

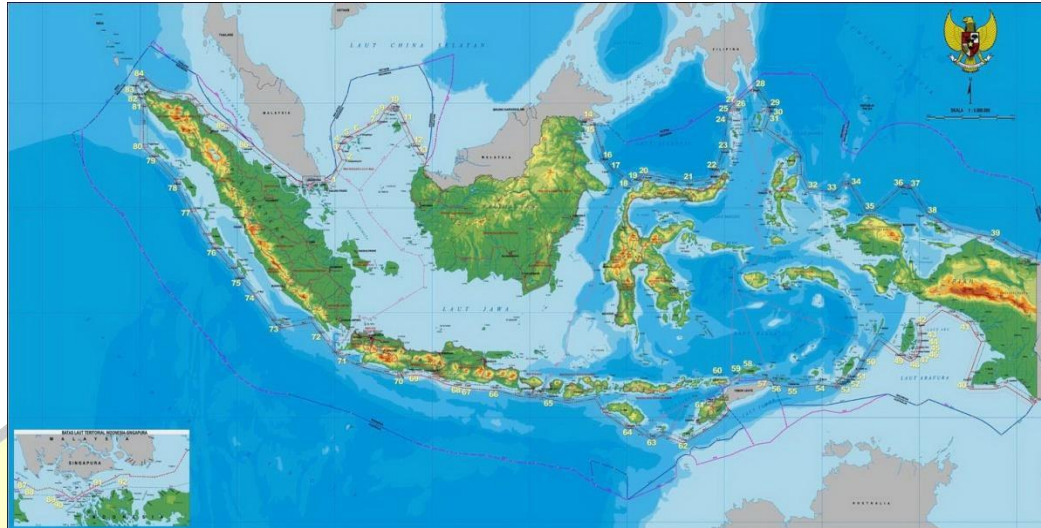
## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Geografis Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia (*The largest Archipelagic Country in The World*) dengan posisi silang di antara dua benua yaitu benua Asia dan benua Australia dan dua samudera yaitu samudera pasifik dan samudra hindia yang memiliki sumber daya maritim yang berlimpah hingga saat ini belum dapat didayagunakan untuk memenuhi kebutuhan dan kemakmuran rakyat. Sedangkan luas wilayah perairan laut Indonesia tercatat mencapai kurang lebih 5,9 juta km<sup>2</sup> yang terdiri 0,3 juta km<sup>2</sup> perairan teritorial, 2,8 juta km<sup>2</sup> perairan pedalaman dan kepulauan, 2,7 juta km<sup>2</sup> (termasuk Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia) dikelilingi lebih dari 17.500 pulau, dengan panjang pantai 95.181 kilometer, kesemuanya tersebut adalah potensi kekayaan yang luar biasa, serta jumlah penduduk yang tinggal di kawasan pesisir terdapat lebih dari 40 juta orang. Di samping luas geografis di atas, Indonesia juga memiliki hak berdaulat atas sumber kekayaan alam serta berbagai kepentingan yang dijelaskan di dalam UNCLOS 1982 di ZEE bahwa negara pantai memiliki “*Sovereign Right* ” berkaitan dengan eksplorasi atau eksploitasi dan konservasi sumber daya alam , yang telah diakui secara internasional di dalam, seluas 2,7 juta km<sup>2</sup>. Berdasarkan luas wilayah lautnya, Indonesia tercatat sebagai negara kepulauan yang terbesar di dunia dengan jumlah dan konfigurasi pulau-pulau yang sangat unik dan strategis.

Secara geografis, posisi negara kepulauan Indonesia sangat strategis, yaitu berada pada titik persilangan antara jalur lalu lintas dan perdagangan dunia (antara Samudra Pasifik dan Samudra India). Hal ini memberikan harapan yang cukup realistis untuk mempercepat proses pertumbuhan ekonomi nasional dimasa mendatang. Disamping potensi sumber daya laut yang dimiliki Indonesia sangat beragam dari sumber daya alam, sumber daya buatan hingga jasa kemaritiman yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu jaminan kelangsungan hidup bangsa. Guna meningkatkan ekonomi nasional maka salah satu cara yang

dipergunakan adalah dengan mengelola dan mengembangkan potensi sumber daya alam laut yang memerlukan rencana strategi pembangunan industri maritim, seperti pembangunan armada kapal dalam pendistribusian sumber daya alam untuk mempercepat proses pertumbuhan ekonomi nasional dimasa mendatang.



Gambar 1.1 Peta Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI)

Sumber foto : <http://www.google.com/imghp=petaindonesia>

Gambar 1.1 Menggambarkan bahwa wilayah Indonesia yang terdiri dari beberapa pulau, sehingga menunjukkan pula betapa luasnya wilayah lautan yang dimiliki oleh Negara Kesatuan Republik Indonesia ( NKRI ).

Dengan memperhatikan kondisi geografis dari Indonesia itu, mau tidak mau kita juga harus memperhatikan bukan hanya sekedar Indonesia kaya akan hasil alamnya saja, namun kita harus memperhatikan untuk memberdayakan potensi geografis itu yang tentunya akan mempermudah pengolahan dan mengeksplorasi semuanya itu, tetapi harus tepat sasaran dan juga harus sesuai dengan peraturan dan ketentuan-ketentuan yang ada.

Untuk melakukan semuanya itu di perlukan suatu sarana yang bisa menunjang hal tersebut. Salah satu sarana yang digunakan untuk menunjang hal tersebut adalah kapal laut. Baik kapal tersebut digunakan sebagai sarana transportasi (contohnya kapal penumpang), sarana perdagangan (contohnya adalah kapal tanker, kapal container, kapal barang dan lain-lain), sarana

pendidikan (contohnya kapal riset). Kapal laut juga bisa digunakan untuk keperluan pertahanan dan keamanan Negara seperti kapal patrol, kapal selam, kapal angkatan laut, kapal polisi dan lain-lain.

Dalam hal ini yang menjadi dasar pemikiran untuk merancang sebuah kapal barang (*General Cargo*) yang dalam segi ekonomis dapat lebih menguntungkan dan dari segi teknis dapat memenuhi kebutuhan transportasi di wilayahnya.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penulisan dari tugas merancang kapal I ini adalah dapat mengetahui bentuk badan kapal yang dirancang berdasarkan data kapal pembanding dan prinsip-prinsip merancang kapal sesuai klasifikasi, adapun *class* yang digunakan BKI. Serta meningkatkan pelayanan jasa transportasi laut secara efisien dalam rangka pembangunan ekonomi di negara maritim seperti Indonesia. Selain itu pula dijelaskan bahwa sebenarnya tugas merancang kapal I ini sudah dicek dan disetujui pada waktu menyelesaikan program Diploma III Teknik Perkapalan Fakultas Teknik di Universitas Diponegoro Semarang.

## 1.3 Karakteristik Kapal

Kapal *Container* adalah kapal yang mengangkut muatan berupa barang, karena kapal *Container* ini termasuk dalam jenis kapal barang, sehingga syarat-syarat yang diperlukan oleh suatu kapal laut berlaku pula untuk kapal *Container*. Namun demikian berbeda dengan jenis kapal pada umumnya seperti kapal ikan, kapal tanker, kapal supply, mempunyai fungsi operasional yang berbeda. Kapal *Container* digunakan untuk mengangkut Petikemas/*container*. Dengan demikian konstruksi dan desain kapal *Container* berbeda dengan konstruksi kapal ikan maupun dengan kapal tanker.

