



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Stabilitas Kapal Perintis 500 DWT Setelah Penambahan Variasi Posisi Sudut dan Lebar Bilga Keel

Maria Listyo Yulianti¹⁾, Imam Pujo Mulyatno¹⁾, Ari Wibawa Budi S¹⁾

Laboratorium Hidrodinamika

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: listyomaria@gmail.com

Abstrak

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali keposisi semula setelah mengalami oleng. Stabilitas merupakan hal yang penting dalam perencanaan pembangunan dan pengoperasian kapal, karena stabilitas dapat berpengaruh pada keselamatan penumpang, muatan dan kapal itu sendiri. Salah satu *appendage* kapal yang berkaitan dengan stabilitas kapal adalah bilga keel. Dalam penelitian ini, akan dianalisa pengaruh penambahan bilga keel dengan penempatan posisi sudut dan lebar yang terbaik pada stabilitas kapal dan menghitung periode oleng yang memenuhi kriteria pada kapal penumpang barang. Metode penelitian ini adalah dengan menganalisa data yang ada menggunakan *Software Maxsurf Stability*. Setelah dilakukan perhitungan analisa stabilitas kapal perintis 500 DWT, maka didapatkan hasil penambahan variasi posisi sudut dan lebar bilga keel pada kondisi kritis yaitu saat muatan penuh dan muatan kosong, dan model 3 adalah model dengan posisi sudut penempatan pada 0,5 R dan lebar 50 cm dinilai memiliki pengaruh untuk memperbaiki stabilitas kapal. Model 3 pada muatan penuh memiliki nilai GZ 0,758 m dan pada kondisi muatan kosong 0,857 m. Periode oleng yang dihasilkan oleh semua model kapal pada 10 kondisi stabilitas yang dianalisa dinyatakan memenuhi standar periode oleng menurut IMO untuk kapal penumpang barang yaitu 10,5 sampai 14,5 detik, dan model 3 memiliki rata-rata periode oleng yang paling kecil yaitu sekitar 14 detik.

Kata Kunci : Stabilitas, Kapal Perintis, Bilga Keel

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembuatan kapal perintis diadakan guna membantu menyelesaikan pemerataan pembangunan wilayah di Indonesia. Salah satu upaya yang digunakan adalah pengadaan program tol laut. Tol Laut yang dimaksud disini merupakan konsep pengangkutan logistik kelautan yang dicetuskan oleh Presiden Republik Indonesia, Joko Widodo. Program ini bertujuan untuk menghubungkan pelabuhan-pelabuhan besar yang ada di nusantara. Dengan adanya hubungan antara pelabuhan-pelabuhan laut ini, maka dapat diciptakan kelancaran distribusi barang hingga ke pelosok. [8].

Untuk menyukseskan program ini ,maka pemerintah juga mengadakan pembuatan kapal-kapal yang digunakan untuk memperlancar angkutan orang dan barang dari berbagai wilayah Indonesia sampai ke wilayah pelosok Indonesia. Salah satu kapal yang diadakan yaitu kapal peintis 500 DWT. Kapal perintis adalah kapal yang merintis suatu tugas (misal menghubungi daerah terpencil yang belum terjangkau kapal lain) [7]. Kapal jenis ini tentunya memerlukan fasilitas dan faktor keselamatan yang sesuai karena kapal ini bertujuan untuk mengangkut barang dan manusia.

Belakangan ini, banyak terjadi kecelakaan kapal yang menyebabkan kerugian harta, muatan, kapal dan bahkan nyawa yang dikarenakan oleh kebocoran, kelebihan muatan, *human error* atau cuaca buruk. Untuk meminimalisir berbagai permasalahan yang ada, maka seharusnya kapal harus dirancang sebaik mungkin. Salah satu aspek

yang penting untuk diperhitungkan dalam perancangan dan pengoperasian kapal adalah stabilitas kapal. Stabilitas penting karena menyangkut keselamatan pelayaran, sehingga seluruh awak buah kapal sebaiknya mengerti tentang kondisi stabilitas kapal yang dinaikinya, agar dapat selamat dan nyaman saat kapal berlayar khususnya pada kapal perintis 500 DWT ini. Stabilitas kapal dapat diperbaiki dengan penambahan *appendage* seperti *fin stabilizer* atau bilga keel, namun penggunaan *fin stabilizer* menambah konstruksi ruang muat di dalam lambung kapal sehingga lebih efisien apabila kapal menggunakan sirip tidak bergerak yang dipasang pada plat bilga yang disebut bilge keel. [11] Bilga keel dipasang di samping lunas bagian lambung kapal yang tercelup air. Oleh karena permasalahan yang ada, maka penelitian ini dilakukan untuk dapat mengetahui bagaimana penempatan lebar dan penempatan posisi yang terbaik bagi stabilitas kapal perintis 500 DWT.

