

DESAIN KAPAL TANKER 3500 DWT

Marcel Winfred Yonatan ¹

Pembimbing: Prof.Dr.Ir. Ricky Lukman Tawekal ²

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jalan Ganesha 10 Bandung 40123

koomarcel@yahoo.co.kr ¹ ricky@ocean.itb.ac.id ²

Kata Kunci: desain kapal, tahanan kapal, *section modulus* rangka, tebal pelat, analisis stabilitas statis

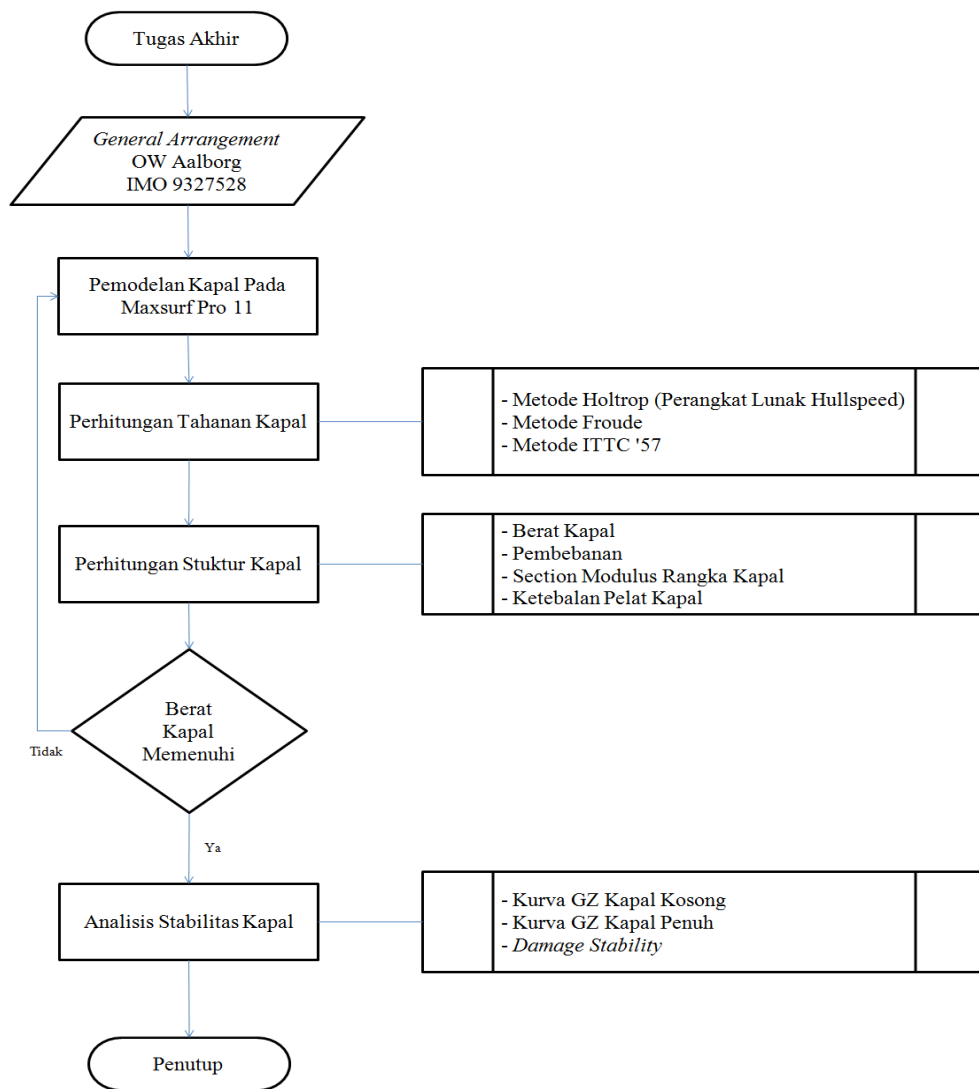
Key words: ship design, ship resistance, section modulus of the ship frames, frame thickness, static stability analysis