## 1.4 Prinsip dan Metode Perancangan

Perhitungan dan pertimbangan yang tepat merupakan prinsip dalam

merancang kapal. Dengan mengetahui ilmu atau teori kapal, maka penulis akan lebih mudah mengembangkan ciri serta menyelesaikan perencanaannya. Ada beberapa metode yang digunakan dalam perhitungan perencanaan kapal.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Batasan-batasan masalah perencanaan ini dibuat suatu estimasi sementara dalam perancangan, kemudian ditetapkan rancangan yang sebenarnya.

Adapun hal-hal yang terkait pada batasan masalah perancangan ini, antara lain :

#### A. Dasar Perhitungan

Dalam Tugas Pra Rancangan kapal ini perhitungan-perhitungan dalam menyelesaikan keseluruhan rancangan dilakukan dengan anggapan bahwa :

1. Data kapal.
2. Data statistic kapal-kapal yang telah dibangun sebagai nilai estimasi yang benar.
3. Formula-formula dan nilai standart teoritis maupun eksperimen sebagai dasar perhitungan
4. Peraturan klasifikasi dan keselamatan sebagai nilai pembatas.
5. *Owner's requirement* (permintaan pemesanan kapal) sebagai pembatas dan koreksi.

#### B. Pemilihan Mesin Induk

Pemilihan mesin induk ini dapat dilihat pada kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan selama pelayaran, seperti tenaga pendorong yang dihasilkan oleh mesin serta kebutuhan peralatan instalasi mesin lainnya, yaitu seperti generator untuk sistem kelistrikan dikapal, pompa-pompa dan lainnya. Sedangkan untuk menggerakkan baling-baling kapal yang akan dirancang menggunakan satu unit mesin.

Penentuan tenaga dorong yang sesuai dengan kebutuhan dalam pelayaran dinasnya, maka pemilihan mesin induk harus mampu memenuhi kriteria

persyaratan sebagai berikut :

- a. Kemampuan mendorong kapal hingga bergerak sampai kecepatan maksimum terpenuhi.
- b. Ruang lingkup penempatan mesin dan instalasi serta dengan memperhatikan dimensinya.
- c. Efisiensi dan ekonomis dalam pengoperasiannya.
- d. Suku cadang tersedia dan mudah didapat.

### C. Bentuk Kontruksi Kapal

Kontruksi kapal *Container* ini direncanakan dengan kontruksi yang terdiri dari haluan (*bow*) dan tidak menggunakan *bulbous bow*. Pada lambung kapal (*hull*) *parallel middle body*, dan pada buritan kapal (*stern*) dengan bentuk *eliptical* (*eliptical stern*).

Untuk bangunan kapal (*superstructure*), terdapat ruang muat barang (*cargo hold*), diatas terdapat *upper deck* dan ruang kemudi (*bridge deck*). Kapal yang dirancang ini menggunakan kontruksi alas ganda (*double bottom*).

Dan untuk jumlah sekat pemisah (*bulkhead*), antara ruang pada kapal ini ditentukan menurut peraturan yang berlaku dalam kelas. Dimana sekat ini terdiri atas *afterpeak bulkhead*, *watertight bulkhead*, *engine room bulkhead*, dan *collision bulkhead*.

## BAB II RENCANA UTAMA

### 2.1 PERHITUNGAN KOEFISIEN KAPAL

A.1. Panjang Garis Muat ( LWL )

$$\begin{aligned}LWL &= Lpp + 2,1 \% Lpp \\ &= 85,00 + ( 2,1\% \times 85,00 ) \\ &= \mathbf{86,80 \text{ m}}\end{aligned}$$

A.2. Panjang *Displacement* untuk kapal *propeller* tunggal (L displ)

$$\begin{aligned}L_{displ} &= \frac{1}{2} (LWL + Lpp) \\ &= \frac{1}{2} \times (86,80 + 85,00) \\ &= \mathbf{85,90 \text{ m}}\end{aligned}$$

A.3. Luas Garis Air ( AWL )

$$\begin{aligned}AWL &= LWL \times B \times Cw \\ &= 86,80 \times 15,00 \times 0,803 \\ &= \mathbf{1045,506 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

A.4. Luas *Midship* ( Am )

$$\begin{aligned}Am &= B \times T \times Cm \\ &= 15,00 \times 5,50 \times 0,98 = \mathbf{80,85 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

A.5. Volume *Displacement*

$$\begin{aligned}V_{displ} &= Lpp \times B \times T \times Cb \\ &= 85,00 \times 15,00 \times 5,50 \times 0,67 \\ &= \mathbf{4698,375 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

A.6. *Displacement*

$$D = V_{displ} \times \gamma \times c$$

Dimana :

$$\gamma = 1,025 \text{ Berat jenis air laut}$$

$$c = 1,004 \text{ Koefisien Pengelasan}$$

$$= 4698,375 \times 1,025 \times 1,004$$

$$= \mathbf{4835,098 \text{ Ton}}$$

A.7. *Coefisien Prismatic Displacement* (  $C_p$  displ )

$$\begin{aligned}C_p \text{ Displ} &= ( L_{pp} / L_{\text{displ}} ) \times C_p \\ &= ( 85,00 / 85,90 ) \times 0,683 \\ &= \mathbf{0,676}\end{aligned}$$

## 2.2 MENENTUKAN LETAK TITIK LCB

B.1 Dengan menggunakan  $C_p$  displacement pada grafik NSP pada  $C_p$  displ = 0,676 didapat letak titik LCB (*Longitudinal centre of Bouyancy*) = 0,29 % x  $L_{\text{displ}}$ , dimana  $L_{\text{displ}} = 85,90$  m

$$\begin{aligned}C_p \text{ Displ} &= ( L_{pp} / L_{\text{displ}} ) \times C_p \\ &= ( 85,00 / 85,90 ) \times 0,683 \\ &= \mathbf{0,676}\end{aligned}$$

B.1.1. Letak LCB Displ Menurut Grafik NSP

$$\begin{aligned}\text{LCB Displ} &= 0,29 \% \times L_{\text{displ}} \\ &= 0,0029 \times 85,90 \\ &= \mathbf{0,24911} \text{ m} \quad (\text{Di depan } \phi L_{\text{displ}})\end{aligned}$$

B.1.2. Jarak *Midship* (  $\phi$  )  $L_{\text{displacement}}$  ke FP

$$\begin{aligned}\phi \text{ Displ} &= 0,5 \times L_{\text{displ}} \\ &= 0,5 \times 85,90 \\ &= \mathbf{42,95} \text{ m}\end{aligned}$$

B.1.3. Jarak *Midship* (  $\phi$  )  $L_{pp}$  ke FP

$$\begin{aligned}\phi L_{pp} &= 0,5 \times L_{pp} \\ &= 0,5 \times 85,00 \\ &= \mathbf{42,50} \text{ m}\end{aligned}$$

B.1.4. Jarak antara *midship* (  $\phi$  ) Displ dengan *midship* (  $\phi$  )  $L_{pp}$

$$\begin{aligned}&= \phi \text{ Displ} - \phi L_{pp} \\ &= 42,95 - 42,50 \\ &= \mathbf{0,45} \text{ m}\end{aligned}$$