1.2. Perumusan Masalah

Dari penjelasan permasalahan yang terdapat pada latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini diambil 2 rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh penambahan bilga keel dengan variasi penambahan variasi posisi sudut dan lebar bilga keel pada stabilitas kapal perintis 500 DWT dan mencari penempatan sudut dan lebar terbaik ditinjau dari segi stabilitasnya menurut standar *International Maritime Organization* (IMO).

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan penelitian sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Kapal yang dikaji adalah Kapal Perintis 500 DWT dengan data kapal sebagai berikut :

LOA	: 51.80 m
Lpp	: 46 m
B	: 10,4 m
H	: 4,2 m
T	: 2,85 m
2. Tidak menghitung profil kapal.
3. Analisa hanya sebatas tinjauan teknis yaitu stabilitas, tanpa memperhitungkan aspek ekonominya.
4. Tidak melakukan pengujian *towing tank*, tetapi keseluruhan perhitungan pada objek *Bilga Keel* tersebut berdasarkan pendekatan teoritis yang telah terintegrasi pada software *Maxsurf Stability*.
5. Pemodelan dan desain bilga keel menggunakan software *Delftship*.

6. Variasi model bilga keel yang dianalisa pada penelitian ini adalah:
 - a. Variasi posisi sudut pada kelengkungan bilga:
 - 1/3 R
 - 1/2 R
 - 2/3 R
 - b. Variasi lebar bilga keel, yaitu : 300 mm dan 500 mm
 - c. Panjang bilga keel = $\frac{1}{2} L_{pp}$
= $\frac{1}{2} \times 46 \text{ m}$ = 23 m
 - d. Tebal bilga keel = 10 mm
 - e. Geometri bilga keel berbentuk trapesium.

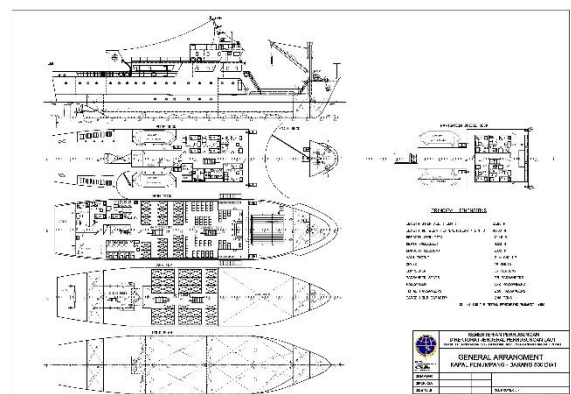
1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan yang dapat diambil dari rumusan masalah pada penelitian ini adalah mengetahui nilai dan pengaruh stabilitas kapal Perintis 500 DWT sebelum penambahan bilga keel dan setelah penambahan variasi posisi sudut dan lebar bilga keel, dan mendapatkan hasil variasi posisi sudut dan lebar bilga terbaik yang berpengaruh pada stabilitas kapal perintis 500 DWT.

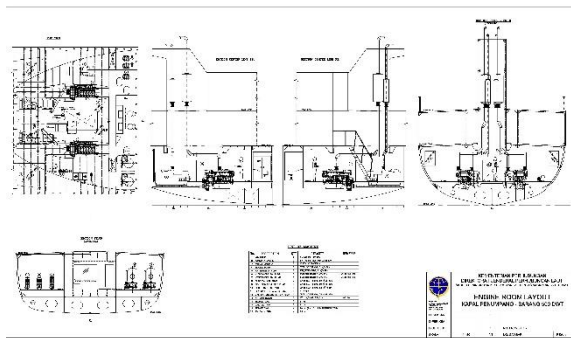
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kapal Perintis 500 DWT

Kapal perintis merupakan jenis kapal penumpang dan barang khusus untuk menghubungkan masyarakat antar pulau-pulau kecil yang ada diseluruh Indonesia, sebagian besar berada di wilayah Indonesia Timur. Kapal perintis memiliki peranan penting dalam menghubungkan masyarakat antar pulau-pulau kecil yang ada di Indonesia. Kapal perintis adalah tipe kapal penumpang barang yang dimiliki oleh kementerian perhubungan laut Indonesia. Kapal ini dibangun di berbagai galangan kapal nasional, Kapal ini merupakan *sister ship* sehingga memiliki tipikal kesamaan setiap kapal yang dibuat. [3].



