

ANALISIS TEKNIS STABILITAS KAPAL LCT 200 GT

Budhi Santoso¹⁾, Naufal Abdurrahman²⁾, Sarwoko³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis

²⁾Program Studi Teknik Perencanaan dan Konstruksi Kapal, Politeknik Negeri Batam

³⁾Program Studi D III Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: budhynaval@gmail.com

Abstrak

Banyak kecelakaan dilaut yang diakibatkan ketidakstabilan kapal pada saat berlayar mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit, kerugian dapat berupa materi bahkan dapat berupa hilangnya nyawa orang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan stabilitas secara teknis kapal LCT 200 GT yang beroperasi di daerah sungai. Sehingga kita dapat mengetahui kestabilan kapal dalam berbagai kondisi. Perhitungan stabilitas kapal menggunakan standar yang ditetapkan oleh IMO (International Maritim Organization). Dalam perhitungan stabilitasnya, LCT 200 GT pada kondisi 1 yaitu 100% fuul load air tawar total 26,15 Ton; air balas total 37,99 Ton; bahan bakar total 21,8 Ton berdasarkan kriteria dari IMO tidak memenuhi persyaratan yang telah di tentukan. Pada kondisi 2 sampai dengan kondisi 6 telah memenuhi kriteria IMO.

Kata Kunci : “stabilitas”, “LCT”, “hidrostatik”, “IMO standar”

1. Pendahuluan

Beberapa hal yang sering menjadi penyebab kecelakaan kapal di laut, baik kapal yang berada di tengah laut maupun pada saat kapal berada di pelabuhan, adalah kontribusi dari para awak kapal yang tidak memperhatikan perhitungan stabilitas kapal. Hal tersebut dapat mengakibatkan ketidaksetimbangan badan kapal dampaknya dapat menyebabkan kapal oleng, bahkan tenggelam yang pada akhirnya dapat merugikan pemilik kapal, nyawa manusia bahkan awak kapal itu sendiri. Sedemikian pentingnya pengetahuan menghitung stabilitas kapal dalam keselamatan pelayaran, maka perhitungan stabilitas kapal sangat penting dilakukan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.

2. Tinjauan Teori

2.1 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan suatu benda yang dapat kembali ke keadaan semula setelah benda mendapatkan gaya yang ditimbulkan oleh benda itu sendiri maupun gaya yang berasal dari luar. Taylor (1977) dan Hind (1982) menyatakan bahwa stabilitas sebuah kapal

dipengaruhi oleh letak ketiga titik konsentrasi gaya yang bekerja pada kapal tersebut. Ketiga titik tersebut adalah titik B (*centre of bouyancy*), titik G (*centre of gravity*) dan titik M (*metacentre*). Selanjutnya Hind (1982) mengemukakan bahwa posisi titik G bergantung dari distribusi muatan dan posisi titik B bergantung pada bentuk kapal yang terendam di dalam air.

Sebagai persyaratan yang wajib, tentunya stabilitas kapal harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia setempat atau *Marine Authority* seperti *International Maritime Organisation* (IMO). Jadi proses analisa stabilitas yang dilakukan harus berdasarkan dengan standar IMO (*International Maritime Organization*) Code A.749(18) Ch 3 - *design criteria applicable to all ships* yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1) *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1:*

- a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $0^{\circ} - 30^{\circ}$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg,
- b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $0^{\circ} - 40^{\circ}$ (deg)

tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg,

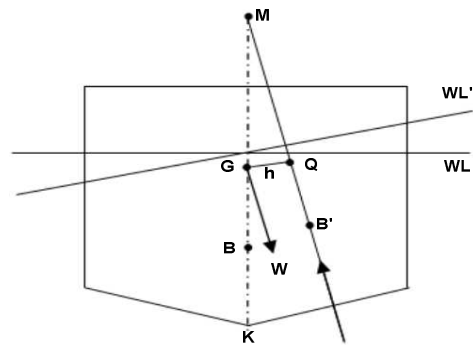
c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $30^\circ - 40^\circ$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.