B.1.5. Jarak antara LCB terhadap (  $\phi$  ) Lpp

$$= 0,45 - 0,24911$$

$$= \mathbf{0,20089} \text{ m ( Di depan } \phi \text{ Lpp )}$$

B.2. Menurut Diagram NSP Dengan Luas Tiap station

$$A_m = \mathbf{80,85} \text{ m}^2$$

No.Ord	%	% thd AM	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	5	4,043	1	4,043	-10	-40,425
0,25	15	12,128	4	32,340	-9	-291,060
0,50	26,9	21,749	2	43,497	-8	-374,978
0,75	46,6	37,676	4	150,704	-7	-1054,931
1	63,5	51,340	2	107,531	-6	-645,183
1,5	80,1	64,761	4	259,043	-5	-1295,217
2	90,8	73,412	2	146,824	-4	-587,294
2,5	96,0	77,616	4	310,464	-3	-931,392
3	98,7	79,799	2	159,598	-2	-319,196
4	100	80,850	4	323,400	-1	-323,400
5	100	80,850	2	161,700	0	0
					$\Sigma_2$	-5836,076
6	100	80,850	4	323,400	1	323,400
7	98,5	79,637	2	161,700	2	323,400
7,5	96,4	77,939	4	311,758	3	935,273
8	93,1	75,271	2	150,543	4	602,171
8,5	84,9	68,642	4	274,567	5	1372,833
9	68,5	55,382	2	110,765	6	664,587
9,25	48,3	39,051	4	156,202	7	1093,415
9,50	29,0	23,447	2	46,893	8	375,144
9,75	10,5	8,489	4	33,957	9	305,613
FP	0	0	1	0	10	0



$\Sigma_1$	3268,927	$\Sigma_3$	5995,836
------------	----------	------------	----------

B.2.1.  $h = L \text{ Displ} / 20$   
 $= 85,90 / 20 = \mathbf{4,295 \text{ m}}$

B.2.2. *Volume Displacement*

$$V \text{ displ} = 1/3 \times h \times \Sigma_1$$

$$= 1/3 \times 4,295 \times 3268,927$$

$$= \mathbf{4680,014 \text{ m}^3}$$

B.2.3. Letak LCB NSP

$$LCB \text{ NSP} = \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{L \text{ Dis}}{10}$$

$$= \frac{(-5836,076) + 5995,836}{3268,927} \times \frac{85,90}{20}$$

$$= \mathbf{0,210 \text{ m}} \quad (\text{Didepan } \phi \text{ L displ})$$

B.2.4. Koreksi Prosentase penyimpangan LCB

$$= \frac{LCB \text{ displ} - LCB \text{ NSP}}{L \text{ displ}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,210 - 0,24911}{85,90} \times 100\%$$

$$= \mathbf{0,046 \%} < 0,1 \% \quad (\text{Memenuhi syarat})$$

B.2.5. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume *Displacement*

$$= \frac{V \text{ displ awal} - V \text{ displ NSP}}{V \text{ displ awal}} \times 100$$

$$= \frac{4698,375 - 4680,014}{4698,375} \times 100\%$$

$$= \mathbf{0,391 \%} < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi syarat})$$

B.3. Perhitungan prismatic depan (Qf) dan koefisien prismatic belakang (Qa) berdasarkan tabel “*Van Lammerent*”

Dimana :

Qf : Koefisien prismatic bagian depan *midship* LPP

Qa : Koefisien prismatik bagian belakang *midship* LPP

e : Perbandingan jarak LCB terhadap LPP

$$\begin{aligned} e &= ( LCB Lpp / Lpp ) \times 100 \% \\ &= ( 0,2 / 85,00 ) \times 100 \% \\ &= \mathbf{0,23634 \%} \end{aligned}$$

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

$$Qa = Qf = Cp \pm ( 1,40 + Cp ) e$$

Dimana :

$$Cp = 0,683 \quad ( \text{Coefisien prismatik} )$$

Maka :

$$\begin{aligned} Qf &= Cp + ( 1,40 + Cp ) e \\ &= 0,683 + ( 1,40 + 0,683 ) \times 0,23634 \% \\ &= 0,687922 = \mathbf{0,688} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Qa &= Cp - ( 1,40 + Cp ) e \\ &= 0,683 - ( 1,40 + 0,683 ) \times 0,23634 \% \\ &= 0,678078 = \mathbf{0,678} \end{aligned}$$

Tabel 2.1 Luas tiap section terhadap Am menurut

$$Van Lammerent Am = \mathbf{80,85 m^2}$$

No. Ord.	Luas %	Luas
AP	0	0,000
0,25	6,7	5,417
0,5	14,5	11,723
0,75	23,0	18,596
1	31,8	25,710
1,5	49,6	40,102
2	66,4	53,684
2,5	80,2	64,842
3	90,0	72,765
4	98,8	79,880

5	100	80,850
6	99,3	80,284
7	91,3	73,816
7,5	81,9	66,216
8	68,4	55,301
8,5	51,6	41,719
9	33,3	26,923
9,25	24,1	19,485
9,5	15,3	12,370
9,75	7,0	5,660
FP	0	0,000

P = LCB terhadap (  $\phi$  ) Lpp = **0,20089** m

$$b = \frac{(3xQf) - 1}{4xQf} = \mathbf{0,386}$$

Q = LCB NSP = **0,263**

Tabel 2.2 luas tiap section terhadap Am dari grafik

CSA baru Am = **80,85** m<sup>2</sup>

No. Ord.	% Luas	Luas x Am	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,026	2,1021	0,25	0,526	-5	-0,033
0,25	0,066	5,3361	1	5,336	-4,75	-25,346
0,5	0,143	11,56155	0,5	5,781	-4,5	-26,013
0,75	0,278	22,4763	1	22,476	-4,25	-95,524
1	0,316	25,54860	0,75	19,161	-4	-76,646
1,5	0,487	39,37395	2	78,748	-3,5	-275,618
2	0,661	53,44185	1	53,442	-3	-160,326
2,5	0,798	64,51830	2	129,037	-2,5	-322,592
3	0,896	72,4416	1,5	108,662	-2	-217,325

4	0,986	79,7181	4	318,872	-1	-318,872
5	1,000	80,850	2	161,700	0	0
						$\Sigma_2 = -$ 1518,294
6	0,9936	80,33256	4	321,330	1	321,330
7	0,916	74,0586	1,5	111,088	2	222,176
7,5	0,830	67,1055	2	134,211	2,5	335,528
8	0,650	52,5525	1	52,553	3	157,658
8,5	0,530	42,8505	2	85,701	3,5	299,954
9	0,350	28,2975	0,75	21,223	4	84,893
9,25	0,261	21,10185	1	21,102	4,25	89,683
9,5	0,160	12,936	0,5	6,468	4,5	29,106
9,75	0,075	6,06375	1	6,064	4,75	28,803
FP	0,000	0,000	0,25	0	5	0
			$\Sigma_1 =$	1663,481	$\Sigma_3 =$	1569,129

$$\begin{aligned}
 1. \quad h &= L_{pp} / 10 \\
 &= 85,00 / 10 \\
 &= \mathbf{8,50 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

2. Volume Displacement Pada Main Part

$$\begin{aligned}
 V_{\text{displ}} &= 1/3 \times L_{PP} / 10 \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 85,00 / 10 \times 1663,481 \\
 &= \mathbf{4711,72465 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

3. Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned}
 LCB &= \frac{\Sigma_3 + \Sigma_2}{\Sigma_1} \times \frac{L_{pp}}{10} \\
 &= \frac{1569,129 + (-1518,294)}{1663,481} \times 8,50 \\
 &= \mathbf{0,259832 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Pada Cant Part

