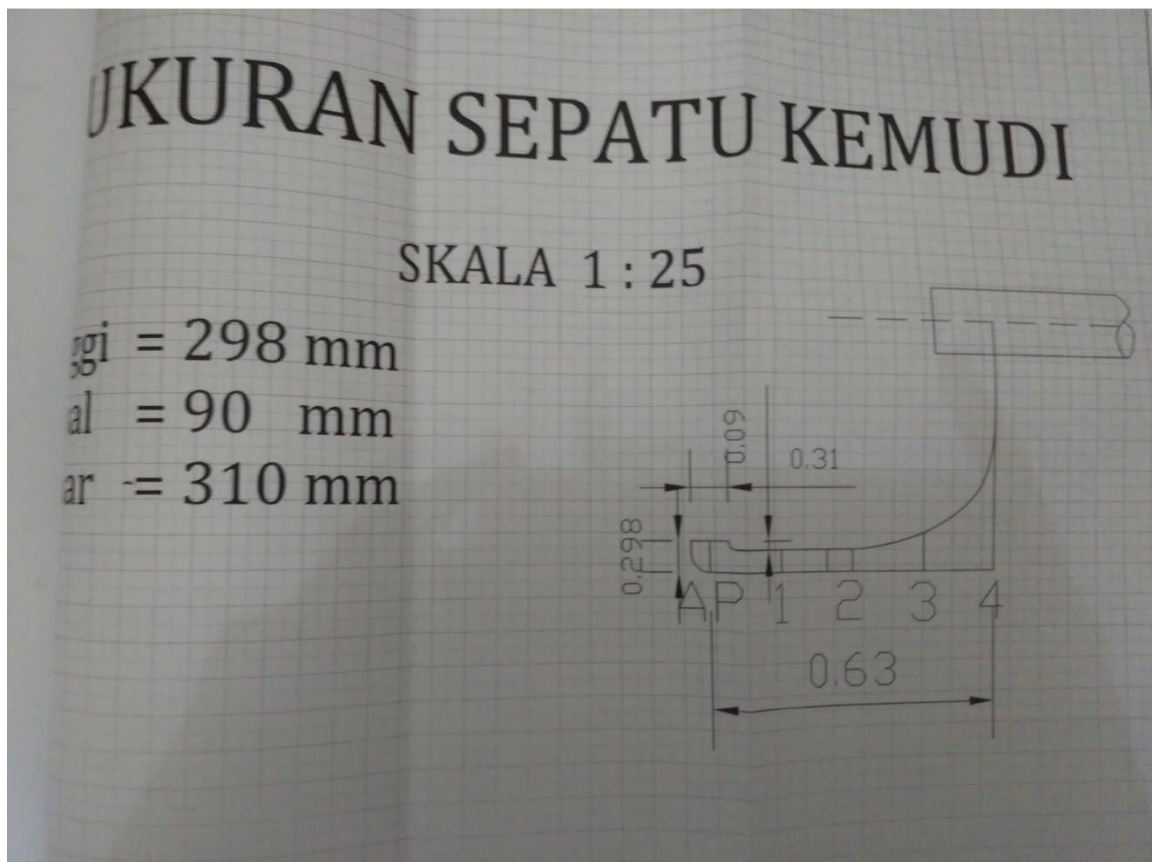
$$\text{Lebar} = 310 \text{ mm} = 31,0 \text{ cm}$$

No	B	H	F = B x H	a	F x a ²	I _z = 1/12 x B x h ³
I	31,0	7,45	230,95	0	0	1068,192
II	9,0	14,90	134,1	11,00	16226,100	2480,962
III	9,0	14,9	134,1	0	0	2480,962
IV	9,0	14,9	134,1	11,00	16226,100	2480,962
V	31,0	7,5	230,95	0	0	1068,192
					Σ ₁ = 32452,200	Σ ₂ = 9579,2690