- 2) *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2:* nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut $30^\circ - 180^\circ$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
- 3) *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3:* sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg).
- 4) *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.

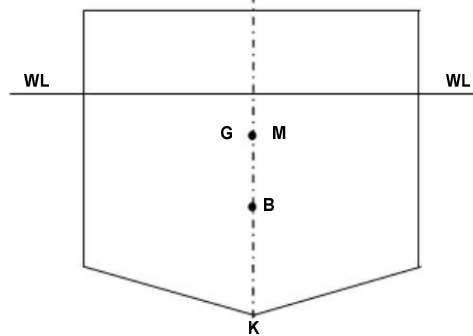
Pada peninjauan kestabilan suatu kapal dikenal beberapa titik yang digunakan untuk mengetahui besarnya momen yang terjadi pada kapal, pada saat terjadi trim dan oleng. Adapun titik-titik tersebut adalah :

- 1) Titik G (*Centre of Gravity*) adalah titik berat kapal yang dipengaruhi oleh keadaan kapal itu sendiri, seperti bentuk lambung, dan komponen-komponen yang ada di dalam kapal tersebut berupa komponen yang tetap maupun komponen yang dapat berubah-ubah.
- 2) Titik B (*Centre of Bouyancy*) adalah titik gaya tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang terbenam di dalam air, adanya besarnya titik B ini dipengaruhi oleh bentuk badan kapal yang berada di bawah permukaan air.
- 3) Titik M (Titik Metasentra) adalah titik yang merupakan perpotongan vektor gaya tekan ke atas pada saat kapal dalam keadaan tegak, dengan gaya tekan ke atas (γV) pada saat kapal terjadi sudut oleng.
- 4) Kapal akan mengalami kondisi stabil jika titik M dan G berada dalam satu titik, sedangkan jika titik M berada diatas titik G maka kapal akan mengalami ketidak

stabilan dikarenakan kondisi tersebut akan memunculkan nilai h yang artinya terdapat lengan momen.



Gambar 1. Kapal tidak stabil



Gambar 2. Kapal kondisi stabil

2.2 Hidrostatik

Kurva hidrostatik adalah kurva-kurva yang menunjukkan keadaan badan kapal dibawah garis air untuk tiap kenaikan sarat. Fungsi dari lengkung hidrostatik adalah:

- 1) Isi setiap carena dapat dihitung untuk setiap sarat, baik dengan menggunakan lengkung volume carena maupun dengan luasan garis air.
- 2) Dari lengkung hidrostatik dengan cepat dapat ditentukan keadaan badan kapal untuk setiap sarat.
- 3) Pada kondisi tertentu dimana kapal berada pada kondisi kritis, dengan penggambaran profil gelombang, baik kapal berada diantara dua puncak gelombang dapat diketahui dengan lengkung bonjean.

3. Metode Pengujian

3.1 Data Kapal

Perhitungan hidrostatis dan stabilitas kapal yang akan dilakukan menggunakan kapal LCT 200 GT. Kapal LCT 200 GT ini berlayar pada daerah perairan sungai dengan kapasitas muat penumpang 76 orang, truck 7 unit dengan masing-masing berat *truck* 10 Ton, ABK 8 orang, Adapun data kapal sebagai berikut :

1) Data Ukuran Utama Kapal :

Type kapal : LCT 200 GT
 Length (LOA) : 33,27 m
 Breadth (B) : 9,00 m
 Depth (Moulded) : 2,80 m
 Draft : 2,00 m

3.2 Pengolahan Data

Dalam penyusunan analisa teknis stabilitas kapal LCT 200 GT ini digunakan tahapan-tahapan *metode* dalam melakukan penelitian.