Untuk perhitungan volume dan LCB pada *cant part* adalah sbb :

Pada AP = 2,1021 m<sup>2</sup>

No. Ord.	Luas Station	Fs	Hasil	F M	Hasil
X	2,1021	1	2,1021	0	0
Y	1,0314	4	4,1256	1	4,1256
A	0	1	0	2	0
		$\Sigma_1 =$	<b>6,2277</b>	$\Sigma_2 =$	<b>4,1256</b>

$$e = \frac{LWL - Lpp}{2}$$

$$= \frac{86,80 - 85,00}{2}$$

$$= \mathbf{0,90 \text{ m}}$$

5. Volume *Cant Part*

$$V \text{ Cant Part} = 1/3 \times e \times \Sigma_1$$

$$= 1/3 \times 0,90 \times 6,2277$$

$$= \mathbf{186831 \text{ m}^3}$$

6. LCB *Cant Part* terhadap AP

$$= \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} \times e$$

$$= \frac{4,1256}{6,2277} \times 0,90$$

$$= \mathbf{0,59621 \text{ m}}$$

7. Jarak LCB *Cant Part* terhadap  $\phi$  Lpp

$$= \frac{1}{2} \times Lpp + \text{LCB Cant Part}$$

$$= \frac{1}{2} \times 85,00 + 0,59621$$

$$= \mathbf{43,096214 \text{ m}} \quad (\text{Di depan Midship } \phi \text{ Lpp})$$

8. Volume *Displacement* total

$$V \text{ displ total} = \text{Vol. Disp MP} + \text{Vol. Disp CP}$$

$$= 4711,72465 + 1,86831$$

$$= \mathbf{4713,59296 \text{ m}^3}$$

9. LCB total terhadap  $\phi$  Lpp

$$\begin{aligned} \text{LCB total} &= \frac{(\text{LCB}_{\text{mainpart}} \times \text{Vol}_{\text{mainpart}}) + (\text{LCB}_{\text{cantpart}} \times \text{Vol}_{\text{cantpart}})}{\text{Volume disp total}} \\ &= \frac{(0,259832 \times 4711,72465) + (43,096214 \times 1,86831)}{4713,59296} \\ &= \mathbf{0,27681133 \text{ m}} \end{aligned}$$

B.3.1. Koreksi hasil Perhitungan

A. Koreksi Untuk Volume Displacement

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Total} - \text{Volume perhitungan}}{\text{Volume total}} \times 100\% \\ &= \frac{4713,59296 - 4698,375}{4698,375} \times 100\% \\ &= \mathbf{0,32389 \%} < 0,5 \% \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

B. Koreksi Untuk Prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{LCB total} - \text{LCB Thd midship LPP}}{\text{Lpp}} \times 100\% \\ &= \frac{0,27681133 - 0,20089}{85,00} \times 100\% \\ &= \mathbf{0,0893 \%} < 0,1 \% \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

## 2.3 RENCANA BENTUK GARIS AIR

C.1. Perhitungan Besarnya sudut masuk ( $\alpha$ )

Untuk menghitung besarnya sudut masuk garis air berdasarkan

*Coefisien Prismatic Depan* ( $Q_f$ ), Dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB,  $C_p = 0,688$

Dari grafik *Lastiun* didapat sudut masuk  $= 12^\circ$

Penyimpangan  $= \pm 3^\circ$

Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh  $= \mathbf{15^\circ}$

Tabel 2.3 Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No.ord.	Y= 1/2 B	FS	Hasil
AP	3,750	0,25	0,938
0,25	5,313	1	5,313
0,5	6,375	0,5	3,188
0,75	6,950	1	6,950
1	7,125	0,75	5,344
1,5	7,225	2	14,450
2	7,300	1	7,300
2,5	7,350	2	14,700
3	7,450	1,5	11,075
4	7,500	4	30,000
5	7,500	2	15,000
6	7,500	4	29,000
7	6,250	1,5	9,375
7,5	5,500	2	11,000
8	4,555	1	4,555
8,5	3,416	2	6,833
9	2,278	0,75	1,708
9,25	1,750	1	1,750
9,5	1,250	0,5	0,625
9,75	0,750	1	0,750
FP	0,000	0,25	0,000
		Σ	179,952

C.2.1. Luas Garis Air Pada *Main Part*

$$\begin{aligned}
 \text{AWL mp} &= 2 \times 1/3 \times (L_{pp} / 10) \times \sum_1 \\
 &= 2/3 \times (85,00 / 10) \times 179,952 \\
 &= \mathbf{1019,7 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Tabel 2.4 Rencana Bentuk Garis Air pada *Cant Part*

No. Ord	Tinggi Ord.	F s	Hasil
AP	3,750	1	3,750
0,5 AP	2,250	4	9
0	0	1	0
$\Sigma_1 =$			<b>12,75</b>

$$\begin{aligned}
 \text{C.2.2. } e &= \frac{LWL - Lpp}{2} \\
 &= \frac{86,80 - 85,00}{2} \\
 &= \mathbf{0,90 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

C.2.4. Luas Garis Air pada *Cant Part* ( AWL CP )

$$\begin{aligned}
 \text{AWL Cp} &= 2 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 2 \times 0,90 \times 12,75 \\
 &= \mathbf{22,95 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

C.2.5. Luas Total Garis Air ( AWL total )

$$\begin{aligned}
 \text{AWL total} &= \text{Luas } main \text{ part} + \text{Luas } cant \text{ part} \\
 &= 1019,7 + 22,95 \\
 &= \mathbf{1042,67952 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

C.2.6. Koreksi Luas Garis Air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Luas AWL} - \text{Luas Total}}{\text{Luas (AWL)}} \times 100\% \\
 &= \frac{1045,506 - 1042,67952}{1045,506} \times 100\% \\
 &= \mathbf{0,2703} < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi syarat})
 \end{aligned}$$

## 2.4 PERHITUNGAN RADIUS BILGA

Dimana

B : 15,00 m

0,5 B : 7,50 m



T : 5,50 m

Cm : 0,981

a : Rise of floor

: 0,01 x B

: 0,01 x 15,00

: 0,15 m

R : Jari – jari Bilga

M : Titik pusat kelengkungan bilga

$$\begin{aligned} \text{D.1. } \operatorname{Tg} \alpha &= (0,5 \times B) / a \\ &= (0,5 \times 15,00) / 0,15 \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\alpha = 88,857^\circ$$

$$\begin{aligned} \beta &= (180^\circ - \alpha) \\ &= (180^\circ - 88,857^\circ) \end{aligned}$$

$$\beta = 91,15$$

$$\begin{aligned} \star \acute{\alpha} &= \beta / 2 \\ &= 91,15 / 2 = 44,425^\circ \end{aligned}$$

## D.2. Perhitungan

D.2.1. Luas Trapesium ACHDE

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} (1/2 B) \times ((T + (T - a))) \\ &= B / 4 (2 \times T - a) \\ &= 15,00 / 4 (2 \times (5,50 - 0,15)) \\ &= 40,6875 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D.2.2. Luas AFGHDE