PENDAHULUAN

Sebagai Negara kepulauan terbesar di dunia, transportasi laut di Indonesia memiliki peranan yang penting dalam upaya menyejahterakan masyarakat dan meningkatkan perekonomian negara. Hingga saat ini, transportasi laut masih menjadialat transportasi yang paling efektif dalam hal mendistribusikan barang, terlebih untuk minyak bumi. Seperti yang telah diketahui bersama, bahwa hampir seluruh harga barang dan jasa sangat bergantung pada ketersediaan minyak bumi. Karena itu, diperlukan suatu alat transportasi, salah satunya berupa kapal tanker, untuk mempercepat proses distribusi minyak tersebut.

TEORI DAN METODOLOGI

Pengerjaan desain kapal tanker ini terdiri dari empat bagian, yaitu mendesain kapal, menghitung tahanan kapal, menghitung struktur kapal berupa *section modulus* dari rangka kapal dan tebal pelat yang digunakan, dan analisis stabilitas statis kapal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 1** di bawah ini, mengenai diagram alir dari pengerjaan Tugas Akhir.



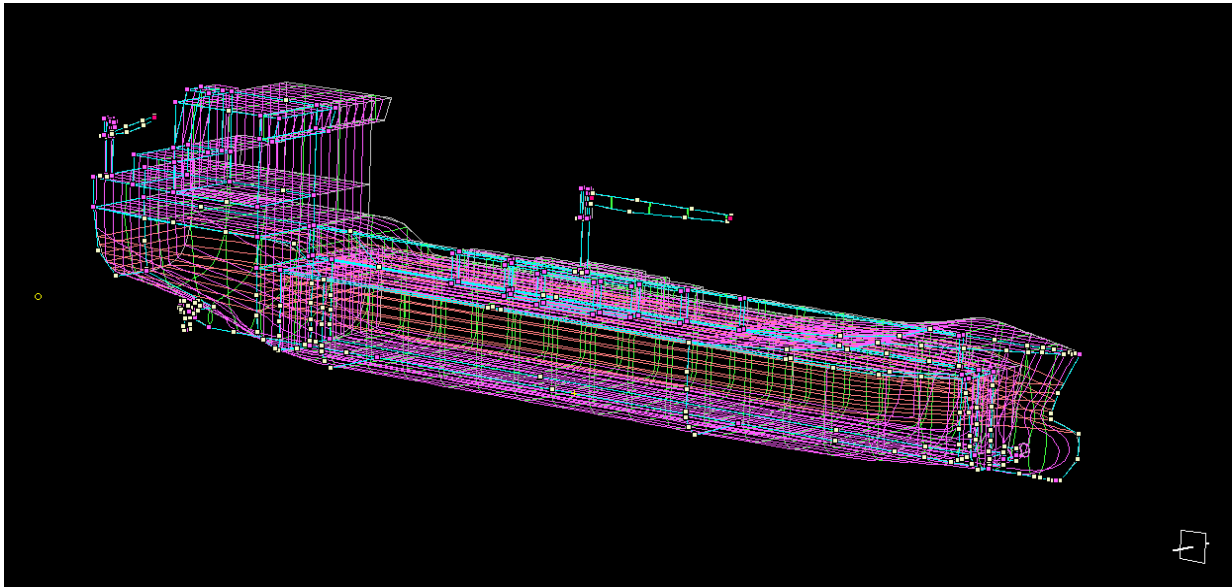
Gambar 1 Diagram Alir Tugas Akhir

Desain kapal dilakukan pada perangkat lunak Maxsurf Pro 11, sesuai dengan *general arrangement* dari kapal tanker OW Aalborg. Pada *general arrangement* tersebut terdapat beberapa data seperti DWT, LOA, LBP, lebar, draft, dan tinggi kapal serta beberapa potongan gambar (misalnya, potongan pada tangki kargo, tangki ballast, dan lainnya). Setelah itu, kapal hasil desain pada Maxsurf Pro 11 