1) Perhitungan hidrostatis kapal

Perhitungan hidrostatis diperlukan untuk mengetahui karakteristik kapal LCT 200 GT dengan bentuk lambung yang ada.

2) Perhitungan stabilitas kapal

Perhitungan stabilitas diperlukan untuk mengetahui berbagai kondisi pada kapal, akan dibagi menjadi 6 (enam) kondisi pada kapal.

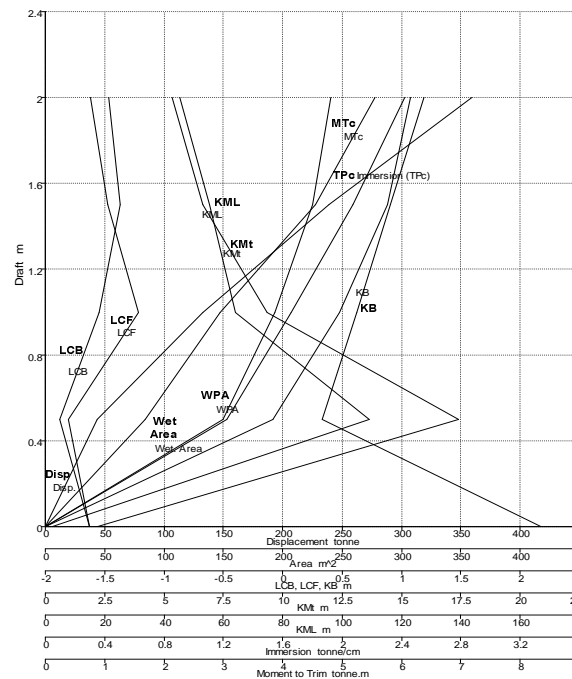
3) Untuk menganalisa dan menentukan stabilitas menggunakan IMO IMO (International Maritime Organization) Code A.749 (18) Ch 3 - design criteria applicable to all shipse

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hidrostatik Kapal

Kapal LCT memiliki karakteristik hidrostatis dengan *displacement* (359, 0 ton), *Wetted Surface Area* (303, 037 m²), *Cb* (0,672), *KB* (1.188 m), *Prismatic koeffisien* (0,750), dan

Longitudinal Center of buoyancy (-1,466 m dari *midship*).



Gambar 3. Grafik Hidrostatik Kapal LCT

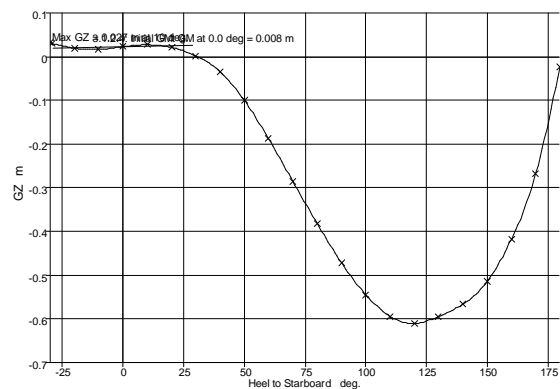
4.2 Stabilitas Kapal

Perhitungan stabilitas kapal LCT dibagi menjadi 6 kondisi sehingga diketahui stabilitas tiap-tiap kondisi. Estimasi berat kapal kosong 158 ton. Deskripsi pengkondisian muatan sebagai berikut:

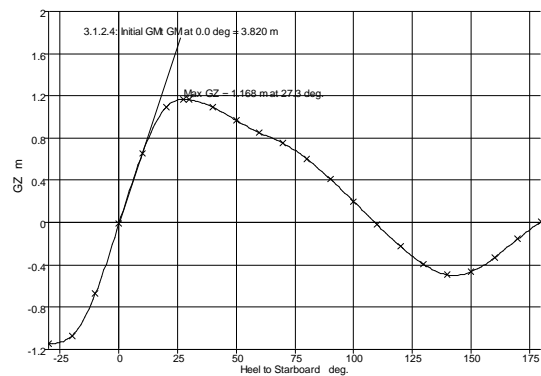
- 1) Kondisi pertama dimana kapal diisi dengan muatan penuh 100%, 76 penumpang, 8 crew, truck 7 unit, kondisi 3 tangki air tawar
 - a. 3 tangki air tawar (TAT-PS = 7,63 ton; TAT-SB = 7,63 ton; TAT-CL = 10,89 ton).
 - b. 2 tangki bahan bakar @ 10,9 ton.
 - c. 4 tangki air balas (TAB1-PS = 8,21 ton; TAB1-SB = 8,21 ton; TAB2-PS = 10,39 ton; TAB2-SB = 11,18 ton).
- 2) Kondisi kedua dimana kapal diasumsikan dalam pelayaran akan sampai tujuan, 76 penumpang, 8 crew, truck 7 unit, kondisi tangki air tawar (P/S) 10%, air balas (P/S) 100%, dan tangki bbm (P/S) 10%.

- a. 3 tangki air tawar (TAT-PS = 0,76 ton; TAT-SB = 0,76 ton; TAT-CL = 1,08 ton).
 - b. 2 tangki bahan bakar @ 1,09 ton).
 - c. 4 tangki bahan balas (TAB1-PS = 8,21 ton; TAB1-SB = 8,21 ton; TAB2-PS = 10,39 ton; TAB2-SB = 11,18 ton).
- 3) Kondisi ketiga dimana kapal di asumsikan dalam pelayaran, 76 penumpang, 8 crew, truck 7 unit, kondisi tangki air tawar (P/S) 100%, air balas (P/S) 75 %, dan tangki bbm (P/S) 100%.
- a. 3 tangki air tawar (TAT-PS = 7,63 ton; TAT-SB = 7,63 ton; TAT-CL = 10,89 ton).
 - b. 2 tangki bahan bakar @ 10,9 ton.
 - c. 4 tangki bahan balas (TAB1-PS = 6,16 ton; TAB1-SB = 6,16 ton; TAB2-PS = 7,79 ton; TAB2-SB = 8,38 ton).
- 4) Kondisi ke empat dimana kapal diasumsikan dalam pelayaran sampai tujuan, 76 penumpang, 8 crew, truck 7 unit, kondisi tangki air tawar (P/S) 10%, air balas (P/S) 50%, dan tangki bbm (P/S) 10%.
- a. 3 tangki air tawar (TAT-PS = 0,76 ton; TAT-SB = 0,76 ton; TAT-CL = 1,08 ton).
 - b. 2 tangki bahan bakar @ 1,09 ton.
 - c. 4 tangki bahan balas (TAB1-PS = 4,1 ton; TAB1-SB = 4,1 ton; TAB2-PS = 5,19 ton; TAB2-SB = 5,59 ton).
- 5) Kondisi kelima dimana kapal diasumsikan sedan akan berangkat berlayar keluar dermaga, 76 penumpang, 8 crew, truck 7 unit, kondisi tangki air tawar (P/S) 100%, air balas (P/S) 0%, dan tangki bbm (P/S) 100%
- a. 3 tangki air tawar (TAT-PS = 7,63 ton; TAT-SB = 7,63 ton; TAT-CL = 10,89 ton).
 - b. 2 tangki bahan bakar (TBB-PS = 10,96 ton; TBB-SB = 10,96 ton).