Gambar 1. General Arrangement Kapal Perintis 500 DWT



Gambar 2. Engine Room Layout Kapal Perintis 500 DWT

2.2 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal merupakan kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami keolengan. Stabilitas kapal terkait erat dengan distribusi muatan dan perhitungan nilai lengan penegak (GZ).

Perbedaan distribusi muatan yang terjadi pada setiap kondisi pemuatan akan mengakibatkan terjadinya perubahan pada nilai KG, yaitu jarak vertikal antara titik K (*Keel*) dan titik G (*Centre of Gravity*) yang selanjutnya akan mempengaruhi nilai lengan penegak (GZ) yang terbentuk [4].

Stabilitas kapal bergantung pada beberapa faktor antara lain dimensi kapal, bentuk badan kapal yang berada di dalam air, distribusi benda-benda di atas kapal dan sudut kemiringan kapal terhadap bidang horizontal (Fyson, 1985)

Stabilitas kapal dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti :

1. Faktor Internal yaitu peletakan muatan barang/cargo, bentuk ukuran utama kapal,
2. Faktor Eksternal yaitu berupa angin , ombak, arus dan badai. [6].

Stabilitas kapal dapat digolongkan didalam 2 jenis stabilitas yaitu Stabilitas Melintang Kapal dan Stabilitas Membujur Kapal, dengan definisi :

1. Stabilitas melintang kapal adalah kemampuan kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya.
2. Stabilitas membujur kapal adalah kemampuan kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget dalam arah membujur yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya.

Sedangkan stabilitas memiliki kondisi awal yaitu kemampuan dari kapal itu untuk kembali

kedalam kedudukan tegaknya semula sewaktu kapal menyenget pada sudut-sudut kecil (= 60 derajat). Pada umumnya stabilitas awal ini hanya terbatas pada pembahasan pada stabilitas melintang saja.

Titik penting yang terdapat dalam stabilitas kapal adalah sebagai berikut :

1. Titik berat (G) menunjukkan letak titik berat kapal, merupakan titik tangkap dari sebuah titik pusat dari sebuah gaya berat yang menekan kebawah. Besarnya nilai KG adalah nilai tinggi titik metasentra (KM) diatas lunas dikurangi tinggi metasentra (MG)
2. Titik apung (B) menunjukkan letak titik apung kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak keatas dari bagian kapal yang tercelup
3. Titik metasentra (M) merupakan sebuah titik semu dari batas dimana G tidak boleh melewati diatasnya agar kapal selalu mempunyai stabilitas yang positif atau stabil.

2.3 Bilga Keel

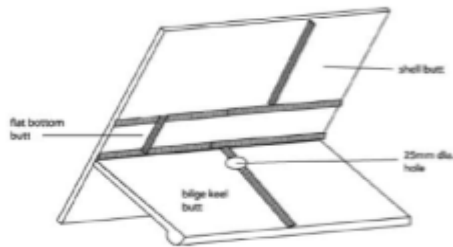
Bilga keel adalah sebuah tambahan pada lambung kapal yang ditempatkan di samping lunas kapal . Biasanya ada di bagian, *parallel middle body*. Ukuran lebar lunas bilga di batasi atau di usahakan agar tidak menonjol keluar dari lebar maksimum dan dari garis dasar kapal. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindari benturan ketika *docking* dan menghindari benturan saat kapal kandas. Pemasangan lunas bilga ada bermacam-macam cara, yaitu :

- Pelat sirip yang dilaskan menerus pada pelat lajur bilga, kemudian profil bilga diikatkan dengan cara pengelasan
- Lunas bilga di laskan pada pelat lajur bilga dan diberi skalop sepanjang lunas. [10]

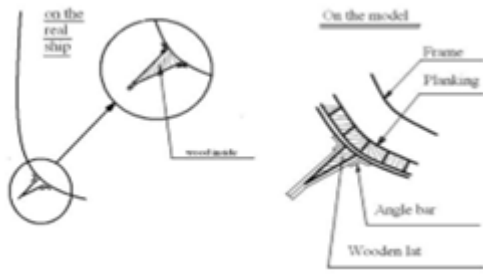
Bilga keel sendiri dapat terdiri dari bilah rata, profil bulb atau bentuk V yang terdiri dari plat . Menurut Pursey [9], bilga keel kadang dapat robek walaupun telah diletakkan dengan baik, jika kapal menyentuh dasar laut. Oleh karena itu, sangat penting untuk merancanganya sehingga apabila hal ini terjadi, kulit dan badan kapal tetap utuh. Bilga keel dihubungkan dengan badan kapal dengan menggunakan paku pengelingan atau batangan T, yang menempel kuat pada pelat, sehingga apabila bilga keel terlepas, lambung kapal tetap utuh.