dihitung besar nilai tahananannya dengan tiga metode, yaitu dengan Metode Holtrop (pada perangkat lunak Hullspeed), Metode Froude, dan Metode ITTC '57. Perhitungan tahanan kapal dilakukan untuk mencari bentuk yang paling ideal dari lambung kapal. Setelah itu, dilakukan perhitungan struktur kapal berupa *section modulus* dari rangka kapal dan tebal pelat. Perhitungan struktur kapal dimaksudkan untuk mendapatkan nilai izin minimal dari kedua hal tersebut. Perhitungan ini dilakukan sesuai dengan aturan pada Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) volume II tahun 2001. *Section modulus* rangka merupakan syarat dari kekuatan rangka pada suatu struktur kapal. Selanjutnya, analisis stabilitas kapal dilakukan pada perangkat lunak Hydromax dan hanya akan dibahas mengenai stabilitas statis kapal. Analisis stabilitas ini dimaksudkan untuk mendapatkan besar dari *righting arm* pada tiap sudut kemiringan kapal, dari kapal dalam kondisi tegak hingga stabilitas kapal hilang. Analisis ini dilakukan dalam tiga kondisi kapal, yaitu saat kapal kosong (tangki ballast penuh dan tangki kargo kosong), saat kapal bermuatan penuh (tangki ballast

kosong dan tangki kargo penuh), dan saat kapal mengalami kebocoran pada dua kompartemen kargo dan ballast (*damage stability*).

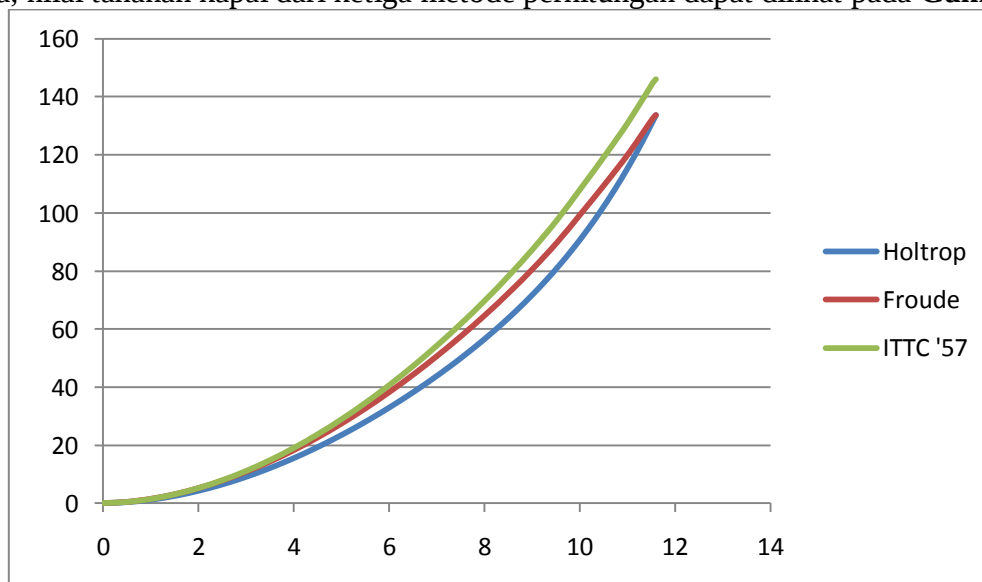
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pemodelan kapal pada perangkat lunak Maxsurf Pro 11 dapat dilihat pada **Gambar 2** di bawah ini.