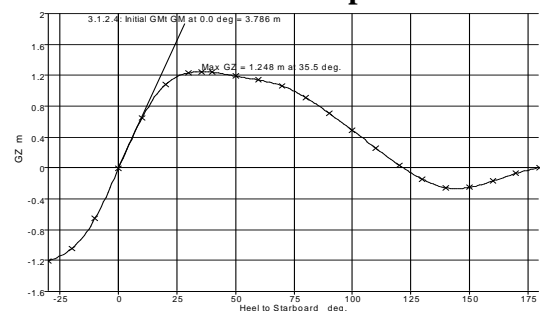
- c. 4 tangki bahan balas masing-masing 0 ton.
- 6) Kondisi ke enam diasumsikan kapal tanpa balas dan air tawar, penumpang, 8 crew, truck 7 unit, kondisi tangki air tawar (P/S) 10%, air balas (P/S) 0%, dan tangki bbm (P/S) 10%.
- a. 3 tangki air tawar (TAT-PS = 0,76 ton; TAT-SB = 0,76 ton; TAT-CL = 1,08 ton).
 - b. 2 tangki bahan bakar @ 1,09 ton.
 - c. 4 tangki bahan balas @ 0 ton.



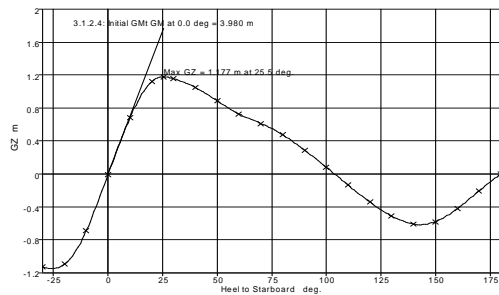
Gambar 4. Grafik GZ pada kondisi 1



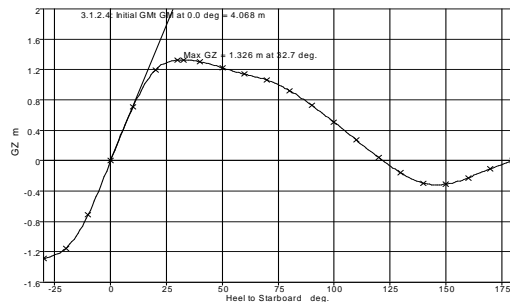
Gambar 5. Grafik GZ pada kondisi 2



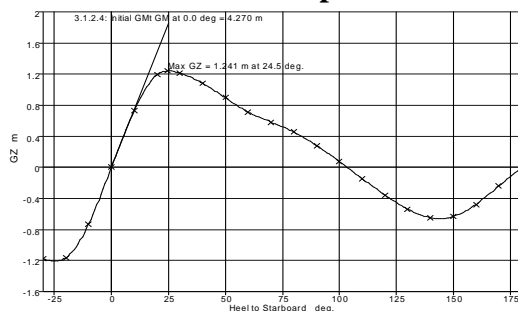
Gambar 6. Grafik GZ pada kondisi 3



Gambar 7. Grafik GZ pada kondisi 4



Gambar 8. Grafik GZ pada kondisi 5



Gambar 7. Grafik GZ pada kondisi 6

4.3 Stabilitas Berdasarkan IMO

- 1) Hasil analisa perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18)Ch3 kriteria daerah bawah GZ dengan sudut oleng $0^\circ - 30^\circ$ dengan nilai *requirement* 3,151 m deg.

Tabel 1. Area GZ ($0^\circ - 30^\circ$)

Kondisi	Criteria	
	Area $0^\circ - 30^\circ$	
	LCT	Status
1	0,634	Fail
2	23,845	Pass
3	23,930	Pass
4	24,433	Pass
5	26,249	Pass
6	26,008	Pass

Tabel 1 menunjukkan bahwa kondisi muatan penuh tidak memenuhi

persyaratan karena bernilai kurang dari 3,151 m deg, sedangkan kondisi 2-6 memenuhi persyaratan.

- 2) Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18)Ch3 kriteria daerah bawah GZ dengan sudut oleng $0^\circ - 40^\circ$ dengan nilai *requirement* 5,157 m deg.