Tabel 2.10 Perencanaan Profil Sepatu Kemudi

$$\begin{aligned}
I_z &= \Sigma 1 + \Sigma 2 \\
&= 32452,200 + 9579,2690 \\
&= 42031,469 \text{ cm}^4 \\
W_z' &= I_z / a \\
&= 42031,469 / 11,00 \\
&= 3821,043 \text{ cm}^3 \\
&= W_z < W_z' \\
&= 3814,475 < 3821,04 \text{ cm}^3 \text{ (Memenuhi)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Koreksi } W_z &= \frac{W_z \text{ Rencana} - W_z \text{ Perhitungan}}{W_z \text{ Perhitungan}} \times 100 \% \\
&= \frac{3814,475 - 3821,043}{3821,043} \times 100 \% \\
&= 0,2 \% < 0,5 \% \text{ (Memenuhi)}
\end{aligned}$$



Gambar 2.13 Perencanaan Sepatu Kemudi

2.9. STERN CLEARANCE

Ukuran diameter propeller ideal adalah $(0,6 - 0,7) T$, Dimana $T = \text{Sarat Kapal}$. Kita ambil $0,65 T$

$$\begin{aligned} D \text{ propeller ideal} &= 0,65 \times T \\ &= 0,65 \times 5,47 \\ &= 3,556 \text{ m} \end{aligned}$$

R (Jari-jari propeller)

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times D \text{ propeller} \\ &= 0,5 \times 3,556 \\ &= 1,778 \text{ m} \quad 0,177775 \end{aligned}$$

Diameter Boss Propeller

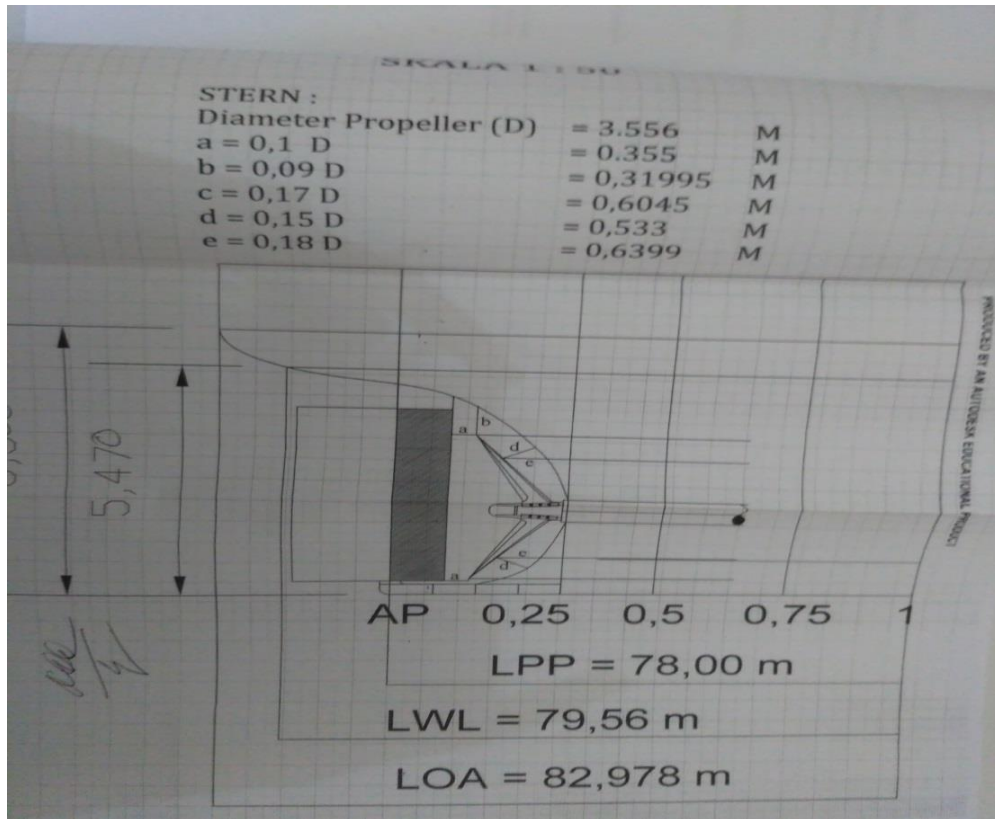
$$\begin{aligned} &= \frac{1}{6} \times D \\ &= 0,17 \times 3,5555 \end{aligned}$$