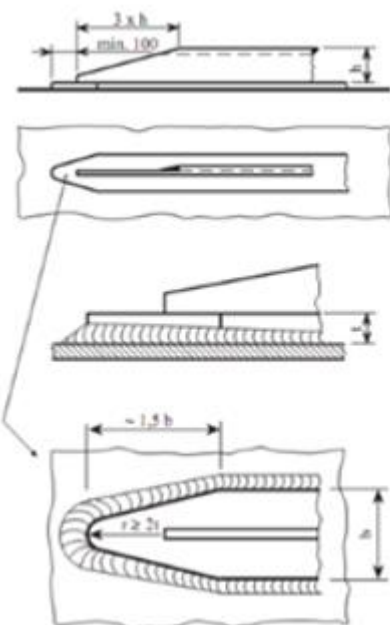
Gambar 3. Bilga Keel tampak Atas [1]



Gambar 4. Bilga Keel tampak Samping [1]



Gambar 5. Bilga Keel Tampak Depan [1]



Bagian ujung bilga keel menurut BKI [2]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Identifikasi Permasalahan

Tahap awal penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan agar terfokus pada tujuan yang ingin dicapai.

3.2. Studi Literatur

Setelah diidentifikasi permasalahan dalam tugas akhir ini, maka langkah selanjutnya adalah menemukan landasan teori dari data yang dibutuhkan dalam pengerjaan.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Data ukuran utama kapal perintis 500 DWT.
2. Lines plan Kapal Perintis 500 DWT.
3. General Arrangement Kapal Perintis 500 DWT.

3.4 Penelitian

Tahap awal pengerjaan materi ini adalah :

3.4.1 Materi Penelitian

Materi penelitian yang dibutuhkan seperti data primer yang berupa ukuran utama kapal, lines plan dan general arrangement serta kapasitas dan muatan tanki, sedangkan untuk data sekunder berupa daerah pelayaran kapal dan lain sebagainya.

3.4.2 Parameter Penelitian

Parameter tetap :

Dimensi *properties* dari lambung kapal antara lain,

1. *Length Over All*(LOA) = 51,8 (m)
2. *Length of Perpendicular* (LPP) = 46 (m)
3. *Breadth* (B) = 10,4 (m)
4. *Draft* (T) = 4,2 (m)
5. *Depth* (H) = 4,2 (m)
6. Tebal Bilga keel = 10 (mm)
7. Panjang Bilga Keel = $\frac{1}{2} Lpp = \frac{1}{2} \times 46 = 23$ (m)
8. Bentuk geometri bilga keel adalah trapesium

Parameter peubah :

1. posisi bilga keel pada 0,25 R
2. posisi bilga keel pada 0,5 R
3. posisi bilga keel pada 0,75 R
4. Lebar bilga keel 300 mm
5. Lebar bilga keel 500 mm

3.5 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 3.5.1 Pembuatan Model Kapal
- 3.5.2 Perhitungan Analisa Stabilitas
- 3.5.3 Penyajian Data Hasil Perhitungan

3.6 Analisa Dan Pembahasan

Pada bagian ini semua data yang berupa gambar, grafik dan perhitungan lainnya dianalisa menjadi hasil yang valid dan akurat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

3.7 Validasi

Validasi pada penelitian ini menggunakan standar *International Maritime Organization*.

3.8 Penarikan Kesimpulan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah akan mendapatkankesimpulan dari semua analisa dan perhitungan yang telah dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

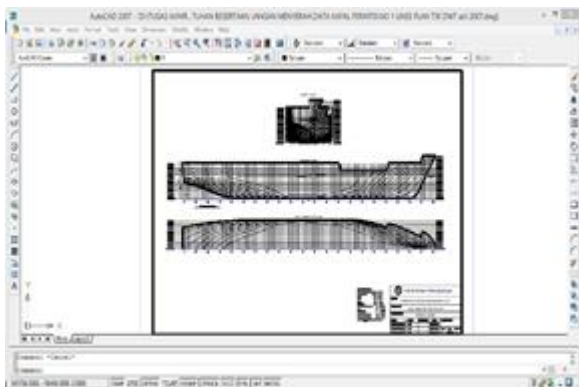
4.1. Tinjauan Pustaka

Kapal perintis merupakan kapal yang di fungsikan sebagai alat transportasi laut yang dapat mengangkut barang dan penumpang dengan tujuan pulau-pulau kecil di seluruh wilayah Indonesia. Sesuai namanya, kapal ini merintis rute yang jarang dilalui kapal-kapal niaga. Program pemerintah yang mencangangkan Tol Laut membuat produksi kapal perintis meningkat. Kapal pemerintah ini adalah *sister ship*, yang memiliki ukuran 1200 DWT, 500 DWT, 750 DWT dan 200 DWT.