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times \text{Luas } \textit{Midship} \\ &= \frac{1}{2} \times B \times T \times \text{Cm} \\ &= \frac{1}{2} \times 15,00 \times 5,50 \times 0,981 \\ &= 40,466 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D.2.3. Luas FGHCF

$$= \text{Luas trapesium} - \text{Luas AFHEDA}$$

$$= 40,6875 - 40,466$$

$$= \mathbf{0,2215 \text{ m}^2}$$

D.2.4. Luas FCG

$$= \frac{1}{2} \times \text{Luas FGHC}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,2215$$

$$= \mathbf{0,110 \text{ m}^2}$$

D.2.5. Luas MFC

$$= \frac{1}{2} \times MF \times FC$$

$$= \frac{1}{2} \times R \times R \text{tg } \alpha_1$$

$$\text{Luas jarring MFG} = \frac{\alpha_1}{360} \times \pi \cdot R^2$$

$$\text{Luas FCG} = \text{Luas MFC} - \text{Luas Juring MFG}$$

$$= \frac{1}{2} R^2 \text{tg } \alpha_1 - \frac{\alpha_1}{360} \times \pi \cdot R^2$$

Jadi :

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

$$40,6875 - 40,466 = \frac{1}{2} R^2 \text{tg } \alpha_1 - \frac{\alpha_1}{360} \times \pi \cdot R^2$$

$$0,2215 = \frac{1}{2} R^2 \text{tg } 44,425 - \frac{44,425}{360} \times 3,14 R^2$$

$$0,2215 = 0,49R^2 - 0,388R^2$$

$$R^2 = 2,1715$$

$$R = \mathbf{1,473 \text{ m}}$$

## 2.5 RENCANA *BODY PLAN*

2.5.1.1.1.1 Merencanakan bentuk *Body Plan* adalah:

Merencanakan / membentuk garis air lengkung pada potongan ordinat.

2.5.1.1.1.2 Langkah – langkah

- Membuat empat persegi panjang dengan sisi  $\frac{1}{2} B$  dan T.
- Pada garis air T diukurkan garis b yang besarnya :  $\frac{1}{2}$  Luas Station dibagi T.
- Dibuat persegi panjang ABCD.
- Diukurkan pada garis air T garis Y =  $\frac{1}{2}$  lebar garis air pada *station* yang bersangkutan.

- e. Dari titik E kita merencanakan bentuk *station* sedemikian sehingga luas ODE : luas OAB letak titik 0 dari *station* – *station* harus merupakan garis lengkung yang *stream line*.
- f. Setelah bentuk *station* selesai di buat, di lakukan penggesekan volume *displacement* dari bentuk – bentuk *station*.
- g. Kebenaran dari lengkung – lengkung dapat di cek dengan menggunakan Planimeter.

Rencana Bentuk *Body Plan*

- T : 5,50 m                              B : 15,00 m
- 2T : 11,00 m                             0.5 B : 7,5 m
- b : Luas *Station*                        y : 0,5 Lebar Dari CL

No. Ord	Y = ½ B	Luas Station	B = Ls/2t				
				5	7,5	80.85	7,350
AP	3,75	2,1021	0,191	6	7,5	80,33256	7,303
0,25	5,313	5,3361	0,485	7	6,25	74,0586	6,733
0,5	6,375	11,56155	1,051	7,5	5,5	67,1055	6,101
0,75	6,95	22,4763	2,043	8	4,555	52,5525	4,778
1	7,125	25,5486	2,323	8,5	3,416	42,8505	3,896
1,5	7,225	39,37395	3,579	9	2,278	28,2975	2,573
2	7,3	53,44185	4,858	9,25	1,75	21,10185	1,918
2,5	7,35	64,5183	5,865	9,5	1,25	12,936	1,176
3	7,45	72,4416	6,586	9,75	0,75	6,06375	0,551
4	7,5	79,7181	7,247	FP	0	0,000	0

Tabel 2.5 Perhitungan koreksi Volume *Displacement* rencana *Body Plan*

No.ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	2,1021	0,25	0,526
0,25	5,3361	1	5,336
0,5	11,56155	0,5	5,781
0,75	22,4763	1	22,476

1	25,54860	0,75	19,161
1,5	39,37395	2	78,748
2	53,44185	1	53,442
2,5	64,51830	2	129,037
3	72,4416	1,5	108,662
4	79,7181	4	318,872
5	80,580	2	161,700
6	80,33256	4	321,330
7	74,0586	1,5	111,088
7,5	67,1055	2	134,211
8	52,5525	1	52,553
8,5	42,8505	2	85,701
9	28,2975	0,75	21,223
9,25	21,10185	1	21,102
9,5	12,936	0,5	6,468
9,75	6,06375	1	6,064
FP	0,000	0,25	0
$\Sigma_1 =$			1663,481

#### E.2.1. Volume *Displacement* Perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= LPP \times B \times T \times Cb \\
 &= 85,00 \times 15,00 \times 5,50 \times 0,67 \\
 &= \mathbf{4698,375 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

#### E.2.2. Volume *Displacement* Perencanaan

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times LPP / 10 \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 85,00/10 \times 1663,481 \\
 &= \mathbf{4713,1952 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

No. Ord.	Luas Station	Fs	Hasil
----------	--------------	----	-------

X	2,1021	1	2,1021
Y	1,0314	4	4,1256
A	0	1	0
		$\Sigma=$	<b>6,2277</b>

$$\begin{aligned} \text{Volume Cant Part} &: 1/3 \times e \times \Sigma & e &= (LWL - LPP) / 2 \\ &= 1/3 \times 0,90 \times 6,2277 & &= (86,80 - 85,00) / 2 \\ &= \mathbf{1,86831 \text{ m}^3} & &= \mathbf{0,90} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Displacement Total} &= V. \text{ Displ Perencanaan} + V. \text{ Displ CP} \\ &= 4713,1952 + 1,86831 \\ &= \mathbf{4715,0635 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

E.2.3. Koreksi penyimpangan volume *Displacement Body Plan*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Vol displ Total} - \text{Vol displ perhitungan}}{\text{Volume displacement Total}} \times 100\% \\ &= \frac{4715,0635 - 4698,375}{4715,0635} \times 100\% \\ &= \mathbf{0,3539 \%} < 0,5 \% \quad (\text{memenuhi syarat}) \end{aligned}$$

## 2.6 PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER, DAN BANGUNAN ATAS

F.1. Perhitungan *Chamber*

*Chamber* :

$$\begin{aligned} &= 1/50 \times B \\ &= 1/50 \times 15,00 = 0,30 \text{ m} = \mathbf{300 \text{ mm}} \end{aligned}$$

F.2. Tinggi Bulkwark = 1,0 m

F.3. Rencana Lengkung Geladak (*Sheer*)

F.3.1. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned} \text{F.3.3.1. AP} &= 25 (L/3 + 10) \\ &= 25 (85,00 / 3 + 10) \\ &= \mathbf{958,333 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.2. } 1/6 \text{ Lpp dari AP} & \\
 &= 11,1 (L/3 + 10) \\
 &= 11,1 (85,00 / 3 + 10) \\
 &= \mathbf{425,500} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.3. } 1/3 \text{ Lpp dari AP} & \\
 &= 2,8 (L/3 + 10) \\
 &= 2,8 (85,00 / 3 + 10) \\
 &= \mathbf{107,333} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

F.3.2. Bagian *Midship* ( Tengah ) = 0 mm

F.3.3. Bagian Haluan ( Depan )

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.1. FP} &= 50 (L/3 + 10) \\
 &= 50 (85,00 / 3 + 10) \\
 &= \mathbf{1916,666} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.2. } 1/6 \text{ Lpp dari FP} & \\
 &= 22,2 (L/3 + 10) \\
 &= 22,2 (85,00 / 3 + 10) \\
 &= \mathbf{851,000} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.3. } 1/3 \text{ Lpp dari FP} & \\
 &= 5,6 (L/3 + 10) \\
 &= 5,6 (85,00 / 3 + 10) \\
 &= \mathbf{214,370} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