Gambar 2 Hasil Pemodelan

Selanjutnya, nilai tahanan kapal dari ketiga metode perhitungan dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai Tahanan Kapal

Ketiga nilai tahanan tersebut berbeda dikarenakan oleh masing-masing metode mempunyai kriteria asumsi tersendiri dalam perhitungannya. Misalnya, pada Metode Froude hanya diperhitungkan komponen tahanan gesek dan tahanan sisa, pada Metode ITTC '57 diperhitungkan tahanan tambahan kapal dari bentuk kapal, dan pada Metode Holtrop hampir memperhitungkan seluruh

komponen tahanan. Fungsi dari Metode Holtrop adalah untuk prediksi awal berdasarkan statistik, sedangkan Metode Froude dan ITTC '57 adalah untuk menganalisis nilai tahanan berdasar pemodelan. Pada perhitungan struktur kapal, didapatkan hasil mengenai nilai minimum dari *section modulus* rangka dan tebal pelat kapal yang diizinkan. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 1 Section Modulus Rangka Kapal

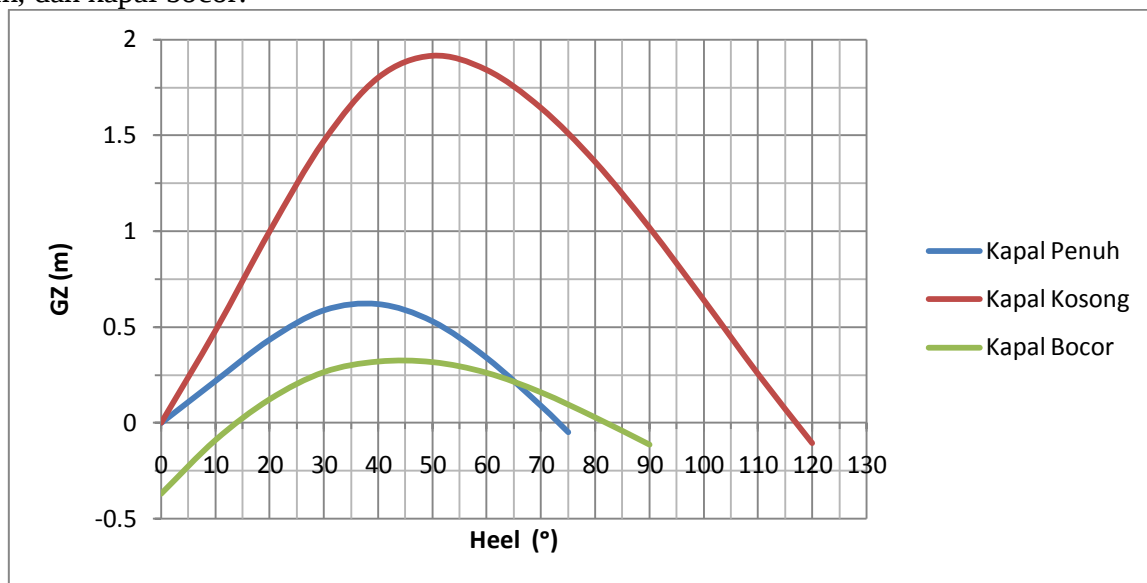
Rangka	Bagian kapal	Section modulus (cm ³)
<i>Main Frames</i>	buritan	99.62
	tengah kapal	82.64
	haluan	109.82
<i>Web Frames</i>	buritan	531.33
	tengah kapal	440.72
	haluan	585.69
<i>Deck Beams</i>	buritan	30.88
	tengah kapal	40.44
	haluan	33.60
<i>Bottom Frames</i>	buritan	110.93
	tengah kapal	142.30
	haluan	118.21
	lambung dalam kapal	98.99
<i>Deck Girder</i>	buritan	109.81
	tengah kapal	99.83
	haluan	119.46
<i>Tank Girder</i>	buritan	196.64