Dari data yang telah didapatkan, *Main Dimension* Kapal Perintis 500 DWT adalah :

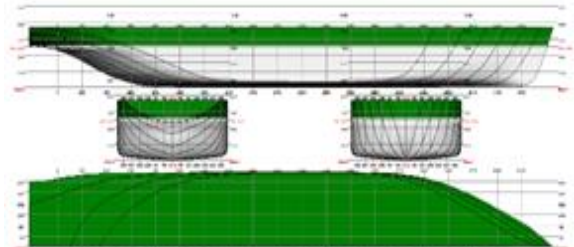
<i>Name of Ship</i>	:Kapal Penumpang
	Barang 500 DWT
Typical	: Kapal Perintis
Length (LOA)	: 51,80 meter
Length (LPP)	: 46,00 meter
Breadth (B)	: 10,4 meter
Depth (H)	: 4,20 meter
Draught (T)	: 2,85 meter
Speeds (V)	: 12 Knots
Complements	: 12 person
Total Passangers	: 250 person
Cargo Hold Capacity	: 240 tons

Model kapal Perintis 500 DWT dibuat dengan *software Delfship* Versi 4.03.68. Langkah pertama pembuatan model ini adalah membuka data *lines plan* Autocadnya.



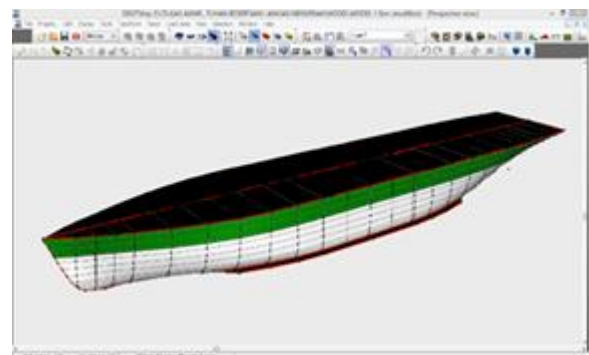
Gambar 6 . *Linesplan* Autocad Kapal Perintis 500 DWT

Langkah selanjutnya adalah memasukan *point per point* tersebut pada koordinat *Delship*. X merupakan jarak station, Y merupakan pengukuran lebar pada kapal asli, dan Z adalah tinggi *water line*. Setelah semua dimasukan, maka pada *Delftship* akan tebentuk *lines plan* model seperti ini :



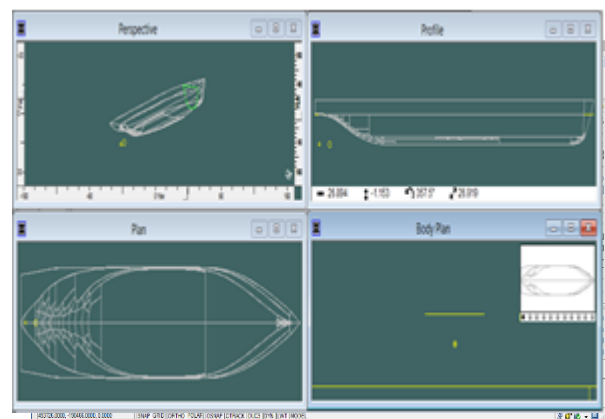
Gambar 7. *Lines plan* Kapal dari *Delfship*

Model bilga dibuat di *software Delfship*, apabila telah terbentuk, maka yang didapat hasilnya akan nampak adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Model kapal dengan Bilga keel pada posisi 0,5 R

Setelah semua model pada *software Delfship* jadi, maka selanjutnya file tersebut diexport ke file IGES agar bisa di masukkan ke *software Maxsurf Modeler* . Setelah di *export* akan muncul tampilan sebagai berikut :



Gambar 9. Tampilan model pada *Maxsurf Modeler*

4.3 Analisa Stabilitas Kapal

Mengingat stabilitas kapal memiliki peranan penting dalam kapal, maka sebelum berlayar, kapal harus memenuhi persyaratan tentang kelayakan kapal dalam segi stabilitas, salah satunya adalah rules lengan stabilitas (nilai GZ) oleh *International Maritime Organization (IMO)*. Analisa Penelitian ini menganalisa tentang 10 kondisi stabilitas kapal yang dilihat dari 2 kondisi kritis yaitu kondisi I saat kapal akan berlayar dengan muatan, tanki, dan akomodasi penuh dan kondisi II saat muatan kapal kosong setelah menempuh pelayaran tertentu.