F.4. Bangunan Atas ( Menurut Metode *Varian* )

Perhitungan jumlah gading

Jarak gading ( a )

$$\begin{aligned}
 a &= Lpp / 500 + 0,48 \\
 &= 85,00 / 500 + 0,48 = 0,65 \text{ m diambil } \mathbf{0,6}
 \end{aligned}$$

Jarak Sekat tubrukan

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak } \textit{minimum} &: (0,05 \times LPP) + 3,05 \\
 &: (0,05 \times 15,00) + 3,05 \\
 &: \mathbf{3,800} \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak } maximal & : (0,08 \times LPP) + 3,05 \\ & : (0,08 \times 85,00) + 3,05 \\ & : \mathbf{9,850 \text{ m}} \end{aligned}$$

Jadi jarak sekat tubrukan adalah :

$$: \frac{3,800 + 9,850}{2} = \mathbf{6,825 \text{ m}}$$

: Diambil 6,40 m dengan 11 jarak gading

$$: 2 \times 0,5 = 1 \text{ m} + 9 \times 0,60 = \mathbf{6,4 \text{ m}}$$

Rencana jumlah Gading

$$0,60 \times 140 : 84,00 \text{ m}$$

$$\underline{0,50 \times 2 : 1,00 \text{ m}}$$

$$85,00 \text{ m}$$

Jumlah total dimana  $140 + 2 = \mathbf{142}$  gading

Rencana letak gading

$$\text{Gading NO AP s / d 140} = 140 \times 0,60 = 84,00 \text{ m}$$

$$\underline{\text{Gading NO 140 s / d FP} = 2 \times 0,50 = 1,00 \text{ m}}$$

$$= \mathbf{85,00 \text{ m}}$$

*Poop deck* ( Geladak Timbul )

Panjang *poop deck* : ( 20 % - 25 % ) Lpp

$$\text{Panjang} = 20 \% \times Lpp$$

$$= 20 \% \times 85,00$$

$$= 17,00 \text{ m}$$

Diambil ; **17,40** m (29 jarak gading)

Dimana (  $29 \times 0,60$  ) = 17,40 m Sedang tinggi *Poop Deck* 1,5 s / d

2,2 m diambil **2,2** m dari *main deck* bentuk disesuaikan dengan bentuk *buttock line*.

*Fore Castle deck* ( Dek Akil )

Panjang *fore castle deck* : ( 10 % - 15 % ) Lpp

$$\text{Panjang} = 12 \% \times Lpp$$

$$= 12 \% \times 85,00$$

$$= 10,20 \text{ m}$$

Diambil : **10,00** m (17 jarak gading)

Di mana ((15 x 0,60) + (2 x 0,50)) m. Panjang *fore castle deck* (dek akil) = 10,00 m sampai FP, dengan jumlah gading 16 buah, dengan tinggi deck akil ( 1,9 – 2,2 ) m, yang direncanakan = **2,2 m** ( dari main deck ).

## 2.7 PERHITUNGAN UKURAN DAUN KEMUDI

Perhitungan Ukuran Daun Kemudi

Perhitungan Luas Daun Kemudi Menurut BKI 2006 Vol. II hal. 14.1

$$A = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times \frac{1,75 \times L \times T}{100} \quad (\text{m}^2)$$

Dimana :

A = Luas daun kemudi ( m<sup>2</sup> )

L = Panjang Kapal = 85,00 m

C<sub>1</sub> = Faktor untuk tipe kapal = 1,00

C<sub>2</sub> = Faktor untuk tipe kemudi = 1,0 untuk *High Life Rudder*

C<sub>3</sub> = Faktor untuk profil kemudi = 0,8 ( *Hallow* )

C<sub>4</sub> = Faktor untuk rancangan kemudi = 1,5 untuk kemudi dengan *jet propeller*

Jadi :

$$\begin{aligned} A &= C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times \frac{1,75 \times L \times T}{100} \text{ m}^2 \\ &= 1,0 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,5 \times \frac{1,75 \times 85,00 \times 5,50}{100} \text{ m}^2 \\ &= \mathbf{9,818 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

**Koreksi Daun Kemudi Menurut GW SABOLIER**



$$\frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{L}{cb \times B} - 6,2}} < \frac{A}{L \times T} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{L}{cb \times B} - 7,2}}$$

$$\frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{85,00}{0,67 \times 15,00} - 6,2}} < \frac{9,818}{85,00 \times 5,50} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{85,00}{0,67 \times 15,00} - 7,2}}$$

$$0,01753 < 0,021 < 0,022868$$

### G.1. Ukuran Daun Kemudi

$A = h \times b$  → Dimana :  $h$  = tinggi daun kemudi  
 $b$  = lebar daun kemudi

Menurut ketentuan Perlengkapan Kapal halaman 58 harga perbandingan  $h / b = 0,8 \sim 2,0$

Di ambil  $h/b = 1,4$

Sehingga  $h / b = 1,4 \rightarrow h = 1,4 b$

$$A = h \times b \quad h = A / b$$

$$A = 1,4b \times b = 9,818 / 2,648$$

$$9,818 = 1,4 b^2 = 3,708 \text{ m}$$

$$\frac{9,818}{1,4}$$

$$b^2 = 1,4$$

$$b = \sqrt{9,818 / 1,4}, \quad b = 2,648 \text{ m}$$

Menurut Buku Perlengkapan Kapal Hal. 52. Sec. II.9

Luas bagian yang dibalansir dianjurkan  $< 65 \%$ , diambil  $20 \%$

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

$$= 0,2 \times 9,818$$

$$= 1,964 \text{ m}^2$$

Lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang horizontal  $< 35\%$  dari lebar sayap kemudi, diambil  $30 \%$

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

$$= 0,30 \times 2,860$$

$$= 0,797 \text{ m}$$

Dari ukuran di atas dapat diambil ukuran daun kemudi :

- a. Luas Daun Kemudi ( A ) = **9,818 m<sup>2</sup>**
- b. Luas bagian balancir ( A' ) = **1,964 m<sup>2</sup>**
- c. Tinggi daun kemudi ( h ) = **3,708 m**
- d. Lebar daun kemudi ( b ) = **2,648 m**
- e. Lebar bagian balancir ( b' ) = **0,794 m**

## 2.8 PERHITUNGAN UKURAN SEPATU KEMUDI

### 1. Perhitungan Gaya Kemudi

Menurut BKI 2006 Vol. II ( hal. 14 – 3 Sec.B.1.1 ) tentang Gaya Kemudi adalah :

$$C_r = 132 \times \Lambda \times V^2 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_t \quad ( N )$$

Dimana :

$$\Lambda = \text{Aspek Ratio} ( h^2 / A : 3,708^2 / 9,818 = 1,4 )$$

$$V = \text{Kecepatan dinas kapal} = 12 \text{ knots}$$

$$K_1 = \text{Koefisien tergantung nilai } \Lambda \\ = \frac{\Lambda + 2}{3} \text{ harga } \Lambda \text{ tidak lebih dari } 2$$

$$\Lambda = h^2 / A \\ = (3,708)^2 / 9,818 \\ = 1,4$$

$$K_1 = \frac{1,4 + 2}{3} = 1,133 \leq 2$$

$$K_2 = \text{Koefisien yang tergantung dari kapal} = 1,4$$

$$K_3 = 1,15 \text{ untuk kemudi dibelakang } \textit{propeller}.$$

Jadi :

$$C_r = 132 \times A \times V^2 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_t \quad ( N ) \\ = 132 \times 9,818 \times (12^2) \times 1,133 \times 1,4 \times 1,15 \times 1,0 \quad ( N ) \\ = 340420,133 \text{ N}$$