Tabel 2 Tebal Pelat Kapal

Lokasi	Bagian kapal	Pelat (mm)
Geladak	Buritan	6.78
	Tengah kapal	8.27
	Haluan	6.78
Sisi kapal di bawah air	Buritan	10.69
	Tengah kapal	9.73
	Haluan	11.22
	Depan	15.94
Sisi kapal di atas air	Buritan	9.15
	Tengah kapal	7.49
	Haluan	9.99
Alas kapal	Buritan	11.21
	Tengah kapal	12.04
	Haluan	11.59
	Haluan (<i>slamming</i>)	11.58
Lajur Bilga	Buritan	11.21
	Tengah kapal	12.04

Alas dalam kapal	Haluan	11.59
	Buritan	
	Tengah kapal	6.88
	Haluan	6.58

Setelah nilai tersebut didapat, dilakukan pengecekan pada perangkat lunak Maxsurf Pro 11 terhadap berat kapal yang sudah diperhitungkan ketebalan pelatnya. Jika berat kapal tersebut terlalu besar (jauh lebih besar dari LWT yang diperkirakan), maka dilakukan pemodelan ulang terhadap lambung kapal. Pada analisis stabilitas kapal, data yang didapat berupa nilai *righting arm*. Nilai dari *righting arm* tersebut harus memenuhi kriteria kapal stabil sesuai dengan IMO Resolution A.749(18). Pada **Gambar 4** di bawah ini, dapat dilihat grafik *righting arm* saat kapal kosong, kapal bermuatan penuh, dan kapal bocor.



Gambar 4 *Righting Arm*

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kemiringan maksimum dan nilai GZ pada kapal kosong lebih besar dari kemiringan maksimum pada kapal bermuatan penuh dan kapal bocor. Karena itu, kapal kosong memiliki daerah stabilitas yang paling besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan tahanan kapal, nilai dari tahanan kapal hasil desain yang dihitung dengan menggunakan Metode Holtrop mendekati nilai tahanan kapal dari kapal OW Aalborg, yang dihitung dengan perhitungan manual. Hal tersebut menunjukkan bahwa bentuk badan kapal hasil desain menyerupai bentuk kapal OW Aalborg.

Berdasarkan hasil perhitungan struktur kapal, nilai dari *section modulus* dan tebal pelat yang didapat merupakan nilai minimal dari masing-masing bagian yang sudah memperhitungkan faktor keamanan dan faktor *buckling*, menurut BKI tahun 2001, sehingga telah memenuhi syarat dapat dipergunakan dalam desain yang sesungguhnya. Nilai *section modulus* yang paling besar terdapat pada *web frames* karena merupakan rangka penahan utama dalam badan kapal. Nilai tebal pelat yang paling besar terdapat pada sisi depan kapal karena fungsi dari bagian tersebut sebagai alat untuk menerobos air.

Berdasarkan hasil analisis stabilitas kapal, didapat kesimpulan kapal hasil desain memenuhi kriteria stabilitas menurut IMO Resolution A.749(18). Kapal kosong mempunyai daerah stabilitas yang lebih besar daripada kapal bermuatan penuh dan kapal bocor. Selama kapal memiliki nilai *righting arm* yang positif, kapal tersebut dapat kembali ke posisi stabilnya, meskipun kapal tersebut mengalami kebocoran pada beberapa kompartemen.

DAFTAR PUSTAKA

- Comstock, J.P. (1967). *Principles of Naval Architecture*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers
- Harvald, SV. Aa. (1992). *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Rawson, K.J dan Tupper, E.C. (1983). *Basic Ship Theory Volume 1*. Oxford: Longman Group Ltd.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2001). Rules for The Classification and Construction of Seagoing Steel Ships Volume II: *Rules For Hull*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Lloyd's Register. (2007). Lloyd's Register Rulefinder Version 9.7: *Rules and Regulations*. England: Lloyd's Register.
- Lloyd's Register. (2007). Lloyd's Register Rulefinder Version 9.7: *Statutory Documents*. England: Lloyd's Register.
- Ricky Lukman Tawekal. KL-4131 Dasar-dasar Teknik Perkapalan. Bandung: Penerbit ITB.