Berikut ini adalah kriteria IMO yang digunakan :

1. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1 :*
 - a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 30° (deg)
 - b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 (m.deg.)
 - c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
- 2.. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 :* nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30°– 180° tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
2. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4 :* nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.
3. *Section A.749 (18), Chapter 4.2.3.1 :* nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,35 m.

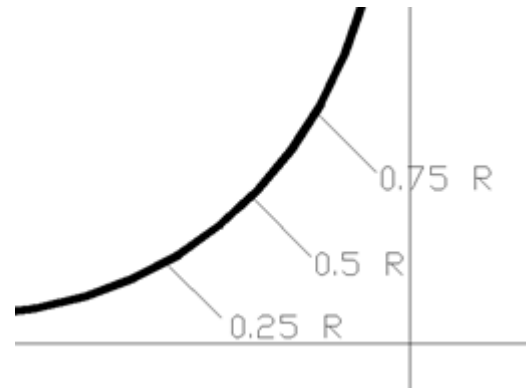
Sebelum dianalisa stabilitasnya, maka perlu diketahui kondisi hidrostatis kapal Perintis 500 DWT, hasil design hidrostatis ini dapat diperoleh pada Software *Maxsurf Modeler* atau pada Software *Delftship*.

Tabel 1. Nilai Hidrostatik Kapal Perintis 500DWT

No	Pengukuran	Nilai	Satuan
1	Displacement	889	Ton
2	Volume	867,3	M ³
3	Displacement Draft to baseline	2,85	M
4	LWL	47,9	M
5	Beam WL	10,4	M
6	WPA	550,32	M ²
7	CB	0,626	
8	CP	0,665	

Analisa stabilitas pada penelitian ini juga menyangkut tentang penambahan ukuran bilga keel untuk melihat pengaruhnya terhadap stabilitas kapal. Ukuran bilga keel yang dimaksud adalah :

- Panjang bilga keel = ½ LPP
= ½ x 46 m = 23 m
- Tebal Bilga Keel = 10 mm
- Lebar Bilga Keel = 300 mm dan 500 mm
- Letak Bilga Keel = 0,25 R , 0,5 R dan 0,75R



Gambar 10. Posisi Peletakan Bilga Keel

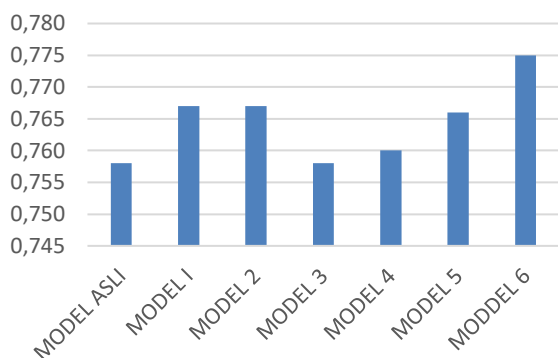
Dari hasil analisa yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan stabilitas Kapal Perintis 500 DWT semua model dan pada 10 kondisi, terutama pada kondisi penuh (I) dan kondisi kosong (II) memenuhi (*pass*) semua *standart* stabilitas yang ditetapkan oleh *IMO*. Titik tenggelam Kapal (*downflooding point*) pada sudut 0-30 derajat, 0-40 derajat dan 30-40 derajat tidak boleh kurang dari standart pada semua kondisi, dan hasil yang ada menyatakan kapal Perintis 500 DWT memenuhi minimal luasan sudut GZ dan memiliki momen pembalik yang cukup baik untuk menstabilkan kapal ketika terjadi oleng. Sudut maksimal pada kemiringan kapal 30 derajat juga menunjukkan hasil yang diatas standar yang ditetapkan.

Tabel 2. Nilai GZ Pada Kondisi I

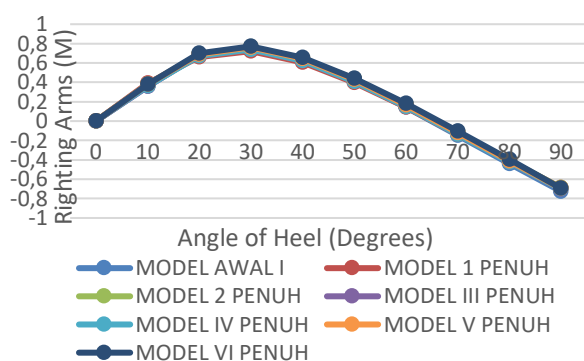
Nama	Nilai GZ
MODEL AWAL	0.758
MODEL I	0.767
MODEL 2	0.767
MODEL 3	0.758
MODEL 4	0.760
MODEL 5	0.766
MODEL 6	0.775

Hasil perhitungan analisa stabilitas kapal Perintis 500 DWT, nilai GZ pada kondisi kritis, yaitu kondisi I saat muatan penuh menunjukkan pada model III yang memiliki nilai GZ yang paling

kecil yaitu 0,758 m dibanding model lainnya dan derajat kemiringan pada kondisi ini adalah 28,2°.