## 2. Perhitungan Sepatu Kemudi

$$BI = Cr / 2$$

$$Cr = \text{Gaya kemudi} = \mathbf{340420,133 \text{ N}}$$

Modulus penampang dari sepatu kemudi terhadap sumbu z, menurut BKI 2006 Volume II. Hal. 13.3

$$W_z = \frac{BI \times X \times k}{80}$$

Dimana :

BI = Gaya kemudi dalam Newton

$$BI = Cr / 2$$

$$= 340420,133 / 2 = \mathbf{170210,067 \text{ N}}$$

x = Jarak masing – masing irisan penampang yang bersangkutan terhadap sumbu kemudi.

$$x = 0,5 \times L_{50} \text{ ( x maximum )}$$

$$x = L_{50} \text{ ( x maximum )}, \text{ dimana :}$$

$$L_{50} = \frac{Cr}{Pr \times 10^3}$$

$$\text{Dimana : } Pr = \frac{Cr}{L_{10} \times 10^3}; L_{10} = \text{Tinggi daun kemudi} = h_1 = \mathbf{3,708 \text{ m}}$$

$$= \frac{340420,133}{3,708 \times 10^3} = \mathbf{91,807 \text{ N/m}}$$

$$L_{50} = \frac{Cr}{Pr \times 10^3}$$

$$= \frac{340420,133}{91,807 \times 10^3} = \mathbf{3,708 \text{ m}}$$

$$L_{50} \text{ diambil : } \mathbf{2,4 \text{ m}} \text{ (4 jarak gading) } = 4 \times 0,60 = 2,4 \text{ m}$$

$$X : 0,5 \times L_{50} = 0,5 \times 2,4 = \mathbf{1,2 \text{ m}}$$

k = Faktor bahan = 1,0

Jadi Modulus Penampang Sepatu Kemudi adalah :

$$W_z = \frac{BI \times X \times k}{80}$$

$$= \frac{170210,067 \times 1,2 \times 1,0}{80} = 2223,369 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 1/3 \times W_z$$

$$= 1/3 \times 2223,369 \text{ cm}^3 = 741,123 \text{ cm}^3$$

PERENCANAAN PROFILE SEPATU KEMUDI DENGAN PLAT  
DENGAN UKURAN SEBAGAI BERIKUT :

Tinggi (h) : **265 mm**

Tebal (t) : **50 mm**

Lebar (b) : **300 mm**

No	b	H	F = b x h	a	F x a <sup>2</sup>	Iz = 1/12 x b x h <sup>3</sup>
I	30	5	150	0	0	312,5
II	5	16,5	82,5	12,5	12890,63	1871,72
III	5	16,5	82,5	0	0	1871,72
IV	5	16,5	82,5	12,5	12890,63	1871,72
V	30	5	150	0	0	312,5
					$\Sigma_1=25781,25$	$\Sigma_2=6240,16$

$$\begin{aligned} I_z &= \Sigma_1 + \Sigma_2 \\ &= 25781,25 + 6240,16 \\ &= 32021,41 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_z' &= I_z / a \\ &= 32021,41 / 12,5 \\ &= 2561,713 \text{ Cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_y &= 1/3 \times W_z \\ &= 1/3 \times 2561,713 \\ &= 853,9042 \text{ Cm}^3 \end{aligned}$$

$$W_z < W_z' \\ 2553,151 \text{ cm}^3 < 2561,713 \text{ cm}^3 \quad (\text{Memenuhi})$$

Koreksi Wz

$$\frac{Wz_{rencana} - Wz_{perhitungan}}{Wz_{perhitungan}} \times 100\%$$

$$\frac{2561,713 \text{ cm}^3 - 2553,151 \text{ cm}^3}{2561,713} \times 100\%$$

$$0,334\% < 0,5\% \quad (\text{Memenuhi})$$

### 3 STERN CLEARANCE

Ukuran diameter *propeller* ideal adalah ( 0,6 – 0,7 ) T, Dimana T = Sarat kapal. Diambil 0,65 T

$$D_{propeller \text{ ideal}} = 0,7 \cdot T$$

$$= 0,7 \times 5,50$$

$$= \mathbf{3,850 \text{ m}}$$

$$R \text{ ( Jari – jari } propeller \text{ )}$$

$$= 0,5 \times D_{propeller}$$

$$= 0,5 \times 3,850 \text{ m}$$

$$= \mathbf{1,925 \text{ m}}$$

$$\text{Diameter Boss Propeller}$$

$$= 1/6 \times D$$

$$= 1/6 \times 3,850 \text{ m}$$

$$= \mathbf{0,642 \text{ m}}$$

Menurut peraturan konstruksi lambung BKI, untuk kapal *propeller* tunggal jarak minimal antara *propeller* dengan linggi buritan menurut aturan konstruksi BKI 2006 Vol II sec 13 – 1 adalah sebagai berikut:

$$a = 0,1 \times D$$

$$= 0,1 \times 3850$$

$$= \mathbf{385 \text{ mm}}$$

$$b = 0,09 \times D$$

$$= 0,09 \times 3850$$

$$= \mathbf{346,5 \text{ mm}}$$

$$c = 0,17 \times D$$

$$= 0,17 \times 3850$$

$$= 654,5 \text{ mm}$$

$$d = 0,15 \times D$$

$$= 0,15 \times 3850$$

$$= 577,5 \text{ mm}$$

$$e = 0,18 \times D$$

$$= 0,18 \times 3850$$

$$= 693 \text{ mm}$$

$$f = 0,04 \times D$$

$$= 0,04 \times 3850$$

$$= 154 \text{ mm}$$

$$g = 2'' - 3''$$

$$= 3 \times 25,4$$

$$= 76,2 \text{ mm}$$

$$0,70 R \text{ Prop} = 0,7 \times 1925 = 1347,5$$

Jarak Poros *Propeller* dengan *Base Line*

$R \text{ Propeller} + f + \text{Tinggi sepatu kemudi}$

$$= 1,925 + 0,154 + 0,265$$

$$= 2,344 \text{ m}$$

## 2.9 . PERHITUNGAN KURVA HIDROSTATIK DAN BONJEAN

### 2.9.1 Perhitungan Kurva Hidrostatik

Fungsi lengkung hidrostatik adalah untuk mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup di dalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat karene. Cara yang paling umum untuk menggambarkan lengkung-lengkung hidrostatik adalah dengan membuat dua sumbu saling tegak lurus. Sumbu mendatar adalah garis dasar kapal (*base-line*) sedangkan garis vertikal menunjukkan sarat tiap *water line* yang dipakai sebagai titik awal pengukuran lengkung-lengkung hidrostatik.

Lengkung-lengkungan hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak

berlaku untuk kondisi kapal trim. Ada 20 lengkungan dalam Lengkung Hidrostatik. Lengkung-lengkung tersebut adalah :

#### 1. *Water Plan Area (WPA)*

WPA adalah luas bidang garis air yang telah kita rencanakan dalam Lines Plan dari tiap-tiap water line. Kemungkinan-kemungkinan bentuk WPA ditinjau dari bentuk alas kapal antara lain:

- Untuk kapal dengan *rise of floor*, pada 0 mWL luas garis air adalah nol karena luasan water line hanya berupa garis lurus (*base-line*), sehingga lengkung WPA dimulai dari titik (0,0).
- Untuk kapal tanpa *rise of floor*, pada 0 mWL ada luasan yang terbentuk pada garis dasar sehingga luas garis air tidak sama dengan nol.

#### 2. *Coefficient of Water Line (C<sub>WL</sub>) CW*

C<sub>WL</sub> adalah nilai perbandingan antara luas bidang garis air tiap *water line* dengan sebuah segi empat dengan panjang L dan lebar B dimana L adalah panjang maksimum dari tiap *water line* dan B adalah lebar maksimum dari tiap *water line*.

C<sub>WL</sub> dirumuskan sebagai berikut:

$$C_{WL} = \frac{WPA}{(L \times B)}$$

#### 3. *Ton Per Centimetre Immersion (TPC)*

TPC adalah jumlah ton yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm, atau pada perubahan 1 cm tersebut dinding kapal dianggap vertikal. Jadi kalau kapal ditenggelamkan sebesar 1 cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air dengan tebal pelat pada garis air tersebut. Dengan demikian penambahan volume dan berat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Penambahan volume} = t \times WPA \quad [ \text{m}^3 ]$$

$$\text{Penambahan berat} = t \times WPA \times 1.025 \quad [ \text{ton} ]$$

Dimana t adalah tebal pelat pada tiap WL dan 1,025 adalah berat jenis air laut.

#### 4. *Midship of Section Area (MSA)*

MSA adalah luas *moulded* kapal pada *section midship* untuk tiap-tiap sarat kapal. Harga MSA untuk tiap sarat dapat diketahui dari Tabel B pada Perhitungan Hidrostatik untuk *Main Part*.

#### 5. *Midship Coefficient (C<sub>M</sub>) CO*

C<sub>M</sub> adalah perbandingan luas penampang *midship* kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar B dan tinggi T untuk tiap *water line*.

$$C_M = \frac{MSA}{(B \times T)}$$

#### 6. *Block Coefficient (C<sub>B</sub>)*

C<sub>B</sub> adalah perbandingan isi *karene* dengan balok dengan panjang L, lebar B dan tinggi T. Hal ini juga berlaku untuk tiap-tiap *water line*. Dengan demikian C<sub>B</sub> dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$C_B = \frac{\nabla}{(L \times B \times T)}$$

#### 7. *Transverse Center of Bouyancy to Metacenter (TBM)*

TBM adalah jarak titik tekan *bouyancy* ( gaya tekan ke atas air ) secara melintang terhadap titik metasentra. Satuannya dalam meter (m).

#### 8. *Prismatic Coefficient (□) CP*

C<sub>p</sub> adalah perbandingan *volume karene* dengan volume prisma dengan luas penampang *midship* kapal dan panjang L. Dengan perhitungan lebih lanjut C<sub>p</sub> dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\phi = \frac{\nabla}{(MSA \times L)} = \frac{C_B}{C_M}$$

#### 9. *Moment to change Trim one Centimeter (MTC)*

MTC adalah momen yang diperlukan untuk mengadakan trim sebesar 1 cm. Satuannya dalam Ton meter. Secara matematis MTC dirumuskan sebagai berikut:

$$MTC = \frac{(LBM \times \Delta)}{(100 \times L_{PP})}$$

#### 10. *Displacement Due to one centimeter of Trim by stern (DDT)*



DDT adalah besarnya perubahan *displacement* kapal yang diakibatkan oleh perubahan trim kapal sebesar 1 cm. Perumusan DDT adalah sebagai berikut:

$$DDT = \frac{(\Phi F \times TPC)}{L_{PP}}$$

#### 11. *Displacement* ( $\Delta$ )

*Displacement* adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume badan kapal yang tercelup ke dalam air (*karene*) termasuk juga akibat tambahan adanya pelat *karene*. Jadi *displacement* di sini adalah penjumlahan dari *displacement moulded* dengan *shell displacement*.

#### 12. *Displacement Moulded* ( $\Delta_{mla}$ )

*Displacement moulded* adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya *volume karene* tanpa kulit. Nilai ini didapat dari perkalian *volume karene* dengan berat jenis air laut yaitu 1,025.

#### 13. *Wetted Surface Area* (WSA)

WSA adalah luas permukaan badan kapal yang tercelup dalam air pada setiap *water line*-nya. WSA didapat dari jumlah perkalian *half girth* dengan faktor luas pada setiap station dan setiap *water line*-nya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$WSA = \frac{2}{3} \times \frac{L_{PP}}{20} \times \Sigma_8$$

Dimana  $\Sigma_8$  = jumlah perkalian *half girth* dengan faktor luas.

#### 14. *Shell Displacement*

*Shell Displacement* adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya kulit/pelat pada *karene*. Semua satuan *displacement* dalam ton.

#### 15. *Longitudinal Center of Bouyancy to Metacenter* (LBM)

LBM adalah jarak titik tekan *bouyancy* secara memanjang terhadap titik metasentra. Satuannya dalam meter (m).

#### 16. *Longitudinal of Keel to Metacenter* (LKM)

LKM adalah letak metasentra memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuannya dalam meter(m). LKM didapat dari penjumlahan LBM

dengan KB.

### **17. Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)**

Lcb atau  $\square B$  adalah jarak titik tekan bouyancy terhadap penampang midship kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Tanda negatif (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada di depan midship (+) dan di belakang midship (-).

### **18. Longitudinal Center of Flootation (LCF)**

Lcf atau  $\square F$  adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Seperti juga Lcb tanda (-) dan (+) menunjukkan bahwa titik Lcf terletak didepan dan di belakang midship.

### **19. Keel to Center of Bouyancy (KB)**

KB adalah jarak titik tekan bouyancy ke lunas kapal. Satuannya dalam meter (m).

### **20. Transverse of Keel to Metacenter (TKM)**

TKM adalah letak titik metasentra melintang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap water line-nya. Satuannya dalam meter (m).

## **2.9.2 Perhitungan Kurva Bonjean**

Lengkung Bonjean adalah lengkung / grafik yang menunjukkan luas station sebagai fungsi sarat. Bentuk lengkungan ini mula-mula diperkenalkan oleh seorang sarjana dari Prancis yang bernama Bonjean pada abad ke-19.

Jadi untuk menghitung luas *station* sampai setinggi sarat yang diinginkan dapat di baca pada lengkung-lengkung Bonjean dengan menarik garis mendatar hingga memotong lengkung bonjean pada station dan sarat yang diinginkan.

Dalam perhitungan ini menggunakan metode perhitungan *software excel* yang sama digunakan pada perhitungan kurva Hidrostatik. Pada umumnya Lengkung Bonjean cukup digambarkan sampai dengan geladak tepi kapal (*Upper Deck Side Line*) sepanjang kapal.

### **Fungsi Lengkung Bonjean**

Lengkung Bonjean berfungsi untuk mendapatkan *volume* dan

*displacement* tanpa kulit pada setiap sarat yang dikehendaki, baik kapal tersebut dalam keadaan even-keel maupun trim dan juga pada saat kapal terkena gelombang. Untuk langkah pengerjaan selanjutnya lengkung bonjean digunakan untuk perhitungan Kebocoran (*Floodable Length*).

