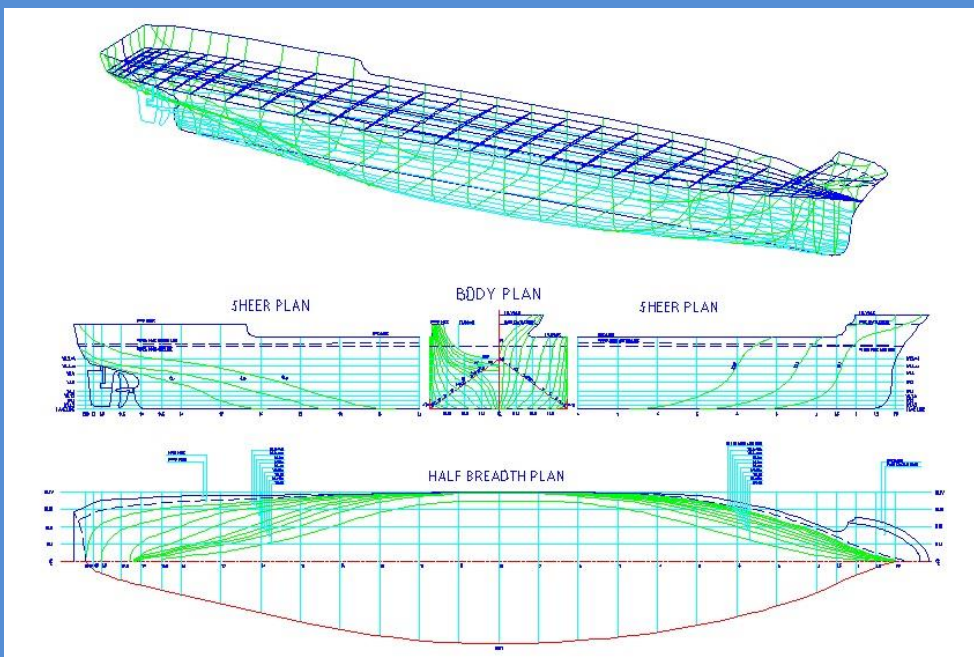


MODUL TUGAS RENCANA GARIS LINESPLAN



Disusun oleh:
DR.ENG., MOHAMMAD DANIL ARIFIN ST. MT



PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2021

L
I
N
E
S
P
L
A
N

LIN
ESP
LAN

KATA PENGANTAR

Penyusunan Modul Pembelajaran Tugas Rencana Garis ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari upaya untuk mewujudkan *Student Centered Learning* yang aktif dan kreatif serta dalam rangka meningkatkan kompetensi lulusan Teknik Sistem Perkapalan.

Modul pembelajaran ini dapat terselesaikan dengan baik tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sehubungan dengan itu, maka melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar besarnya khususnya kepada Fakultas Teknologi Kelautan dan Universitas Darma Persada pada umumnya.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa modul pembelajaran ini belum sempurna. Saran-saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak, tetap penulis nantikan. Semoga modul pembelajaran ini dapat memberi kontribusi yang bermakna bagi peningkatan efektivitas proses dan optimalisasi hasil pembelajaran dalam lingkup Universitas Darma Persada, dan khususnya dalam lingkup Fakultas Teknologi Kelautan pada masa mendatang.

Jakarta, 18 Oktober 2021

Penulis Modul

Dr.Eng., Mohammad Danil Arifin ST. MT

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I FILOSOFI RANCANGAN.....	1
I.1. Umum.....	1
I.1.1. Pendahuluan	1
I.1.2. Tahapan Pengerjaan	1
I.1.3. Istilah-Istilah.....	2
I.2. <i>Curve of Section Area</i>	6
I.3. <i>Body Plan</i>	8
I.4. <i>Half-breadth Plan</i>	8
I.5. <i>Sheer Plan</i>	9
I.6. Geladak Utama, Geladak Akil dan Geladak Kimbul	9
1.6.1. Geladak Utama	10
1.6.2. <i>Forecastle deck</i>	10
1.6.3. <i>Bulwark</i>	10
1.6.4. <i>Poop Deck</i> (Geladak Kimbul)	11
BAB II DETAIL LANGKAH DAN PERHITUNGAN	12
II.1. Penentuan Ukuran dan Dimensi lainnya	12
II.2. Pembuatan <i>Curve of Section Area</i>	14
II.2.1. Membaca Diagram NSP	14
II.2.1. Membuat CSA Ldisp	16
II.2.3. Membuat CSA Lpp.....	18
II.3. Pembuatan A/2T dan B/2	20
II.3.1 A/2T.....	20
II.3.2 B/2.....	21
II.4. Pembuatan Bentuk Linggi Haluan dan Buritan.....	24
II.4.1 Pembuatan Bentuk Linggi Haluan.....	24
II.4.2 Pembuatan Bentuk Linggi Buritan.....	25
II.5. Pembuatan <i>Body Plan</i>	26
II.6. Pembuatan <i>Halfbreadth Plan</i>	30
II.7. Pembuatan <i>Sheer Plan</i>	32
II.8. Pembuatan Geladak Utama, Geladak Akil dan Geladak Kimbul	35
II.8.1 Pembuatan Sheer Standart.....	35
II.8.2 Pembuatan <i>Forecastle deck</i> , <i>Poop deck</i> dan <i>Bulwark</i>	35
II.9. Pembuatan Bukaan Kulit	38
BAB III GAMBAR RANCANGAN.....	40
III.1. CSA Displasment	40

III.2. CSA Lpp, A/2T & B/2	41
III.3. <i>Body Plan</i>	42
III.4. <i>Half Breadth Plan</i>	43
III.5. <i>Sheer Plan</i>	44
III.6. Seluruh gambar Lines Plan.....	46
III.7. <i>Shell Expansion</i>	47

BAB I

FILOSOFI RANCANGAN

I.1 Umum

I.1.1. Pendahuluan

Dalam pembuatan sebuah kapal diperlukan rencana garis dari kapal tersebut. Karena rencana garis atau yang lebih dikenal dengan linesplan merupakan rancangan dasar yang berupa garis – garis yang menggambarkan bentuk kapal yang dibuat. Tugas Rencana Garis dan Bukaank Kulit merupakan salah satu mata kuliah dengan bobot 2 sks di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Mata kuliah ini bertujuan agar mahasiswa nantinya dapat merancang atau membuat rencana garis dari suatu kapal dan dapat membaca serta mengerti letak pelat dengan rencana bukaank kulit kapal. Tugas Rencana Garis dan Bukaank Kulit ini merupakan langkah awal dari mahasiswa untuk mencapai tugas-tugas selanjutnya, seperti Tugas Perporosan dan Propeller, Tugas Rencana Umum dan Perancangan Kamar Mesin.

Terdapat beberapa metode dalam pembuatan rencana garis, namun dalam pengerjaan rencana garis ini metode yang digunakan adalah metode Diagram NSP, yaitu suatu metode penghitungan dengan pembacaan grafik NSP yang nantinya akan didapatkan luasan tiap-tiap station dari kapal tersebut. Metode ini didasarkan pada percobaan tangki tarik pada laboratorium Wageningen, Belanda.

Dalam tugas rencana garis ini diharapkan mahasiswa dapat memahami dan mengerti tentang penggambaran CSA, A/2T, B/2 dan bentuk utama bangunan kapal seperti *Body Plan*, *Half Breadth Plan*, dan *Sheer Plan*. Mahasiswa juga diharapkan dapat memahami dan membuat bukaank kulit dari suatu kapal. Disamping itu, mahasiswa juga diharapkan mengerti tentang program-program yang membantu dalam pengerjaan rencana garis, seperti Microsoft Excel untuk tahap pengolahan data dan Autocad 2007 untuk tahap pengerjaannya serta program lainnya sehingga pada akhirnya mahasiswa memiliki kemahiran, keakuratan serta ketelitian dalam merancang sebuah bangunan kapal.

I.1.2. Tahapan Pengerjaan

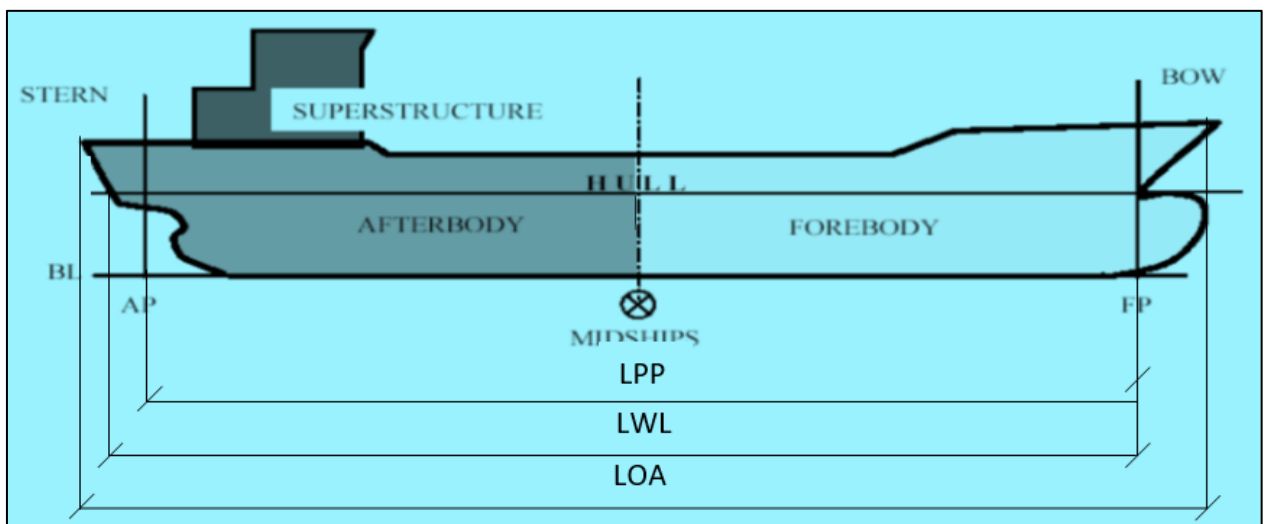
Adapun tahapan pengerjaan /pembuatan rencana garis ini, antara lain:

1. Pencarian dan perhitungan Data awal
2. Pembuatan CSA
3. Pembuatan A/2T dan B/2
4. Pembuatan Haluan dan Buritan
5. Pembuatan *Body Plan*

6. Pembuatan *Half Breath Plan*
7. Pembuatan *Buttock Line* pada *Sheer Plan*
8. Pembuatan Bangunan Atas (*Sheer Standar*)
9. Pembuatan *Forecastle deck*, *Poop deck* dan *Bullwark*.
10. Pembuatan Buka-an Kulit

Dalam pengumpulan data sesuai dengan metode, maka digunakan diagram NSP untuk mengetahui beberapa koefisien – koefisien dan variabel yang akan digunakan. Untuk pengolahan data dan perhitungan dalam hal ini dipergunakan program Microsoft Excel 2007, sedangkan untuk visualisasi penggambaran digunakan program AutoCad 2007. Program Excel dan AutoCad 2007 tersebut digunakan karena program tersebut tidak hanya mendukung dalam pengerjaan tetapi juga mendukung pembelajaran mahasiswa karena kedua program tersebut hanya menampilkan hasil masukan data dari operator dan bukan bekerja secara otomatis.

I.1.3. Istilah-Istilah



Gambar 1. Ukuran Utama Kapal

- Lpp / Lbp (*Length Between Perpendicular*)
Panjang antara AP dan FP yang diukur pada garis air muat. Dimana AP dan FP adalah :
 - AP (*After Perpendicular*)
AP atau garis tegak buritan merupakan garis tegak yang dibuat melalui linggi kemudi bagian belakang. Dan jika kapal tersebut tidak mempunyai linggi kemudi, maka garis tegak itu dibuat melalui sumbu poros kemudinya.
 - FP (*Fore/Forward Perpendicular*)
FP atau Garis tegak haluan merupakan garis tegak yang dibuat melalui perpotongan antara linggi haluan dengan garis air muat.

- L_{WL} (*Length on Water Line*)

L_{WL} panjang garis air merupakan jarak mendatar yang panjangnya diukur dari titik potong antara linggi haluan (FP) dengan garis air sampai titik potong linggi buritan atau linggi kemudi (AP) dengan garis air.

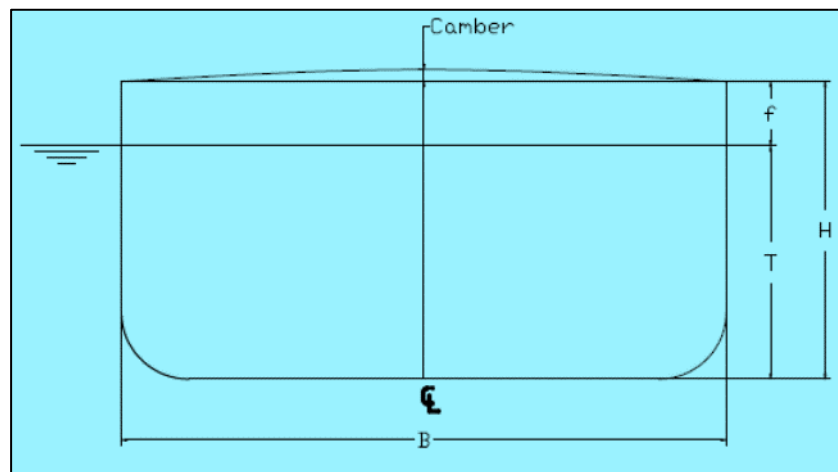
- L_{oa} (*Length Overall*)

Merupakan panjang keseluruhan kapal yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan.

- L_{disp} (*Length of Displacement*)

Merupakan panjang kapal imajiner yang terjadi karena adanya perpindahan fluida sebagai akibat dari tercelupnya badan kapal, panjang ini digunakan untuk menentukan seberapa besar luasan – luasan bagian yang tercelup air, pada saat dibagi menjadi dua puluh station. Panjang displacement dirumuskan sebagai panjang rata – rata antara L_{pp} dan L_{WL} , yaitu:

$$L_{disp} = \frac{1}{2} \cdot (L_{PP} + L_{WL})$$



Gambar 2. Potongan Melintang Kapal

- B (*Breadth*)

Merupakan jarak mendatar gading tengah kapal yang diukur pada bagian luar gading tetapi tidak termasuk tebal kulit lambung.

- H (*Height/Depth*)

Tinggi kapal merupakan jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak terendah ditepi diukur ditengah-tengah panjang kapal (L_{pp}).

- T (*Draught/Draft*)

Sarat kapal yaitu jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat.

- V_s (*Service Speed*)

V_s atau kecepatan dinas merupakan kecepatan kapal saat beroperasi.

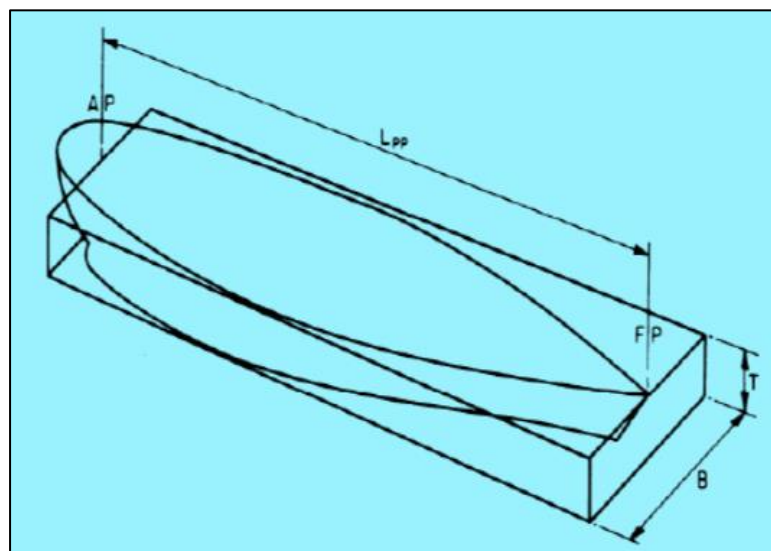
- $V_s/\sqrt{L_{disp}}$ (*speed length ratio*)

Nilai awal yang digunakan untuk mengetahui nilai - nilai lain yang ada dalam diagram NSP (dalam hal ini nilai L_{disp} yang digunakan dalam satuan **feet** bukan meter). $1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$. Dengan metode ini, kita dapat menentukan nilai dari *Coeffisien block*, *Coeffisien prismatic*, dan *Coeffisien midship*.

- C_b (*Block Coefficient* atau koefisien blok)

Koefisien blok adalah perbandingan antara volume badan kapal yang tercelup/displacement pada garis air muatan penuh dengan volume balok atau hasil kali panjang, lebar dan sarat kapal. Dengan rumus sebagai berikut :

$$C_B = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot T}$$



Gambar 3. *Coefficient Block*

- δ_{WL} (*Coeffisien Block of Waterline*)

Merupakan perbandingan antara volume kapal dengan hasil kali antara panjang, lebar dan sarat kapal. koefisien blok ini menunjukkan kegemukan kapal. Rumusnya yaitu:

$$\delta_{WL} = (L_{dis} \times \delta_{dis}) / L_{WL}$$

- *Coeffisien Prismatic*

Merupakan perbandingan antara bentuk kapal di bawah sarat dengan sebuah prisma yang dibentuk oleh bidang tengah kapal.

- C_m / β (*Coeffisien Midship*)

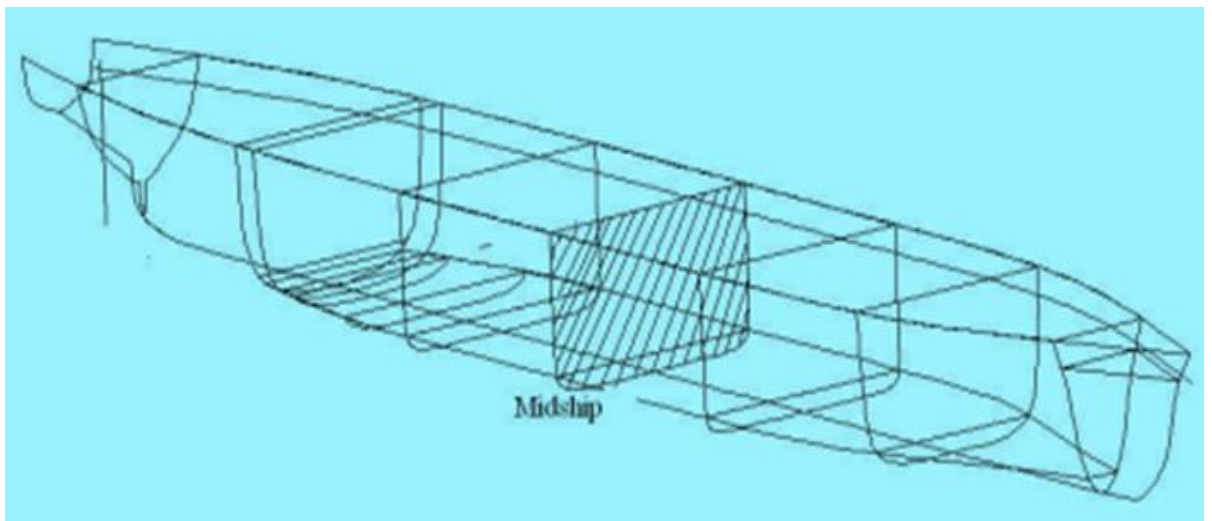
Merupakan perbandingan antara luas penampang gading besar (*Midship Area*) yang terendam air dengan luasan suatu bidang yang lebarnya B dan tingginya T, yang dirumuskan sebagai harga pendekatan terhadap koefisien *block displacement*, sebesar:

$$\beta = A_m / B \times T$$

- Luas *Midship* (A_m)

Merupakan luasan bagian tengah kapal yang dipotong secara melintang yang memiliki lebar B dan tinggi T. Dirumuskan dengan :

$$A_m = B \times T \times C_m$$



Gambar 4. Luas *Midship*

- Volume *Displacement* (∇)

Merupakan volume perpindahan fluida (air laut) sebagai akibat adanya badan kapal yang tercelup dibawah permukaan air, yang dirumuskan sebagai:

$$V_{disp} = L_{disp} \times B \times T \times \delta_{displ}$$

- Radius Bilga (R)

Merupakan jari – jari lengkung bagian yang menghubungkan antara bagian samping dan bagian dasar kapal, adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

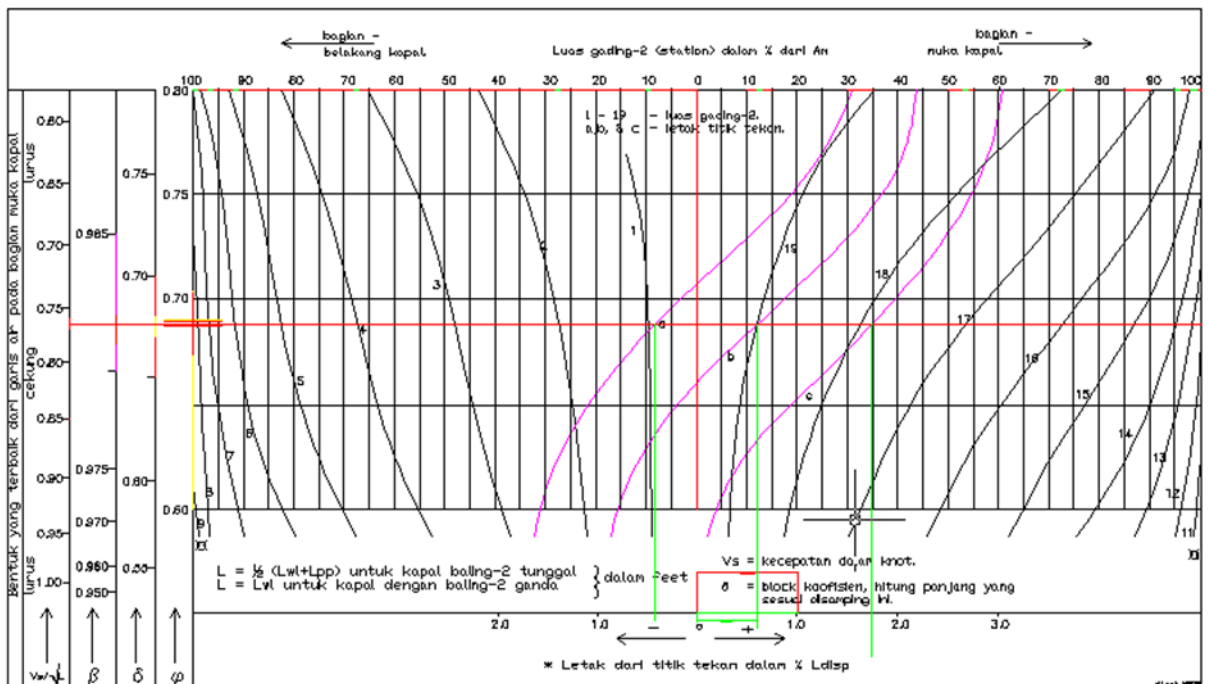
$$R = \sqrt{\frac{1/2 \{ (B \times T) - A_M \}}{(1 - 1/4 \pi)}}$$

- *Midship*
Potongan melintang pada bagian tengah kapal.
- *Center Line (CL)*
Potongan memanjang pada bagian tengah kapal.
- *Base Line (BL)*
Garis dasar kapal
- *Station*
Pembagian panjang kapal menjadi 20 bagian dengan jarak yang sama.
- *Body Plan*
Proyeksi bentuk potongan – potongan badan kapal secara melintang pada setiap station dilihat dari depan atau belakang.
- *Buttock Line*
Proyeksi bentuk potongan – potongan badan kapal secara memanjang vertikal.
- *Water Line*
Proyeksi bentuk potongan – potongan badan kapal secara memanjang horisontal.
- *Upper Deck*
Garis geladak utama kapal dari ujung haluan sampai ujung buritan kapal.
- *Poop Deck*
Geladak tambahan yang terletak diatas geladak utama kapal pada bagian buritan kapal.
- *Forecastle Deck*
Geladak tambahan yang terletak diatas geladak utama kapal pada bagian haluan kapal.
- *Bulwark*
Pagar kapal yang terletak pada bagian tepi kapal.
- *Sent*
Garis yang ditarik pada salah satu atau beberapa titik yang terletak digaris tengah (centre line) dan membuat sudut dengan garis tengah.
- *Sheer*
Lengkungan kemiringan geladak kearah memanjang kapal.
- *Chamber*
Lengkungan kemiringan geladak kearah melintang kapal.

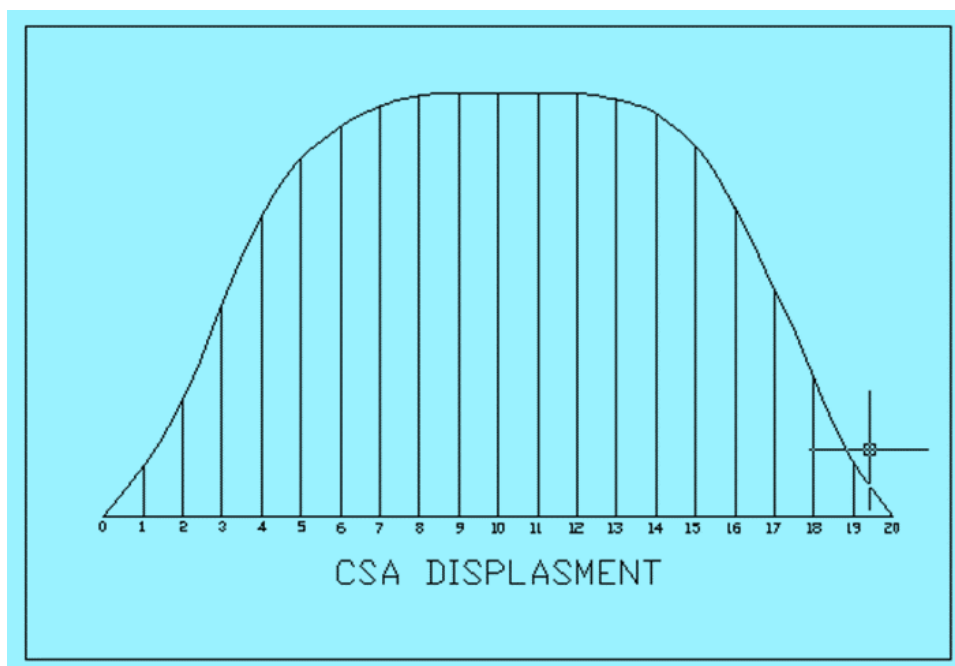
I.2. Curve of Section Area

Curve of Sectional Area (CSA) adalah kurva yang menunjukkan luasan kapal pada tiap – tiap station. CSA merupakan janin kapal karena dari CSA ini kita nantinya dapat mengetahui bentuk kapal kita, mencari CSA dihitung berdasarkan persentase luasan yang didapat dari diagram NSP dikalikan dengan luasan *midship*, maka akan didapatkan luasan kapal pada tiap stationnya.

Dengan mencari prosentase area per-station menggunakan tabel NSP, maka dari nilai $V_s/\sqrt{L_{disp}}$ yang telah ditemukan, dibuatlah garis datar dari angka tersebut dan membuat titik temu antara garis datar tersebut dengan garis-garis lengkung pada tabel NSP, kemudian ditarik garis vertikal dari titik tersebut sehingga didapat nilai prosentase area per-station (e) dalam persen. Selanjutnya dikalikan dengan luas midship kapal untuk mengetahui luasan di setiap stationnya.



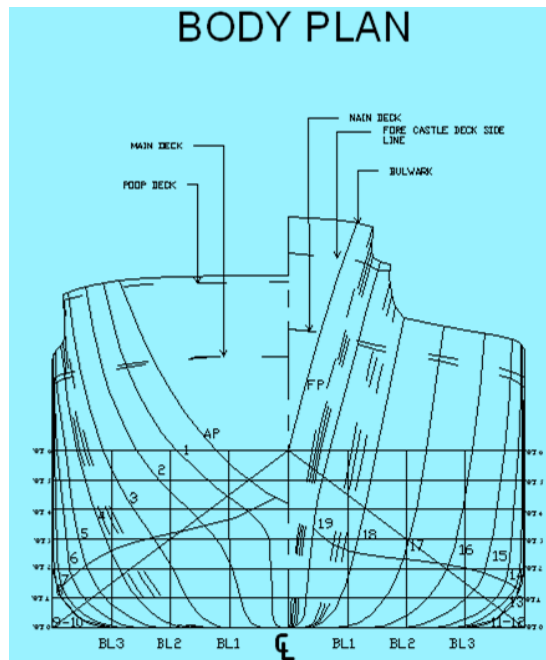
Gambar 5. Diagram NSP



Gambar 6. Curve of Section Area (CSA)

I.3. Body Plan

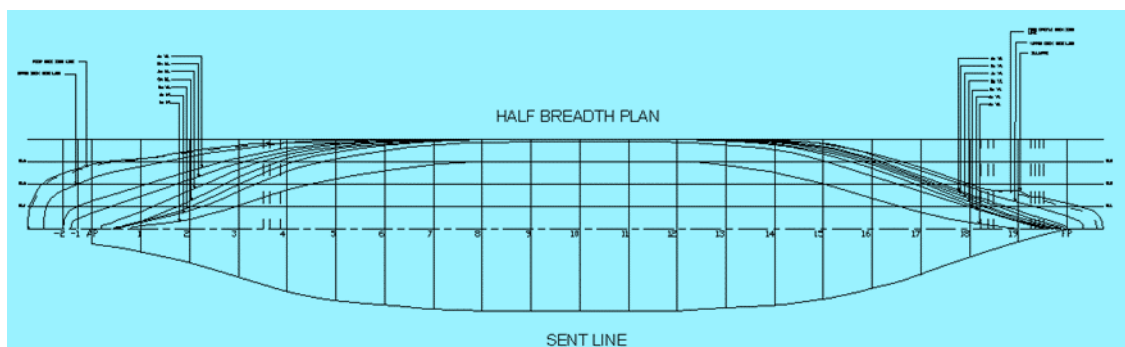
Body Plan merupakan proyeksi bentuk potongan – potongan badan kapal secara melintang pada setiap station dilihat dari depan atau belakang. Potongan – potongan badan kapal ini dibentuk berdasarkan data-data A/2T dan B/2. Data A/2T dan B/2 berupa garis lurus yang terdapat pada *body plan*, garis lurus yang dimaksud adalah *waterline* dan *buttock line*, kedua garis ini selanjutnya dihubungkan oleh garis lengkung yang merupakan penggambaran dari tiap-tiap stationnya.



Gambar 7. *Body Plan*

I.4. Half breadth Plan

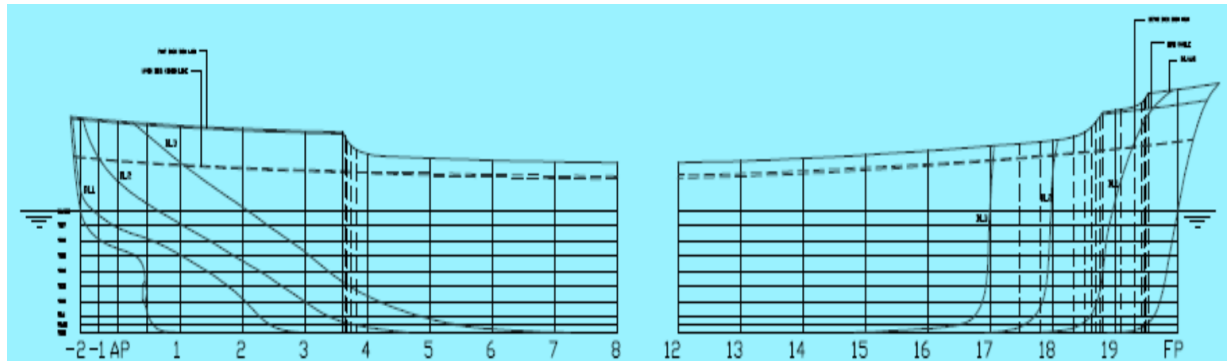
Half breadth plan merupakan gambar irisan-irisan kapal jika dilihat dari atas, pada setiap garis air (*water line*). Untuk menggambar *half breadth plan* diperlukan data panjang dari *centerline* ke setiap *station* pada setiap *waterline* di *body plan*, dengan kata lain data diambil berdasarkan jarak setiap *station* dengan *centerline* pada *body plan*.



Gambar 8. *Half Breadth Plan*

I.5. Sheer Plan

Sheer Plan merupakan gambar irisan-irisan kapal jika dilihat dari samping pada setiap *buttock line* yang telah ditentukan. Penggambaran *sheer plan* dilakukan dengan cara memproyeksikan *half breadth plan* yang mengacu pada setiap perpotongan yang terjadi antara *buttock line* dengan *waterline* pada *halfbreadth plan*.



Gambar 9. Sheer Plan

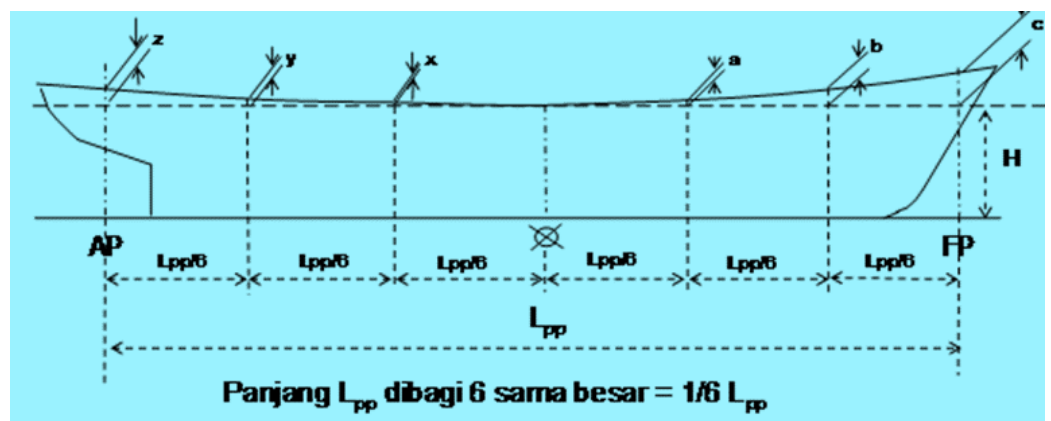
I.6. Geladak Utama, Geladak Akil dan Geladak Kimbul

1.6.1. Geladak Utama

Geladak utama kapal terdiri dari dua macam yaitu berbentuk lurus dan berbentuk melengkung, geladak yang didesain melengkung memberi berbagai keuntungan salah satunya adalah *freeboard* yang lebih tinggi, tetapi untuk membuat geladak yang melengkung diperlukan perhitungan terlebih dahulu untuk menentukan besar kelengkungannya.

Langkah – langkah untuk membuat *main deck* atau geladak utama :

1. Panjang L_{pp} dibagi menjadi 6 bagian sama besar (terdapat tiga bagian yang berada di depan *midship* dan tiga bagian lainnya di belakang *midship*). Untuk lebih jelasnya pembuatan *Sheer standard* dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 10. Pembuatan Geladak Utama

- Hitung nilai x , y , z , a , b , dan c . Tempatkan pada bagian yang sudah dibagi sebelumnya.

Rumus sheer standar :

$$x = 2,8 (L_{pp}/3 + 10)$$

$$y = 11,1 (L_{pp}/3 + 10)$$

$$z = 25,0 (L_{pp}/3 + 10)$$

$$a = 5,6 (L_{pp}/3 + 10)$$

$$b = 22,2 (L_{pp}/3 + 10)$$

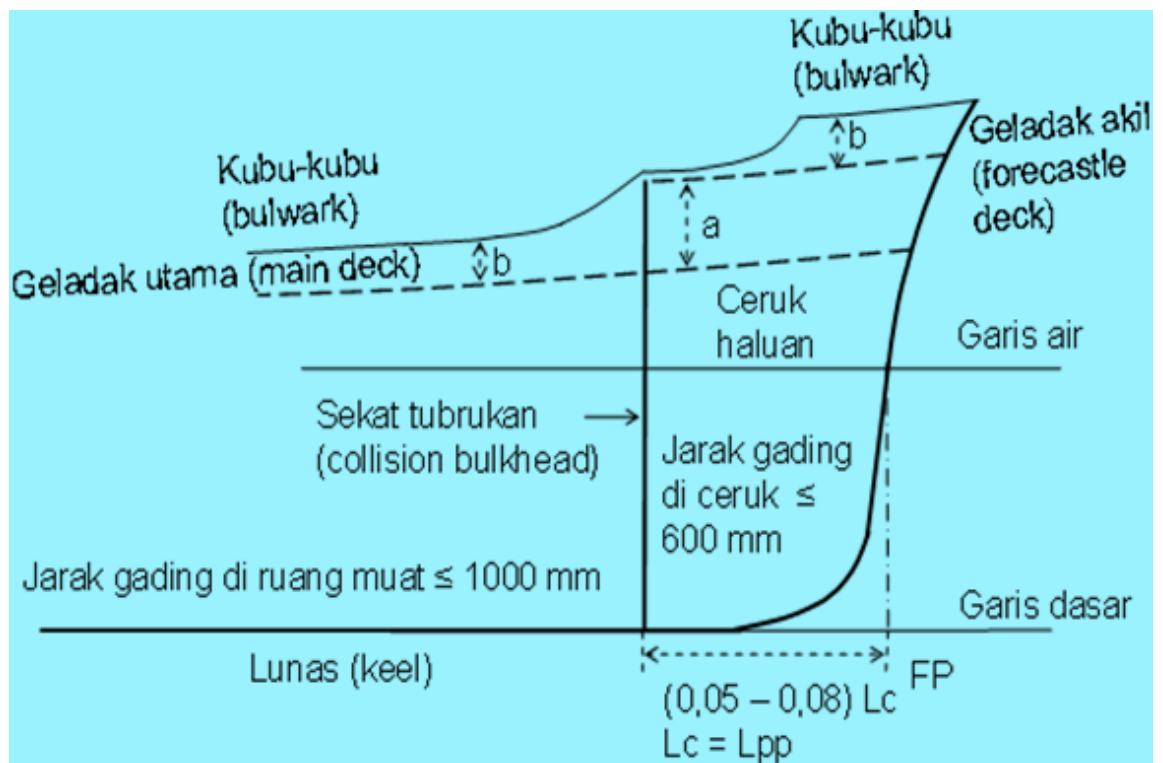
$$c = 50,0 (L_{pp}/3 + 10)$$

1.6.2. Forecastle deck (Geladak Akil)

Forecastle deck atau yang dikenal dengan geladak akil merupakan bangunan yang terletak tepat diatas main deck pada bagian haluan yang memiliki ketinggian 2,4 - 2,5 meter diukur dari geladak utama, sedangkan untuk panjang dari bangunan ini ditentukan panjangnya mencapai *Collision Bulkhead* atau 5 – 8% (0.05 - 0.08) L_{pp} . Serta diletakkan tepat pada *frame/gading*.

1.6.3. Bulwark

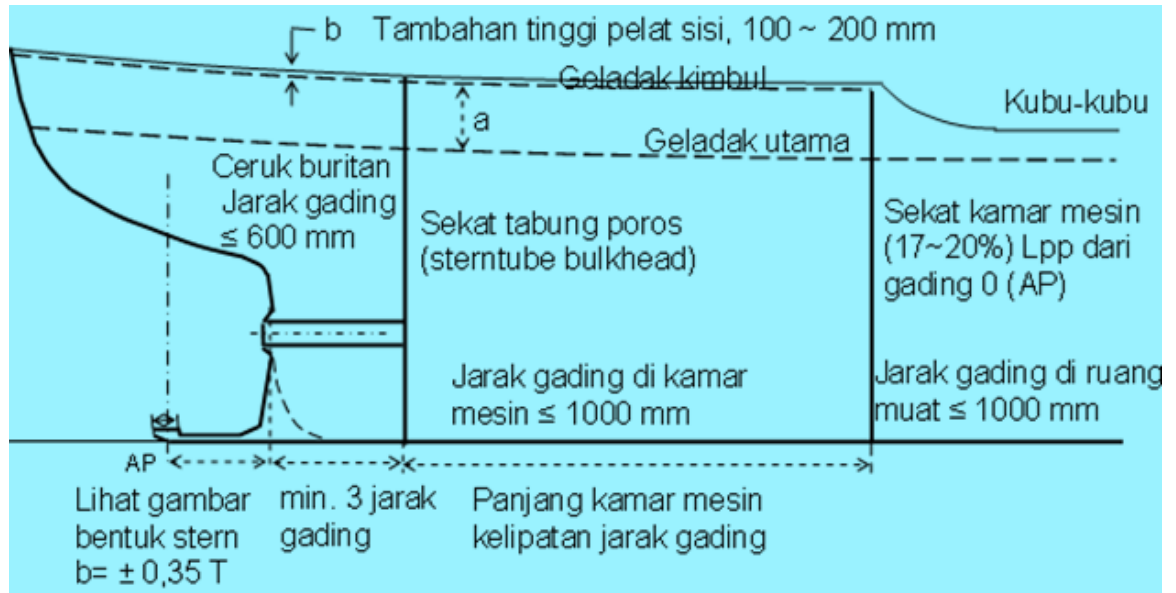
Bulwark merupakan pagar yang terbuat dari plat yang terletak pada geladak tepi pada *upper deck*, *forecastle deck* dan *poop deck* yang berfungsi sebagai pembatas untuk sisi kapal pada geladak paling rendah. Direncanakan setinggi 1000 mm diukur pada geladak terendah.



Gambar 11. Pembuatan Forecastle Deck dan Bulwark

1.6.4. Poop Deck (Geladak Kimbul)

Poop deck atau geladak kimbul merupakan bangunan yang terletak diatas geldak utama (*main deck*) pada bagian buritan yang memiliki ketinggian 2.4 sampai 2.5 meter diukur dari geladak utama (*upperdeck sideline*) sedangkan untuk panjang dari bangunan akan dijelaskan pada penjelasan berikutnya



Gambar 12. Pembuatan Pop Deck Dan Bulwark

Catatan:

1. Jarak gading pada buritan sampai tabung poros maksimum $A_{maks} = 600\text{mm}$.
Diambil jarak gading di bagian ini sebesar 600mm
2. Jarak gading pada daerah sekat tabung poros kearah depan mengikuti rumus :

$$A_o = \frac{L_{pp}}{500} + 0.48 \quad A_o < 1000\text{mm}$$

Perhitungan jarak sekat tabung poros, sekat kamar mesin, sekat tubrukan adalah sebagai berikut:

- Sekat tabung poros :
Perhitungan sekat dimulai dari AP dan menggunakan jarak gading = 600mm.
Sekat tabung poros minimal 3 jarak gading dari b (0.35T) jadi terletak pada gading ke 8 dari AP.
- Sekat kamar mesin
Jarak sekat kamar mesin dari AP adalah antara 17% - 20% Lpp dari AP dan terletak di nomor gading 29
- Sekat tubrukan/ *collision bulkhead*
Letak *collision Bulkhead* berada di gading nomor 143 terhitung dari gading pertama.

BAB II

DETAIL LANGKAH DAN PERHITUNGAN

II.1. Penentuan Ukuran dan Dimensi lainnya

Sebelum menetapkan ukuran dan dimensi kapal yang akan kita buat, langkah pertama adalah mencari data kapal pembanding dimana data kapal pembanding ini sebagai acuan untuk menentukan ukuran dan dimensi kapal yang akan digambar. Data kapal pembanding dapat dicari di buku register negara lain (NK, BV, LR, dll), program register of ship dan situs register (biasanya kapal – kapal baru). Dalam perancangan ini data kapal pembanding yang digunakan berasal dari kapal yang terdaftar di Nippon Kaiji Kyokai (classNK) register. Berikut ini adalah ukuran dan dimensi kapal pembanding yang digunakan:

Tipe Kapal	: <i>Multi Purpose Dry Cargo Ship</i>
Nama Kapal	: ALEXANDRETTA
Tahun Pembangunan	: 1990
Tonnage Gross	: 3466
Deadweight	: 5020 ton
Lpp	: 87.21 m
B	: 15.82 m
H	: 7.90 m
T	: 6.25 m
Merk, tipe main engine	: 8 M 453 C
Daya Motor	: 2200 kW
RPM	: 600
Kecepatan percobaan (Vt)	: 13 Knot

Setelah mendapatkan data kapal pembanding maka dapat ditentukan data kapal yang akan dirancang sehingga dapat memudahkan dalam perancangan rencana garis ini, berikut adalah data kapal yang akan dirancang;

Length Between Perpendicular (L_{PP})	:	87	m
Breadth Moulded (B)	:	16	m
Depth Moulded (H)	:	8	m
Design Draft (T)	:	6	m
Service speeds	:	13	knot
Tipe kapal	:	SEMI CONTAINER	

Langkah selanjutnya adalah menghitung data tambahan yang akan digunakan untuk merancang rencana garis. Adapun detail perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Nilai *Length of Water Line* (L_{WL})

Telah ditentukan bahwa harga LWL sebesar panjang Lpp ditambah 3%Lpp atau (1 + 3%) LPP jadi demikian harga LWL dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Lwl &= (1 + 3\%) Lpp \\ &= 1,03 \times 87 \\ &= 89,610 \text{ meter} \end{aligned}$$

b. Menentukan Nilai *Length of Displacement* (L_{disp})

Satuan yang dipakai dalam Ldisp adalah feet, bukan meter.

$$\begin{aligned} Ldisp &= \frac{1}{2} (Lwl + Lpp) \\ &= \frac{1}{2} (89,61 + 87) \\ &= 88,305 \text{ meter} \\ &= 289,64 \text{ feets} \end{aligned}$$

c. Menentukan Nilai $Vs/\sqrt{L_{disp}}$

$$\begin{aligned} Vs/\sqrt{L} &= 13/\sqrt{289,64} \\ &= 13/17,01 \\ &= 0,763 \end{aligned}$$

d. Menentukan Nilai Koefisien – koefisien dari Diagram NSP

- Menentukan Nilai *Coeffisien Prismatic of Displacement* (φ)
Diperoleh dari diagram NSP sebesar = 0,6885
- Menentukan Nilai *Coeffisien Block of Displacement* (δ_{displ})
Diperoleh dari pembacaan diagram Nsp sebesar = 0,6766
- Menentukan Nilai *Coeffisien of Midship* (β)
Diperoleh dari diagram NSP sebesar = 0,9817

e. Menentukan Nilai Lcb dari NSP

$$Lcb \text{ NSP} = 0.559\%$$

f. Menentukan Nilai Luas Am

$$\begin{aligned} Am &= Cm \times B \times T \\ &= 94,2432 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

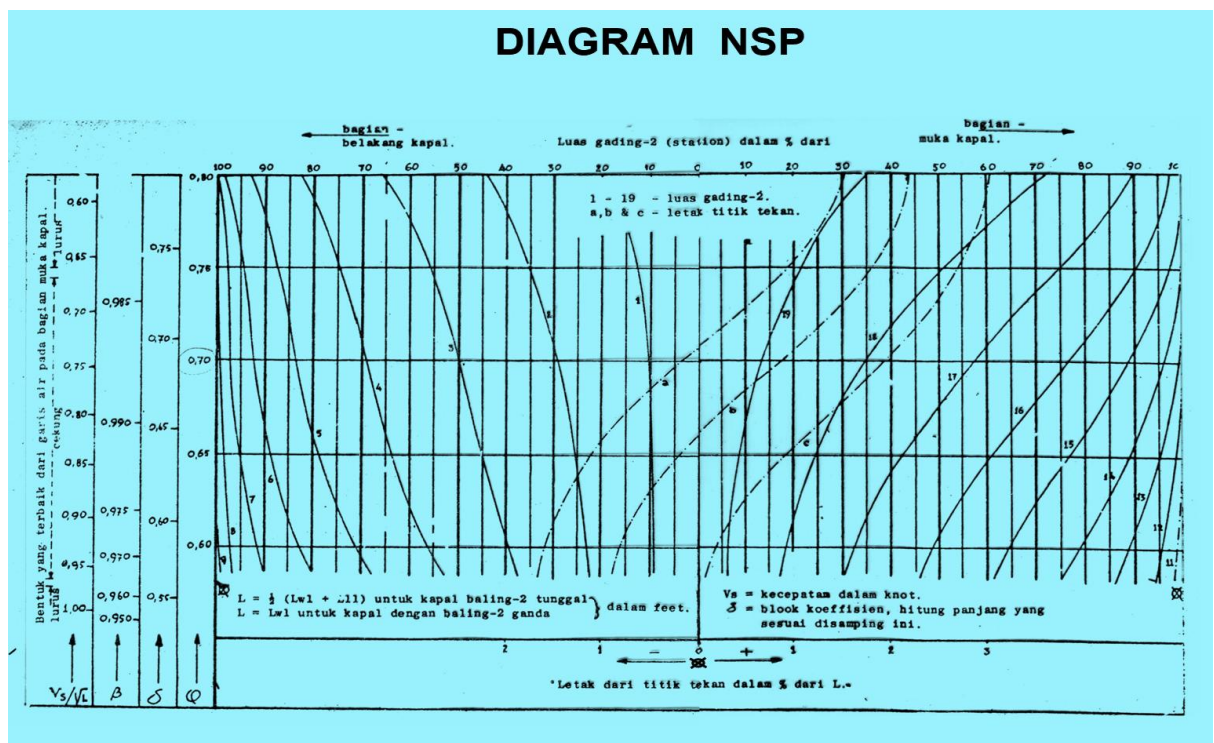
g. Menentukan Nilai *Volume Displacement* (V_{disp})

$$\begin{aligned} Vdisp &= Cb \times Ldisp \times B \times T \\ &= 5735,7276 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

II.2. Pembuatan Curve of Section Area

II.2.1. Membaca Diagram NSP

Membaca diagram NSP merupakan langkah awal sebelum kita memulai menggambar. Dari pembacaan diagram NSP tersebut akan diperoleh luasan tiap station pada kapal. Sebelumnya kita telah mendapatkan besarnya $V_s/\sqrt{L_{disp}}$ sebesar 0.65, dari data ini selanjutnya kita dapat mencari besarnya persen luas (%A) dari tiap-tiap station pada diagram NSP, dengan menarik garis mendatar sesuai nilai $V_s/\sqrt{L_{disp}}$ yang telah diketahui maka akan ditemukan titik perpotongan antara garis mendatar dengan kurva tiap-tiap station, kemudian tarik garis vertikal ke atas pada masing-masing titik perpotongan tersebut sehingga didapat besar nilai persen luas tiap stationnya.



Gambar 13. Diagram NSP

Dari diagram NSP ini kita juga bisa menemukan letak LCB dengan cara menentukan titik perpotongan antara garis mendatar $V_s/\sqrt{L_{disp}}$ dengan letak titik tekan b, kemudian tarik garis vertikal ke bawah sehingga akan didapat nilai letak titik tekan dalam % L_{disp} . Setelah semua data yang diperlukan telah diketahui maka dilakukan perhitungan seperti tabel di bawah ini, selanjutnya dilakukan perhitungan koreksi terhadap data yang ada.

Station	%	Am (m ²)	Luas (A)	Fs	A x Fs	n	A x Fs x n
0	0%	94,243	0,000	1	0,00	-10	0,00
1	11,36%	94,243	10,706	4	42,82	-9	-385,42
2	27,14%	94,243	25,578	2	51,16	-8	-409,24

Station	%	Am (m ²)	Luas (A)	Fs	A x Fs	n	A x Fs x n	
3	49,42%	94,243	46,575	4	186,30	-7	-1304,10	
4	70,04%	94,243	66,008	2	132,02	-6	-792,10	
5	84,36%	94,243	79,504	4	318,01	-5	-1590,07	
6	91,47%	94,243	86,204	2	172,41	-4	-689,63	
7	96,73%	94,243	91,161	4	364,65	-3	-1093,94	
8	99,09%	94,243	93,386	2	186,77	-2	-373,54	
9	100,00%	94,243	94,243	4	376,97	-1	-376,97	
10	100,00%	94,243	94,243	2	188,49	0	0,00	
11	100,00%	94,243	94,243	4	376,97	1	376,97	
12	100,00%	94,243	94,243	2	188,49	2	376,97	
13	98,55%	94,243	92,877	4	371,51	3	1114,52	
14	95,10%	94,243	89,625	2	179,25	4	717,00	
15	87,20%	94,243	82,180	4	328,72	5	1643,60	
16	72,94%	94,243	68,741	2	137,48	6	824,89	
17	53,50%	94,243	50,420	4	201,68	7	1411,76	
18	32,60%	94,243	30,723	2	61,45	8	491,57	
19	12,65%	94,243	11,922	4	47,69	9	429,18	
20	0,00%	94,243	0,000	1	0,00	10	0,00	
					Σ_1	3912,83	Σ_2	371,47

h dari L disp

$$h = L_{disp}/20$$

$$= 4.35 \text{ meter}$$

Koreksi Volume Displacement :

a. Menentukan Vdisplasmen

$$V_{disp} = C_b \times L_{disp} \times B \times T$$

$$= 0,6766 \times 88,305 \times 16 \times 6$$

$$= 5735,7276 \text{ m}^3$$

b. Menentukan Vdisp Simpson

$$V_{disp} = \frac{1}{3} \times \Sigma_1 \times h$$

$$= \frac{1}{3} \times 7482,10 \times 6,09$$

$$= 5758,703 \text{ m}^3$$

c. Menentukan Koreksi Volume Displasmen

$$V_{disp} = \frac{[V_{disp} \text{ rumus} - V_{disp} \text{ simpson}]}{V_{disp} \text{ rumus}} \times 100 \%$$

$$= \frac{(5735,72 - 5769,16)}{5735,72} \times 100\%$$

$$= -0,40\% < 0,5\%$$

MEMENUHI

d. Menentukan Lcb rumus

$$\begin{aligned} \text{Lcb} &= \text{Lcb NSP} \times \text{Ldisp} \\ &= 0.559\% \times 88,305 \\ &= 0,493625 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Menentukan Lcb Simpson

$$\begin{aligned} \text{Lcb} &= \frac{\sum_2}{\sum_1} \times h \\ &= 2753,59/7482,10 \times 6,09 \\ &= 0,419 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Menentukan Koreksi Lcb

$$\begin{aligned} &= (\text{Lcb rumus} - \text{Lcb simpson}) / \text{Ldisp} \times 100\% \\ &= (2,302 - 2,241) / 121,8 \times 100\% \\ &= 0,08\% < 0,1\% \end{aligned}$$

MEMENUHI

II.2.2. Membuat CSA Ldisp

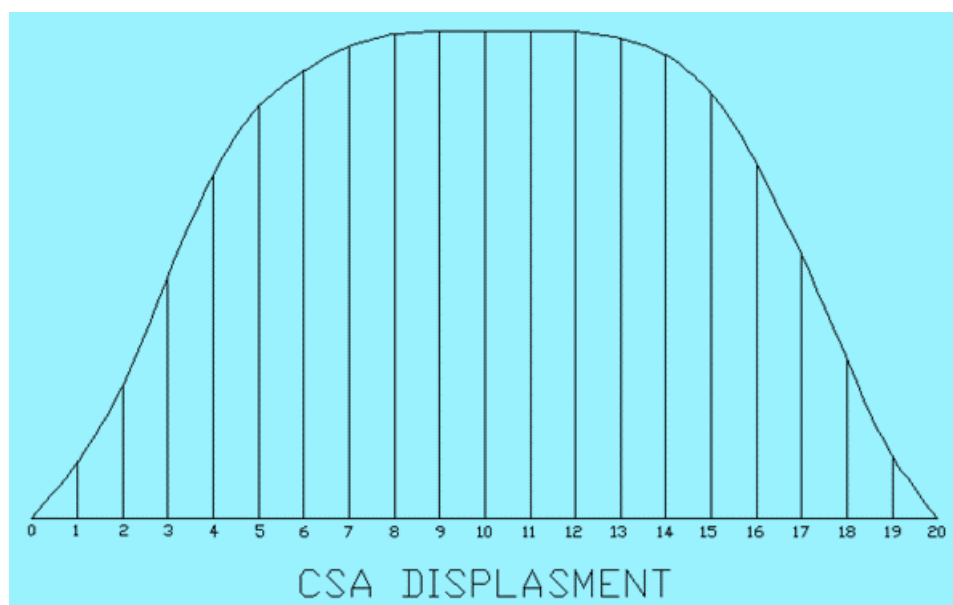
Curve of Sectional Area atau CSA adalah kurva yang menunjukkan luasan kapal pada tiap-tiap station. Pembuatan CSA ini memakai skala sebesar 1 cm = 3 m². Adapun langkah-langkah pembuatan CSA adalah sebagai berikut:

1. Membuat garis horizontal dengan panjang L_{disp} menggunakan skala sebenarnya atau 1cm : 1m
2. Panjang L_{disp} tersebut dibagi menjadi 20 bagian yang sama.
3. Membuat garis vertikal ke atas dengan skala 1 cm : 2 m² pada ordinat hasil pembagian L_{disp} menjadi 20 bagian, garis vertikal tersebut merepresentasikan luasan (A) dari setiap stationnya.
4. Data Luasan (A) yang telah diskala sebesar 1 cm : 2 m².

Station	Skala	A skala
0	2	0,0000
1	2	5,3530
2	2	12,7888
3	2	23,2875
4	2	33,0040
5	2	39,7518
6	2	43,1021
7	2	45,5807
8	2	46,6928
9	2	47,1216
10	2	47,1216
11	2	47,1216
12	2	47,1216
13	2	46,4383
14	2	44,8126

Station	Skala	A skala
15	2	41,0900
16	2	34,3705
17	2	25,2101
18	2	15,3616
19	2	5,9609
20	2	0,0000

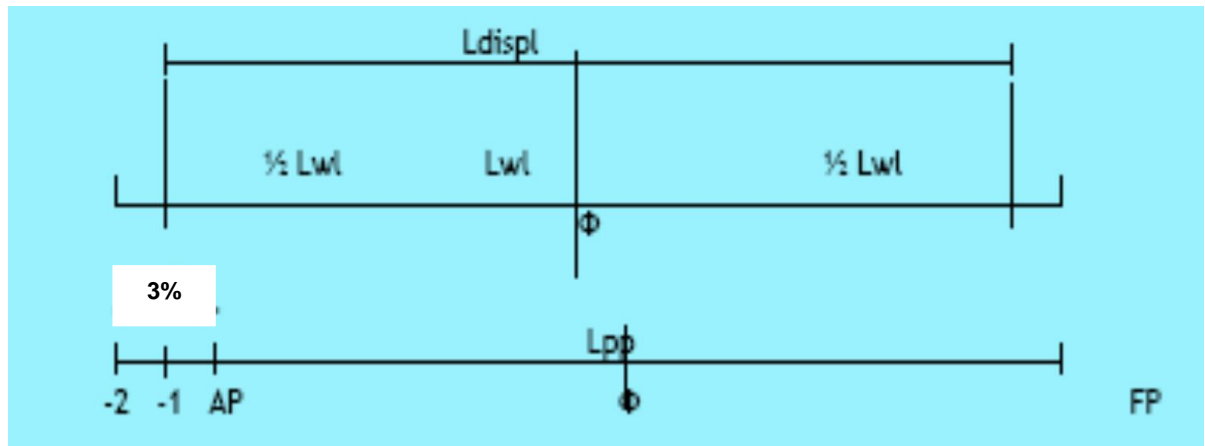
5. Menghubungkan ordinat – ordinat yang didapat mulai dari AP sampai FP (dalam AutoCad 2007 menggunakan perintah “spline”) sehingga membentuk sebuah kurva yang disebut dengan *Curve of Sectional Area Displacement (CSA_{disp})*.
6. Menentukan titik tengah L_{disp} yaitu dengan membagi L_{disp} menjadi 2 bagian yang sama panjang (station ke-10).
7. Membuat garis dengan ukuran ½ Lwl kekiri dan ½ Lwl lagi kekanan pada arah horizontal dari titik tersebut (station 10 Ldisp).
8. Menyelaraskan / memfairkan grafik CSA_{disp} sesuai dengan panjang dari garis Lwl.
9. Membuat garis Lpp dengan mengacu pada bagian FP atau ujung kanan dari garis Lwl.
10. Membagi garis Lpp yang telah dibuat menjadi 20 bagian, sehingga akan diketahui station 0 yang merupakan *After Perpendicular (AP)*, sedangkan pada station 10 adalah *Midship kapal* yang sesungguhnya.
11. Menggunakan axis Lpp sebagai acuan sehingga diperoleh CSA Perpendicular atau CSA.
12. Mengoreksi volume dan letak LCB pada CSA, koreksi ini dilakukan karena adanya penambahan.



Gambar 14. CSA Disp

II.2.3. Membuat CSA Lpp

Pada penggambaran CSA diatas, masih digunakan Length of Displacement (L_{disp}) dimana hanya ada 20 station. Dari tengah CSA displasemen kita menarik garis $1/2 L_{wl}$ kekiri dan $1/2 L_{wl}$ lagi kekanan, ujung garis L_{wl} pada sebelah kanan kita tarik garis lagi sepanjang L_{pp} kearah kiri, L_{pp} tersebut kita bagi 20 bagian (station AP – FP), Sisa dari L_{wl} adalah cant part yang kita bagi menjadi 2 bagian (station -1 dan -2), setelah itu perlebar CSA displacement keujung garis L_{wl} sehingga ada luasan pada tiap station.



Gambar 15. Perubahan dari L_{disp} ke L_{pp} dan L_{wl}

Seperti halnya perhitungan CSA L_{disp} , pada L_{pp} juga dilakukan perhitungan seperti berikut:

No. Station	Area Skala	Area	FS	Area x FS	n	(AreaxFS) x n
-2	0,000	0,00	0,3	0,00	-10,6	0,00
-1	1,264	2,53	1,2	3,03	-10,3	-31,24
AP	2,571	5,14	1,3	6,69	-10	-66,85
1	8,077	16,15	4	64,62	-9	-581,56
2	16,931	33,86	2	67,73	-8	-541,80
3	27,39	54,78	4	219,12	-7	-1533,84
4	36,150	72,30	2	144,60	-6	-867,60
5	41,170	82,34	4	329,36	-5	-1646,80
6	44,100	88,20	2	176,40	-4	-705,60
7	46,090	92,18	4	368,72	-3	-1106,16
8	46,890	93,78	2	187,56	-2	-375,12
9	47,150	94,30	4	377,20	-1	-377,20
10	47,150	94,30	2	188,60	0	0,00
11	47,150	94,30	4	377,20	1	377,20
12	47,020	94,04	2	188,08	2	376,16
13	46,140	92,28	4	369,12	3	1107,36
14	44,170	88,34	2	176,68	4	706,72
15	39,880	79,76	4	319,04	5	1595,20
16	32,610	65,22	2	130,44	6	782,64

No. Station	Area Skala	Area	FS	Area x FS	n	(AreaxFS) x n
17	23,380	46,76	4	187,04	7	1309,28
18	13,440	26,88	2	53,76	8	430,08
19	4,940	9,88	4	39,52	9	355,68
FP	0,000	0,00	1	0,00	10	0,00
			\sum_1	3974,50	\sum_2	-793,45

$$\begin{aligned}
 h \text{ dari } L_{pp} \\
 h &= L_{pp}/20 \\
 &= 4,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

a. Menentukan δ_{lwl} ($C_{b_{lwl}}$)

$$\begin{aligned}
 \delta_{lwl} &= \delta_{displ} \times (L_{displ} / L_{wl}) \\
 &= 0,6766 \times (88,305/89,61) \\
 &= 0,666747
 \end{aligned}$$

b. Menentukan Volume

L_{wl} :

$$\begin{aligned}
 1. V_{lwl} \text{ dengan rumus} &= L_{wl} \times B \times T \times \delta_{lwl} \\
 &= 89,61 \times 16 \times 6 \times 0,6667 \\
 &= 5735,7276
 \end{aligned}$$

2. V_{lwl} dengan simpson

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times \sum_1 \times h \\
 &= 5763,026856
 \end{aligned}$$

c. Koreksi V_{lwl}

$$\begin{aligned}
 V_{lwl} &= [V_{simp} - V_{lwl}] / V_{lwl} \times 100\% \\
 &= (5763,0268 - 5735,72765) / 5735,72765 \times 100\% \\
 &= 0,004759 < 0,5\% \quad \text{MEMENUHI}
 \end{aligned}$$

d. Pergeseran Midship = 1,305 m

e. Menentukan L_{cb} L_{pp}

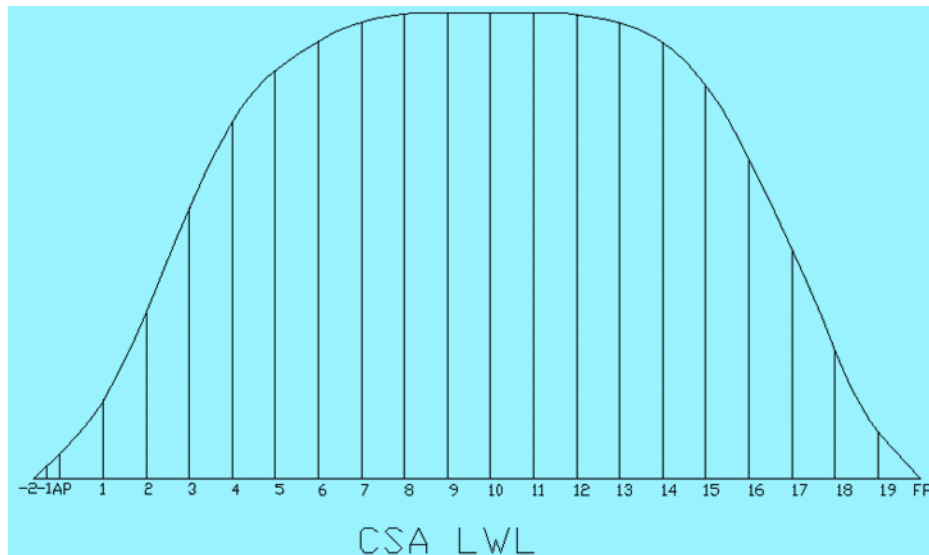
$$\begin{aligned}
 L_{cb} \text{ } L_{pp} &= L_{cb} \text{ } L_{displasmen} - \text{Pergeseran Midship} \\
 &= 0,4936 - 1,305 \\
 &= -0,8114 \text{ m}
 \end{aligned}$$

f. Menentukan L_{cb} simpson

$$\begin{aligned}
 L_{cb} \text{ Simpson} &= \sum_2 / \sum_1 \times h \\
 &= -793,45 / 3974,5 \times 4,35 \\
 &= -0,868418 \text{ m}
 \end{aligned}$$

g. Koreksi L_{cb}

$$\begin{aligned}
 &= |(L_{cb} \text{ } L_{pp} - L_{cb} \text{ Simpson}) / L_{pp}| \times 100\% \\
 &= |(-0,8114 + 0,8684) / 87| \times 100\% \\
 &= 0,07\% < 0,1\% \quad \text{MEMENUHI}
 \end{aligned}$$



Gambar 16. CSA Lwl

II.3. Pembuatan A/2T dan B/2

II.3.1 A/2T

A/2T merupakan perbandingan antara luasan tiap station dengan dua kali tinggi sarat kapal, untuk mencari nilainya kita bagi luasan tiap station dengan dua kali tinggi sarat kapal. Setelah mendapatkan nilai tiap-tiap station, maka langkah selanjutnya adalah memproyeksikan titik-titik tersebut, setelah itu titik-titik tersebut dihubungkan (dengan perintah *spline* pada AutoCad)

No. Station	Area Skala	Area	Area / 2T
-2	0,000	0,00	0,000
-1	1,264	2,53	0,211
AP	2,571	5,14	0,429
1	8,077	16,15	1,346
2	16,931	33,86	2,822
3	27,39	54,78	4,565
4	36,150	72,30	6,025
5	41,170	82,34	6,862
6	44,100	88,20	7,350
7	46,090	92,18	7,682
8	46,890	93,78	7,815
9	47,150	94,30	7,858
10	47,150	94,30	7,858
11	47,150	94,30	7,858

No. Station	Area Skala	Area	Area / 2T
12	47,020	94,04	7,837
13	46,140	92,28	7,690
14	44,170	88,34	7,362
15	39,880	79,76	6,647
16	32,610	65,22	5,435
17	23,380	46,76	3,897
18	13,440	26,88	2,240
19	4,940	9,88	0,823
FP	0,000	0,00	0,000

II.3.2 B/2

B/2 adalah lebar keseluruhan suatu kapal dibagi dua. Untuk menggambarkan B/2, maka langkah pertama yang harus ditempuh adalah menentukan sudut masuk garis air (pada grafik dengan cara menentukan ϕ pada sumbu x kemudian ditarik garis lurus ke atas sampai memotong garis kontinu pada grafik dan dari titik temu itu kita tarik garis horisontal maka akan mendapatkan nilai sudut masuk garis air), kemudian menentukan nilai B/2 yang mempunyai persen luas 100% kemudian kita tambahkan untuk 1 atau 2 station ke depan dan ke belakang inilah yang dinamakan dengan *Paralel Middle Body*. Kemudian dari *Paralel Middle Body* kita desain sendiri garis melengkung yang *stream line* yang berakhir pada station -2 untuk buritan dan untuk haluan berakhir pada station 20 dan sudut masuk kita tambahkan beberapa cm dari FP. Untuk yang bagian AP, dalam mendesain kita harus benar-benar memperhatikan luas *Engine Room* yaitu kira-kira dari station -2 sampai 3. Setelah gambar B/2 terbentuk maka kita akan memperoleh nilai B/2 tiap station dengan cara mengukur panjang garis vertikal dan dikalikan dengan skalanya. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Tabel Perhitungan B/2 dan sketsa Grafik CSA, A/2T dan B/2 berikut ini:

Menentukan Nilai Sudut Masuk

Dalam pembuatan B/2 diperlukan terlebih dahulu sudut masuk, sudut masuk merupakan fungsi dari koefisien prismatic depan (ϕ_f), Berikut adalah cara memperoleh nilai suatu sudut masuk (ϕ_f) dimana nilainya dapat ditentukan melalui Persamaan dibawah ini.

$$\phi_f = \phi_{Lpp} + (1,4 - \phi_{Lpp}) \times e \%$$

Dari data penghitungan yang sebelumnya kita telah mempunyai data sebagai berikut :

e merupakan perbandingan jarak titik tekan memanjang dibelakang atau didepan $\frac{1}{2}L_{disp}$. terhadap L_{disp} . (dari diagram NSP). Nilai e = 1,89%

$$\begin{aligned}\phi_{Lpp} &= \phi_{Ldisp} \times L_{disp} / L_{pp} \\ &= 0,755 \times 88,305 / 87 \\ &= 0,698828\end{aligned}$$

Maka diperoleh sudut masuk sebesar :

$$\begin{aligned}\phi_f &= \phi_{Lpp} + (1,40 - \phi_{LPP}) \times e \\ &= 0,7663 + (1,40 - 0,7663) \times 0,0063 \\ &= 0,703245\end{aligned}$$

Dari Grafik "Angle of Entrance" di atas diperoleh nilai sudut masuk untuk kapal yang didesain sebesar 15,74°.

No. Station	A skala	panjang koordinat	FS	panjang koor x FS
-2	0,000	0,00	0,3	0,00
-1	1,264	1,64	1,2	1,96
AP	2,571	2,25	1,3	2,92
1	8,077	3,81	4	15,25
2	16,931	5,15	2	10,29
3	27,39	6,28	4	25,11
4	36,150	7,16	2	14,32
5	41,170	7,57	4	30,28
6	44,100	7,85	2	15,70
7	46,090	7,92	4	31,68
8	46,890	7,96	2	15,92
9	47,150	8,00	4	32,00
10	47,150	8,00	2	16,00
11	47,150	8,00	4	32,00
12	47,020	8,00	2	16,00
13	46,140	7,93	4	31,72
14	44,170	7,81	2	15,62
15	39,880	7,34	4	29,35
16	32,610	6,22	2	12,45
17	23,380	4,69	4	18,75
18	13,440	3,01	2	6,02
19	4,940	1,40	4	5,60
FP	0,000	0,00	1	0,00
Σ panjang koor x Fs				378,95

Setelah mendapatkan data seperti di atas maka langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi antara data hasil perhitungan rumus dengan data yang didapat dari hasil penggambaran garis air dengan data dari table (A_{WL} Simpson). Adapun koreksinya antara A_{WL} rumus dengan A_{WL} dari tabel hasil penggambaran garis air (A_{WL} Simpson) adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Nilai dari α

$$\begin{aligned}\alpha &= 0,248 + 0,778 \delta lwl \\ &= 0,248 + (0,778 \times 0,6667) \\ &= 0,766693\end{aligned}$$

b. Menentukan Nilai dari A_{WL} Rumus

$$\begin{aligned}Awl &= Lwl \times B \times \alpha \\ &= 1099,253 \text{ m}^2\end{aligned}$$

c. Menentukan Nilai dari A_{WL} Simpson

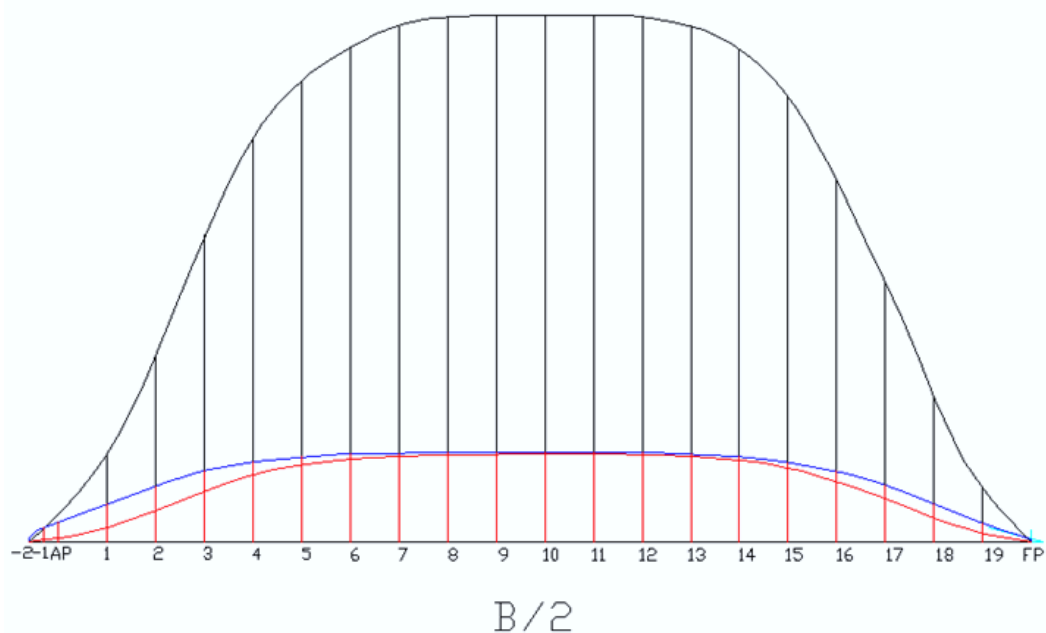
$$\begin{aligned}\frac{1}{2} Awl \text{ Simp} &= \frac{1}{3} \times \sum \text{ Panjang Koordinat} \times Fs \times h \\ &= \frac{1}{3} \times 378,14 \times 4,35 \\ &= 549,4812947 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Maka nilai } Awl \text{ Simpson} = 1098,962589 \text{ m}^2$$

d. Menentukan Koreksi A_{WL}

$$\begin{aligned}\text{Koreksi } Awl &= \frac{[(2 \times Awl \text{ simpson}) - Awl \text{ Rumus}]/Awl \text{ Rumus} \times 100\%}{=} \\ &= \frac{(1096,6 - 1099,25)/1099,25 \times 100\%}{=} \\ &= -0,03\% < 0,5\%\end{aligned}$$

MEMENUHI

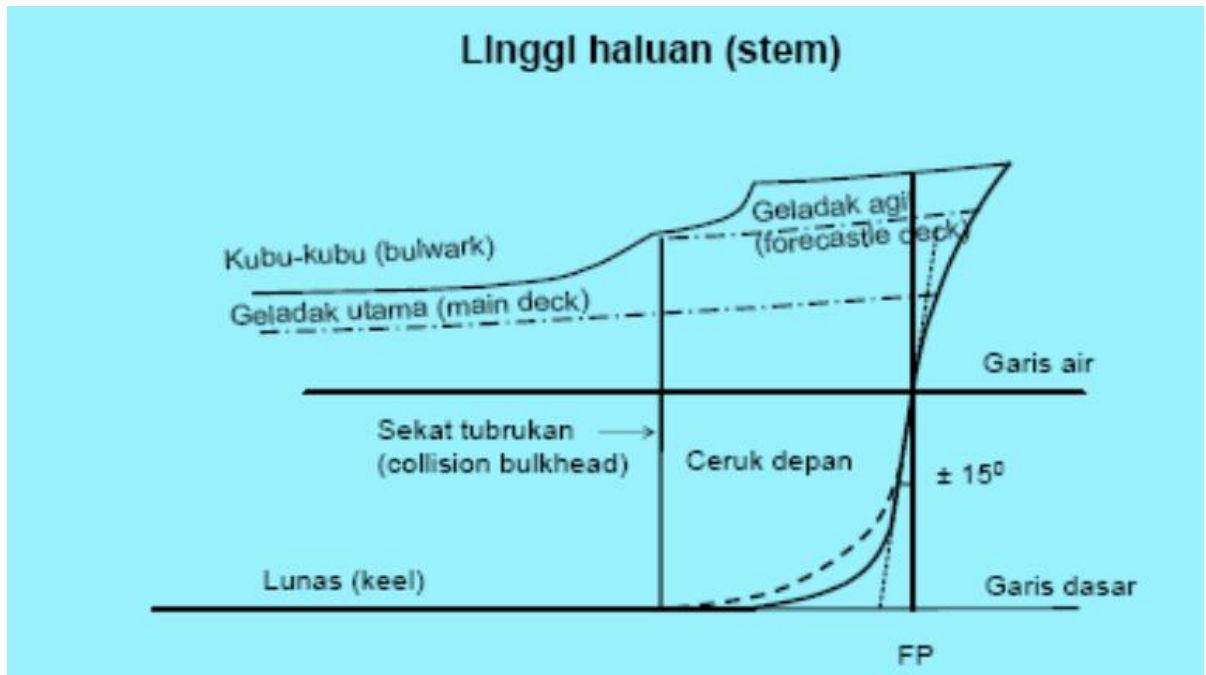


Gambar 17. B/2

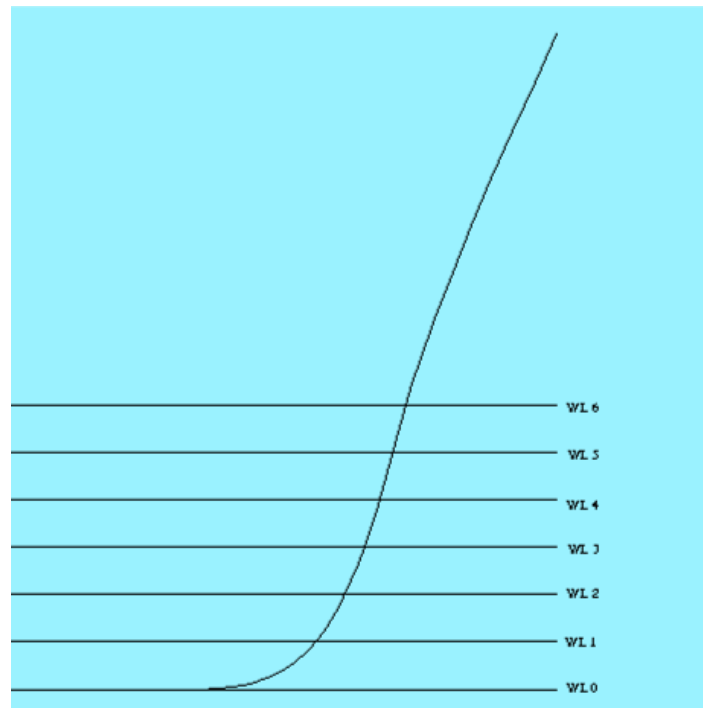
II.4. Pembuatan Bentuk Linggi Haluan dan Buritan

II.4.1 Pembuatan Bentuk Linggi Haluan

Sebelum kita membuat gambar *bodyplan* dan gambar – gambar selanjutnya, kita perlu merencanakan terlebih dahulu bentuk dari haluan maupun buritan kapal yang akan kita buat. Untuk bagian linggi haluan, harus membentuk sudut 15° terhadap sumbu vertikal atau yang disebut dengan FP, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini



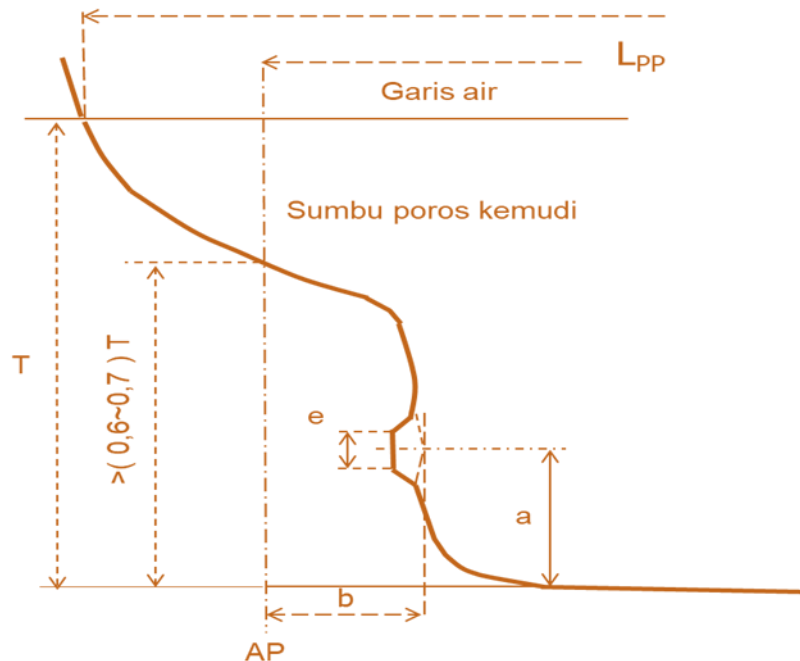
Gambar 18. Pembuatan Linggi haluan



Gambar 19. Rencana bentuk linggi haluan

II.4.2 Pembuatan Bentuk Linggi Buritan

Dalam pembuatan bagian belakang kapal, kita perlu mempertimbangkan bentuk linggi buritan. Umumnya terdapat dua macam bentuk linggi buritan, yaitu bentuk linggi buritan dengan menggunakan sepatu linggi dan tanpa sepatu linggi. Bentuk linggi buritan untuk kapal yang akan didesain ini adalah tanpa sepatu linggi. Detail pembuatan seperti gambar dibawah ini:

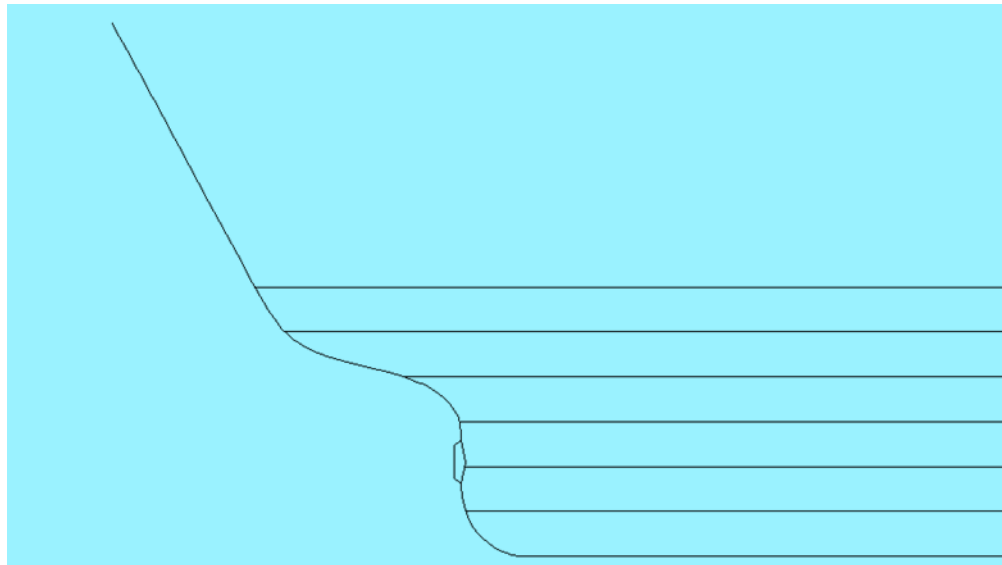


Gambar 20. Pembuatan Bentuk Buritan

Dalam mendesain bentuk linggi buritan, ada beberapa perhitungan yang harus diketahui terlebih dahulu, yaitu:

1. Diameter *Propeller* (diambil antara 0,6T - 0,7T)
 $D = 0,7 \times T$
 $= 0,7 \times 6$
 $= 4,200 \text{ m}$
2. Poros *Propeller*
 $e = 0,12 \times T$
 $= 0,12 \times 6$
 $= 0,720 \text{ m}$
3. Jarak dasar terhadap garis tengah poros
 $a = 0,33 \times T$
 $= 0,33 \times 6$
 $= 1,980 \text{ m}$
4. Jarak antara sumbu poros kemudi terhadap ujung poros
 $b = 0,35 \times T$
 $= 0,35 \times 6$
 $= 2,100 \text{ m}$

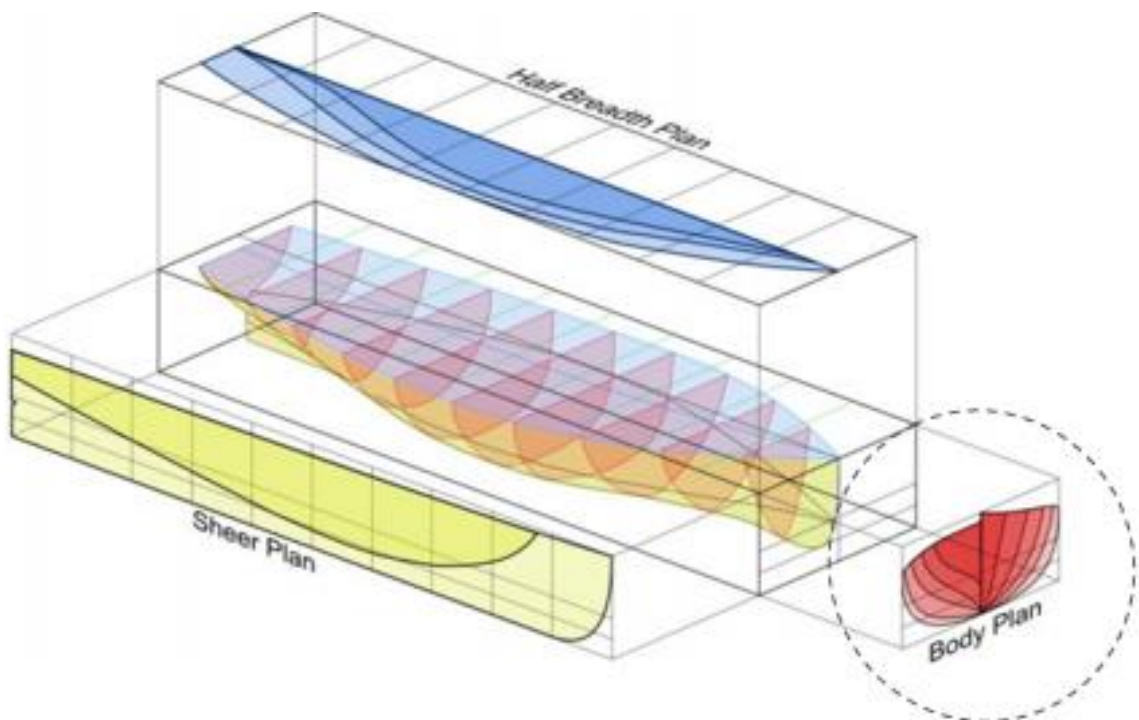
Setelah diperoleh nilai-nilai tersebut maka bentuk linggi buritan untuk kapal yang akan didesain dapat dilihat seperti gambar dibawah ini



Gambar 21. Rencana bentuk linggi buritan

II.5. Pembuatan Body Plan

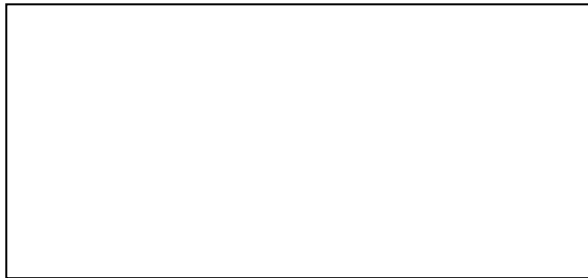
Sebelum membuat desain *Body Plan*, perlu dipahami terlebih dahulu bahwa *Body Plan* adalah proyeksi station–station pada kapal dari pandangan depan. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar berikut:



Gambar 22. Body Plan

Body Plan merupakan proyeksi bentuk potongan – potongan badan kapal secara melintang pada setiap station dilihat dari depan atau belakang. Potongan – potongan badan kapal ini dibentuk berdasarkan data-data yang didapat berdasarkan data-data Grafik A/2T dan B/2. Adapun cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

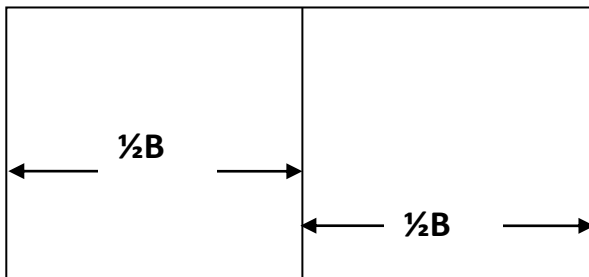
- Membuat kotak yang panjang dan lebarnya sama dengan lebar kapal dan tinggi kapal.



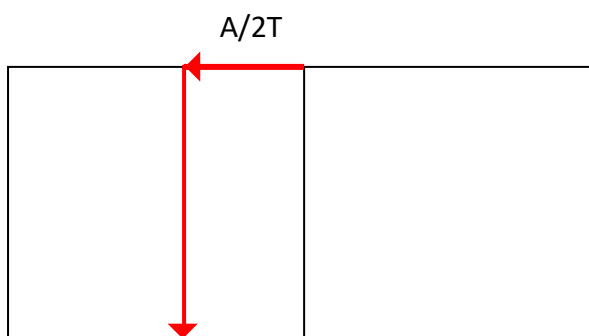
lebar kotak = sarat air kapal (T)

Panjang kotak = lebar kapal (B)

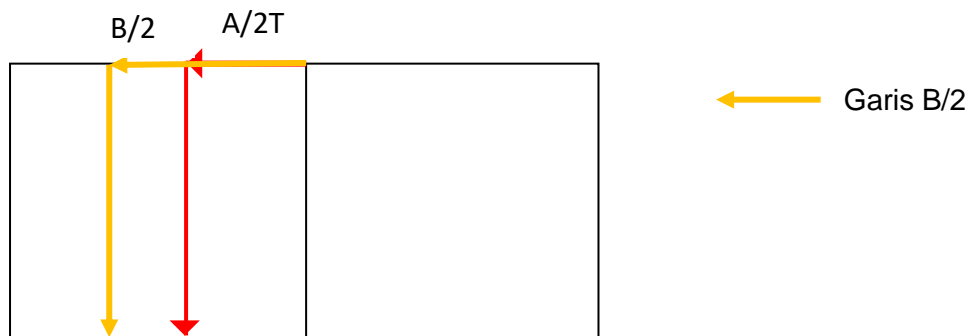
- Membagi kotak tersebut menjadi dua bagian yang sama, dimana pada kotak sebelah kiri nantinya digunakan untuk station 0-10 sedangkan pada kotak sebelah kanan nantinya digunakan untuk station 11-20.



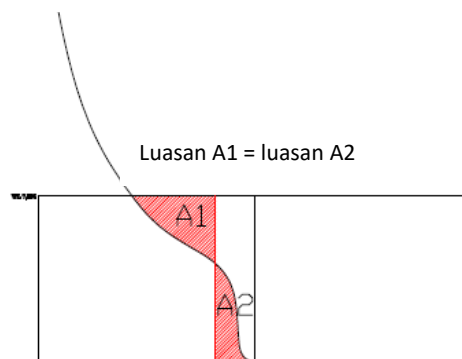
- Membuat titik A/2T tiap station pada garis panjang (B) dengan mengacu pada data yang telah diperoleh, nilai dari data tersebut direpresentasikan sebagai panjang garis yang diukur dari *center line*, selanjutnya dari ujung garis tersebut ditarik garis vertikal kebawah setinggi T.



- Membuat titik B/2 tiap station pada garis panjang (B) dengan mengacu pada data yang telah diperoleh, nilai dari data tersebut direpresentasikan sebagai panjang garis yang diukur dari *center line*.



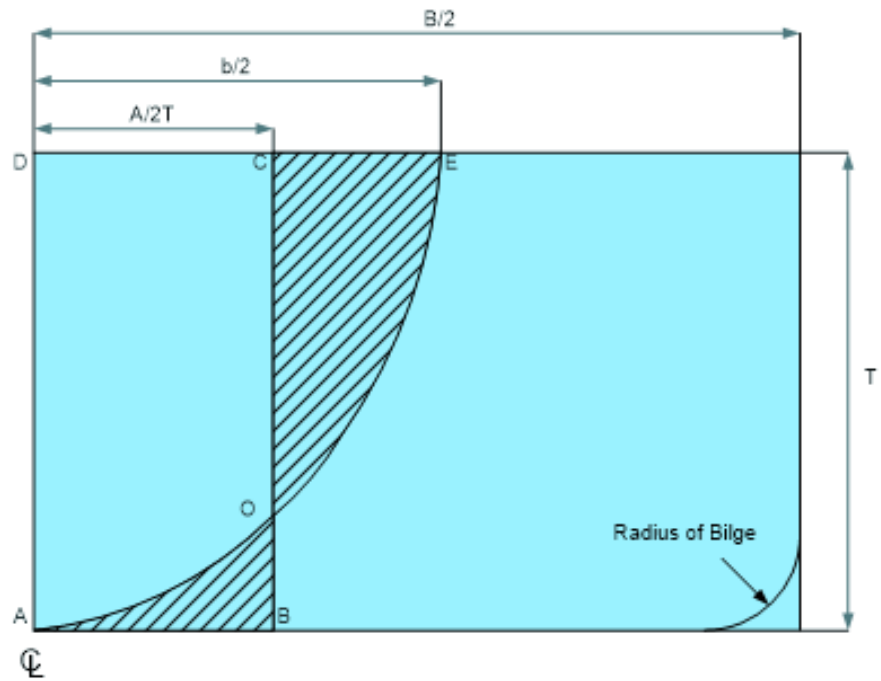
- Membuat lengkungan *body plan* yang *streamlines* dari ujung garis B/2 yang memotong garis vertikal A/2T. Perlu diperhatikan bahwa luasan daerah yang terbentuk karena adanya perpotongan garis tersebut harus sama atau tidak melebihi toleransi.



- Menentukan jari-jari bilga, jari-jari bilga merupakan kelengkungan sebelah kanan dan kiri bawah kotak. Jari-jari bilga ini juga merupakan kelengkungan *Body Plan* pada station -station yang memiliki nilai B/2 maksimum, Jari – jari ini diperoleh dari rumus

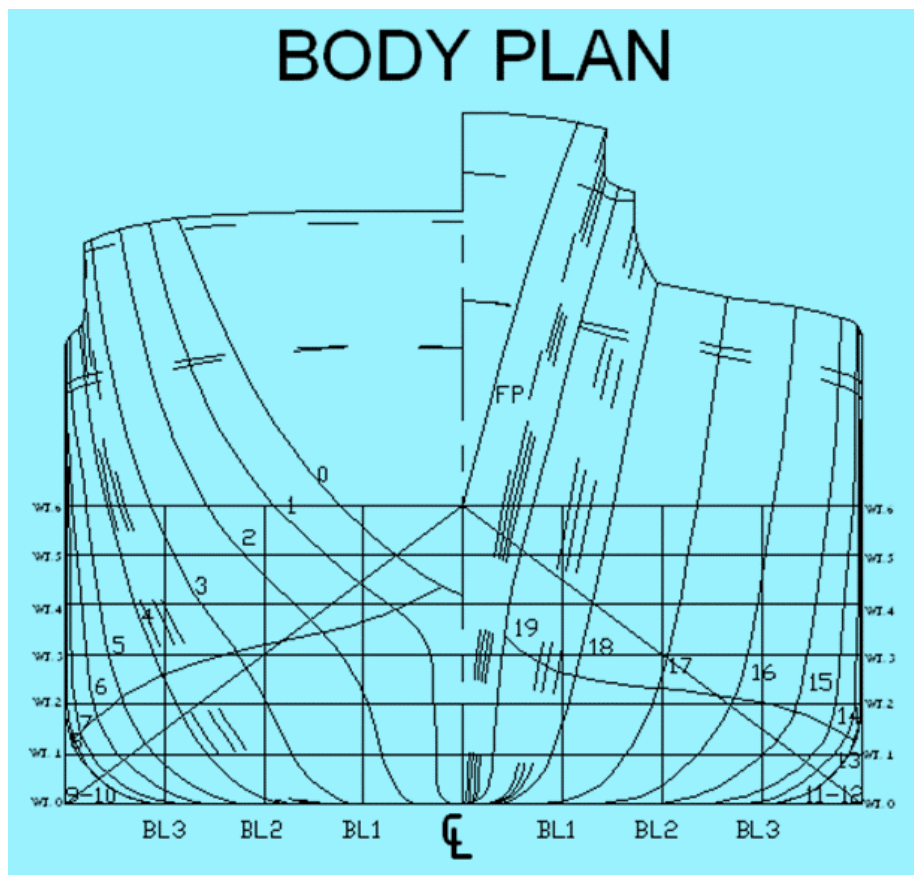
$$\begin{aligned}
 \text{Radius} &= \sqrt{[1/2\{(B \times T) - Am\} / (1-1/4\pi)]} \\
 &= \sqrt{[1/2\{(16 \times 6) - 94,24\} / (1-1/4 \times 3.14)]} \\
 &= \sqrt{[1/2\{96 - 94,24\} / (1-0.785)]} \\
 &= \sqrt{[1/2(1,76) / (0,215)]} \\
 &= \sqrt{[0,88 / 0,215]} \\
 &= \sqrt{[4,093]} \\
 &= \mathbf{2,02 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya, pembuatan *body plan* ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 23. Pembuatan body plan

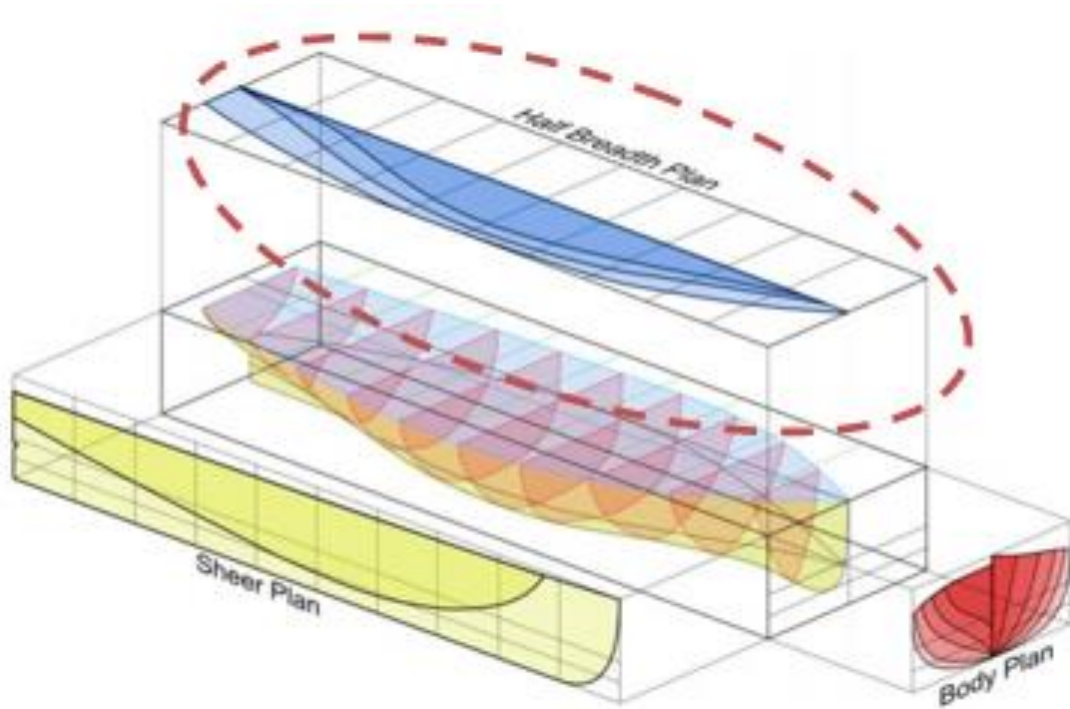
Setelah semua lengkungan tiap station dari station 0-20 terbentuk, maka bisa dikatakan bahwa tahap pembuatan *body plan* telah selesai. Dan dihasilkan gambar seperti dibawah ini :



Gambar 24. Body Plan

II.6. Pembuatan Halfbreadth Plan

Half breadth plan merupakan garis-garis potongan badan kapal dengan bidang horisontal pada setiap ketinggian garis air (*water line*) yang dilihat dari atas. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini:

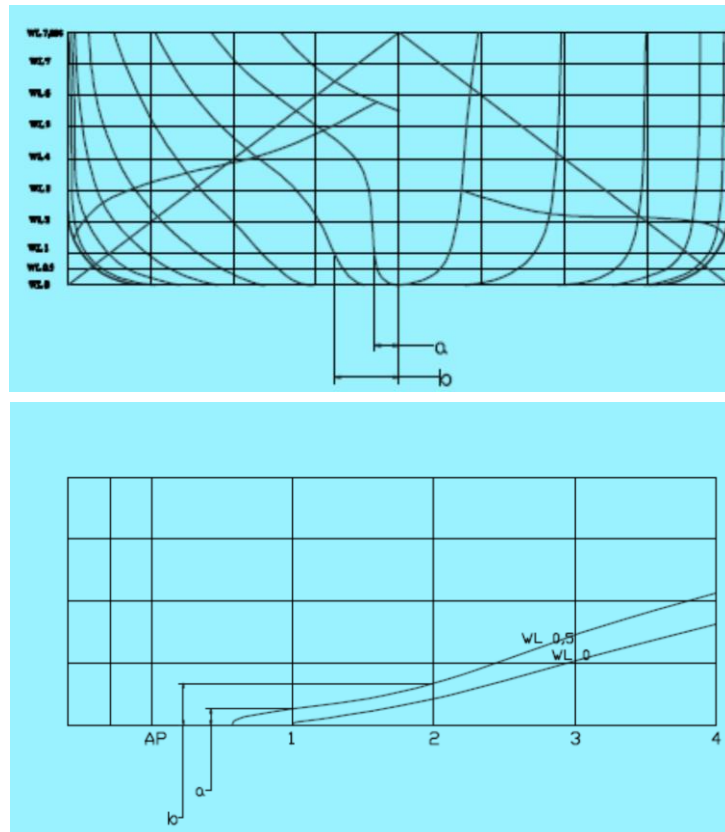


Gambar 25. *Half Breadth*

a. Membuat Half Breadth Plan

Sebelum membuat *half breadth plan*, pada kotak *Body Plan* dibuat garis horizontal yang disebut sebagai garis *water line* (WL). Garis – garis ini memiliki ketinggian tertentu yang diukur mulai dari garis dasar pada *Body Plan*. Pada kapal ini terdapat 6 buah garis *water line* yaitu : 0 m WL; 1 m WL; 2 m WL; 3 m WL; 4 m WL; 5 m WL; 6 m WL. Adapun cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

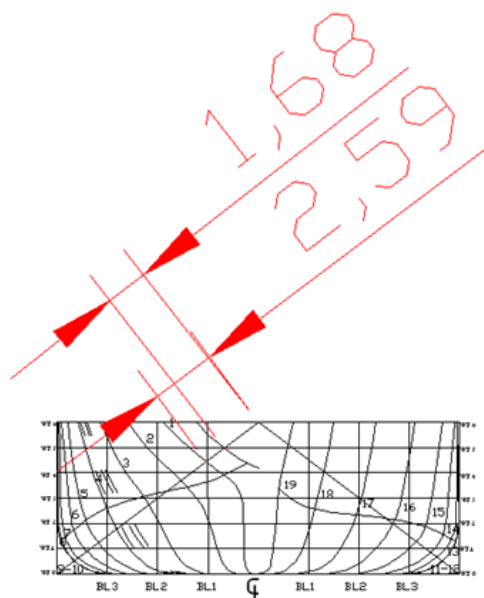
- Mencari titik perpotongan *waterline* di setiap *station*.
- Mengukur jarak tiap kurva masing-masing *station* dengan *center line* untuk tiap *water line*.
- Membuat grafik atau kurva yang *stream line* untuk masing-masing *water line* yang mengacu pada hasil pengukuran sebelumnya (langkah 2).
- Apabila kurva yang dibuat tidak *streamline* maka dilakukan perubahan pada *body plan*. Kurva-kurva tersebut merupakan gambar bentuk setengah kapal yang dilihat dari atas, pada WL sarat / garis air bentuk dari kurva yang terbentuk akan sama dengan kurva B/2



Gambar 26. Pembuatan Half Breadth

Membuat Sent Line

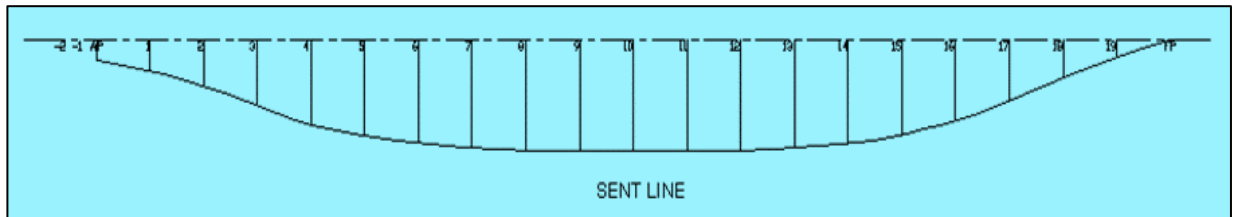
Setelah *halfbreadth plan* selesai dibuat maka tahap selanjutnya adalah membuat *sent line*. *Sent line* merupakan garis yang berfungsi untuk memeriksa keselarasan *body plan* dari semua *station*, *sent line* dibuat dengan cara menarik garis diagonal dari titik atas *centreline* hingga pojok bilga.



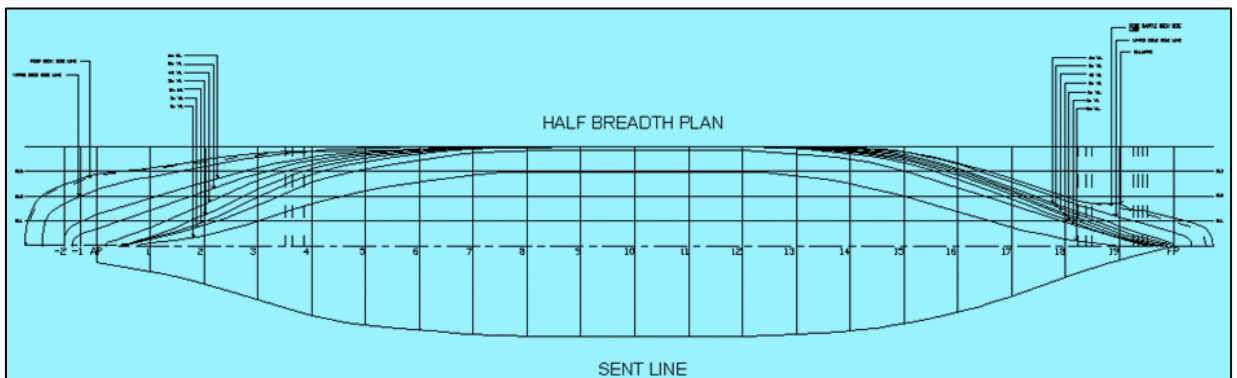
Gambar 27. Pembuatan Sent Line

Setelah mendapatkan data sent line maka selanjutnya adalah menggambarkan data tersebut dengan cara menggambar garis lurus sepanjang L_{WL} yang dibagi per *section*nya dan selanjutnya titik-titik itu digambarkan pada tiap *section* dengan posisi dibawah garis L_{WL} . Penggambaran garis ini harus secara *stream line*.

Setelah diketahui jarak garis sent line antara *center line* dengan masing-masing *station*, langkah selanjutnya adalah mentransformasikan jarak tersebut ke proyeksi *half breadth*.



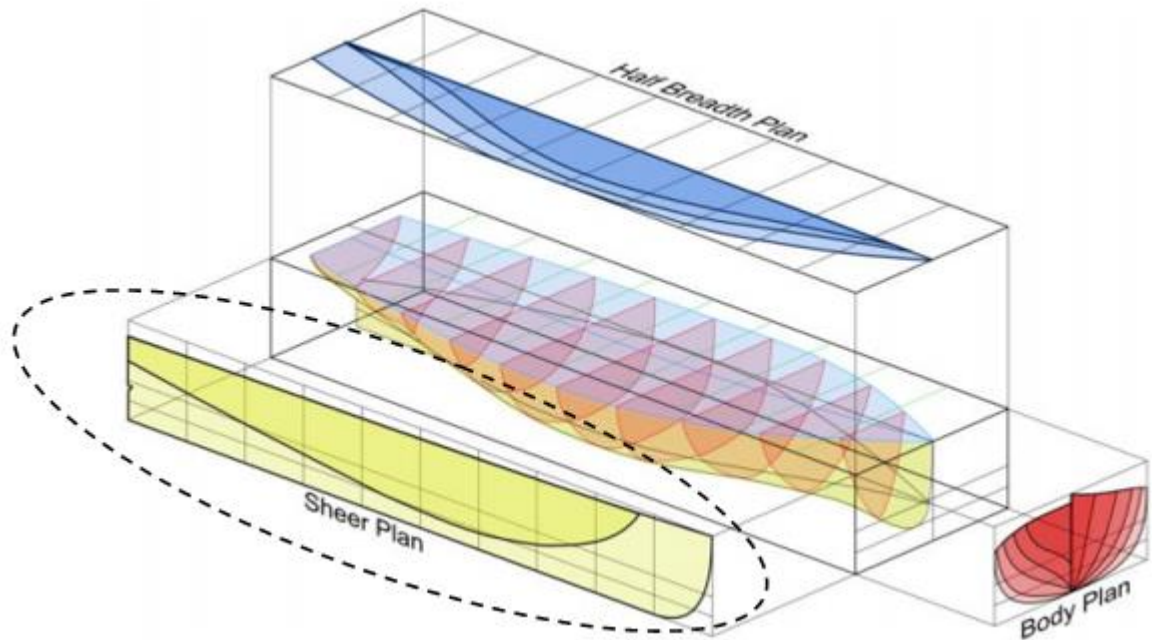
Gambar 28. Sent line



Gambar 29. Sent line di halfbreadth plan

II.7. Pembuatan Sheer Plan

Setelah *half-breadth plan* selesai digambar dan di-check dengan body plan, selanjutnya dibuat gambar sheer plan, sheer plan merupakan garis-garis potongan badan kapal dengan bidang vertikal memanjang yang telah ditentukan jaraknya dari tengah kapal / *centreline* (tergantung pada $\frac{1}{2}$ lebar kapal, dibagi 3, 4 atau lebih) yang disebut buttock-lines (BL)

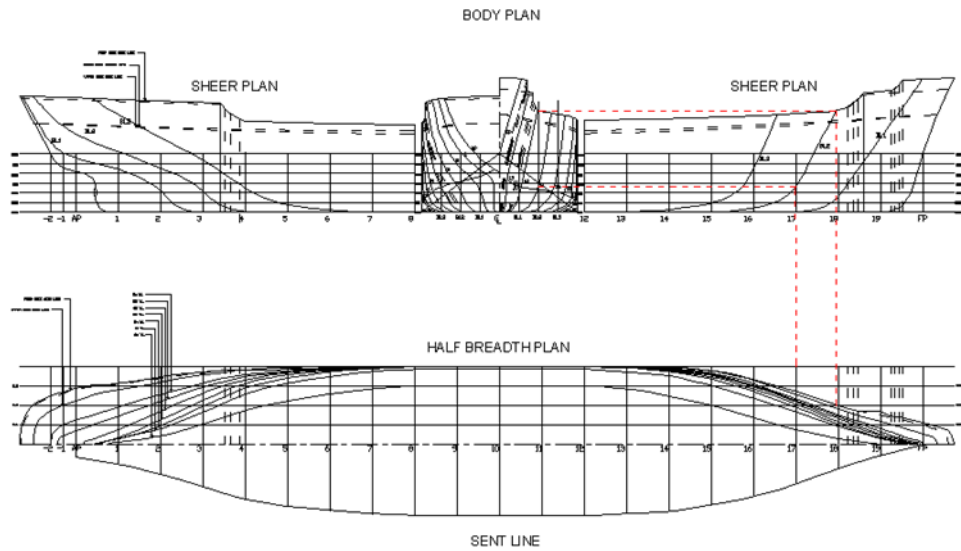


Gambar 30. Sheer Plan

Membuat Buttock Line

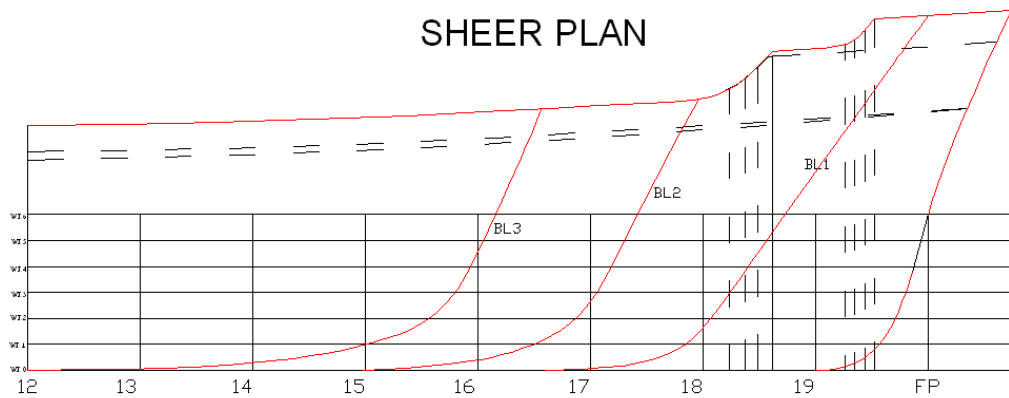
Buttock line adalah garis yang menyatakan bentuk irisan kapal jika dibuat dari samping pembuatannya berdasarkan proyeksi dari half breadth plan yaitu perpotongan antara buttock line dengan tiap water line. Adapun cara pembuatan buttock line adalah sebagai berikut:

- Membagi setengah lebar kapal menjadi 4 (atau lebih) bagian yang sama pada body plan maupun half breadth plan. Jadi terdapat 3 buttock line.
- Menarik garis vertikal ke atas di setiap titik pembagian, garis vertikal ini merupakan garis BL di body plan.
- Memproyeksikan setiap perpotongan yang terbentuk antara BL dengan station (pada body plan) ke sheer plan dengan cara menarik garis horizontal hingga menyentuh station yang bersangkutan.
- Memproyeksikan setiap perpotongan yang terbentuk antara BL dengan water line (pada half breadth plan) ke sheer plan dengan cara menarik garis vertikal ke atas hingga menyentuh water line yang bersangkutan.
- Menghubungkan titik-titik hasil proyeksi tersebut sehingga terbentuklah buttock line.

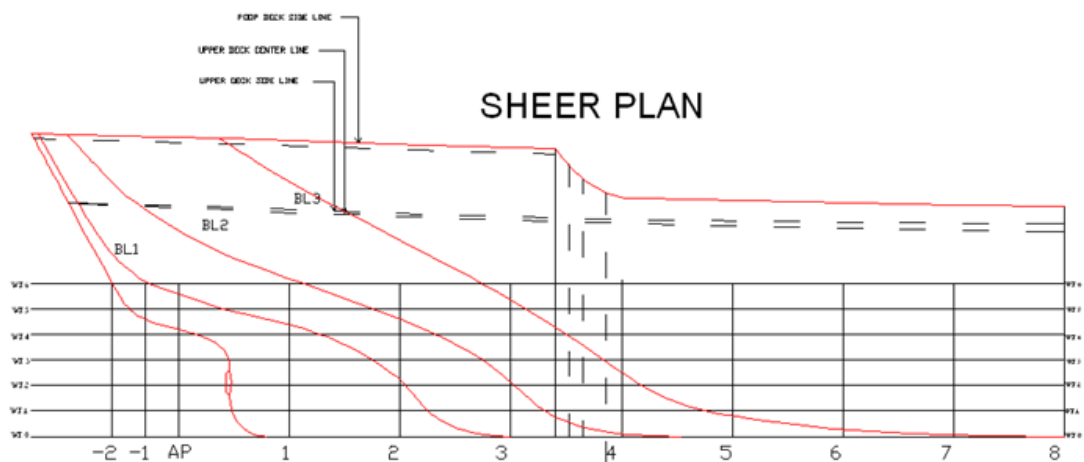


Gambar 31. Cara pembuatan buttock line

Tiap-tiap garis baik pada water line maupun pada buttock line harus memiliki bentuk yang fair dan streamline, jika tidak maka harus dilakukan perubahan supaya bisa fair dan streamline, pada tahap ini apabila terdapat garis yang tidak fair dan streamline maka perubahan dapat dilakukan pada halfbreadth plan bahkan mungkin pada body plan.



Gambar 32. Sheer plan bagian haluan

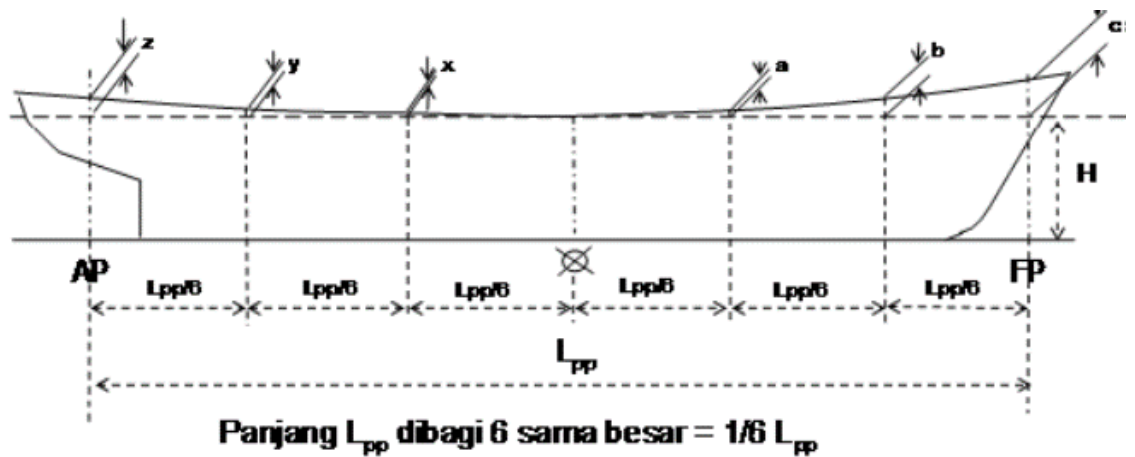


Gambar 33. Sheer plan bagian buritan

II.8. Pembuatan Geladak Utama, Geladak Akil dan Geladak Kimbul

II.8.1 Pembuatan Sheer Standart

Untuk membuat sheer standart mula-mula panjang L_{pp} dibagi menjadi 6 bagian sama besar sehingga terdapat tiga bagian yang berada di depan midship dan tiga bagian lainnya di belakang midship. Untuk lebih jelasnya pembuatan Sheer standard dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Rumus sheer standart :	$x = 2,8 (L_{pp}/3 + 10)$	$a = 5,6 (L_{pp}/3 + 10)$
	$y = 11,1 (L_{pp}/3 + 10)$	$b = 22,2 (L_{pp}/3 + 10)$
	$z = 25,0 (L_{pp}/3 + 10)$	$c = 50,0 (L_{pp}/3 + 10)$

x	=	2,8 ($L_{pp}/3 + 10$)	a	=	5,6 ($L_{pp}/3 + 10$)
	=	2,8 ($87/3 + 10$)		=	5,6 ($87/3 + 10$)
	=	109,2 mm		=	218,4 mm
		0,1092			
y	=	11,1 ($L_{pp}/3 + 10$)	b	=	22,2 ($L_{pp}/3 + 10$)
	=	11,1 ($87/3 + 10$)		=	22,2 ($87/3 + 10$)
	=	432,9 mm		=	865,8 mm
		0,4329			
z	=	25 ($L_{pp}/3 + 10$)	c	=	50 ($L_{pp}/3 + 10$)
	=	25 ($87/3 + 10$)		=	50 ($87/3 + 10$)
	=	975 mm		=	1950 mm

II.8.2 Pembuatan Forecastle deck, Poop Deck dan Bulwark

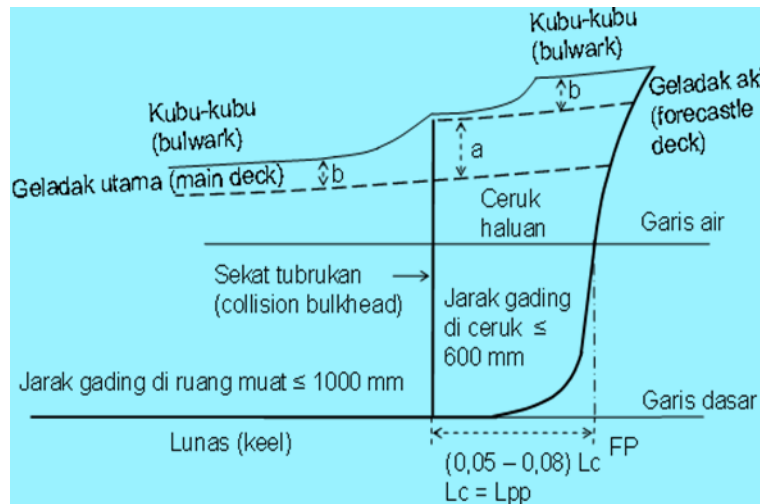
Forecastle deck

Forecastle deck atau geladak akil merupakan bangunan yang terletak tepat diatas main deck pada bagian haluan yang memiliki ketinggian 2,4-2,5 meter diukur dari geladak utama (upper deck side line), sedangkan untuk panjang dari bangunan ini ditentukan

panjangnya mencapai Collision Bulkhead atau 5% sampai 8% Lpp. Serta diletakkan tepat pada frame/gading.

Bulwark

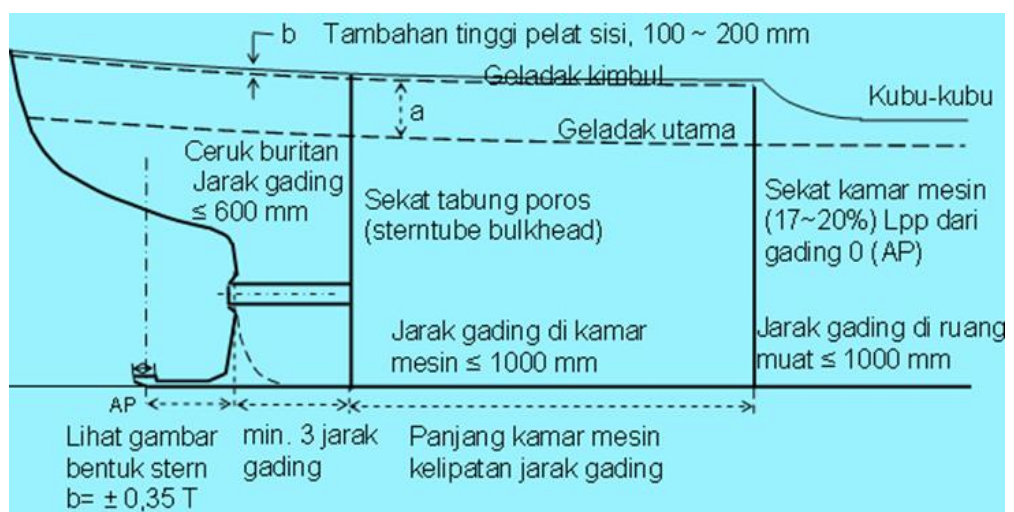
Bulwark merupakan pagar yang terbuat dari plat yang terletak pada geladak tepi pada *upper deck*, *forecastle deck* dan *poop deck* yang berfungsi sebagai pembatas untuk sisi kapal pada geladak paling rendah. Direncanakan setinggi 1 m diukur pada geladak terendah.



Gambar 34. Bulwark

Poop Deck

Poop deck merupakan bangunan yang terletak diatas main deck pada bagian buritan yang memiliki ketinggian 2.4 sampai 2.5 meter diukur dari geladak utama (*upper deck side line*) sedangkan untuk panjang dari bangunan akan dijelaskan pada penjelasan berikutnya



Gambar 35. Poop Deck

Catatan:

- Jarak gading pada buritan sampai tabung poros maksimum $A_{maks} = 600\text{mm}$.
Diambil jarak gading di bagian ini sebesar 600mm
- AP merupakan gading yang bernomor 0
- Jarak gading pada daerah sekat tabung poros kearah depan mengikuti rumus :

$$\begin{aligned} a_o &= L/500 + 0,48 \quad [\text{meter}] \\ &= 87/500 + 0,48 \\ &= 0,174 + 0,48 \\ &= 0,3625 \text{ m} \qquad \qquad \qquad \text{diambil sebesar } 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan jarak sekat tabung poros, sekat kamar mesin, sekat tubrukan adalah sebagai berikut :

I. Sekat tabung poros / *stern tube bulkhead*

Perhitungan sekat dimulai dari AP dan menggunakan jarak gading = 600mm

$$\begin{aligned} b &= 0,35 \times T \\ &= 0,35 \times 6 \quad \text{Diambil} \\ &= 2,100 \text{ m} \quad 2\text{m} \end{aligned}$$

Jika dibagi dengan 600 mm, maka diperoleh 3.333 gading. Karena nilainya tidak bulat, maka dibuat menjadi 4 jarak gading.

Setelah itu ditambahkan 3 jarak gading (minimal). Jadi sekat tabung poros adalah pada gading ke – 7.

II. Sekat kamar mesin

Jarak sekat kamar mesin dari AP adalah antara 17% - 20% Lpp dari AP dan diambil sebesar 18 % jadi sekat kamar mesin terletak di nomor gading 21.

Sekat kamar mesin tidak boleh lebih dari 1 meter, sekat kamar mesin terletak 12.7 m dari sekat tabung poros dengan 18 jarak gading atau terletak 14.8 meter di depan AP.

III. Sekat tubrukan/ *collision bulkhead*

Letak *collision Bulkhead* berada di gading nomor 115 terhitung dari AP. Sekat tubrukan terletak diantara 0.05 - 0.08 Lpp dari FP. Diambil jarak sebesar 0,06 Lpp.

$$\begin{aligned} 0.06 \times Lpp &= 0.06 \times 87 \\ &= 6.02 \text{ m} \end{aligned}$$

Sekat tubrukan terletak 6.02 dari FP dan di gading nomor 115 dari AP.

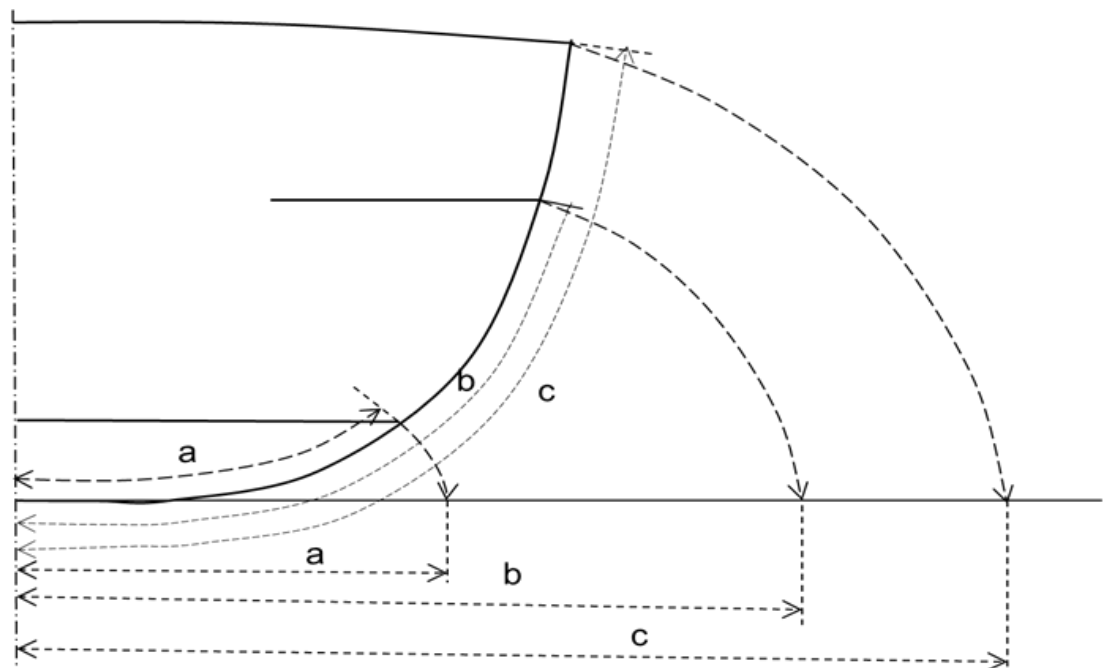
II.9 Pembuatan Buka-an Kulit

Penggambaran bukaan kulit membutuhkan gambar rencana garis (*lines plan*) dan rencana konstruksi (*construction plan / steel plan*). Langkah – langkah dalam pembuatan bukaan kulit adalah sebagai berikut

1. Menempatkan keel plate kapal tersebut.

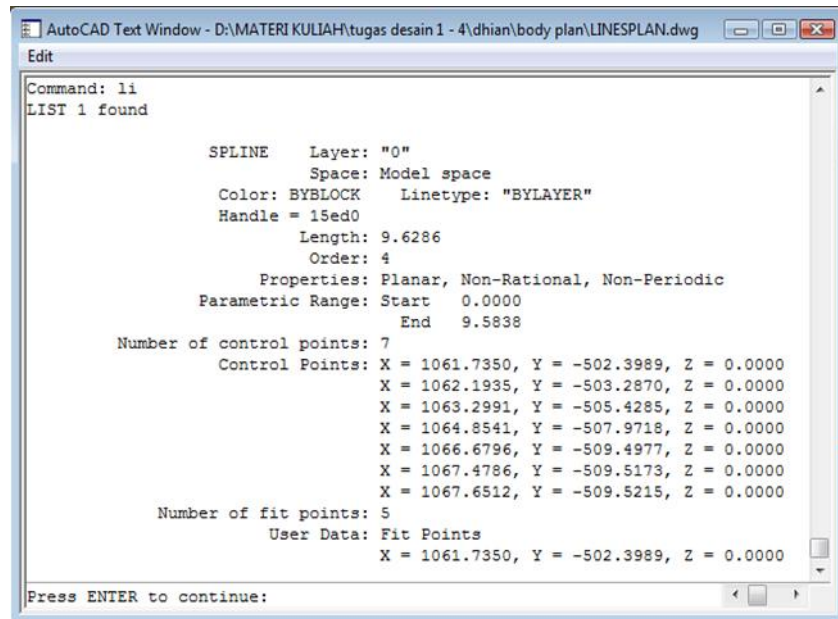
$$\begin{aligned}\text{Tinggi keel plate di bukaan kulit} &= \frac{1}{2} \times b \\ &= \frac{1}{2} \times (800 + 5L) \\ &= \frac{1}{2} \times (1235) \\ &= 617.5 \text{ mm dari Base Line}\end{aligned}$$

2. Menghitung panjang setiap gading, berfungsi dalam penentuan ukuran pelat yang nantinya dipakai namun sebelum menghitung panjang tersebut dilakukan pembagian garis yaitu menandai tiap perpotongan dengan konstruksi lainnya seperti senta, *tanktop*, selanjutnya lengkung gading direbahkan ke garis dasar. Untuk lebih jelasnya lihat gambar dibawah ini



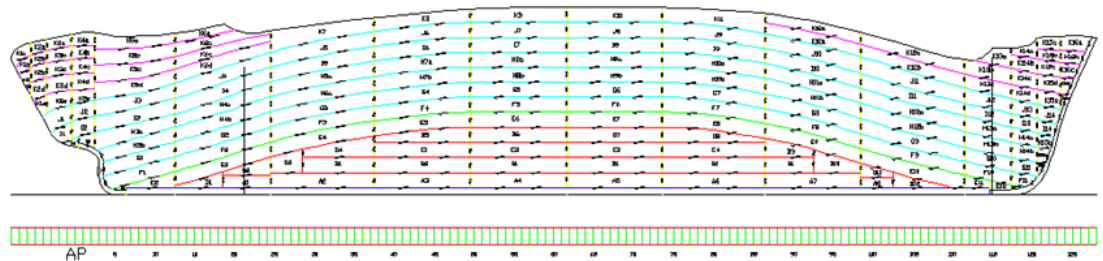
Gambar 36. Cara proyeksi disetiap lengkung gading ke bidang dasar (*Half Girth*)

Cara lain untuk menghitung panjang setiap gading adalah klik gading di body plan selanjutnya adalah klik li lalu enter dan muncul seperti di bawah ini. dapat diketahui bahwa panjang gading yang diukur adalah sebesar 9,6286.



Gambar 37. Panjang Spiline

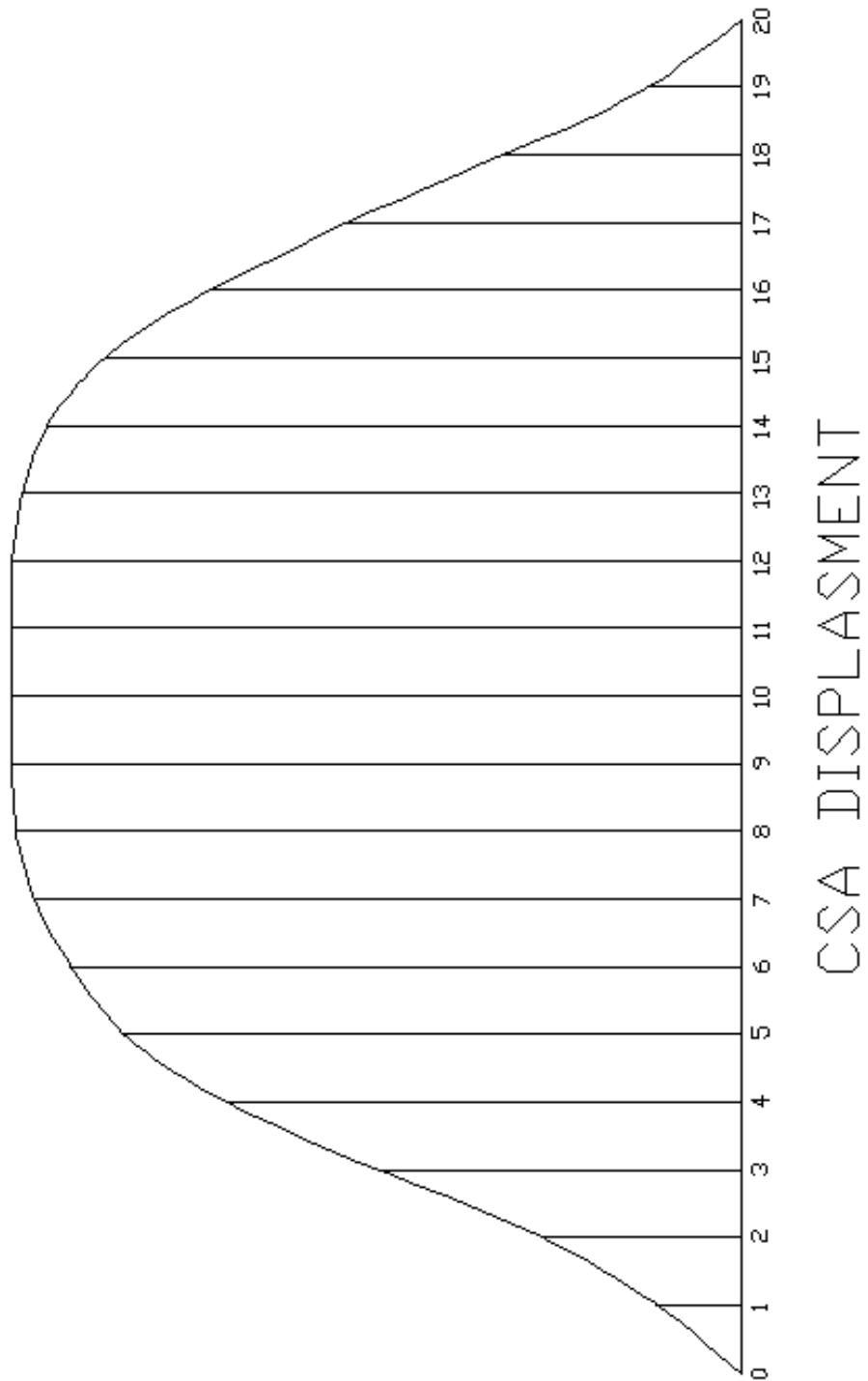
- Setelah itu pasang plat pada masing-masing bagian lambung kapal, dan menentukan alur pemasangan pelat. Pemasangan lajur pelat dimulai dengan pelat lunas (*keel plate*), pelat dasar (*bottom plate*), pelat bilga (*bilge plate*), pelat sisi (*side plate*) dan *sheerstrake*.



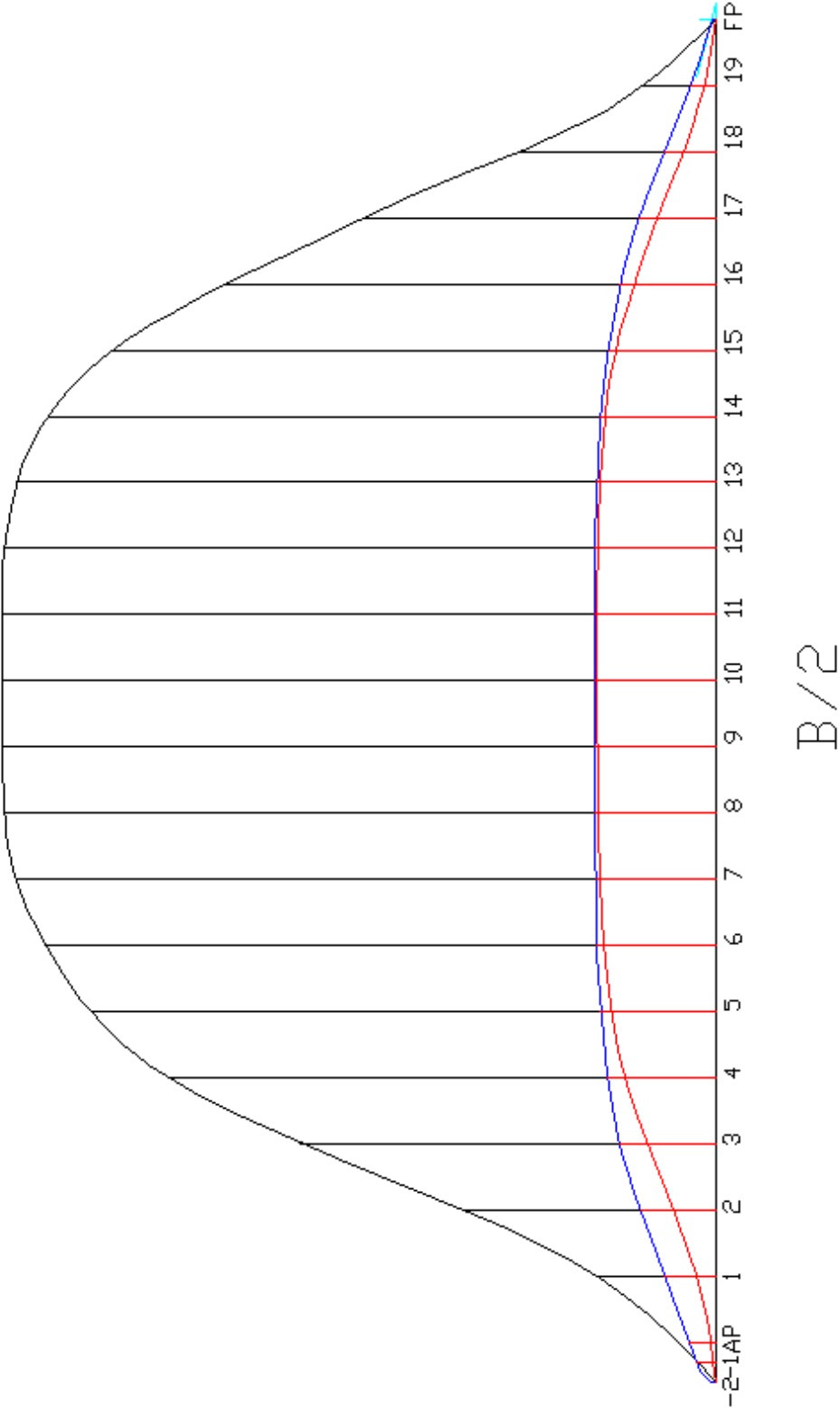
Gambar 38. Bukaan kulit

BAB III GAMBAR RANCANGAN

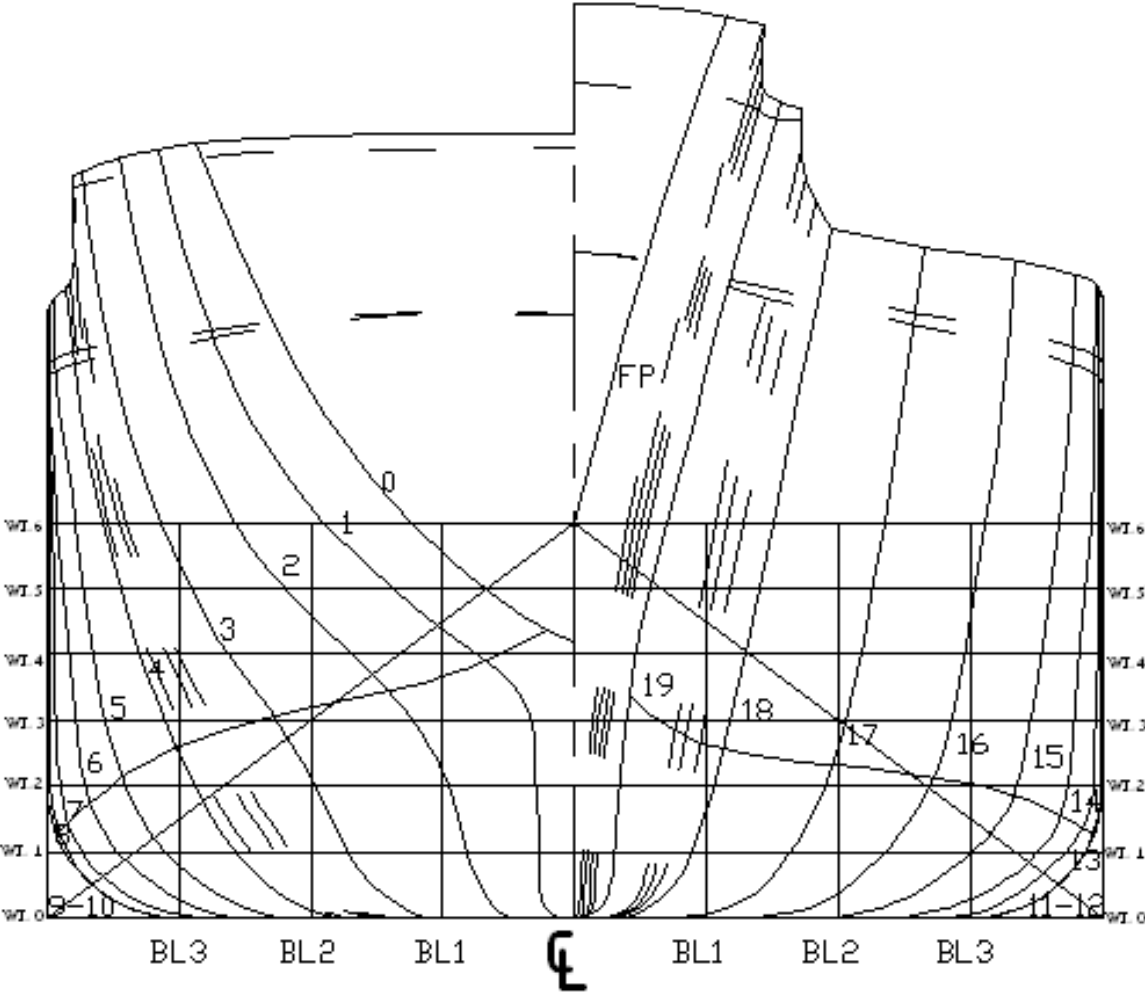
III.1. CSA Displacement



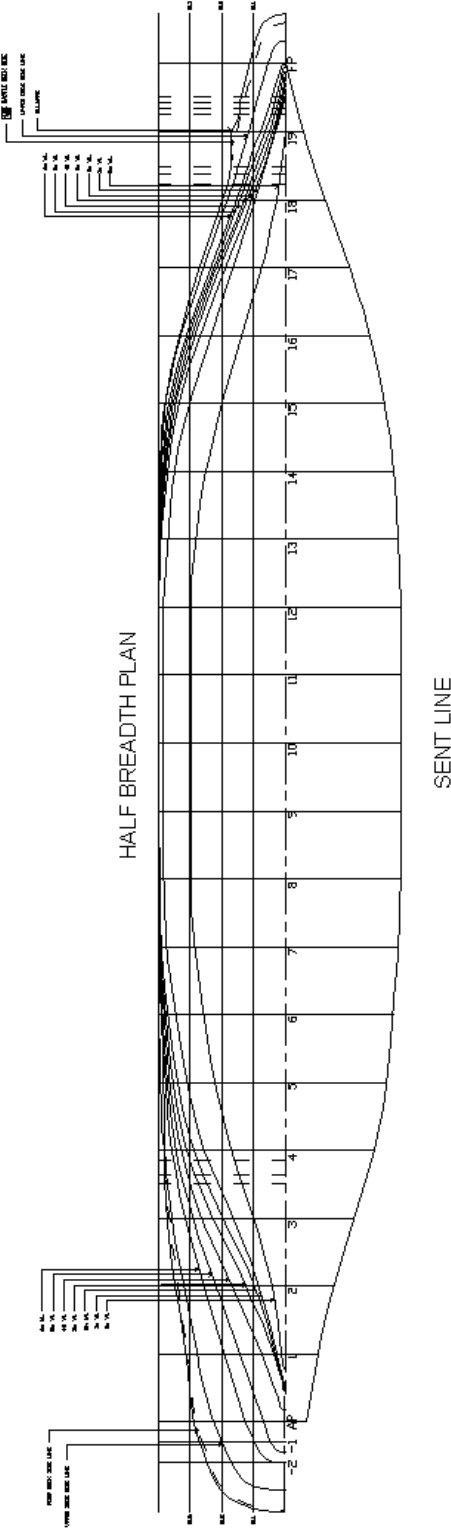
III.2. CSA Lpp, A/2T & B/2



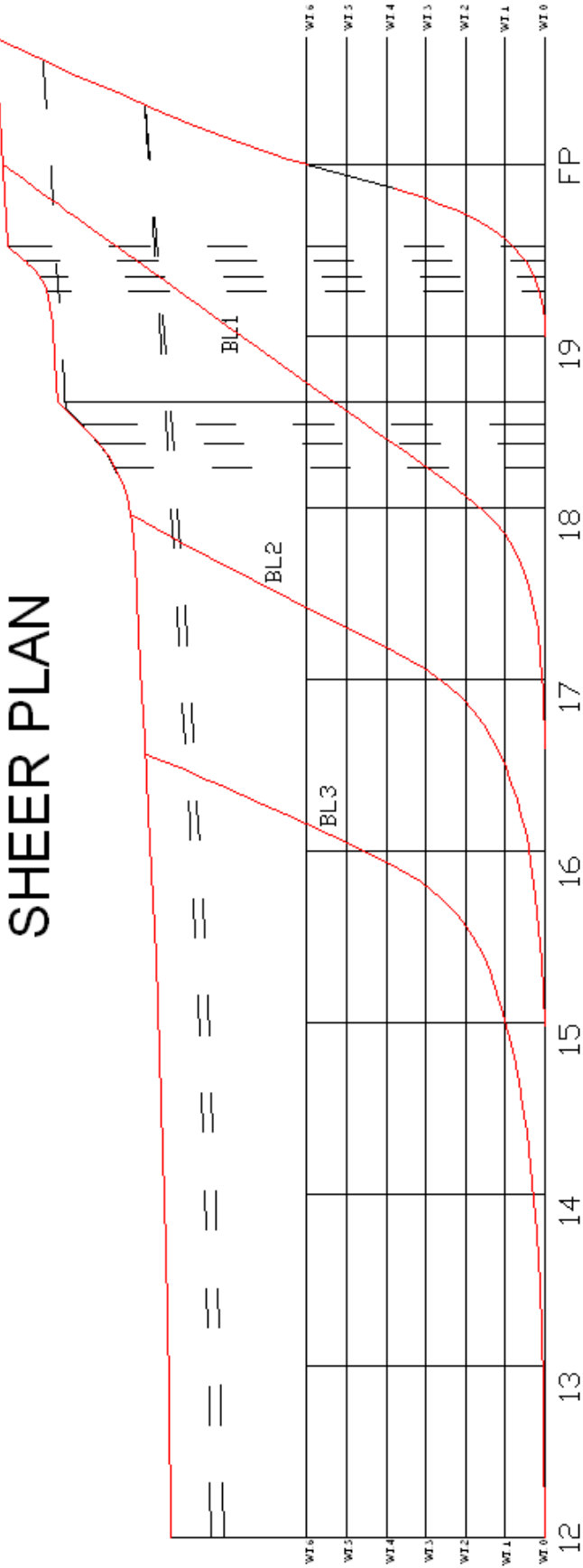
BODY PLAN

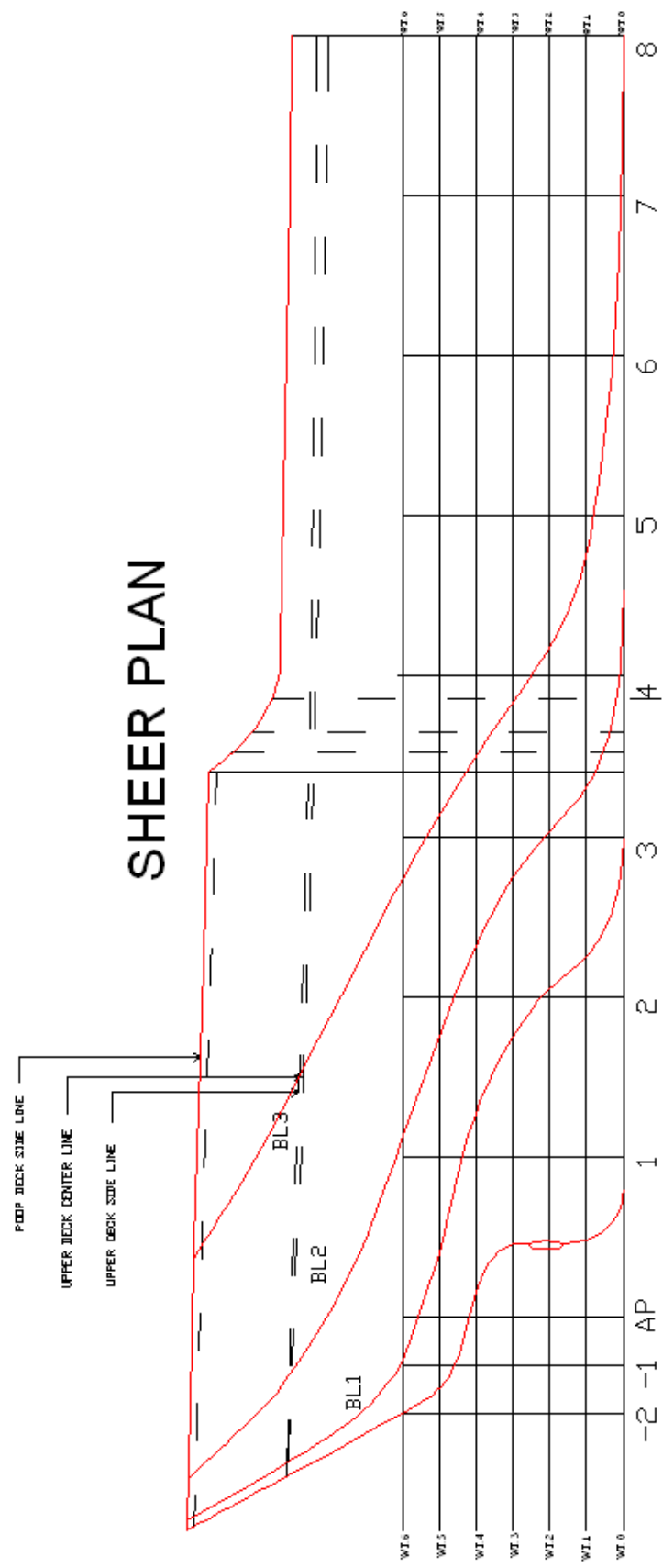


III.4. Haft Breadth Plan

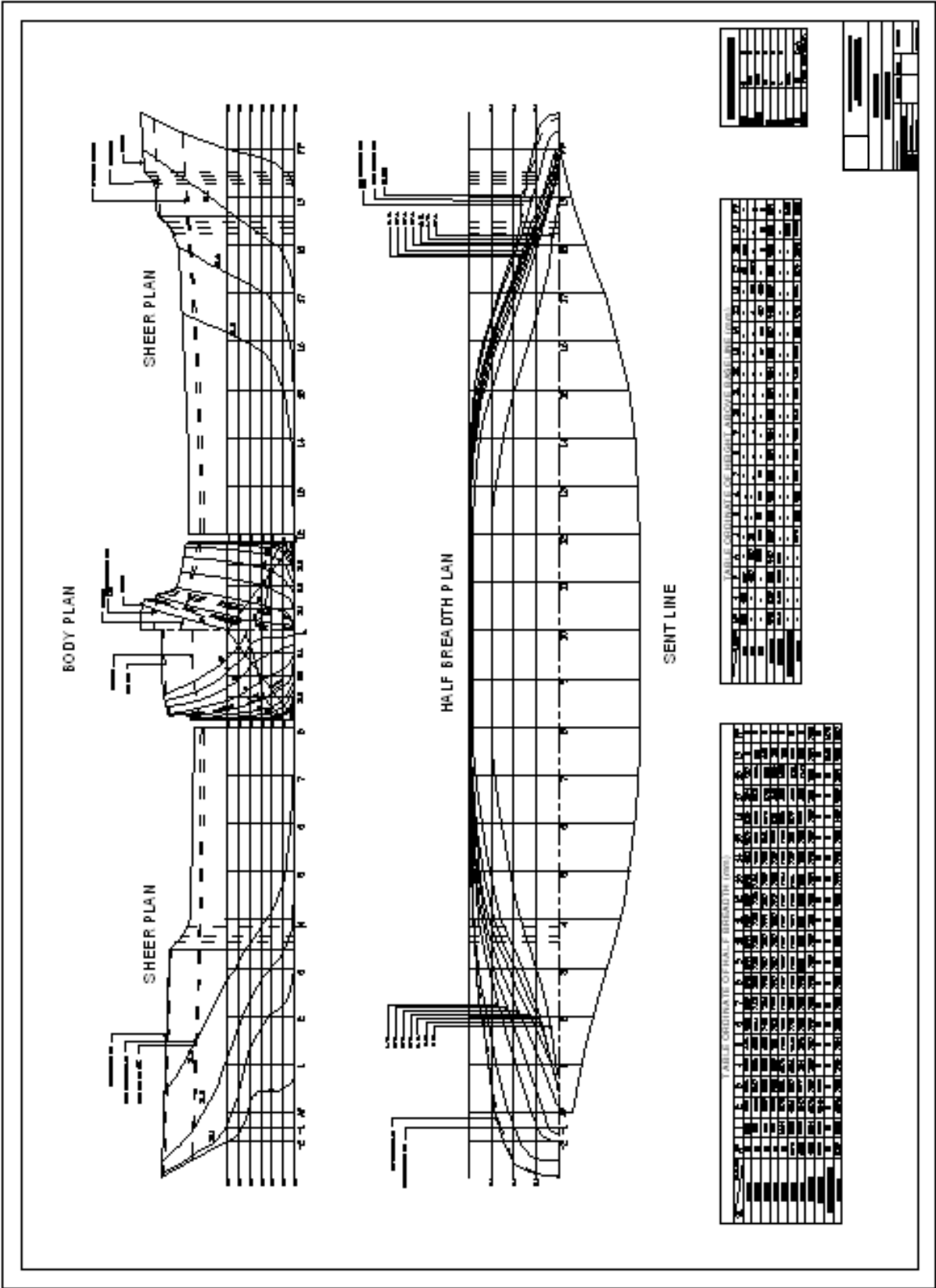


III.5. Sheer Plan





III.6. Seluruh Gambar Lines Plan



TERIMA KASIH