Tabel 2. Area GZ ($0^\circ - 40^\circ$)

Kondisi	Criteria	
	Area $0^\circ - 40^\circ$	
	LCT	Status
1	0,6357	Fail
2	35,188	Pass
3	36,369	Pass
4	35,517	Pass
5	39,450	Pass
6	37,532	Pass

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kondisi muatan penuh tidak memenuhi persyaratan karena bernilai kurang dari 5,157 m deg, sedangkan kondisi 2-6 memenuhi persyaratan.

- 3) Hasil running perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18)Ch3 kriteria daerah bawah GZ dengan sudut oleng $30^\circ - 40^\circ$ dengan nilai *requirement* 1,719 m deg.

Tabel 3. Area GZ ($30^\circ - 40^\circ$)

Kondisi	Criteria	
	Area $30^\circ - 40^\circ$	
	LCT	Status
1	0,001	Fail
2	11,342	Pass
3	12,438	Pass
4	11,084	Pass
5	3,201	Pass
6	11,523	Pass

Tabel 3 menampilkan kondisi 1 memiliki nilai yang dipersyaratkan sebesar 1,719 m deg. Kondisi 2-6 memenuhi kriteria yang disyaratkan.

- 4) Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria nilai GZ yang disyaratkan 0,2 m.

Tabel 4. Nilai GZ lebih dari 30°

Kondisi	Criteria	
	GZ at 30° Greater	
	LCT	Status
1	0,002	Fail
2	1,163	Pass
3	1,248	Pass
4	1,157	Pass
5	1,326	Pass
6	1,212	Pass

Tabel 4 menampilkan kondisi 1 memiliki nilai yang dipersyaratkan sebesar 0,2 m. Kondisi 2-6 memenuhi kriteria yang disyaratkan.

- 5) Hasil analisa perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18)Ch3 kriteria sudut yang dipersyaratkan nilai *requirement* 25° pada nilai GZ maksimum.

Tabel 5. Nilai GZ max.

Kondisi	Criteria	
	Angel GZ of Max	
	LCT	Status
1	10	Fail
2	27,3	Pass
3	35,5	Pass
4	25,5	Pass
5	32,7	Pass
6	25	Pass

Tabel 5 menampilkan kondisi 1 bernilai 10° pada nilai GZ maksimum sehingga tidak memenuhi persyaratan. Kondisi 2-6 memenuhi kriteria yang disyaratkan.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisa teknis hidrostatis, stabilitas dan olah gerak pada kapal *LCT 200 GT*, penulis menyimpulkan bahwa:

- 1) *LCT 200 GT* memiliki karakteristik hidrostatis displacement (359, 0 ton), Wetted Surface Area (303, 037 m²), Cb (0,672), KB (1.188 m), Prismatic koefisien (0,750), dan Longitudinal Center of buoyancy (-1,466 m dari midship).

- 2) Dari analisa teknis stabilitas kapal, menerangkan bahwa hasil perhitungan stabilitas untuk *LCT 200 GT* pada kondisi 1 (full load condition) parameter tidak memenuhi kriteria karena nilai *gravity* yang telah distandarkan oleh IMO terlalu besar.
- 3) Kondisi 2-6 secara umum memenuhi kriteria sehingga menjadi pertimbangan untuk pengaturan beban dan muatan kapal pada kondisi operasionalnya.

6. Ucapan Terima Kasih

Kami dari hati yang paling dalam mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini terutama mahasiswa, teknisi Jurusan Teknik Perkapalan. Dan secara khusus kami mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis yang telah mendukung penelitian ini.

7. Daftar Pustaka

- Biran, A.B. 2003. Ship Hydrostatics and Stability. USA: Butterworth-Heinemann.
- Hind, J.A. 1982. Stability and Trim of Fishing Vessels and Other Small Ships. Second Edition. Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England.
- Lewis, Edward V.1988. Principal of Naval Architecture Second Revision Volume I Stability and Strength. Jersey City, NJ: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Taylor, L.G. 1977. The Principles of Ship Stability. Brown, Son & Publisher, Ltd., Nautical Publisher, 52 Darnley Street. Glasgow.