Gambar 11. Nilai GZ pada kondisi I

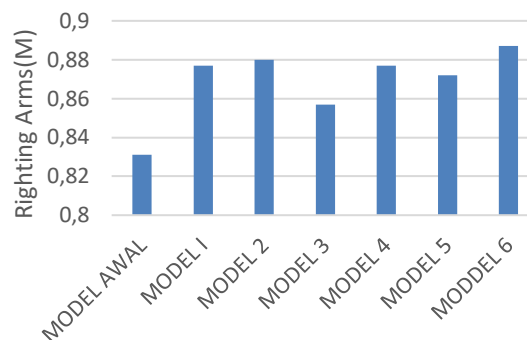


Gambar 12. Kurva Stabilitas pada kondisi I

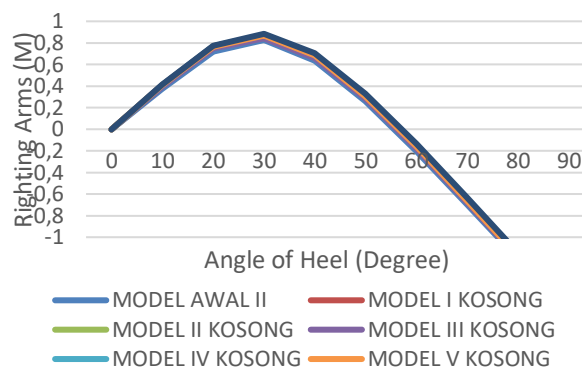
Tabel 3. Nilai GZ pada Kondisi II

Nama	Nilai GZ
MODEL AWAL	0.831
MODEL I	0.877
MODEL 2	0.880
MODEL 3	0.857
MODEL 4	0.877
MODEL 5	0.872
MODEL 6	0.887

Setelah hasil analisa stabilitas pada semua model pada *Maxsurf Stability*, maka didapatkan hasil lengan stabilitas GZ pada kondisi kritis saat kapal muatan kosong yaitu kondisi II, nilai GZ membentuk kurva stabilitas sesuai dengan standar minimal yang ditetapkan IMO dan menunjukkan model 3 yang memiliki nilai GZ terkecil dibanding model variasi lainnya yaitu dengan nilai 0,857 m dan derajat kemiringan 28°.



Gambar 13. Nilai GZ pada kondisi II



Gambar 14. Kurva Stabilitas pada kondisi II

Dari percobaan perhitungan stabilitas yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil pada semua model di 10 kondisi terutama pada kondisi kritis yaitu kondisi I dan kondisi II telah memenuhi standar *International Maritime Organization (IMO)*, dan dari grafik stabilitas yang ada, menunjukkan model ke 3 adalah model yang data memperbaiki stabilitas kapal perintis 500 DWT karena nilai lengan GZnya lebih kecil dari nilai lengan GZ model awal.

4.4 Perhitungan Periode Oleng kapal

Menurut buku *Ship Stability for Mates and Masters*, Periode oleng dapat dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot C \cdot B}{\sqrt{g \cdot GM}}$$

Dimana :

- T = Periode oleng (detik)
- C = 0,373 + 0,023 (B/D) – 0,043 (LPP/100)
- = 0,373 + (0,023 (10,4/2,85)) – (0,043 (46/100))

$$= 0,373 + 0,0839 - 0,019 = \mathbf{0,437}$$

B = Lebar kapal (meter)

GM = Jarak antara titik G dengan titik M (meter)

Rumus Momen Penegak kapal :

$$\text{Momen Penegak} = \text{Displacement} \times \text{GM}$$

Tabel 4. Nilai Periode oleng Semua Model Pada 10 Kondisi

KONDISI / NAMA MODEL	AWAL	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5	MODEL 6
I	15.07	14.65	14.65	14.03	14.97	14.65	14.59
II	14.74	14.19	14.25	14.34	14.14	14.19	14.08
III	14.71	15.41	15.40	15.37	15.37	15.38	15.38
IV	14.37	14.81	14.81	14.78	14.78	14.78	14.79
V	14.57	15.33	15.33	15.29	15.30	15.30	15.31
VI	14.72	15.69	15.69	15.65	15.66	15.65	15.66
VII	14.72	15.37	15.36	15.33	15.33	15.33	15.34
VIII	14.30	14.78	14.77	14.74	14.74	14.74	14.75
IX	14.16	14.58	14.58	14.54	14.55	14.55	14.55
X	14.51	15.46	15.46	15.43	15.43	15.32	15.44