Menurut peraturan konstruksi lambung BKI, untuk kapal baling-baling tunggal jarak minimal antara baling-baling dengan linggi buritan menurut aturan konstruksi BKI 2014 Vol II sec 13 - 1 adalah sebagai berikut :

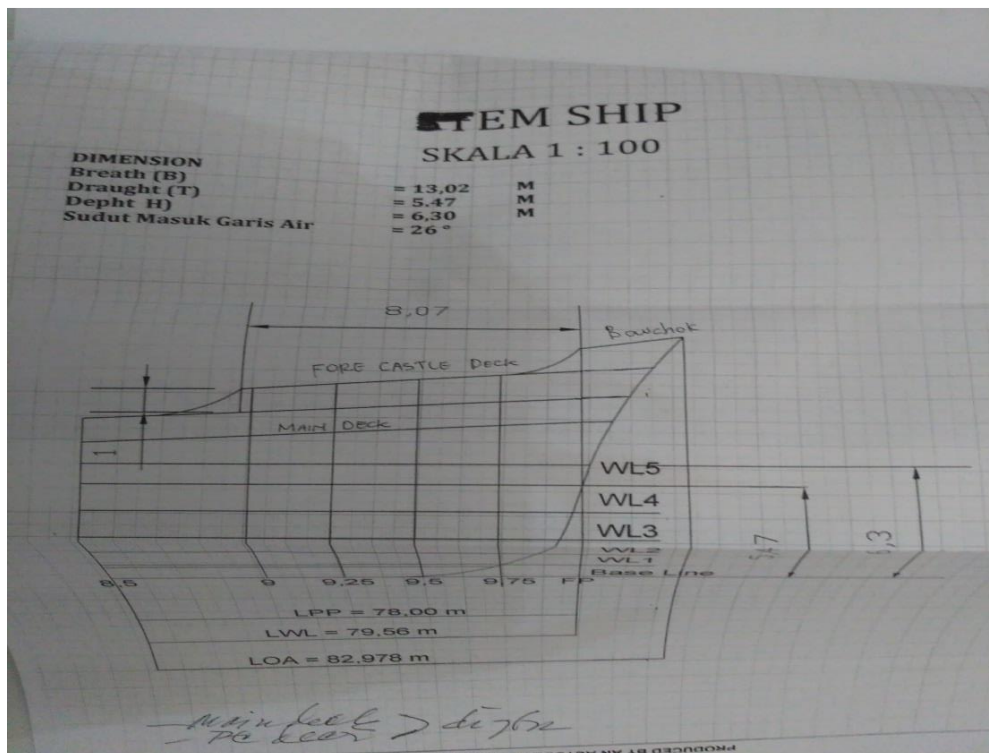
$$\begin{aligned} \text{a. } 0.1 \cdot D &= 0,1 \times 3,556 \\ &= 0,356 \\ \text{b. } 0.09 \cdot D &= 0,09 \times 3,556 \\ &= 0,320 \\ \text{c. } 0.17 \cdot D &= 0,17 \times 3,556 \\ &= 0,604 \\ \text{d. } 0.15 \cdot D &= 0,15 \times 3,556 \\ &= 0,533 \\ \text{e. } 0.18 \cdot D &= 0,18 \times 3,556 \\ &= 0,640 \\ \text{f. } 0.04 \cdot D &= 0,04 \times 3,556 \\ &= 0,142 \\ \text{g. } 2'' - 3'' \cdot D &= 3 \times 0,0254 \\ &= 0,0762 \end{aligned}$$

Jarak Poros Propeller dengan Base Line R Propeller + f + Tinggi sepatu kemudi

$$= 1,778 + 0,142 + 0,298 = 2,218 \text{ m}$$



Gambar 2.14 Perencanaan Stern Clearance



Gambar 2.15 Perencanaan Stem Ship