Tabel 5. Nilai Momen penegak Pada semua model pada 10 kondisi

NAMA / KONDISI	MODEL AWAL	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5	MODEL 6
I	1802.48	1906.94	1908.22	1817.09	1827.62	1906.09	1924.17
II	1051.41	1091.80	1083.16	1080.40	1098.76	1092.28	1108.11
III	1440.07	1316.07	1316.56	1321.92	1321.23	1320.55	1320.55
IV	1268.38	1197.68	1197.68	1203.15	1202.00	1203.15	1201.43
V	1418.89	1284.00	1283.81	1289.81	1289.15	1289.15	1287.83
VI	1672.17	1483.83	1483.03	1489.46	1488.66	1489.46	1487.86
VII	1508.13	1383.80	1384.52	1388.86	1388.86	1388.86	1387.43
VIII	1498.10	1409.90	1410.57	1414.05	1414.05	1414.05	1412.92
IX	1476.15	1402.91	1402.69	1406.17	1406.17	1406.82	1405.52
X	1723.25	1522.26	1522.26	1527.66	1527.66	1549.89	1526.86

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisa stabilitas Kapal Perintis 500 DWT setelah penambahan bilga keel dengan variasi posisi sudut dan lebar bilga keel yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Hasil analisa perhitungan stabilitas Kapal perintis 500 DWT dengan mengacu pada aturan *International Maritime Organization (IMO) Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 : Max GZ at 30 or greater dan criteria 3.124 : Initial GMT*, didapatkan hasil bahwa semua model kapal pada 10 kondisi memenuhi kriteria IMO, meskipun tidak begitu berpengaruh, tetapi cukup dapat memperbaiki stabilitas kapal.
2. Dilihat dari hasil nilai GZ terkecil pada kondisi kritis saat kapal muatan kosong dan muatan penuh, maka model 3 merupakan model kapal perintis 500 DWT yang dikatakan menjadi model dengan posisi sudut dan lebar bilga keel terbaik

untuk memperbaiki stabilitas kapal dengan posisi sudut pada 0,5 R dan lebar 50 cm.

3. Periode oleng yang untuk kapal penumpang barang yang dianggap baik menurut aturan *International Maritime Organization (IMO)* adalah sekitar 10 – 14,5 detik, dan rata-rata semua model memiliki periode oleng rata-rata sekitar 14 detik untuk kapal penumpang barang.

5.2. Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian yang lebih lanjut adalah :

1. Melakukan penelitian lanjutan dengan metode penghitungan stabilitas yang lain.
2. Penulisan ini dapat dikembangkan dengan memvariasikan model dengan bentuk bilga yang lain atau jenis kapal yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barabanou. N. 1994, *Structural Design of sea-Going Ship*, Peace Publisher, Moscow.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. *Rules For Clasification and Construction Part 1 Seagoing Ship*. Jakarta
- [3] Haksanova, Brian. 2016. *Analisa Penambahan Bulbous Bow pada Kapal Perintis 750 DWT Guna Mengurangi Efek Slamming Dengan Metode CFD*, Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro Semarang.
- [4] Hind J. 1967. *Trim Stability of Fishing Vessel. Fishing News (books)Ltd*. London 120p.
- [6] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan : *Bangunan dan Stailitas Kapal Niaga*
- [7] https://id.wiktionary.org/wiki/kapal_perintis 16.48 08/03/2017
- [8] <https://id.wikipedia.org/wiki/Tollaut> 15.31 082/03/2017
- [9] Lewis, E. V. 1988. *Principles of Naval Architecture Second Revision Volume II. New Jersey ; The Society of Naval Architects and Marine Engineer 601*. Pavonia Avenue Jersey
- [10] Situmorang, Arief. 2016 . *Analisa Pengaruh Panjang dan Bentuk Geometri Lunas Bilga terhadap arah dan kecepatan aliran (wake) pada kapal ikan tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)*, Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro Semarang.
- [11] Ardiansyah, Recha Hafids. 2015. *Analisa Stabilitas Kapal Roro Passanger 500 GT Merak-Bakauheni Dengan Variasi Panjang dan lebar Bilga Keel* , Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang.