



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA STABILITAS DAN KEKUATAN TRANSVERSAL
KAPAL PENUMPANG 94 PAX PENYEBERANGAN MUARA
ANGKE KE PULAU TIDUNG**

SKRIPSI

Herman Saputra

08 06 45 9204

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA STABILITAS DAN KEKUATAN TRANSVERSAL
KAPAL PENUMPANG 94 PAX PENYEBERANGAN MUARA
ANGKE KE PULAU TIDUNG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Herman Saputra

08 06 45 9204

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JULI 2012**

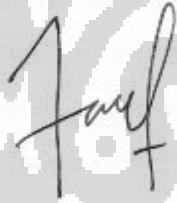
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Herman Saputra

NPM : 0806459204

Tanda Tangan :



Tanggal : 9 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Herman Saputra
NPM : 0806459204
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Analisa Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94
Pax Penyeberangan Muara Angke ke Pulau Tidung

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Hadi Tresno Wibowo, M.T.

Penguji : Ir. M. A. Talahatu, M.T

Penguji : Ir. Sunaryo, Ph.D

Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Sc, M. Eng

Penguji : Ir. Mukti Wibowo

Ditetapkan di : Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok

Tanggal : 2 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Perkapalan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

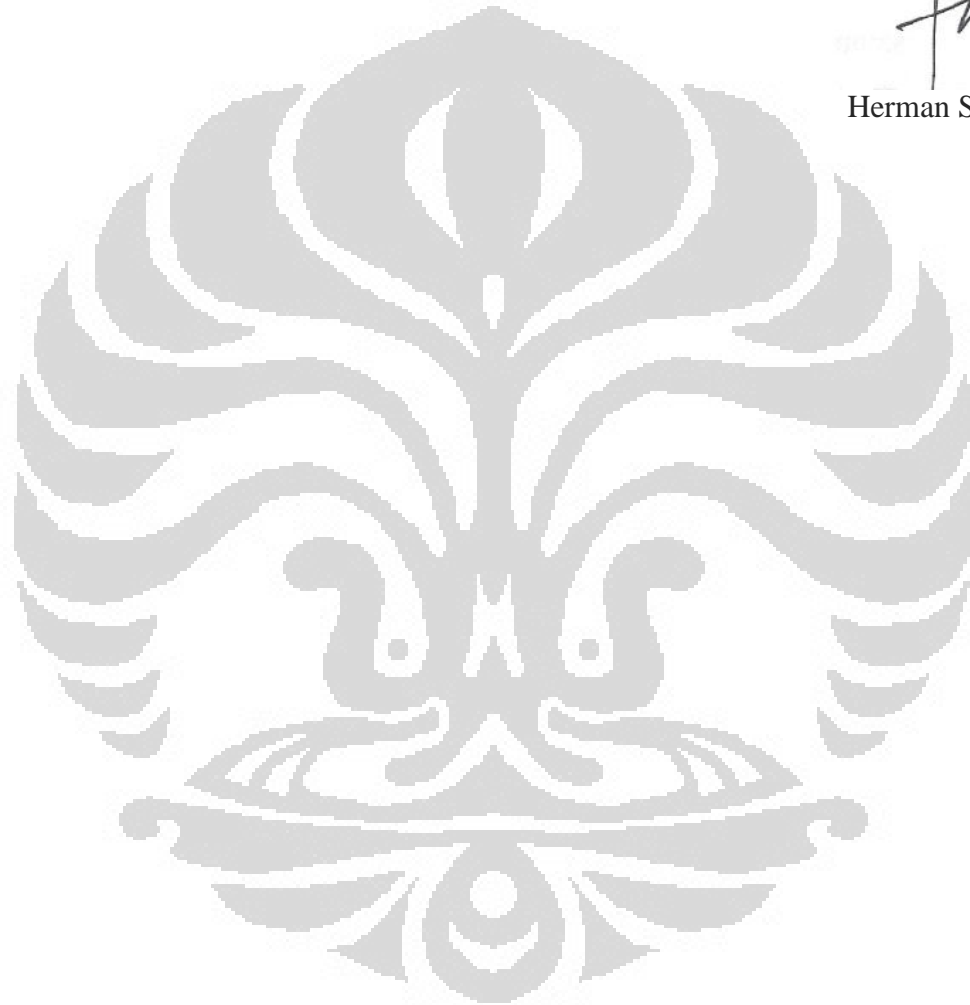
- (1) Ir. Hadi Tresno W. M.T., selaku dosen pembimbing serta seluruh dosen teknik perkapalan UI yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Pihak PT. Karya Amal Reka yang telah banyak membantu dalam mengarahkan saya dalam perancangan kapal;
- (3) Orang tua saya Aspen Aruan, S.E., Florida Manurung, kakak dan adik saya Jaywaine B Aruan, S.T., Herry Indra Aruan, Johan Indrianto Aruan, Antoni Aruan dalam member dukungan material dan moral;
- (4) M.Baqi, S.T selaku asisten dosen yang telah meluangkan waktu untuk melakukan tutor Maxsurf;
- (5) M. Arif Budianto, S.T. selaku senior yang telah meluangkan waktu untuk melakukan tutor CATIA;
- (6) Sahabat saya Vincencius Simamora selaku partner dikala susah dan senang;
- (7) Iqbal Adi Kumbara, Helmi D, teman yang setia telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- (8) Teman – teman jurusan Teknik Mesin dan Teknik Perkapalan, khususnya angkatan 2008 yang telah bersama – sama mengukir kisah perjalanan hidup di FT UI;
- (9) Para sahabat dan semua pihak yang telah membantu dalam bentuk doa yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 9 Juli 2012



Herman Saputra



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herman Saputra
NPM : 0806459204
Program Studi : Teknik Perkapalan
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Analisa Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94 Pax
Penyeberangan Muara Angke ke Pulau Tidung**

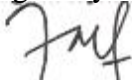
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 9 Juli 2012

Yang menyatakan,


Herman Saputra

ABSTRAK

Nama : Herman Saputra
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul : Analisa Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94
Pax Penyeberangan Muara Angke ke Pulau Tidung

Salah satu bentuk inovasi untuk mengurangi waktu pengerjaan produksi kapal dan biayaproduksi kapal yakni membuat lambung kapal dengan bentuk sambungan pelat-pelat baja tanpa adanya proses *bending* atau pembentukan lengkungan pada lambung kapal untuk mendapatkan bentuk lambung yang *streamline*. Secara teknis inovasi pembuatan lambung kapal dengan metode pelat datar memiliki pengaruh dalam perubahan stabilitas dan kekuatan transversal kapal. Maka dari itu perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan tersebut terhadap keselamatan kapal.

Pada penelitian ini analisa stabilitas kapal dilakukan dengan pendekatan *software* maxsurf. Untuk perhitungan stabilitas standar yang dipakai adalah IMO . Untuk perhitungan kekuatan transversal kapal dipakai standar dari biro klasifikasi Indonesia (BKI) dan dilakukan pendekatan pemodelan analisis kekuatan transversal menggunakan *Software* CATIA.

Dari hasil analisa diperoleh stabilitas kapal yang baik dan telah memenuhi kriteria IMO. Ditinjau dari dari kekuatan transversal dengan pemodelan *midship* kapal sebesar minimal 0.4L. Pada kondisi pertama *midship* ini memiliki tegangan maksimum yang bekerja pada dasar bulkhead sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Pada kondisi kedua dasar *bulkhead midship* kapal dibuat lengkungan setinggi 384 mm dan memiliki tegangan maksimum yang bekerja sebesar $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Pada kondisi ketiga dasar *bulkhead midship* kapal dibuat lengkungan setinggi 150 mm dan memiliki tegangan maksimum yang bekerja sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Faktor keamanan pada kondisi pertama sebesar 1.25, kondisi kedua sebesar 1.85 dan kondisi ketiga sebesar 1.85.

Kata kunci: Kapal Pelat Datar, Kekuatan Transversal, Catia, Stabilitas Kapal, Muara Angke, Pulau Tidung.

ABSTRACT

Name : Herman Saputra
Major : Naval Architecture
Title : Stability and Transversal Strength Analysis of Passenger Ship 94
Pax Crossing from Muara Angke to Pulau Tidung

One form of innovation to reduce the time spent on the production of ships and ship production costs is make a connection to the shape steel plates in the hull without bending or forming process on the curvature the hull to get a streamline hull shape. Technically innovation method of make the ship's hull with a flat plate have an influence in change the stability and strength of the transverse vessels. Thus it is necessary for the calculation to determine how much influence these changes to the safety of the ship.

In this research the stability of ship use Maxsurf Software approach. For the calculation of Ship stability use standard IMO. For the calculation of the transverse strength of ships use standard Bureau Classification Indonesia (BKI) and modeling approaches transverse strength analysis use CATIA Software.

From the results is obtained analysis of ship stability is good and has fulfilled criteria IMO. Review from the modeling of the transverse strength at least ship midship 0.4L. On the first condition in midship has maximum working stress on the base bulkhead is $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. On the second condition in midship bulkhead have arch as high as 384 mm and maximum working stress is $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. On the third condition in midship bulkhead has arch as high as 150 mm and maximum working stress is $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Safety factor in the first condition is 1.25, second condition is 1.85, and third condition is 1.85.

Keywords: Flat Plate Hull Ship, Transversal Strength, CATIA, Ship Stability, Tidung Island, Maxsurf

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Metodologi Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
2. LANDASAN TEORI	5
2.1 Kapal Penumpang	5
2.1.1 Pengertian Kapal Penumpang	5
2.1.2 Tujuan Perancangan Kapal	5
2.1.3 Aspek-Aspek Perancangan Kapal	6
2.2 Tahap-Tahap Perancangan Kapal	6
2.2.1 Pengumpulan Data	7
2.2.2 Konsep Desain	8
2.3 Prarancangan	8
2.4 Ukuran Utama	9
2.5 Hambatan Kapal	10
2.5.1 <i>Viscous Resistance</i>	11
2.5.2 <i>Appendages Resistance</i>	12
2.5.3 <i>Wave Making Resistance</i>	13
2.5.4 <i>Model Ship Corelation Allowance</i>	14
2.6 Stabilitas Kapal	15
2.6.1 Titik-titik Penting Dalam Stabilitas Kapal	17
2.6.2 Momen Penegak	18
2.6.3 Periode Oleng	20
2.6.4 Kriteria Stabilitas	21
2.7 Kekuatan Kapal	22
2.7.1 Kekuatan Melintang	22
2.7.2 Konsep Metode Elemen Hingga	22

3. PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN	29
3.1 Perancangan Kapal	29
3.2 Rencana Garis	29
3.3 Perhitungan Ukuran Utama Kapal	29
3.4 Rencana Umum Kapal	32
3.5 Estimasi Tenaga Penggerak	33
3.6 Perhitungan LWT	35
3.7 Perhitungan <i>Machinery</i>	36
3.8 Perhitungan <i>Consumable</i>	39
3.9 Perhitungan <i>Equipment</i> dan Akomodasi	40
3.10 Perhitungan Total Berat	41
3.11 Rencana Pemuatan	42
3.12 Kontruksi Kapal	42
3.13 Pembuatan Pemodelan Lambung di CATIA	43
4. ANALISIS STABILITAS DAN KEKUATAN <i>TRANSVERSAL</i>.....	44
4.1 Analisa Stabilitas	44
4.2 Perencanaan <i>Load Case</i>	44
4.3 Analisis Kekuatan Transversal dengan <i>Software</i> CATIA	90
4.3.1 Pembuatan Kapal.....	90
4.3.2 <i>Generative Structural Analysis</i> Kapal Pelat Datar	91
4.3.3 Batasan Simulasi	93
4.3.4 Diagram Alir Simulasi	93
4.3.5 Pemodelan <i>Midship</i> Kapal	95
4.3.6 Simulasi <i>Midship</i> Kapal Pelat Datar.....	95
4.3.7 Mendefinisikan <i>Material Properties</i>	96
4.3.8 Memasukan Jenis Analisa	96
4.3.9 Memasukan Pembebanan (<i>Pressure</i>)	97
4.3.10 Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software</i> CATIA Kondisi 1.....	98
4.3.11 Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software</i> CATIA Kondisi 2.....	100
4.3.12 Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software</i> CATIA Kondisi 3.....	102
4.4 Hasil Analisa Tegangan Maksimum	104
4.5 Perhitungan Faktor Keamanan	104
5. KESIMPULAN DAN SARAN	106
5.1 Kesimpulan	106
5.1 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.	Desain Spiral Buku <i>Ship Construcion</i>	7
Gambar 2.4.	Ukuran Utama Kapal	9
Gambar 2.6.1.	Ilustrasi Posisi Ketiga Titik Utama	18
Gambar 2.6.2.	Momen Penegak	18
Gambar 2.6.2.1	Contoh Kurva Lengan Stabilitas.....	19
Gambar 2.7.3.1.	Pembebanan Pada Sisi dan Dasar Kapal	25
Gambar 2.9.1.	Enam Komponen Tegangan	27
Gambar 3.3.1.	<i>Persepektif</i> dan <i>Bootom KapalCraft</i>	30
Gambar 3.3.2.	<i>Profil View</i>	30
Gambar 3.3.3.	<i>Body Plan</i>	31
Gambar 3.3.4.	<i>Frame of Reference</i>	31
Gambar 3.3.5.	SAC	31
Gambar 3.3.6.	Perhitungan Hidrostatik kapal	32
Gambar 3.4.	<i>General Arragement</i> Kapal	32
Gambar 3.5.	<i>Insert Analisis</i>	33
Gambar 3.5.1.	<i>Input</i> Kecepatan Kapal	33
Gambar 3.5.2.	Hambatan Kapal Contoh	33
Gambar 3.5.3.	<i>Marine Engine</i> Yanmar Tipe 4BY150	34
Gambar 3.7.	Brosur Mesin Utama Kapal	38
Gambar 3.7.1.	Geometri Mesin Utama.....	39
Gambar 3.13	Penampang Samping, Belakang, Persepektif	43
Gambar 4.2.	<i>Profil View Load Case Window</i> pada Hidromax	45
Gambar 4.2.1.	<i>Profil View Load Case Window</i> pada Hidromax	45
Gambar 4.2.2.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 100% FOT 100%	48
Gambar 4.2.3.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 100% FOT 75%	52
Gambar 4.2.4.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 100% FOT 50%	56
Gambar 4.2.5.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 75% FOT 100%	60
Gambar 4.2.6.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 50% FOT 100%	64
Gambar 4.2.7.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 25% FOT 100%	68
Gambar 4.2.8.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 10% FOT 100%	72
Gambar 4.2.9.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 0% FOT 100%	76
Gambar 4.2.9.	Grafik Lengan Stabilitas Penumpang 50% FOT 75%	80
Gambar 4.3.	<i>Start Up</i> Aplikasi CATIA	90
Gambar 4.3.1.	<i>Hull</i> Kapal Pelat Datar	90
Gambar 4.3.2.	Salah Satu <i>Part</i> Kapal	91
Gambar 4.3.3.	Kontruksi Kapal Pelat Datar yang Telah di <i>Assambly</i>	91
Gambar 4.3.4.	Kontruksi Kapal Pelat Datar yang Telah di <i>Mesh</i>	92
Gambar 4.3.5.	<i>Mesh Midship</i> Kapal	92
Gambar 4.3.6.	Diagram Alir Pemodelan dan Simulasi	94
Gambar 4.3.7.	Hasil <i>Inport</i> yang Telah Di <i>Mesh</i>	95
Gambar 4.3.8.	<i>Input Material Properties</i>	96

Gambar 4.3.9.	<i>Insert Static Case</i>	96
Gambar 4.3.10.	<i>Insert</i> Pembebanan pada Dasar Kapal	97
Gambar 4.3.11.	<i>Insert</i> Pembebanan pada Sisi Kapal	97
Gambar 4.3.12.	<i>Midship</i> Kapal yang Dikenai Pembebanan	98
Gambar 4.3.13.	Hasil Analisa Pelat pada Dasar Kapal	98
Gambar 4.3.14.	Hasil Analisa Pelat pada <i>Midship</i> Kapal	99
Gambar 4.3.15.	Hasil Analisa <i>Bulkhead</i> Kapal	99
Gambar 4.3.16.	Hasil Analisa <i>Midship</i> Kapal	100
Gambar 4.3.17.	Hasil Analisa Pelat pada Dasar Kapal	100
Gambar 4.3.18.	Hasil Analisa <i>Bulkhead</i> Kapal dengan Lengkungan 384 mm	101
Gambar 4.3.19.	Hasil Analisa <i>Midship</i> Kapal	102
Gambar 4.3.20.	Hasil Analisa Pelat pada Dasar Kapal	102
Gambar 4.3.18.	Hasil Analisa <i>Bulkhead</i> Kapal dengan Lengkungan 150 mm	103



DAFTAR TABEL

Tabel 1.4.	Ukuran Utama Kapal.....	10
Tabel 2.5.1.	Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus	12
Tabel 2.5.2.	Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus	13
Tabel 2.5.3.	Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus	14
Tabel 2.5.4.	Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus	15
Tabel 2.7.3.	Nilai Cf BKI Vol II Tahun 2001	24
Tabel 3.3.	Ukuran Utama	30
Tabel 3.5.	Distribusi Hambatan Kapal	34
Tabel 3.6.1.	Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus.....	36
Tabel 3.7.	Pemilihan Mesin Utama	38
Tabel 3.7.1	Pemilihan Mesin Utama	38
Tabel 3.8.	Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus.....	39
Tabel 3.9.	Item Perlengkapan Kapal	40
Tabel 3.10.	Perhitungan Berat Total.....	41
Tabel 4.2.1.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 100% FOT 100%.....	46
Tabel 4.2.2.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	48
Tabel 4.2.3.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 100% FOT 75%.....	50
Tabel 4.2.4.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	52
Tabel 4.2.5.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 100% FOT 50%.....	54
Tabel 4.2.6.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	56
Tabel 4.2.7.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 75% FOT 100%.....	58
Tabel 4.2.8.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	60
Tabel 4.2.9.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 50% FOT 100%.....	62
Tabel 4.2.10.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	64
Tabel 4.2.11.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 25% FOT 100%.....	66
Tabel 4.2.12.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	68
Tabel 4.2.13.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 10% FOT 100%.....	70
Tabel 4.2.14.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	72
Tabel 4.2.15.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 0% FOT 100%.....	74
Tabel 4.2.16.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	76
Tabel 4.2.17.	<i>Load Case</i> pada Kondisi Penumpang 50% FOT 75%.....	78
Tabel 4.2.18.	Output Grafik Lengan Stabilitas.....	80
Tabel 4.2.18.	Hasil <i>Input</i> Kriteria Stabilitas IMO	82

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai Negara maritim, angkutan laut merupakan sarana transportasi yang sangat vital bagi Indonesia. Hampir 85% distribusi barang dan personal menggunakan sarana angkutan laut sebagai sarana transportasi utama. Salah satu jenis angkutan laut yang paling penting untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau lainnya adalah kapal penyeberangan. Ketentuan yang harus dipenuhi adalah keamanan dan keselamatan penumpang yang harus memenuhi persyaratan stabilitas dan kekuatan kapal berdasarkan standar keselamatan yang berlaku. Untuk itu, kapal rancangan yang akan dioperasikan dari Muara Angke menuju Pulau Tidung perlu dilakukan analisis teknis yang meliputi analisis stabilitas dan kekuatan transversal kapal untuk memenuhi kriteria keselamatan berdasarkan aturan yang berlaku yaitu standar keselamatan *International Maritime Organization (IMO)*.

Pada kapal penumpang pelat datar ini didesain sebagai kapal penyebrangan lintas Muara Angke ke Pulau Tidung harus dianalisis stabilitas dan kekuatannya untuk keselamatan kapal dan penumpang. Dengan berkembangnya teknologi maka untuk mengetahui dan menghitung stabilitas kapal ini menggunakan *Software HidromaxPro* untuk lebih akurat hasilnya, dan untuk mengetahui kekuatan *transversal* kapal ini akan dia analisis menggunakan CATIA disamping itu juga akan diperhatikan hasil pengujian apakah hasil pengujian tersebut dengan permodelan dan perhitungan dengan *Software HidromaxPro* dan CATIA memenuhi kriteria keselamatan IMO.

Dengan mengetahui pemenuhan kriteria keselamatan IMO, maka kapal ini dapat dianalisa untuk perbaikan stabilitas dan kontruksi sesuai dengan kriteria yang berlaku tersebut. Disamping itu, Kapal pelat datar ini termasuk kapal *Non Class* yang perhitungan stabilitas dan kontruksinya menggunakan rules BKI 2001.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan menggunakan *Software HidromaxPro* untuk menganalisis hasil pengujian kemiringan untuk mendapatkan hasil perhitungan stabilitas pada Kapal pelat datar ini sesuai kriteria stabilitas dari *International Maritim Organization* (IMO) . Menganalisis hasil kekuatan kontruksi transversal kapal dengan pengujian pembebanan hidrostatik berdasarkan BKI vol II tahun 2001.

1.3. Batasan Masalah

- Fokus pembahasan dalam tugas akhir ini adalah analisis teknis kapal yang meliputi stabilitas dan kekuatan transversal kapal berdasarkan *general arragement*.
- Analisis stabilitas akan dilakukan dengan sembilan kondisi pemuatan menggunakan *Software HidromaxPro*.
- Analisis kekuatan trasversal menggunakan *Software* CATIA dengan sampel analisis pada *midship* kapal.
- *Class rules* yang dipakai kapal pelat datar adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *rules for the classification and construction of seagoing steel ship* .

1.4. Tujuan Penulisan

- Untuk mengetahui karakteristik stabilitas kapal pelat datar, sehingga diketahui kondisi pemuatan yang paling kritis.
- Untuk mengetahui penggunaan tebal pelat yang paling efektif dalam kontruksi lambung kapal yang tidak berbentuk *streamline*.

- Mem peroleh Konsep “ Analisis Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94 Pax Penyebrangan Muara Angke ke Pulau Tidung

1.5. Manfaat Penulisan

- Sebagai dasar rujukkan direalisasikan nya kapal penyebrangan Muara Angke menuju Pulau Tidung dengan konsep lambung pelat datar.
- Sebagai bahan acuan pustaka karya-karya tulis atau skripsi selanjutnya yang memiliki relasi langsung atau tidak langsung dengan topik yang dibahas.
- Sebagai bahan referensi dalam pengembangan pendidikan dan wawasan bahari bagi Pembaca.
- Sebagai salah satu komponen syarat kelulusan jenjang sarjana di Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Indonesia.

1.6. Metodologi Penelitian

- Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing dilakukan mulai dari awal pengajuan judul hingga akhir penulisan skripsi. Hal ini penting karena menyangkut kelayakan pengerjaan skripsi ditinjau dari judul, dasar teori, pengambilan data, pengolahan data, analisa data hingga penyusunan skripsi sesuai dengan standar mutu yang baik.

- Studi Pustaka

Studi pustaka diperoleh dari berbagai media baik buku- buku pustaka, jurnal, tugas akhir, dan media elektronik.

- Perancangan dan perhitungan

Dalam perancangan penulis menggunakan beberapa perangkat lunak antara lain Ms. Excel, Maxsurf, Hidromax, Autocad, CATIA.

- Pengolahan data

Data-data yang diperoleh dari penggunaan *Software* dibandingkan menggunakan dasar teori yang diperoleh dari studi pustaka maupun penjelasan pembimbing.

- Analisis data

Data-data hasil dari pengolahan digunakan untuk menganalisa karakteristik stabilitas kapal pelat datar, sehingga diketahui kondisi muatan yang paling kritis dan ketebalan pelat yang paling optimum dalam konstruksi transversal kapal dengan pelat lambung datar.

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi dalam beberapa bab yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

BAB PERTAMA merupakan PENDAHULUAN yang menguraikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan, Manfaat Penulisan, dan Metodologi Penulisan.

BAB KEDUA merupakan LANDASAN TEORI yang berisi kajian literatur dan tinjauan teoritis yang dijadikan dasar acuan dalam perancangan kapal pelat datar.

BAB KETIGA merupakan PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN tentang konsep desain, perhitungan konstruksi, pembebanan, pembuatan model kapal di maxsurf dan analisis pemodelan di CATIA.

BAB KEEMPAT merupakan ANALISIS STABILITAS DAN KEKUATAN TRANSVERSAL tentang pengolahan data, dan pembuatan model kapal pada CATIA grafik-grafik dan analisa data-data hasil pengujian.

BAB KELIMA merupakan PENUTUP berisi kesimpulan dan saran atas hasil Analisa Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94 Pax Penyeberangan Muara Angke ke Pulau Tidung yang telah dilakukan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Kapal Penumpang

2.1.1. Pengertian Kapal Penumpang

Kapal yaitu bangunan terapung yang dapat pengangkut penumpang dan barang di perairan laut dan memiliki sifat bergerak dan berpindah. Kapal Penumpang merupakan kapal yang beroperasi untuk mengangkut penumpang manusia. Harga yang dibayar dalam kapal penumpang ialah *space* dan fasilitas yang dinikmati oleh penumpang. Awalnya kapal penumpang dibuat untuk mengangkut pasukan dalam penjelajahan laut. Kapal penumpang pertama kali diperkenalkan pada 1818. Kapal penumpang jenis lama disebut “*ocean liner*”. RMS Titanic merupakan kapal *ocean liner* yang paling terkenal. Saat itu kapal penumpang masih menggunakan turbin uap. Sekarang, kapal penumpang mengalami kemajuan yang pesat. Kapal penumpang dibagi menjadi 2 jenis yaitu Ferri dan Pesiar (*Cruise*).

2.1.2. Tujuan Perancangan Kapal

Menurut Lavanha (1996), Tujuan utama dari perancangan kapal ialah untuk memuaskan pemilik kapal (*Design for satisfaction*). Pemuasan ini dapat dipecah lagi menjadi 5 aspek, yaitu:

a. *Design for Use*

Hasil rancangan mudah untuk digunakan oleh pengguna.

b. *Design for Production*

Hasil rancangan memungkinkan dan mudah untuk dibangun.

c. *Design for Availability*

Hasil rancangan memikirkan ketersediaan material dan suku cadang.

d. *Design for Support*

Hasil Rancangan memiliki nilai untuk mendukung keadaan di masyarakat.

e. *Design for Modernization*

Hasil rancangan memiliki inovasi baru dalam perkembangan jenis rancangan.

2.1.3. Aspek-Aspek Perancangan Kapal

Dalam teori desain dikenal prinsip *form follow function*, yaitu bentuk desain mengikuti fungsi. Selain memenuhi fungsi, ada empat aspek desain dalam perancangan kapal yang harus dipenuhi jika suatu produk desain ingin dianggap berhasil, yaitu :

- a. Aspek keamanan (*Safety*)
- b. Aspek Kenyamanan (*ergonomic*)
- c. Aspek Keindahan (estetika)
- d. Aspek Filosofi

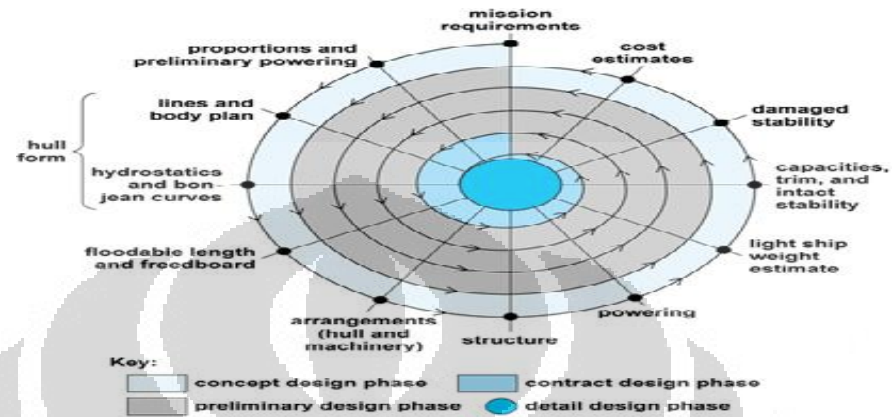
Menurut Sachari (2002), Kedua aspek yang pertama sudah diatur dalam hukum dan peraturan kemaritiman, yaitu *Safety Life At Sea* (SOLAS) dan peraturan-peraturan biro klasifikasi. Sedangkan di Indonesia, dua aspek lainnya, yaitu aspek estetika dan filosofi, sudah mulai dilupakan. Hal ini yang seringkali menuai kritik, padahal Indonesia merupakan Negara yang memiliki nilai kebudayaan dan seni yang kuat di masa lalu.

2.2. Tahap-Tahap Perancangan Kapal

Perancangan kapal biasanya dikepalai oleh satu orang *Naval Architect* yang membawahi beberapa orang dengan spesialisasi berbeda dalam satu team yang dinamakan "*Design Labour*". Perancangan kapal dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

- a. Pengumpulan data
- b. *Conceptual Design*

- c. *Feasibility*
- d. *Preliminary design*
- e. *Building Design*



Gambar 2.2. Desain Spiral Buku *Ship Construcion*

2.2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data (*Data Gathering*) merupakan tahapan awal dalam perancangan sebuah kapal. Dalam Ilmu Arsitektur, *Data Gathering* ini disebut sebagai *preseden*. *Preseden* merupakan rancangan yang telah dibuat lebih dahulu dan dapat dipakai sbg contoh. *Preseden* yang dirujuk ialah data dari kapal sejenis yang telah ada dan *approved* oleh biro klasifikasi. Data-data yang biasanya dibutuhkan dalam merancang sebuah kapal penumpang catamaran antara lain:

- a. Dimensi kapal, mencakup Panjang kapal keseluruhan (*Length Over All*), Lebar Kapal (*Breadth*), Tinggi sarat kapal (*Draft*).
- b. Tanki bahan bakar dan air bersih
- c. Daya Penggerak Kapal
- d. Jumlah Penumpang
- e. Kecepatan kapal
- f. Daya Muat Kapal (*Dead Weight Ton*)
- g. Gambar Rancangan
- h. Dan lain-lain

2.2.2. Konsep Desain (*Conceptual Design*)

Menurut Victor Lombardi (2008), Konsep desain adalah fase awal proses desain yang membahas gagasan desain yang jauh cakupannya (Rancangan, Bisnis, dan *Social Science*). Gagasan tersebut merupakan rancangan yang masuk akal dan biasanya mengesampingkan kendala teknis dan situasi langsung untuk menghasilkan berbagai pilihan baru setelahnya. Konsep desain merupakan gambaran awal yang menjadi rujukan dasar dari produk. Konsep desain dapat dilakukan dengan membuat model sketsa, virtual atau model nyata skala kecil dari rancangan yang dibuat. Hal ini memungkinkan untuk dapat menjabarkan lebih dekat dengan rancangan yang akan dibuat seorang *Naval Architect*. Komponen yang termasuk Konsep desain kapal antara lain:

- Konsep dimensi-dimensi utama kapal
- Konsep bentuk lambung kapal
- Konsep gambar 2 dimensi profil luar dan dalam kapal
- Konsep gambar 3 dimensi profil luar kapal
- Gambar susunan dek dalam 2 dimensi
- Gambar susunan dek dalam 3 dimensi

2.3. Praperancangan

Prarancangan kapal adalah perhitungan desain secara teori bangunan kapal untuk menentukan dan melakukan pengecekan terhadap ukuran utama kapal untuk memenuhi design condition atau rasio-rasio yang ada terutama yang berkaitan dengan kemampuan kapal dalam hal kapasitas muat, keselamatan, kecepatan dan olah gerak kapal. Dalam perencanaan kapal ada lima metode yang dapat digunakan yaitu:

- Metode perbandingan
Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa kapal dengan tipe yang sama serta memiliki karakter yang sama/hampir sama akan memiliki ukuran pokok yang sama/hampir sama

- Metode statistik

Metode ini didasarkan pada data statistic kapal yang sudah dibangun berbagai ukuran pokok dengan melakukan analisis sehingga referensi dalam menentukan ukuran pokok kapal yang dirancang.

- Metode trial and error

Metode perancangan yang prosesnya dilakukan dengan mengulangi perhitungan yang telah dibuat sebagaimana digambarkan dalam *design spiral* samapai semua parameter desain memenuhi ketentuan desain yang ditetapkan.

- Metode solusi kompleks

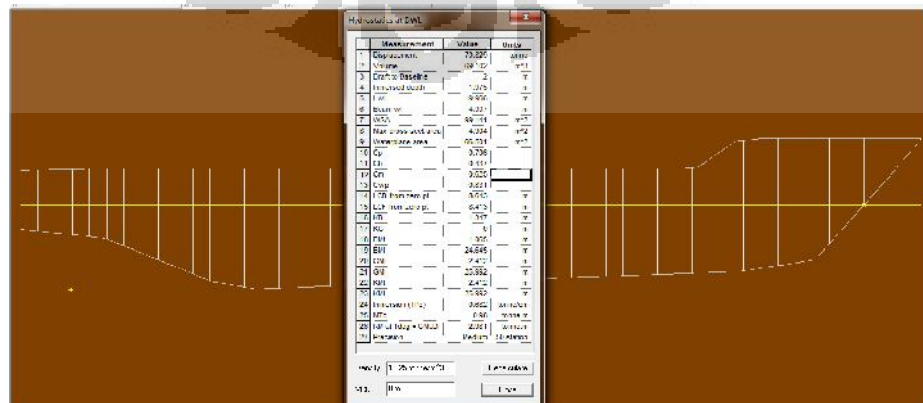
Metode yang menggunakan formula atau rumus yang telah teruji dan mempunyai ketelitian yang tinggi sehingga hasilnya hampir tidak lagi memerlukan adanya koreksi. Metode ini dapat digunakan dengan menggabungkan metode lainnya yaitu metode pembanding atau metode statistik.

- Metode spiral

Metode ini menggunakan beberapa parameter yang harus dilakukan sebelum melanjutkan ke proses merancang selanjutnya. Biasanya metode ini sudah termasuk ke dalam metode-metode diatas.

Dalam penulisan tugas akhir ini saya menggunakan metode kapal pebanding dan metode *trial and error*.

2.4. Ukuran Utama



Gambar 2.4. Ukuran Utama Kapal

Tabel 1.4. Ukuran Utama Kapal

LWL	19.96	m	Cm	0.625	
LPP	18.779	m	Cwp	0.831	
B	4.007	m	LCB	8.643	m
H	2.5725	m	LCF	8.413	m
T	2	m	KB	1.347	m
VS	11.5	knot	KG	0	m
Disp	70.829	tonne	BMt	1.065	m
Volume	69.102	m ³	BMI	24.645	m
Lwl	19.966	m	GMt	2.412	m
Beam wl	4.007	m	GMI	25.992	m
WSA	99.141	m ²	KMt	2.412	m
Awp	66.501	m ²	KMI	25.992	m
Cp	0.706		(TPc)	0.682	ton/cm
Cb	0.437		MTc	0.98	ton.m

2.5. Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Untuk menghitung hambatan kapal, digunakan metode *Holtrop*. Di dalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi tiga komponen hambatan. Komponen tersebut yaitu :

- *Viscos resistance* (hambatan kekentalan),
- *Appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan
- *Wave making resistance* (hambatan gelombang).

hambatan total dalam "*Principle of Naval Architecture Vol.II*" diberikan sebagai berikut :

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1 + k) + C_A) + \frac{R_w}{W} W$$

2.5.1. Viscous Resistance

Rumus viscous resistance dalam "*Principle of Naval Architecture Vol.II*" diberikan sebagai berikut :

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_{FO} (1 + k_1) S$$

dimana :

R_v = *Viscous Resistance*

= *mass density salt water* (1025 kg/m³)

V = *service speed* [m/s]

C_{FO} = *friction coefficient* (ITTC 1957)

$$= \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

R_n = *Reynold Number*

$$= \frac{V_s \cdot L_{wl}}{\nu}$$

= *kinematic viscosity*

= 1.18831 x 10⁻⁶ m/s² (Pada temperature 15⁰) untuk air laut

[D.G.M. Watson, "Practical Ship Design", Elsevier, Amsterdam, 1998 hal 168]

$1+k_1$ = *form factor of bare hull*

$$= 0.93 + 0.4871 \cdot c(B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/L_R)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1-C_p)^{-0.6042}$$

Keterangan :

$$c = 1 + 0.011 c_{stern}$$

c_{stern} = 0 , *normal shape of after body*

$$L/L_R = 1 - C_p + 0.06 \cdot C_p \cdot LCB / (4 C_p - 1)$$

L_R = *length of run*

LCB = *longitudinal center of buoyancy as percentage of L*

L = *length of water line* (L_{wl})

T = *draft* [m]

B = *breadth* [m]

Tabel 2.5.1. Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus Diatas

No	Lwl	Fn	Viscous resistance						
			C _{FO}		1 + k ₁				
			Rn	C _{FO}	Choice No.	c	L _R /L	L ³ /V	1+ k ₁
1	19.96	0.4400	1.93E+08	0.00190	3	1	0.5005	192.5820	1.0289

2.5.2. Appendages Resistance

Dalam menghitung hambatan kapal yang diakibatkan oleh bentuk badan kapal yang tercelup dalam air, dibutuhkan luas permukaan basah kapal (S_{tot}) yang terdiri dari luas badan kapal WSA (S) dan luas tonjolan-tonjolan seperti kemudi, dan *bilge keel* (S_{app}). Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *appendages resistance* yaitu :

$$R_v = \frac{1}{2} V^2 C_{FO} S_{tot} (1+k) \quad [PNA \text{ hal } 92]$$

dimana :

$$1 + k = 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}} \quad [PNA \text{ hal } 92]$$

S = luas permukaan basah

$$= L(2T + B) \cdot C_M^{0.5} \cdot \left(0.4530 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.0346 \frac{B}{T} + 0.3696C_{WP} \right) + 2.38 \frac{A_{BT}}{C_B}$$

[PNA hal 91]

Tabel 2.5.2. Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus Diatas

Resistance of appendages							1 + k
Wetted surface area				1+ k ₂			
ABT	S	S _{app}	S _{tot}	S _{rudder}	1 + k ₂		
0.00	122.63	0.44	123.08	0.44	0.6229125	1.025	

2.5.3. Wave Making Resistance

Untuk menghitung hambatan gelombang, dibutuhkan masukan data seperti berat *displacement*, sudut masuk, luasan *bulbous bow* dan transom. Adapun rumus diberikan sebagai berikut :

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 e^{\{m_1 F_n^d + m_2 \cos(F_n^{-2})\}} \quad [PNA \text{ vol II hal 92}]$$

dimana :

untuk kecepatan rendah ($F_n \leq 0.4$)

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757} \quad [PNA \text{ vol II hal 92}]$$

keterangan :

$$C_4 = B/L \quad [PNA \text{ vol II hal 92}] \quad [\text{untuk } 0.11 \leq B/L \leq 0.25]$$

i_E = half angle of entrance at the load waterline [PNA vol II hal 93]

$$= 125.67 \frac{B}{L} - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 \left(LCB + \frac{6.8(T_a - T_f)}{T} \right)^3$$

T_a = moulded draft at AP [m]

T_f = moulded draft at FP [m]

$T_a = T_f = T$

$$m_1 = 0.01404 L/T - 1.7525 \sqrt[3]{L} - 4.7932 B/L - C_5 \quad [PNA \text{ vol II hal 92}]$$

keterangan :

$$C_5 = 8.0798.C_p - 13.8673.C_p^2 - 6.9844.C_p^3 \quad [\text{untuk } C_p \frac{1}{2} 0.8]$$

$$m_2 = C_6 * 0.4e^{-0.034F_n^{-329}} \quad [PNA \text{ vol II hal 92}]$$

keterangan :

$$C_6 = -1.69385 \quad [PNA \text{ vol II, hal 92} \quad \text{untuk } L^3 / \ddot{e} \frac{1}{2} 512]$$

$$\lambda = 1.446C_p - 0.03L/B \quad [PNA \text{ vol II, hal 92} \quad \text{untuk } L/B \frac{1}{2} 12]$$

$C_2 = 1$, tidak ada *bulb*

$$C_3 = 1 - 0.8A_T / (B \cdot T \cdot C_M) \quad [PNA \text{ vol II, hal 93}]$$

keterangan :

A_T = immersed area of the transom at zero speed = 0

W = displacement weight

$$= \rho \cdot g \cdot \nabla \text{ [N]}$$

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\nabla = \text{volume displacement (m}^3 \text{)}$$

Tabel 2.5.3. Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus Diatas

Wave Making Resistance									
C1					d	m1			
C4	Ta	Tf	iE	C1		$\dot{e}^{1/3}/L$	C5	m1	
0.1936	1.25	1.25	12.93	3.3960	-0.9	0.1657	-0.1921	-0.8061	
Wave Making Resistance									
m2		C2					C3		Rw/W
C6	m2	A _{BT}	r _B	h _B	i	C2	A _T	C3	
-1.69385	-4.09E-01	0.55355	0.00	0.00	0.00	1.25	1.00	0	1
									0.84230

2.5.4. Model Ship Correlation Allowance

Untuk menghitung model *ship correlation allowance* diberikan rumus sebagai berikut :

$$C_A = 0.006(L_{wl} + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003(L_{wl}/7.5)^{0.5} * C_b^4 * C_2 (0.04 - T_f)$$

$$\text{untuk } T_f/L_{WL} > 0.04 \quad [PNA \text{ vol II, hal 93}]$$

Setelah semua harga komponen hambatan total sudah didapatkan, maka hambatan total dapat dihitung dengan rumus yang sudah diberikan sebelumnya di atas dengan penambahan sea margin sebesar 15 % (penambahan hambatan kapal ketika kapal beroperasi ; kekasaran pada lambung kapal)

Tabel 2.5.4. Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Rumus Diatas

C_A	W [N]	Rtotal [N]	Rtotal [KN]	Rtotal + 15 % [KN]
0.0005	410	20970.80	20.97	24.116

2.6. Stabilitas Kapal

Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami kemiringan akibat gaya yang berasal dari dalam maupun luar kapal. Menurut Taylor (1977) stabilitas dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu: 1) Keseimbangan stabil (*Stable equilibrium*), 2) Keseimbangan netral (*Neutral equilibrium*) dan 3) Keseimbangan tidak stabil (*Unstable equilibrium*)

- 1) Keseimbangan stabil (*Stable equilibrium*) adalah kondisi dimana kapal mampu kembali ke posisi tegak semula setelah mengalami olengan akibat gaya- gaya gangguan yang terjadi. Kondisi ini adalah pada saat titik pusat gravitasi (G) berada di bawah titik *metacenter* (M) atau dapat dikatakan kapal memiliki metasenter positif dengan lengan penegak (GZ) positif sehingga mampu mengembalikan kapal ke posisi semula.
- 2) Keseimbangan netral (*Neutral equilibrium*) adalah kondisi dimana kapal tidak mengalami kemiringan akibat gaya yang bekerja dan kondisi ini tetap tidak berubah ke posisi semula ataupun bergerak ke arah kemiringan. Pada kondisi ini, posisi titik (G) berimpit dengan titik *metacenter* (M) di satu titik (zero GM) dan tidak dihasilkan lengan kopel GZ. Kondisi ini juga disebut list.
- 3) Keseimbangan tidak stabil (*Unstable equilibrium*) adalah kondisi ketika kapal tidak mampu kembali ke posisi semula setelah kapal miring akibat gaya- gaya yang bekerja padanya. Pada kondisi ini kapal akan bergerak terus ke arah kemiringannya. Hal ini dapat terjadi apabila pusat gravitasi (G) lebih tinggi dari titik *metacenter* (M) atau kapal memiliki tinggi *metacenter* (GM) negative dan lengan penegak (M) negative meneruskan gerak ke arah kemiringan kapal.

Ditinjau dari sifatnya, stabilitas kapal dibedakan menjadi dua jenis yaitu stabilitas dinamis dan stabilitas statis. Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur. Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami kemiringan dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya, sedangkan stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kondisi semula setelah mengalami kemiringan secara membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut kecil ($0^\circ - 15^\circ$) dan sudut besar ($>15^\circ$). Akan tetapi untuk perhitungan stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya untuk kemiringan $< 15^\circ$ dan pada stabilitas melintang saja.

Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal- kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat miring besar. Pada umumnya kapal hanya miring kecil saja. Jadi kemiringan besar misalnya melebihi 20° bukanlah hal yang biasa dialami. Kemiringan- kemiringan besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan seperti badai atau olengan besar maupun gaya dari dalam antara lain MG yang negatif.

Secara umum hal- hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok, yaitu:

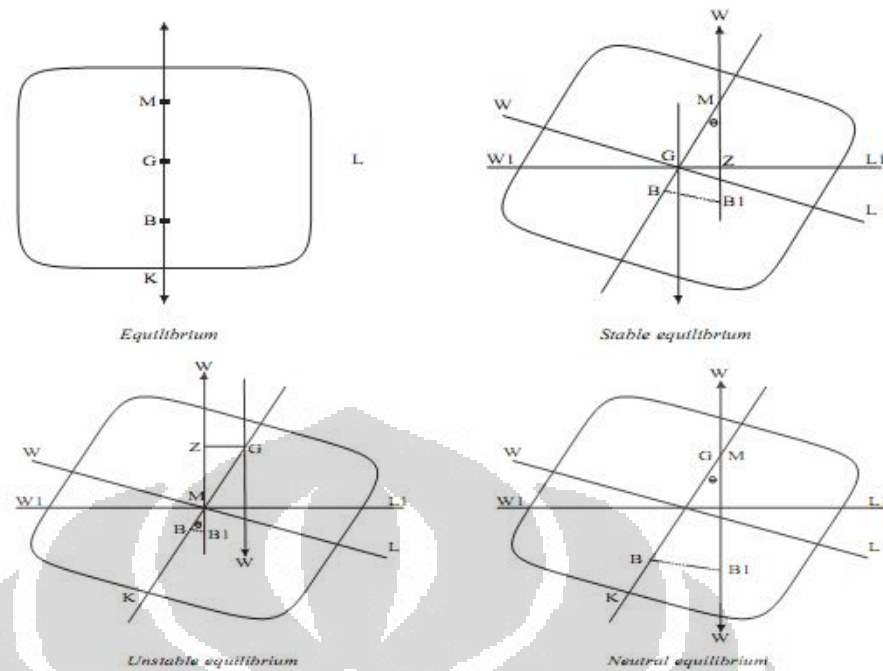
- Faktor internal yaitu tata letak barang / kargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan.
- Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai.

Oleh karena itu stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, *draft*, dan ukuran dari nilai MG. Posisi M hampir tetap sesuai dengan *style* kapal, pusat B (*bouyancy*) digerakkan oleh *draft* sedangkan pusat grafiti bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M (*metasentrum*) aalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal besar maka posisi M (*metasentrum*) bertambah tinggi begitu juga sebaliknya.

2.6.1. Titik-titik Penting Dalam Stabilitas Kapal

Menurut Hind (1967), titik- titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik metacenter (M), titik berat (G) dan titik apung (B).

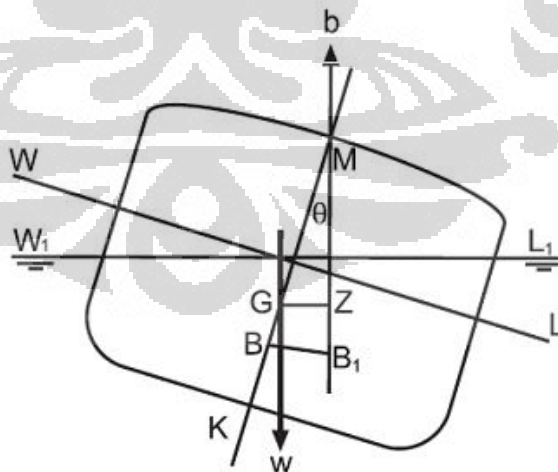
- 1) Titik *metacenter* (M) adalah titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atas titik M agar kapal tetap mempunyai stabilitas positif (*stable equilibrium*). Titik metacenter dapat berubah- ubah sesuai dengan sudut kemiringan kapal. Apabila kapal miring dengan sudut kecil (kurang dari 15°), maka titik apung bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya yang terletak dibidang tengah kapal (*centre of line*) akan mengalami sudut kemiringan yang sangat kecil sehingga titik M masih dianggap tetap.
- 2) Titik berat (G) adalah titik tangkap semua gaya- gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G di kapal dapat diperoleh dengan menghitung letak pembebanan muatan di kapal. Sehingga dapat dikatakan bahwa titik berat tidak akan berubah selama tidak ada perubahan peletakan pembebanan muatan walau kapal dalam kondisi miring.
- 3) Titik apung (B) adalah titik tangkap semua gaya- gaya yang menekan ke atas terhadap pembebanan kapal. Berbeda dengan titik berat yang tidak berubah pada saat kapal dalam kondisi miring, pada titik apung akan berubah bergantung pada perubahan permukaan yang terendam di dalam air. Titik apung akan berpindah mengikuti arah kemiringan kapal untuk memberikan gaya balik keatas agar kapal tegak kembali setelah mengalami kemiringan.



Gambar 2.6.1. Ilustrasi Posisi Ketiga Titik Utama yang Mempengaruhi Kondisi Stabilitas (Hind 1982)

2.6.2. Momen Penegak

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke posisi semula setelah mengalami kemiringan karena gaya dari luar dan gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto,1996).



Gambar 2.6.2. Momen Penegak

$$\text{Momen stabilitas statis} = W \times GZ$$

$$\text{Dari segitiga stabilitas GZM diperoleh } GZ = GM \sin \theta^\circ$$

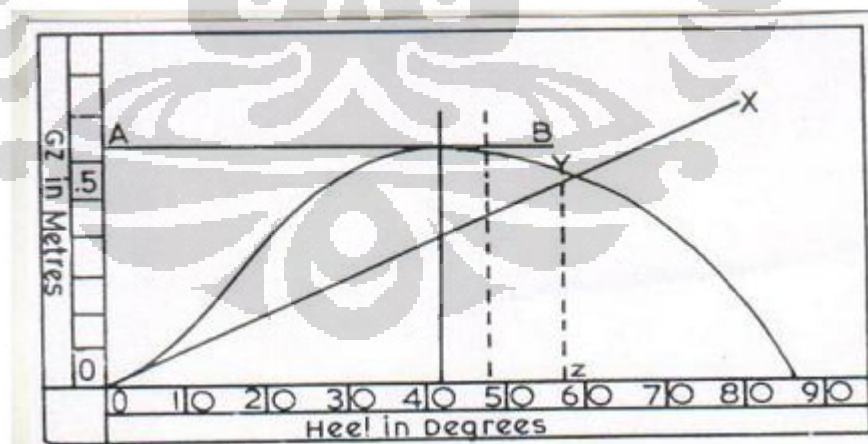
$$\text{Momen stabilitas statis} = W \times GM \times \sin \theta^\circ$$

$$GZ = KN - KG \sin \theta$$

$$GZ = GM \sin \theta$$

$$KG = KM - GM$$

Nilai GZ merupakan bagian yang sangat penting dalam menentukan stabilitas statis kapal. Fyson (1985), menjelaskan pembahasan mengenai stabilitas statis kapal terkait erat dengan perhitungan nilai GZ atau lengan penegak pada kapal. Persyaratan dan rekomendasi untuk stabilitas berhubungan erat dengan pembahasan kurva GZ dalam arti pencegahan air masuk ke dalam kapal (Fyson 1985). Kurva GZ menunjukkan hubungan antara lengan penegak GZ pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat yang konstan. Menurut Derrett (1984) kurva stabilitas statis sebuah kapal memuat nilai lengan pengembali (GZ) yang dibandingkan terhadap sudut kemiringan.



Gambar 2.6.2.1. Contoh Kurva Lengan Stabilitas

(Sumber: *ship stability for master and Mates edisi 5*)

Dari kurva stabilitas statis GZ dapat diperoleh informasi mengenai kondisi beberapa kriteria stabilitas. Antara lain yaitu :

1. Selang stabilitas (*The range of stability*), yaitu sudut selang dimana kapal memiliki nilai GZ positif;
2. *The angel of vanishing stability*, yaitu sudut kemiringan dimana nilai GZ kembali nol atau sebesar sudut dimana nilai GZ berubah dari positif menjadi negative;
3. Nilai maksimum GZ (*the maximum GZ*) merupakan nilai pada sumbu x pada puncak tertinggi pada kurva stabilitas;
4. Tinggi metacentra (GM), pada gambar di atas ditunjukkan oleh tinggi YZ. Dimana titik Z bernilai $1 \text{ rad } (\frac{180}{\pi})$; dan
5. Area dibawah kurva menggambarkan kemampuan kapal untuk menyerap energy yang diberikan oleh angin, gelombang dan gaya eksternal lainnya.
6. Luas di bawah kurva merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula / stabil. Semakin besar luas di bawah kurva maka semakin besar pula kemampuan kapal untuk mengatasi gaya-gaya yang membuat kapal terbalik.
7. Lengan kopel maksimum merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi stabil pada sudut oleng tertinggi.

2.6.3. Periode Oleng

Periode oleng (*rolling period*) adalah waktu yang diperlukan oleh kapal untuk melakukan satu kali oleng secara lengkap. Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali tegak. Periode oleng dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas, dimana besaran periode oleng ini di usahakan sebesar 8 sampai 14 detik, karena pada saat stabilitas di waktu tersebut manusia dapat menyesuaikan sehingga tidak menimbulkan mabuk laut.

Periode oleng berkaitan dengan tinggi metasentrik. Hubungan yang ada antara besarnya nilai tinggi metasentrum suatu kapal dengan olengannya adalah sesuai bentuk persamaan berikut:

$$T = \frac{0,44B}{\sqrt{GM}}$$

Dimana: T = Waktu oleng kapal

B = Lebar kapal

GM = Tinggi metasentrum

0,44 = konstanta

atau dalam rumus lain periode oleng dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_r = \frac{2f \times c \times B}{\sqrt{g \times MG}}$$

$$C = 0.38 - 0.45$$

2.6.4. Kriteria Stabilitas

Kriteria stabilitas kapal diatur oleh IMO [IMO regulation A.749 (18)] sebagai berikut:

1. Luas kurva hingga 30^0 tidak boleh kurang dari 0.055 meter radian
2. Luas kurva hingga 40^0 tidak boleh kurang dari 0.09 meter radian
3. Luas kurva antara 30^0 hingga 40^0 tidak boleh kurang dari 0.03 meterradian
4. GZ maksimum terjadi pada sudut kemiringan tidak kurang dari 25^0 dan tidak boleh terjadi lebih dari 30^0
5. GM awal (Initial GM) untuk kapal penangkap ikan tidak boleh kurang dari 0.35 m. ($1 \text{ rad} = 57.3^0$)

2.7. Kekuatan Kapal

Kekuatan kapal sangat berkaitan dengan kemampuan struktur kapal untuk menahan dan menerima berbagai beban yang diterimanya. Hal ini menjadi suatu hal yang sangat penting dalam mendesain kapal. Selama perancangan kapal seorang *Naval Architect* harus dapat memahami dan menganalisa jenis kapal yang akan dibangun. Penyesuaian struktur ini juga berkaitan dengan keselamatan awak kapal, kapal, dan muatan yang semuanya telah diatur dalam peraturan klasifikasi.

2.7.1. Kekuatan Melintang

Kekuatan melintang dalam sistem konstruksi melintang kapal pelat datar hal yang harus diketahui yaitu kekuatan melintang struktur. Perhitungan Kekuatan melintang struktur dimaksudkan untuk mengetahui nilai tegangan yang terjadi pada konstruksi melintang. Beban yang diterima oleh konstruksi melintang diakibatkan oleh beban pada geladak dan tekanan hidrostatis sehingga timbulah perbedaan moment untuk tiap profil yang berbeda. Perhitungan kekuatan melintang akan menghasilkan nilai tegangan untuk tiap-tiap profil melintang. Langkah pertama perhitungan yaitu menentukan jenis dan besarnya beban yang bekerja pada struktur, selanjutnya dilakukan perhitungan modulus profil melintang. Setelah nilai modulus penampang diketahui, selanjutnya melakukan perhitungan distribusi momen dengan menggunakan metode *cross*. Nilai momen yang didapatkan selanjutnya dibagi dengan nilai modulus sehingga didapatkan nilai tegangan tiap profil.

2.7.2. Konsep Metode Elemen Hingga

Fatigue adalah proses penghancuran di dalam material karena pembebanan yang berulang-ulang (*cyclic loads*)

Stress adalah suatu gaya internal baik yang arahnya searah atau berlawanan arah yang terjadi dari akibat adanya gaya eksternal yang dibebankan pada suatu objek kerja. Gaya internal per luar permukaan disebut unit stress atau disebut juga stres

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Strain adalah perubahan bentuk pada benda kerja yang terjadi akibat adanya gaya eksternal yang dibebankan kepada benda kerja.

Tensile stress adalah stress pada benda kerja yang terjadi karena adanya 2 gaya yang dibebankan pada benda kerja yang sifatnya berlawanan arah (tarik menarik) di sumber yang sama (axial).

Tensile strain adalah rasio antara perubahan panjang suatu benda kerja dengan kondisi awalnya akibat dari 2 gaya yang tarik menarik dengan arah yang berlawanan (tensile stress).

Compressive stress adalah suatu gaya internal yang terjadi akibat adanya 2 gaya eksternal dibebankan (beban kompresi) pada benda kerja.

Linear dan lateral strain terjadi apabila suatu silinder diberi pembebanan *tensile* maka silinder tersebut akan mengalami penambahan panjang dan pengecilan diameter, hal serupa terjadi pada pembebanan kompresi, apabila silinder diberi pembebanan kompresi maka akan terjadi pengurangan panjang dan penambahan diameter silinder, Setiap stress yang diikuti terjadinya deformasi (strain positif atau negatif) disebut sebagai *linear strain*.

Poisson ratio adalah konstanta yang dihasilkan dari rasio antara *lateral strain* dengan *linear strain*.

$$\frac{\text{Lateral strain}}{\text{Linear strain}} = \text{Constant}$$

Von misses teory suatu teori yang menyatakan bahwa suatu kegagalan terjadi di titik ketika distorsi energi strain (*shear strain energy*) per unit volume di dua *system axial stress* mencapai batas distorsi energi (*distortion enrgy at yield point*) per unit volum.

Metode elemen hingga adalah suatu metode numerik yang cocok di gunakan dengan computer digital, dengan metode ini suatu elastik kontinum dibagi-bagi (*discretized*) menjadi beberapa substruktur (elemen) yang kemudian dengan menggunakan matriks, defleksi dari tiap titik (*node*) akan dihubungkan dengan pembebanan, properti material, properti geometrik dan lain – lain.

Metode elemen hingga telah digunakan secara luas untuk menyelesaikan persoalan mekanika dengan geometri yang kompleks. Beberapa hal yang membuat metode ini favorit karena secara komputasi sangat efisien, memberikan solusi yang cukup akurat terhadap permasalahan yang kompleks dan untuk beberapa permasalahan metode ini mungkin adalah satu – satunya cara, tetapi karena analisa elemen hingga merupakan alat untuk simulasi maka desain yang sebenarnya diidealisasikan dengan kualitas model desain yang tergantung pada skill dan kemampuan analisnya. Model diharuskan sebisa mungkin mendekati aslinya agar hasil analisa juga mendekati hasil yang real.

Secara garis besar tahap – tahap perhitungan untuk mencari tegangan maksimum pada kondisi pembebanan *flooding* pada ruang muat no.1 menggunakan metode elemen hingga adalah sebagai berikut :

- Menghitung matriks kekakuan elemen (*element stiffness matrix*), $\{k\}_e$, kemudian digeneralisasikan menjadi matrik kekakuan global $\{K\} = \{K\}_e$
- Menghitung matriks gaya simpul (*nodal force matrix*) $\{P\}_e$, kemudian digeneralisasikan menjadi matrik gaya global $\{P\} = \{P\}_e$.
- Menghitung Perpindahan nodal (*nodal displacement*) dengan memasukan kondisi batas (*boundary condition*), $\{u\} = [K]^{-1} \{P\}$.
- Menghitung tegangan pada setiap elemen, $\{\sigma\}_e = [E] \{u\}_e$.

Namun kadang kala matrik – matrik tersebut berordo 12 x 12 sehingga perlu alat bantu yang sudah bisa mengintegrasikan tahap – tahap metode elemen hingga sehingga lebih mudah digunakan. Dalam penelitian ini digunakan program komputer CATIA.

2.7.3. Perhitungan Beban

Besar beban hidrostatik yang terjadi pada kondisi pembebanan dapat dicari dengan rumus pendekatan BKI vol II.

Besarnya pembebanan hidrostatis sisi kapal :

$$P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T)$$

$$P_o = 2,1.(C_B + 0,7). C_o . C_L . f \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$C_o = L/25 + 4.1 ; L < 90\text{m}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2} ; L < 90 \text{ m}$$

Keterangan

Z = Jarak vertikal dari pusat beban terhadap *base line* untuk beban pada pelat diukur dari paling bawah untuk sistem konstruksi melintang

T = Sarat Kapal

Tabel 2.7.3. Nilai Cf BKI Vol II Tahun 2001

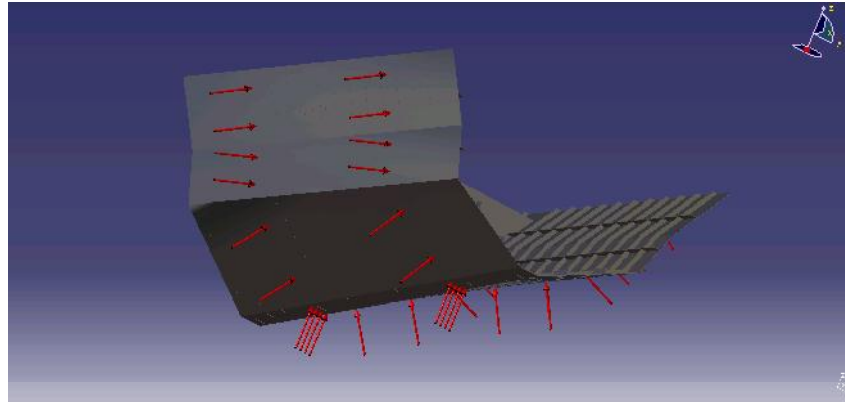
	Range	Factor c_D	Factor c_F
	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_b [0,2 - x/L]$
A	$x/L = 0.10$	$C_D = 1.10$	$C_F = 2.06$
	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
M	$x/L = 0.5$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_b [x/L - 0,7]^2$
F	$x/L = 0.93$	$c = 0,15. L - 10$	
		$L_{\min} = 100 \text{ m}$	
		$C_D = 1.38$	$C_F = 3.25$

Besarnya pembebanan hidrostatis pada dasar kapal

$$P_b = 10 . T + P_o . C_F$$

Keterangan

T = *Draft* kapal



Gambar2.7.3.1. Pembebanan Pada Sisi dan Dasar Kapal

2.8. Perancangan Model

Perancangan adalah penentuan akhir ukuran yang dibutuhkan untuk membentuk struktur atau komponen sebagai suatu keseluruhan dalam menentukan konstruksi sesungguhnya yang dapat dikerjakan. Masalah utama dalam proses perancangan struktur adalah masalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Oleh karena itu, suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser. Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain :

- a. Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan.
- b. Elastisitas (*elasticity*) adalah kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah-ubah.
- c. Kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk.
- d. Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bisa dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba – tiba.

2.9. Teori elastisitas

2.9.1. Tegangan

Tegangan yang bekerja pada penampang bahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \left(\frac{P}{A} \right)$$

Dimana : σ = Tegangan atau gaya per satuan luas (N/m^2)

P = Beban (*Newton*)

A = Luas penampang (m^2)

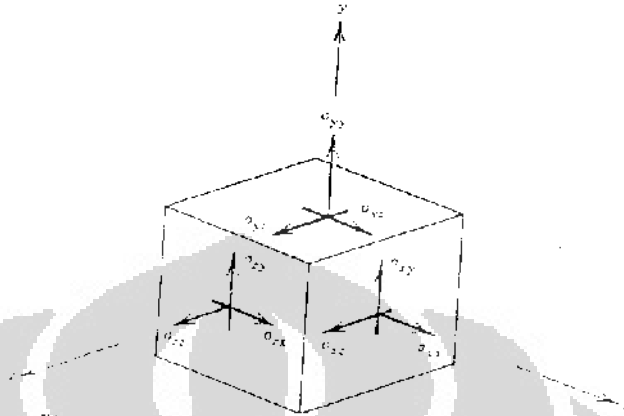
Dalam menentukan bahan untuk perancangan suatu struktur atau komponen, maka hal yang paling utama yang harus ditentukan adalah tegangan yang mampu diberikan pada struktur tersebut. Tegangan yang harus ditentukan pada bahan sebelum proses perancangan adalah :

- a. Tegangan Batas didefinisikan sebagai tegangan satuan terbesar suatu bahan yang dapat ditahan tanpa menimbulkan kerusakan.
- b. Tegangan ijin yaitu bagian kekuatan batas yang bisa aman digunakan pada perancangan. Para perancang struktur (komponen) umumnya bekerja dengan suatu tegangan ijin yang ditetapkan sebelumnya.

Secara umum tegangan dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- a. Tegangan normal
Tegangan normal adalah tegangan yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap permukaan yang mengalami tegangan. Tegangan ini dapat berupa tegangan tarik maupun tekan.
- b. Tegangan geser
Tegangan geser adalah tegangan yang bekerja sejajar terhadap permukaan yang mengalami tegangan. Komponen tegangan (*stress*) bernilai positif jika searah dengan koordinat positifnya dan sebaliknya. Tegangan yang bekerja pada batang terdiri dari 6.

Keenam komponen tegangan ini dapat digambarkan seperti dibawah ini :



Gambar 2.9.1. Enam komponen tegangan

Sumber : *Applied Finite Element Analysis. Larry J. sigerlind 1994.Hal 287*

2.9.2. Regangan

Regangan (ϵ) digunakan untuk mempelajari deformasi yang terjadi pada suatu benda. Untuk memperoleh regangan, maka dilakukan dengan membagi perlanjangan (δ) dengan panjang (L)

diperoleh :

$$\epsilon = \left(\frac{\delta}{L} \right)$$

Dimana : ϵ = regangan

δ = perubahan bentuk aksial total (mm)

L = panjang batang (mm)

2.9.3. Hukum Hook's

Sesuai dengan hukum Hooke's, tegangan adalah sebanding dengan regangan. Kesebandingan tegangan terhadap regangan dinyatakan sebagai

perbandingan tegangan satuan terhadap regangan satuan. Pada bahan kaku tetapi elastis seperti baja, kita peroleh bahwa tegangan satuan yang diberikan menghasilkan perubahan bentuk satuan yang relatif kecil.

Perkembangan hukum Hooke's tidak hanya pada hubungan tegangan – regangan saja, tetapi berkembang menjadi *modulus young* atau modulus elastisitas.

Rumus modulus elastisitas (E) adalah :

$$E = \left(\frac{\sigma}{\epsilon} \right)$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas (N / m^2) atau MPa

σ = Tegangan atau gaya per satuan luas (N / m^2)

ϵ = Regangan

BAB 3

PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN

3.1. Perancangan Kapal

Metode desain yang digunakan oleh penulis adalah dengan menggunakan metode *trial and error*. Pada tahap perancangan kapal ini membahas mengenai tahapan dalam memperoleh desain kapal rancangan dimulai dari perencanaan ukuran utama kapal hingga penggambaran *lines plan* kapal.

3.2. Rencana Garis (*lines plan*)

Lines plan merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan *body* kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *buttock plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (dilihat dari atas). Ada berbagai cara membuat *lines plan*. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, kini telah hadir *software* khusus yang biasa digunakan untuk menggambar *lines plan* dalam waktu yang singkat. *Software* dimaksud adalah Maxsurf Dengan Maxsurf sebagai awalnya dan dengan AutoCad sebagai penyempurna, maka kita tidak perlu lagi menghabiskan banyak waktu untuk membuat *lines plan*.

3.3. Perhitungan Ukuran Utama Kapal

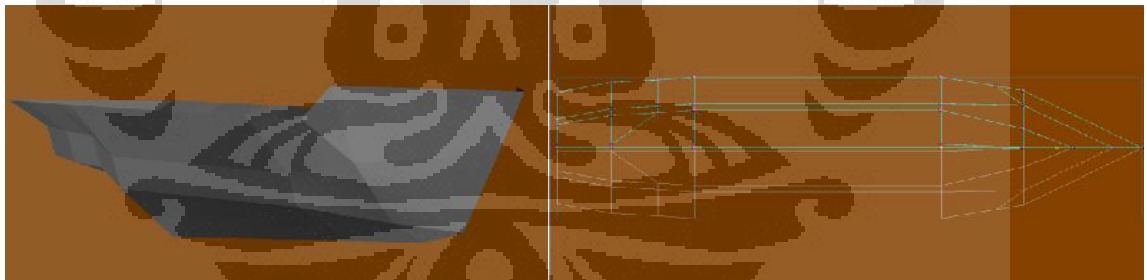
Metode yang digunakan dalam perancangan kapal adalah dengan metode kapal pembanding. Dari kapal pembanding diperoleh acuan bentuk lambung kapal dan ukuran utama kapal. Dari ukuran utama kapal yang diperoleh kemudian dikoreksi terhadap aspek rasio kapal penumpang yang baik sebagaimana tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.3. Ukuran Utama

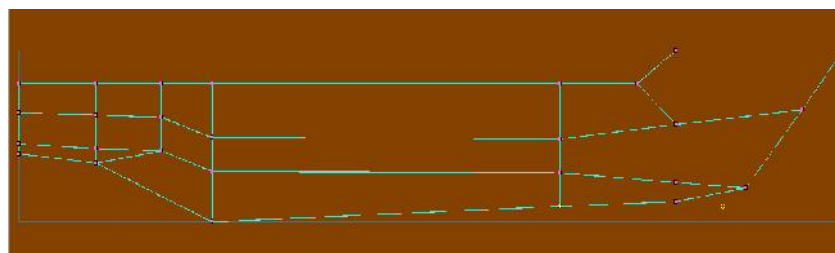
LOA	21.37
LWL	19.96
LPP	18.779
B	4.007
H	2.57
T	2

Berdasarkan acuan ukuran utama kapal kemudian dimodifikasi untuk memperoleh bentuk lambung datar. Dengan metode aljabar linier akan diperoleh titik- titik yang sebidang untuk menghasilkan kapal lambung pelat datar. Pada tahap ini memerlukan imajinasi dan kreatifitas untuk menentukan minimal tiga titik koordinat dan satu titik koordinat sisa untuk membentuk suatu bidang lurus.

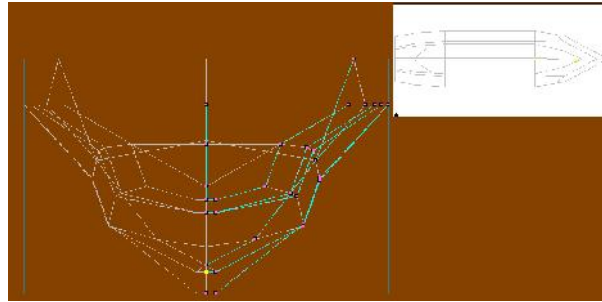
Dengan menggunakan *software* Maxsurf maka dapat dibuat *lines plan* kapal tersebut dengan memasukkan koordinat yang telah diperoleh dari perhitungan aljabar linier dengan acuan garis tetap (datum) adalah *midship* dan garis *water line*. Sehingga diperoleh desain *lines plan* kapal seperti pada gambar dibawah ini:



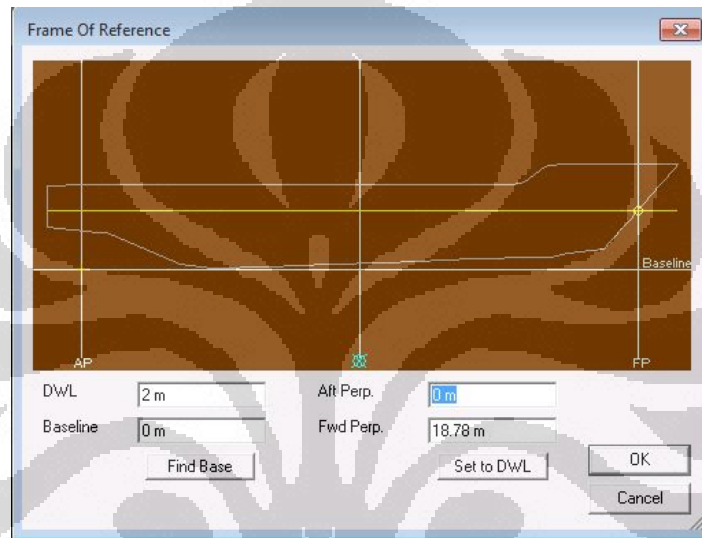
Gambar 3.3.1 Persepektif dan Bootom Kapal



Gambar 3.3.2. Profil View

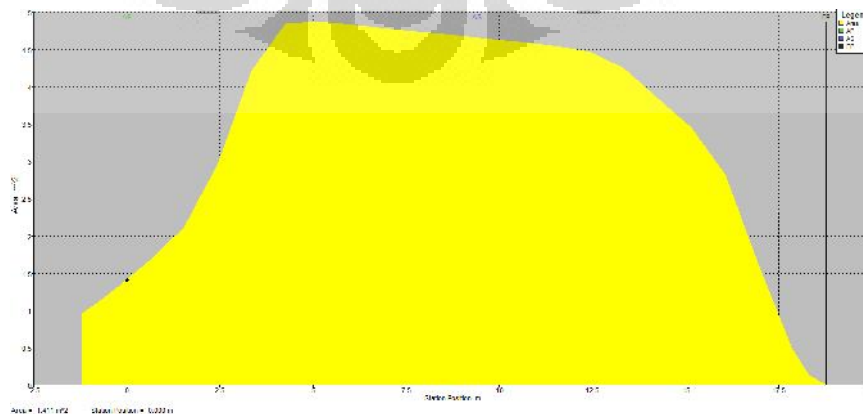


Gambar 3.3.3. Body Plan



Gambar 3.3.4. Frame of Reference

Dari desain *lines plan* yang telah dibuat di *Software Maxsurf* tersebut kemudian dapat diperoleh besarnya *displacement*, grafik SAC dan nilai *Hydrostatics* pada DWL seperti berikut:



Gambar 3.3.5. SAC

Hydrostatics at DWL

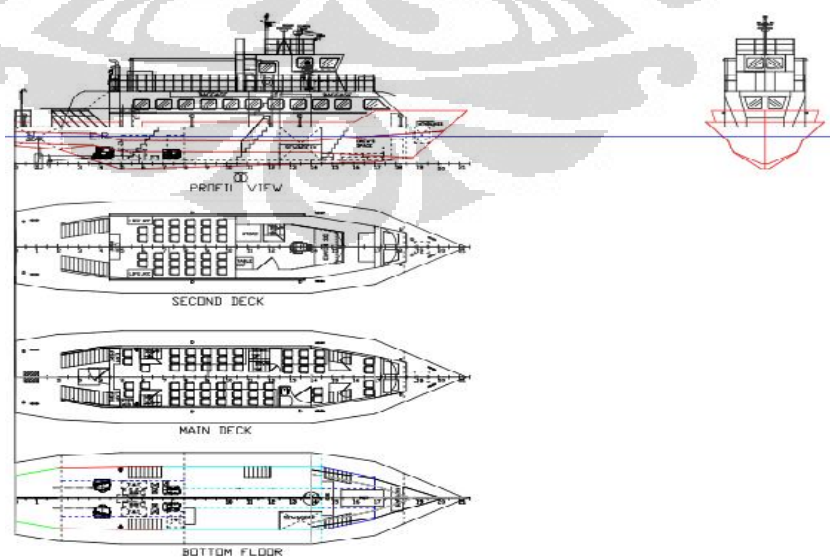
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	70.829	tonne
2	Volume	69.102	m ³
3	Draft to Baseline	2	m
4	Immersed depth	1.975	m
5	Lwl	19.966	m
6	Beam wl	4.007	m
7	WSA	99.141	m ²
8	Max cross sect area	4.904	m ²
9	Waterplane area	66.501	m ²
10	Cp	0.706	
11	Cb	0.437	
12	Cm	0.625	
13	Cwp	0.831	
14	LCB from zero pt	8.643	m
15	LCF from zero pt	8.413	m
16	KB	1.347	m
17	KG	0	m
18	BMt	1.065	m
19	BMI	24.645	m
20	GMt	2.412	m
21	GMI	25.992	m
22	KMt	2.412	m
23	KMI	25.992	m
24	Immersion (TPc)	0.682	tonne/cm
25	MTC	0.98	tonne.m
26	RM at 1deg = GMt.Di	2.981	tonne.m
27	Precision	Medium	50 station

Density: 1.025 tonne/m³ Recalculate

VCG: 0 m Close

Gambar 3.3.6. Perhitungan Hidrostatik kapal

3.4. Rencana Umum Kapal

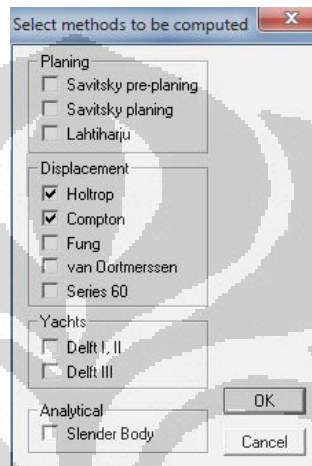


Gambar 3.4. General Arrangement Kapal

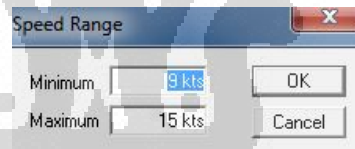
3.5. Estimasi Tenaga Pengerak

Setelah mengetahui besarnya displacement kapal rancangan selanjutnya adalah menghitung tenaga penggeraknya yaitu dengan menggunakan bantuan *Software Hullspeed*. Adapun langkah- langkahnya adalah sebagai berikut:

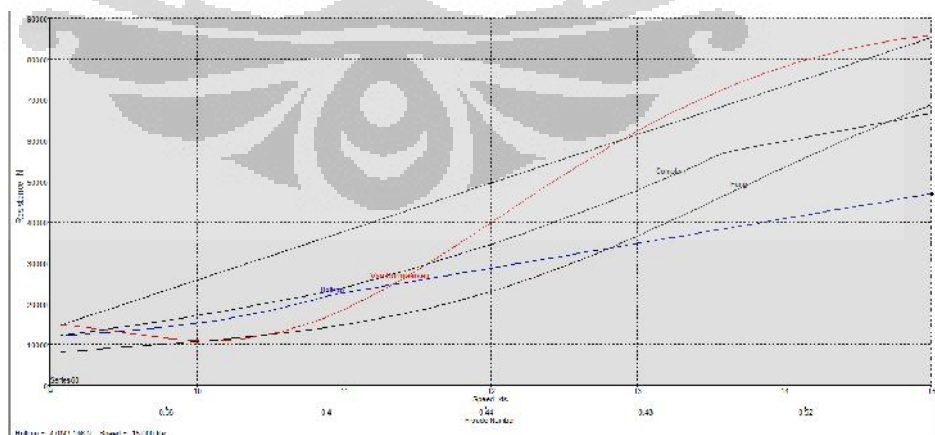
1. Masukkan kapal rancangan dengan mengklik *open*
2. Kemudian masukkan klik *analysis > method*



Gambar 3.5. Insert Analisis



Gambar 3.5.1. Input Kecepatan Kapal

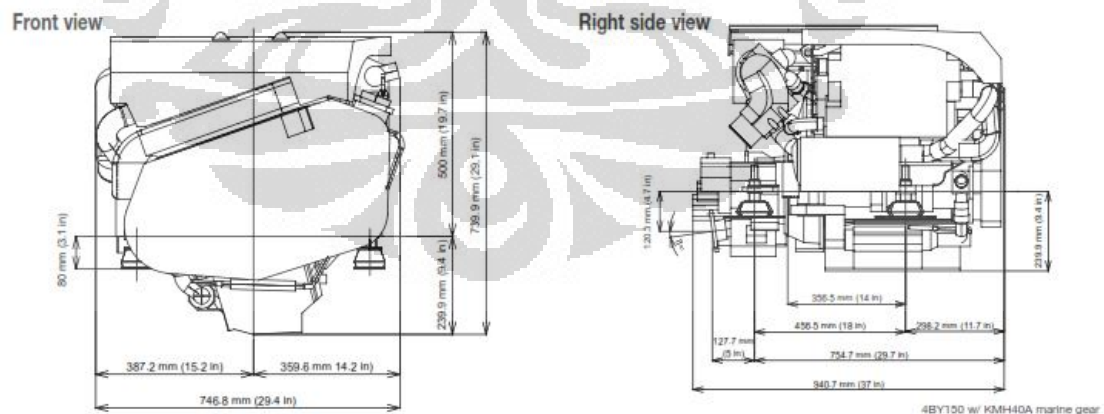


Gambar 3.5.2. Hambatan Kapal

Tabel 3.5. Distribusi Hambatan Kapal

	Holtrop X kts	Holtrop Y N	Van Oortmeerse n X kts	Van Oortmeerse n Y N	Series60 X kts	Series60 Y N	Compton X kts	Compton Y N	Fung X kts	Fung Y N
14	10.050000	15443.18732	10.050000	10967.04759	--	--	10.050000	17375.19923	10.050000	10873.98986
15	10.125000	15832.97918	10.125000	10974.98114	--	--	10.125000	17827.38975	10.125000	11107.26752
16	10.200000	16253.70599	10.200000	11076.46700	--	--	10.200000	18287.25057	10.200000	11349.10643
17	10.275000	16707.76625	10.275000	11276.55446	--	--	10.275000	18754.84565	10.275000	11600.74566
18	10.350000	17197.54755	10.350000	11578.93617	--	--	10.350000	19230.23897	10.350000	11863.46401
19	10.425000	17725.43381	10.425000	11986.00476	--	--	10.425000	19713.49447	10.425000	12138.56883
20	10.500000	18293.80938	10.500000	12498.92426	--	--	10.500000	20204.67612	10.500000	12427.38590
21	10.575000	18905.05978	10.575000	13117.71299	--	--	10.575000	20703.84788	10.575000	12731.25049
22	10.650000	19561.56913	10.650000	13841.33468	--	--	10.650000	21211.07373	10.650000	13051.49930
23	10.725000	20265.71436	10.725000	14667.79514	--	--	10.725000	21726.41762	10.725000	13389.46327
24	10.800000	21019.85629	10.800000	15594.24192	--	--	10.800000	22249.94354	10.800000	13746.46097
25	10.875000	21826.32776	10.875000	16617.06500	--	--	10.875000	22781.71546	10.875000	14123.79242
26	10.950000	22306.37203	10.950000	17731.99651	--	--	10.950000	23464.10756	10.950000	14522.73300
27	11.025000	22761.19442	11.025000	18934.20822	--	--	11.025000	24169.07723	11.025000	14944.52739
28	11.100000	23216.13155	11.100000	20218.40546	--	--	11.100000	24886.71813	11.100000	15390.38329
29	11.175000	23671.17888	11.175000	21578.91649	--	--	11.175000	25617.13716	11.175000	15861.46482
30	11.250000	24126.33189	11.250000	23009.77683	--	--	11.250000	26360.44122	11.250000	16358.88553
31	11.325000	24581.58604	11.325000	24504.80769	--	--	11.325000	27116.73720	11.325000	16883.70087
32	11.400000	25036.93681	11.400000	26057.68846	--	--	11.400000	27886.13201	11.400000	17436.90031
33	11.475000	25492.37969	11.475000	27662.02295	--	--	11.475000	28668.73253	11.475000	18019.39898
34	11.550000	25947.91014	11.550000	29311.39932	--	--	11.550000	29464.64569	11.550000	18632.02895
35	11.625000	26403.52365	11.625000	30999.44371	--	--	11.625000	30273.97837	11.625000	19275.53030
36	11.700000	26859.21571	11.700000	32719.86789	--	--	11.700000	31096.83749	11.700000	19950.54213
37	11.775000	27314.98180	11.775000	34466.51090	--	--	11.775000	31933.32996	11.775000	20657.59359
38	11.850000	27770.81741	11.850000	36233.37507	--	--	11.850000	32763.56269	11.850000	21397.09514
39	11.925000	28226.71803	11.925000	38014.65678	--	--	11.925000	33647.64258	11.925000	22169.33032
40	12.000000	28682.67915	12.000000	39804.77210	--	--	12.000000	34525.67655	12.000000	22974.44809
41	12.075000	29138.69627	12.075000	41598.37791	--	--	12.075000	35417.77151	12.075000	23812.45598
42	12.150000	29594.76488	12.150000	43390.38862	--	--	12.150000	36324.03437	12.150000	24683.21430

Pemilihan mesin utama



Gambar 3.5.3. Marine Engine Yanmar Tipe 4BY150

3.6. Perhitungan LWT

Light Weight Tonnase terdiri dari berat badan kapal, peralatan dan perlengkapan, serta permesinan. Jadi bisa disimpulkan bahwa LWT adalah berat kapal kosong tanpa muatan atau *consumable*.

3.6.1. Perhitungan Massa Baja

[*Harvald & Jensen Method (1992)*]

$$W_{St} = (L \cdot B \cdot D_A) \cdot C_s \quad \text{hal 154}$$

D_A = tinggi kapal setelah dikoreksi dengan *superstructure* dan *deckhouse*

$$= D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L_{pp} \cdot B} \quad \text{hal 150}$$

Volume Superstructure :

$$\nabla_A = \nabla_P + \nabla_{FC}$$

Volume superstructure

$$\nabla_{FC} = L_F \cdot B_F \cdot H_F \quad [m^3]$$

$$L_F = 10\% \cdot L \quad [m]$$

$$B_F = B \quad [m]$$

$$H_F = 2,5 \quad [m]$$

$$\nabla_P = L_p \cdot B_p \cdot H_p \quad [m^3]$$

$$L_p = 20\% \cdot L \quad [m]$$

$$B_p = B \quad [m]$$

$$H_p = 2,5 \quad [m]$$

$$\nabla_A = \nabla_{FC} + \nabla_P \quad [m^3]$$

Volume Main Deck

$$V_{DH II} = L_{D II} * B_{D II} * H_{D II} \quad [m^3]$$

$$L_{D II} = L_{maindeck} \quad [m]$$

$$B_{D II} = B \quad [m]$$

$$H_{D II} = 2,4 \quad [m]$$

$$V_{DH} = V_{DH II} + V_{DH III} \quad [m^3]$$

$$D_A = D + (V_A + V_{DH}) / L * B \quad [m]$$

$$D_A = \text{Tinggi Geladak Akhir} \quad [m]$$

$$W_{ST} = L * B * D_A * C_S \quad [ton]$$

[SHIP DESIGN FOR EFFICIENCY HAL. 154]

W_{ST} = Total Berat

$$C_S = C_{SO} + 0,064 * e^{-(0,5U + 0,1U^2,45)}$$

$$C_{SO} = 0,07 \text{ untuk type kapal penumpang} \quad [ton/m^3]$$

[SHIP DESIGN FOR EFFICIENCY HAL. 154]

$$U = \log (\Delta / 100)$$

Tabel 3.6.1. Hasil Perhitungan Rumus Diatas

Berat baja Lambung kapal										
VD		Vs					Vb			Vu
CBD	VD	Ls	Sv	Sh	C2	Vs	b	C3	Vb	Vu
0.48	98.69	26.90	0.83	0.95	0.102	19.59	0.08	0.34	2.89	121.16

Faktor Pengali							WStR
C1	A	B	C	D	E	F	
0.1151	0.9489	1.0214	1.0148	0.9854	1.1902	1.00230	16.12

Koreksi					
Bulkhead	Bulbous	Double	Pondasi Mesin		
	Bow	Bottom	n	PB	WStF
0.40	0.000	0.46	4000	300	0.12

Berat Superstructure											
Berat second deck						Berat main deck					
lf	bf	hf	VSD	CFC	WFC	lp	bp	hp	Vp	Cp	WP
11.15	4.00	2.2	98.120	0.1	9.81	16.31	4.00	2.3	150.05	0.13	19.51

Total Berat S.structure	Total Steel Weight	
29.32	46.43	ton

Total berat LWT kapal adalah 46.43 ton

3.7. Perhitungan Machinery


Pemilihan mesin utama kapal berdasarkan *Practical Ship Design Chapter 7 & Parametric Design Chapter 11* diperoleh dengan perhitungan hambatan kapal total dimana kecepatan kapal harus dirubah kedalam m/s selanjutnya hasil perhitungan dibagi dengan *factor quasi-propulsive coefficient* kapal lambat sebesar 0.96. Kapal penumpang ini menggunakan dua mesin utama.

Tabel 3.7. Pemilihan Mesin Utama

RT(kN)	Lwl	PD (Delivery Power)				
		n [rpm]	P_E (kW)	Rn propeller	h_D	PD [kW]
24.12	19.580	1400	142.663	189487591.622	0.9600	148.607

Pb(Brake Power)						
Pd(delivery Power)		$\eta_s \cdot \eta_b$	η_t	Service Range	BHP(BrakeHorse Power) in (Kw)	BHP(BrakeHorse Power) in (HP)
N(rev/Min)	P_c					
1400	0.84000	0.98	0.98	0	181.220510	242.922936

Pemilihan							
Mesin Induk							
Daya [kW]	RPM	L [mm]	W [mm]	H [mm]	Dry mass	Mass with gear	engine type
150	4000	940.7	739.9	7474	250	285	YANMAR 4BY150



Yanmar type 4BY150

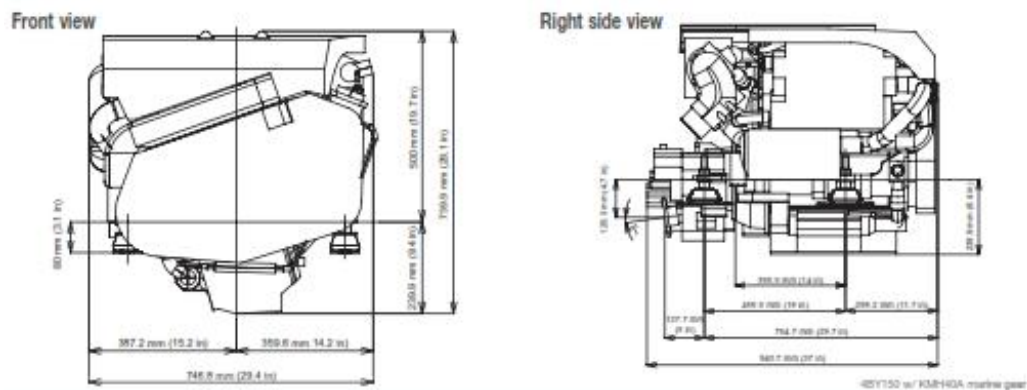
The Powerful Gem



Configuration	In line, 4-stroke cycle, water-cooled diesel engine
Maximum output at crankshaft *	110 kW (150 mhp) / 4000 rpm
Continuous rating output at crankshaft	85 kW (114 mhp) / 3600 rpm
Displacement	1.995 L (122 cu in)
Bore x stroke	84 mm x 90 mm (3.31 in x 3.54 in)
Cylinders	4, Common Rail with vertical injectors
Combustion system	Direct injection
Aspiration	Wastegated, turbocharged with intercooler
Starting system	Electric starting 12 V - 3 kW
Alternator	12 V - 150 A
Cooling system	Fresh water cooling with heat exchanger, and sea water cooled charge air cooler
Lubrication system	Totally enclosed, forced lubricating system with pump
Can Bus	Device net according to NMEA 2000 protocol
Direction of rotation (crankshaft)	Counter clockwise viewed from stern
Dry weight without gear	250 kg (551 lbs)
Environmental	EPA Tier 2, RCD, SAV, BSO. Meets the EU comprehensive emissions regulation 2006
Engine mounting	Rubber type antivibration mounts

NOTE: Fuel condition: Density at 15°C = 0.84 g/cm³; 1kW = 1.3596 hp = 1.3410 HP
 * Fuel temperature 40°C at the inlet of the fuel injection pump (ISO 8603)
 Technical data is according to ISO 3006 / 3007

Gambar 3.7. Brosur Mesin Utama Kapal



Gambar 3.7.1 Geometri Mesin Utama

3.8. Perhitungan *Consumable*

Berat *consumable* terdiri dari berat bahan bakar kapal, berat minyak diesel, berat pelumas, berat air tawar untuk konsumsi dan air tawar untuk pendingin mesin utama. perhitungan *consumable* berdasarkan buku merancang kapal Ir. Markus M.T. Berat *consumables* :

$$(W_1) = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov}$$

Keterangan :

W_{fo} = Berat Bahan Bakar

W_{lub} = Berat Pelumas

W_{ft} = Berat Air Tawar

W_{diesel} = Berat Minyak Diesel

Tabel 3.8. Hasil Perhitungan Rumus Diatas

Fuel oil					Diesel Oil		
SFR	MCR	Margin	W_{FO}	V_{FO}	C_{DO}	W_{DO}	V_{DO}
0.00018	181.221	10%	1.00	1.09	0.15	0.1500	0.1835

Lube Oils	
W _{LO}	V _{LO}
0.0620	0.07164

Fresh Water						Provision & Store		Consum Total
C _{w1}	C _{w2}	W _{FW1}	W _{FW2}	W _{FW Total}	V _{FW}	C _p	W _{PR}	
220	2.00	0.176	0.486	0.662	0.69	3	0.862	3.836

3.9. Perhitungan *Equipment & Akomodasi*

Berdasarkan hasil rencana umum kapal rancangan maka ditetapkan berat perlengkapan dan akomodasi penumpang, *crew* dan navigasi yang didapat dari brosur barang dan bertanya melalui email spesifikasi barang tersebut kepada penjual.

Berikut adalah daftar perlengkapan, peralatan dan akomodasi:

Tabel 3.9. Item Perlengkapan Kapal

Item	Berat (ton)	Item	Berat (ton)
Genset 1	0.1075	Bed	0.014
Genset 2	0.1075	Cup board	0.045
Cooling Pm 1	0.013	Chain Lock	1.2
Fuel Pm 2	0.015	Tangg ats 1	0.096
Sch Pm 3	0.015	Tangg ats 2	0.096
Diesel Pm 4	0.013	Kursi 1	0.014
Tangga 1	0.063	Kursi 2	0.014
Tangga 2	0.063	Kursi 3	0.147
Tangga CH	0.063	Kursi 4	0.105
Tngg Crw 1	0.056	Bagasi 1	0.03
Tngg Crw 2	0.056	Bagasi 2	0.02
Big bed	0.017	WC	0.013
Air pipe 5	0.009	Air pipe 7	0.009
Air pipe 6	0.009	ST gear	1.5

Item	Berat (ton)	Item	Berat (ton)
Kursi 6	0.063	Kursi 11	0.105
Kursi 5	0.014	Kursi 12	0.105
Bagasi 3	0.01	Table map	0.015
Kursi 7	0.014	Store	0.05
Kursi 8	0.014	Tangga WH	0.08
Windlass	0.105	Chair capt	0.041
Funnel Pipe	0.379	Dash Board	0.05
Ext Pipe inst	0.15	Nav Lamp	0.15
Life Jck 1	0.025	Air pipe 1	0.009
Life Jck 1	0.025	Air pipe 2	0.009
Pintu tangga 1	0.025	Air pipe 3	0.009
Kursi 10	0.014	Air pipe 4	0.009
Pintu tangga 3	0.025	Kursi 9	0.014
Pintu tangga 2	0.025		

3.10. Perhitungan Total Berat

Setelah berat LWT dan DWT didapatkan, maka berikutnya adalah menghitung berat gabungan. Hasil ini nantinya digunakan untuk melakukan pengecekan terhadap *displacement* kapal.

Rumus perhitungannya diberikan sebagai berikut :

$$DWT + LWT = W_{\text{baja}} + W_{\text{peralatan (equipment)}} + W_{\text{permesinan}} + W_{\text{consumable}} + W_{\text{payload}}$$

$$W_{\text{PAYLOAD}} = 7.05 \text{ [ton]}$$

$$W_{\text{crew}} = 0.3 \text{ [ton]}$$

Perincian berat bias dilihat dalam lampiran.

Tabel 3.10. Perhitungan Berat Total

WStR	WStF	Σ Berat S.Structure	Steel Weight	Σ Payload dan crew	Σ Consumable	Σ Machinery and Nav dll.	Berat Total	
16.12	0.12	29.32	46.43	7.305	4.03	7.85	65.61	ton

3.11. Rencana Pemuatan

Pemuatan akan menggunakan 9 kondisi menggunakan *Software Hidromax*, kondisi pemuatan tersebut banyak dilakukan dengan variasi dari jumlah *payload* dan bahan bakar yang digunakan untuk menjaga keamanan kapal saat bahan bakar yang digunakan hanya mampu melayani perjalanan sekali dengan jarak pendek saat akan dilakukan pengisian bahan bakar, stabilitas kapal penumpang sangat diperhatikan sebab faktor kenyamanan sangat penting dan akan dilakukan dengan kriteria IMO.

3.12. Kontruksi Kapal

Kapal penumpang ini menggunakan sistem kontruksi melintang atau *transversal* penggunaan system melintang untuk mendapatkan ruangan yang lebih luas dengan panjang kapal keseluruhan 21.3 m. *Rules* dalam menentukan perancangan kontruksi kapal ini menggunakan BKI Vol II Tahun 2001. Berikut adalah perhitungan kontruksi kapal :

Jarak antar gading:

$$a_o = L/500 + 0,48 \text{ m (dari BKI 89)}$$

$$a_o = 0.52 \text{ m}$$

Pelat Sisi

Lebar pelat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari :

$$b = 800 + 5L \quad (\text{mm})$$

$$= 902 \text{ mm}$$

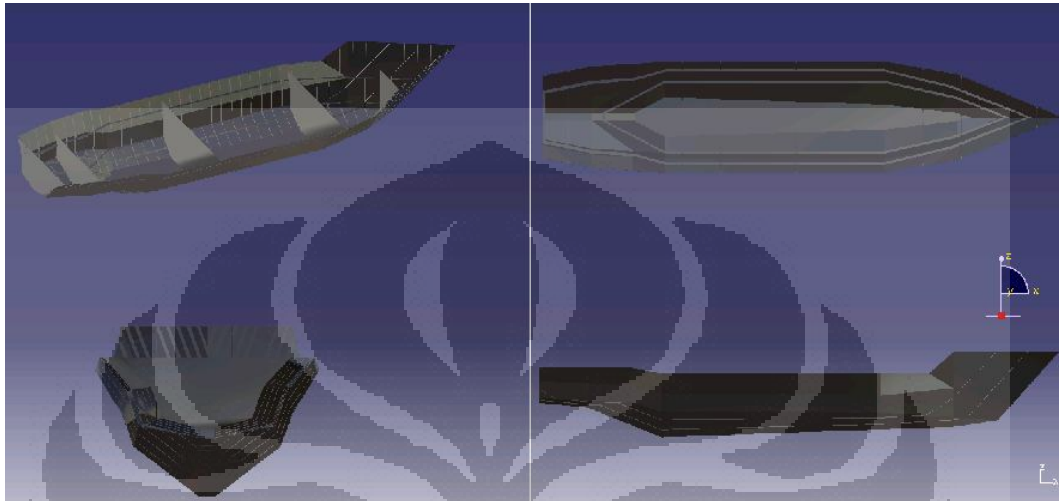
$$b \text{ max} = 1800 \text{ mm}$$

b yang diambil 900 mm

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat dalam lembaran lampiran.

3.13. Pembuatan Pemodelan Lambung di CATIA

Model akan dianalisis menggunakan software FEM CATIA V5 R11 dibuat modelnya terlebih dahulu setiap *part* nya lalu di *assembly* untuk memudahkan analisisnya.



Gambar 3.13. Penampang Samping, Belakang, Persepektif dan, Bawah Kapal

BAB 4

ANALISA STABILITAS DAN KEKUATAN TRANVERSAL

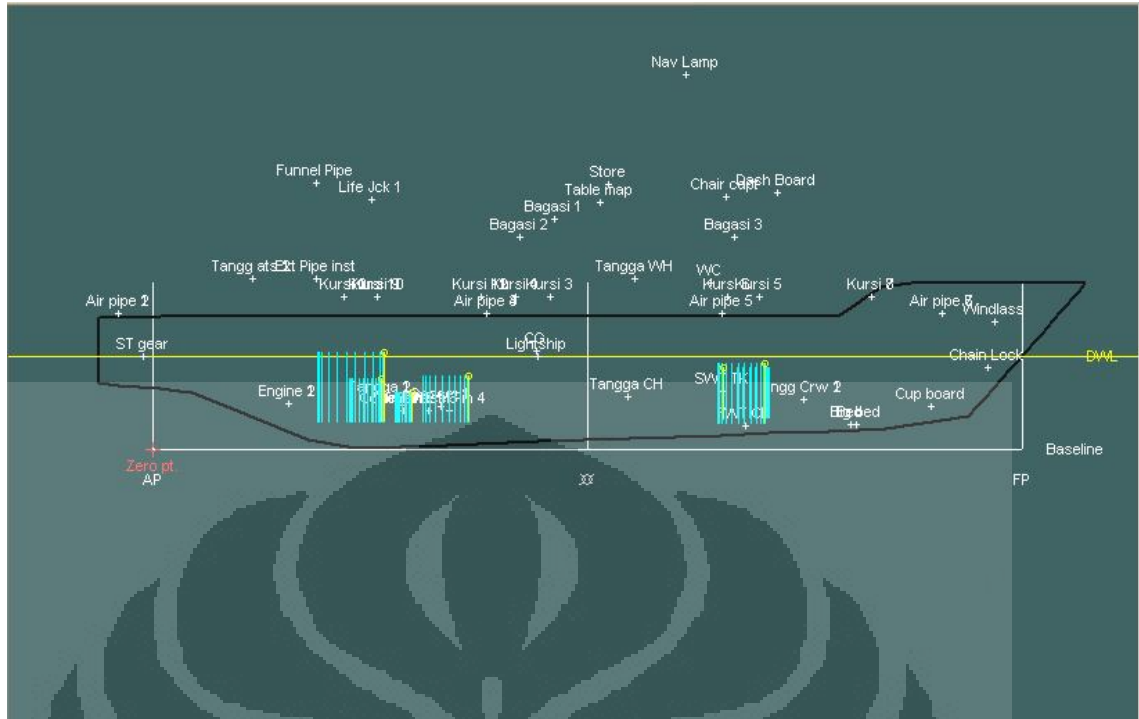
4.1. Analisa Stabilitas

Parameter utama yang dilihat dalam menentukan kualitas stabilitas statis kapal adalah besarnya gaya yang bekerja untuk mengembalikan kapal (lengan pembalik GZ) pada beberapa sudut kemiringan yang diketahui dari luas area di bawah kurva GZ. Stabilitas pada kondisi tertentu merupakan penggambaran mengenai kondisi stabilitas saat berangkat dari pelabuhan sampai dengan tiba / berlabuh, dimana pada beberapa kondisi yang berbeda itu terdapat perubahan dinamik pada kondisi *displacement* kapal.

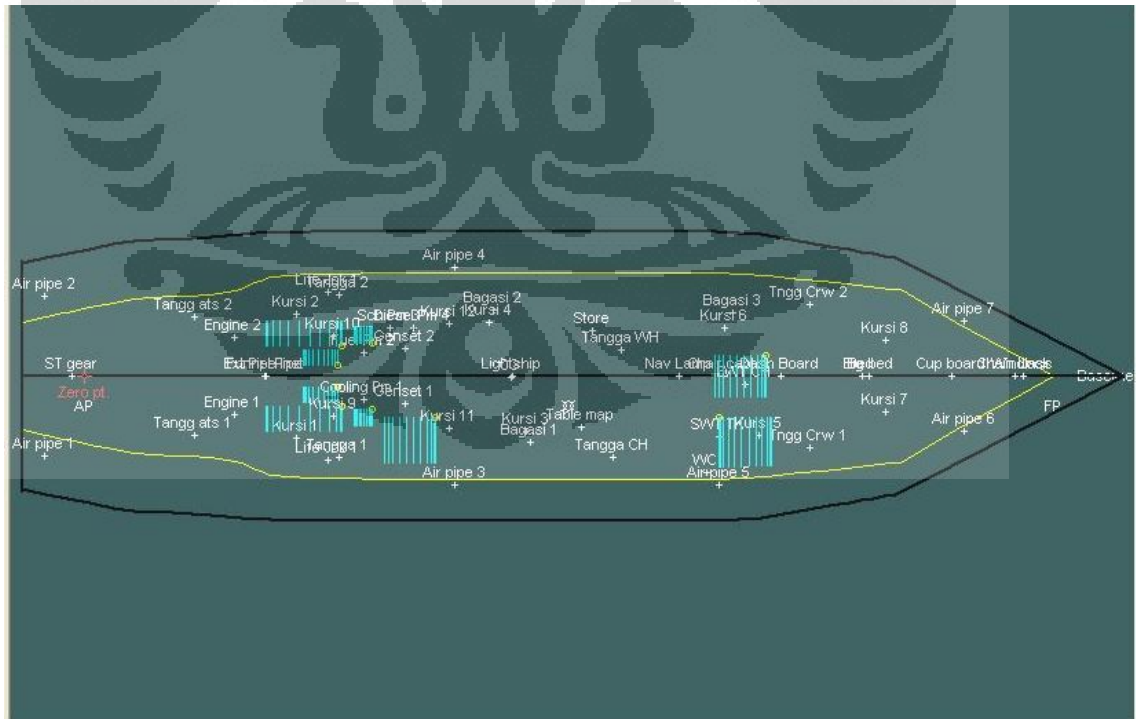
Langkah awal yang dilakukan dalam analisa stabilitas kapal penumpang yang akan di operasikan melayani rute muara angke-pulau tidung ini adalah menentukan letak ruangan / kompartemen / tangki muatan kapal dan perlengkapannya berdasarkan general arrangement dari perancangan. Kemudian menentukan *load case* pada beberapa kondisi pemuatan untuk dapat di analisa stabilitas dengan *software* Hydromax. Pada simulasi ini kapal dikondisikan berada pada perairan tenang.

4.2. Perencanaan Load Case

Kapal pelat datar yang telah dibuat *general arrangement* dalam bentuk *Autocad* di buat ulang dalam bentuk pemodelan lambung kapal di *Maxsurf Pro* yang kemudian hasilnya di import kedalam *Software Hidromax* dan diisikan data setiap item yang berada di kapal pelat datar berdasarkan titik berat setiap item yang terdapat dalam *general arrangement* untuk mendefinisikan *load internal* yang mempengaruhi stabilitas. Tangki-tangki yang berada di kapal tersebut di definisikan dalam kompartemen yang tersedia dalam load case karena adanya efek *free surface* kapal yang mempengaruhi stabilitas kapal yang perlu di perhatikan secara detail.



Gambar 4.2. *Profil View Load Case Window* pada Hidromax



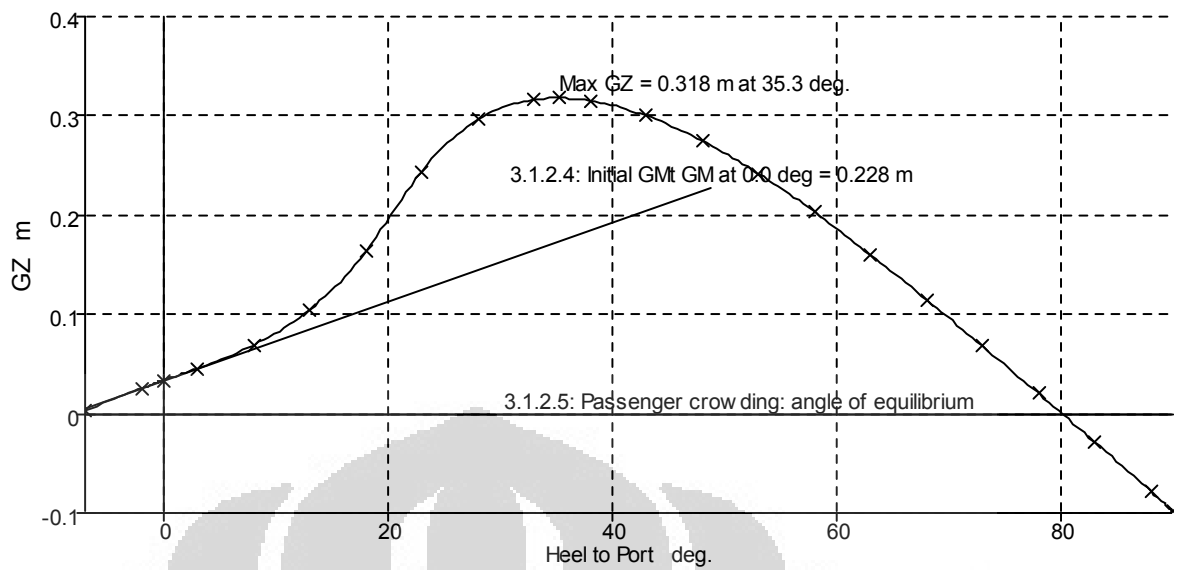
Gambar 4.2.1. *Profil View Load Case Window* pada Hidromax

Load Case Penumpang 100% FOT 100%

Tabel 4.2.1. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 100% FOT 100%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	
Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.722	8.57	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	1.23	7.845	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.164	15.526	3.266	0.693	0	

Kursi 8	1	0.164	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.164	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.164	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	1.23	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	1.23	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
FOT 1	100%	1.001	4.275	1.344	0.819	0	IMO
FOT 2	100%	1.001	4.275	1.344	-0.82	0	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Total Weight =		65.68	LCG=8.284	VCG=2.099	TCG=0.034	0	



Gambar 4.2.2. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 100% FOT 100%

Tabel 4.2.2. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.015	0.013	0.034	0.054	0.081	0.125	0.196	0.269	0.307
Area under GZ curve from zero heel m.deg	-0.115	-0.1185	0.0306	0.2184	0.553	1.0584	1.8514	3.0227	4.4795
Displacement t	65.68	65.68	65.68	65.68	65.69	65.68	65.68	65.68	65.68
Draft at FP m	1.741	1.758	1.764	1.758	1.74	1.713	1.678	1.633	1.588
Draft at AP m	2.03	2.045	2.05	2.045	2.031	2	1.947	1.887	1.839
WL Length m	19.739	19.754	19.759	19.754	19.74	19.714	19.682	19.642	19.602
Beam max extents on WL m	4.112	3.967	3.935	3.967	4.113	4.369	4.657	4.364	3.957
Wetted Area m ²	93.889	92.461	92.152	92.462	93.9	96.565	100.73	105.08	107.925
Waterpl. Area m ²	66.848	64.307	63.755	64.307	66.85	71.26	76.965	72.13	66.003
Prismatic coeff. (Cp)	0.669	0.671	0.672	0.671	0.668	0.666	0.666	0.673	0.681
Block coeff. (Cb)	0.409	0.418	0.422	0.418	0.409	0.396	0.389	0.441	0.519
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.274	8.272	8.272	8.272	8.271	8.272	8.273	8.274	8.274
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.155	8.193	8.192	8.193	8.153	8.032	7.896	8.169	8.331
Max deck inclination deg	10.037	5.0757	0.8747	5.0757	10.04	15.023	20.014	25.009	30.0067
Trim angle (+ve by stern) deg	0.881	0.878	0.8747	0.878	0.888	0.8755	0.8215	0.7757	0.7679

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.318	0.311	0.291	0.263	0.227	0.187	0.143	0.096	0.049	0.001	-0.048	-0.099
6.0518	7.6294	9.1385	10.5266	11.7545	12.792	13.617	14.214	14.58	14.702	14.584	14.217
65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68	65.68
1.541	1.489	1.425	1.347	1.249	1.123	0.954	0.705	0.296	-0.523	-3.003	n/a
1.799	1.764	1.735	1.711	1.691	1.675	1.663	1.66	1.674	1.728	1.931	n/a
19.561	19.514	19.459	19.391	19.308	19.201	19.146	19.366	19.67	19.957	20.225	20.479
3.803	3.977	3.843	3.639	3.472	3.349	3.26	3.202	3.173	3.045	2.946	2.876
109.981	111.57	112.879	113.935	114.78	115.88	116.4	116.66	116.9	117.23	117.54	117.86
61.238	57.801	55.201	53.191	51.655	50.833	50.101	49.62	49.36	49.03	48.405	47.841
0.69	0.698	0.706	0.715	0.724	0.734	0.742	0.739	0.734	0.73	0.727	0.725
0.579	0.565	0.574	0.598	0.614	0.566	0.525	0.483	0.444	0.427	0.412	0.399
8.274	8.275	8.273	8.272	8.271	8.269	8.268	8.266	8.265	8.263	8.26	8.258
8.467	8.604	8.725	8.824	8.902	9.015	9.06	9.078	9.07	9.043	9.023	9.006
35.0052	40.004	45.0039	50.0037	55.0037	60.004	65.003	70.003	75	80.002	85.001	90
0.7855	0.84	0.9471	1.1111	1.3474	1.6848	2.1622	2.913	4.197	6.8336	14.722	90

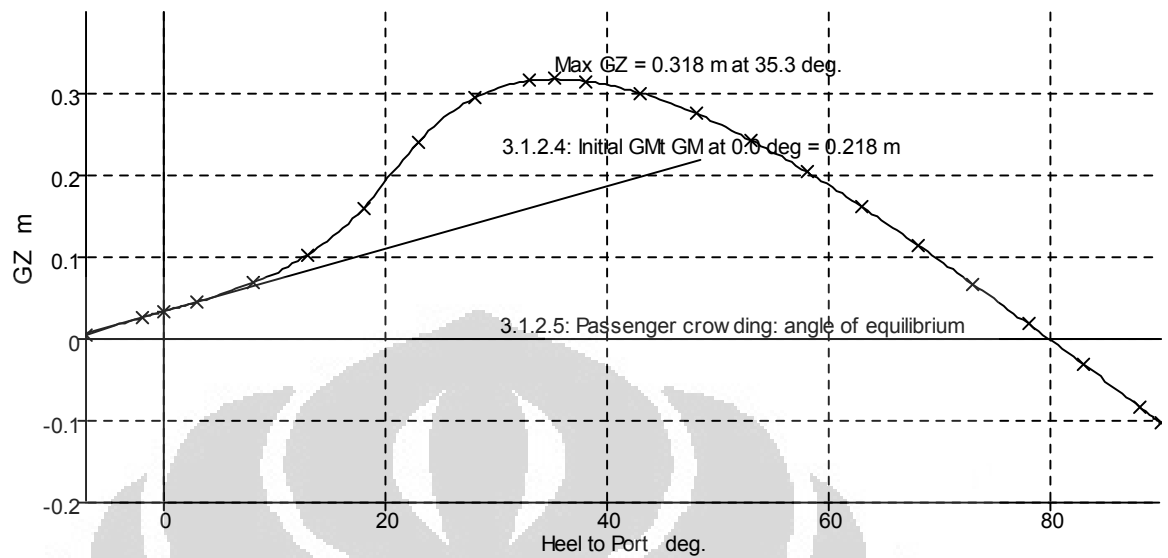


Load Case Penumpang 100% FOT 75%

Tabel 4.2.3. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 100% FOT 75%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	
Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.722	8.57	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	1.23	7.845	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.164	15.526	3.266	0.693	0	

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	75%	0.7508	4.277	1.162	0.818	0.185	IMO
FOT 2	75%	0.7507	4.277	1.162	-0.818	0.185	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	

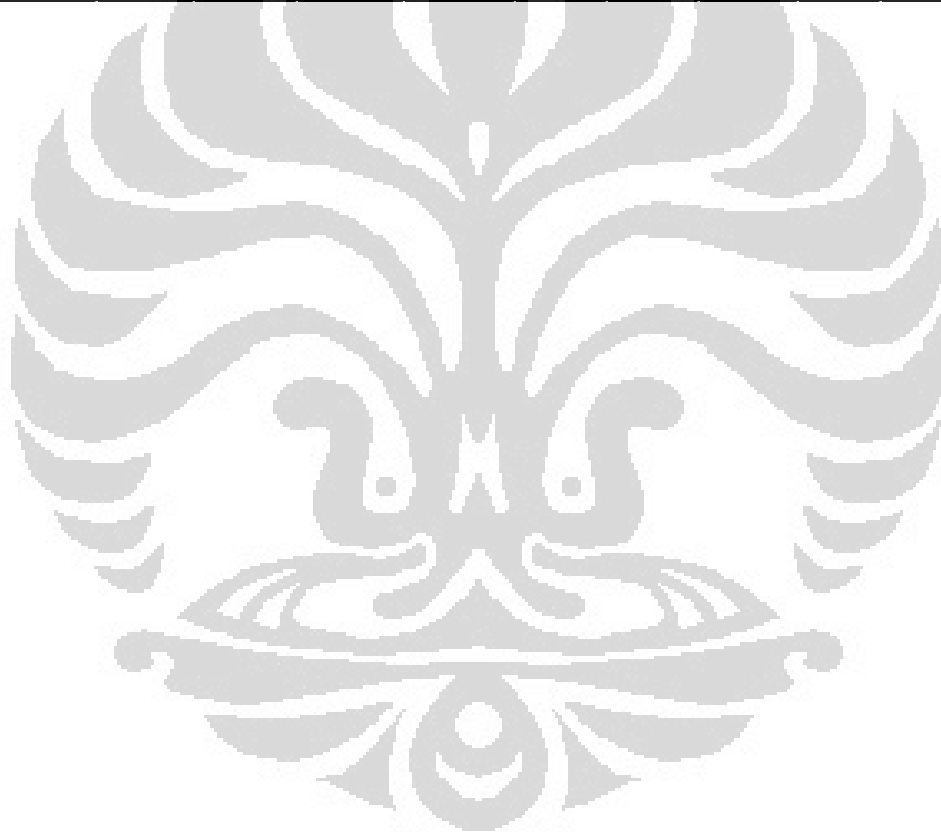


Gambar 4.2.3. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 100% FOT 75%

Tabel 4.2.4. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.013	0.014	0.034	0.054	0.08	0.122	0.192	0.267	0.307
Area under GZ curve from zero heel m.deg	-0.126	-0.1218	0.0309	0.2177	0.548	1.0435	1.8206	2.9769	4.4268
Displacement t	65.18	65.18	65.18	65.18	65.19	65.18	65.18	65.18	65.18
Draft at FP m	1.746	1.764	1.769	1.764	1.746	1.718	1.682	1.638	1.593
Draft at AP m	2.013	2.027	2.032	2.027	2.013	1.984	1.932	1.87	1.819
WL Length m	19.743	19.759	19.764	19.758	19.74	19.718	19.685	19.646	19.606
Beam max extents on WL m	4.095	3.944	3.912	3.944	4.095	4.351	4.655	4.37	3.957
Wetted Area m ²	93.442	92.078	91.768	92.076	93.45	96.063	100.15	104.58	107.43
Waterpl. Area m ²	66.59	64.121	63.569	64.12	66.59	70.936	76.842	72.357	66.173
Prismatic coeff. (Cp)	0.67	0.673	0.673	0.673	0.67	0.667	0.667	0.674	0.683
Block coeff. (Cb)	0.41	0.42	0.423	0.42	0.41	0.397	0.389	0.44	0.519
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.306	8.306	8.305	8.306	8.306	8.304	8.305	8.306	8.306
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.176	8.205	8.203	8.205	8.176	8.058	7.911	8.161	8.324
Max deck inclination deg	10.032	5.0636	0.8009	5.0636	10.03	15.02	20.012	25.008	30.0054
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8132	0.8039	0.8009	0.8039	0.813	0.8124	0.7643	0.7089	0.6894

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.318	0.311	0.292	0.264	0.228	0.188	0.143	0.096	0.048	-0.001	-0.051	-0.103
5.9967	7.5749	9.0867	10.4788	11.7113	12.753	13.582	14.181	14.54	14.659	14.528	14.143
65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18	65.18
1.548	1.495	1.434	1.357	1.261	1.136	0.971	0.726	0.324	-0.481	-2.92	n/a
1.776	1.738	1.704	1.675	1.649	1.625	1.603	1.585	1.574	1.578	1.632	n/a
19.566	19.519	19.465	19.399	19.316	19.21	19.157	19.377	19.68	19.97	20.239	20.492
3.805	3.976	3.84	3.637	3.471	3.347	3.259	3.201	3.172	3.047	2.948	2.877
109.494	111.1	112.407	113.467	114.319	114.96	115.94	116.2	116.4	116.78	117.1	117.41
61.399	57.952	55.348	53.333	51.8	50.634	50.237	49.738	49.48	49.108	48.437	47.844
0.691	0.699	0.708	0.716	0.726	0.736	0.744	0.741	0.736	0.732	0.73	0.728
0.579	0.566	0.576	0.6	0.616	0.567	0.526	0.483	0.444	0.427	0.412	0.398
8.306	8.304	8.305	8.304	8.303	8.302	8.301	8.299	8.297	8.295	8.293	8.291
8.46	8.597	8.718	8.817	8.896	8.948	9.055	9.073	9.069	9.045	9.029	9.011
35.004	40.003	45.003	50.0029	55.0028	60.003	65.003	70.003	75	80.002	85.001	90
0.6943	0.7424	0.8258	0.9708	1.1838	1.4912	1.9297	2.6217	3.808	6.2586	13.625	90

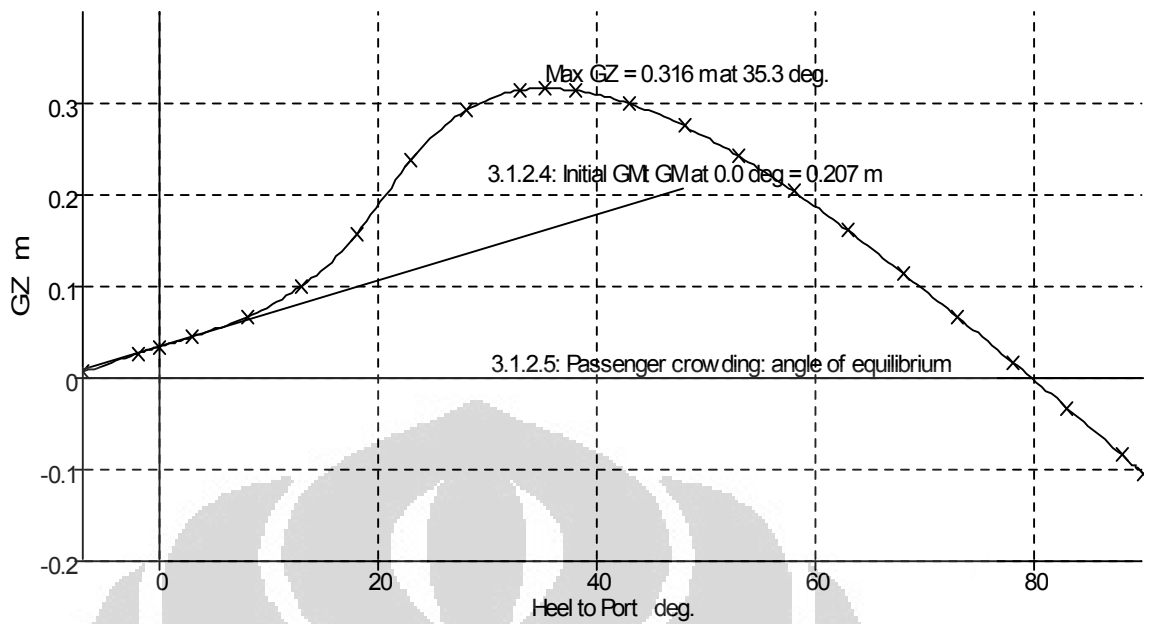


Load Case Penumpang 100% FOT 50%

Tabel 4.2.5. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 100% FOT 50%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	50%	0.5005	4.28	0.979	0.814	0.185	IMO
FOT 2	50%	0.5005	4.28	0.979	-0.814	0.185	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	

Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	
Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.722	8.57	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	1.23	7.845	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.164	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.164	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.164	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.164	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	1.23	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	1.23	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		65.18	LCG=8.315	VCG=2.100	TCG=0.034	0.369	



Gambar 4.2.4. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 100% FOT 50%

Tabel 4.2.6. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.078	-0.053	-0.034	-0.015	0.011	0.053	0.123	0.202	0.245
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.5417	0.216	-0.031	-0.125	-0.141	0.0098	0.4413	1.2616	2.3951
Displacement t	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68
Draft at FP m	1.751	1.768	1.774	1.768	1.751	1.723	1.686	1.642	1.599
Draft at AP m	1.995	2.01	2.015	2.01	1.995	1.968	1.918	1.853	1.799
WL Length m	19.747	19.762	19.767	19.762	19.75	19.722	19.689	19.649	19.611
Beam max extents on WL m	4.078	3.921	3.889	3.921	4.078	4.333	4.657	4.374	3.956
Wetted Area m ²	93.003	91.691	91.381	91.689	93.01	95.557	99.538	104.08	106.935
Waterpl. Area m ²	66.345	63.932	63.378	63.931	66.35	70.608	76.581	72.582	66.344
Prismatic coeff. (Cp)	0.671	0.674	0.675	0.674	0.671	0.669	0.668	0.675	0.684
Block coeff. (Cb)	0.411	0.422	0.425	0.422	0.411	0.398	0.387	0.439	0.518
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.337	8.336	8.336	8.336	8.337	8.336	8.337	8.338	8.339
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.195	8.216	8.214	8.216	8.195	8.084	7.935	8.154	8.316
Max deck inclination deg	10.027	5.0534	0.7338	5.0534	10.03	15.017	20.011	25.006	30.0042
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7451	0.7366	0.7338	0.7366	0.745	0.748	0.7059	0.642	0.6107

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.26	0.257	0.243	0.219	0.188	0.153	0.114	0.072	0.029	-0.014	-0.058	-0.104
3.6673	4.9675	6.2219	7.3788	8.3995	9.2542	9.9216	10.387	10.64	10.68	10.499	10.093
64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68
1.555	1.504	1.443	1.367	1.273	1.151	0.988	0.747	0.353	-0.436	-2.83	n/a
1.752	1.711	1.673	1.639	1.607	1.575	1.543	1.51	1.472	1.427	1.325	n/a
19.571	19.526	19.472	19.406	19.325	19.22	19.167	19.389	19.7	19.984	20.253	20.507
3.807	3.974	3.838	3.636	3.47	3.346	3.257	3.2	3.171	3.048	2.949	2.879
109.009	110.62	111.936	113	113.861	114.5	115.49	115.73	116	116.34	116.67	116.97
61.56	58.113	55.497	53.476	51.947	50.772	50.369	49.854	49.61	49.178	48.474	47.844
0.692	0.701	0.709	0.718	0.727	0.738	0.746	0.744	0.739	0.735	0.732	0.731
0.58	0.567	0.577	0.602	0.618	0.569	0.527	0.484	0.445	0.426	0.411	0.397
8.339	8.339	8.339	8.338	8.337	8.336	8.334	8.333	8.331	8.329	8.327	8.325
8.453	8.59	8.711	8.81	8.89	8.942	9.05	9.068	9.069	9.049	9.036	9.018
35.003	40.002	45.0022	50.0021	55.0021	60.002	65.002	70.002	75	80.002	85.001	90
0.6026	0.6308	0.7037	0.8293	1.0185	1.295	1.6934	2.3244	3.41	5.6655	12.478	-1.#IND

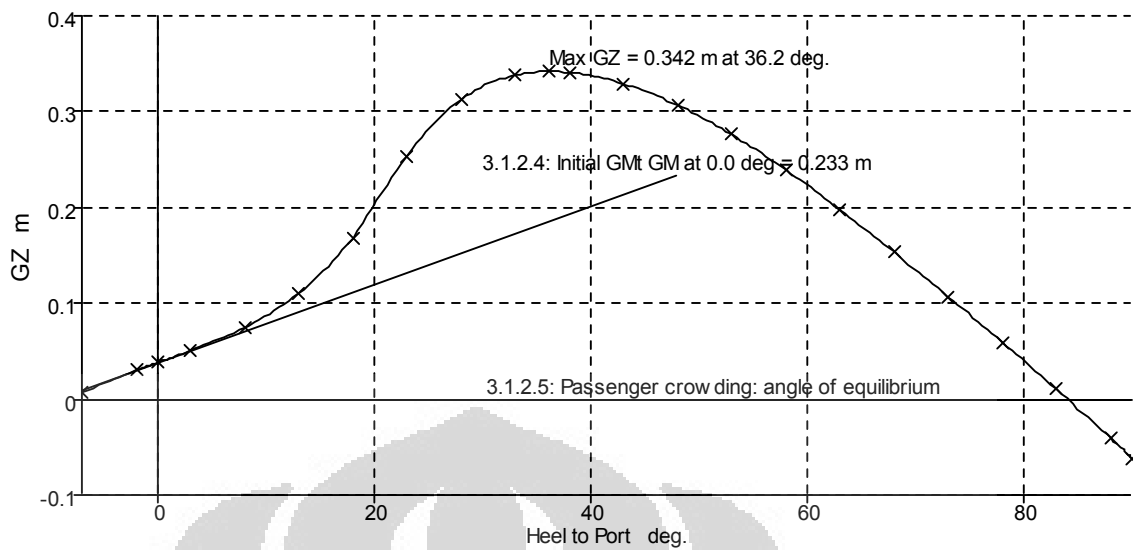


Load Case Penumpang 75% FOT 100%

Tabel 4.2.7. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 75% FOT 100%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	100%	1.001	4.275	1.344	0.819	0	IMO
FOT 2	100%	1.001	4.275	1.344	-0.82	0	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	

Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.722	8.57	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	1.23	7.845	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.164	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.164	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.164	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.164	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	0.492	8.2	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	0.246	8.572	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
kursi 13	1	0.063	6.326	3.266	1.017	0	
kursi 14	1	0.063	6.326	3.266	-1.017	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		64.09	LCG=8.328	VCG=2.070	TCG=0.038	0	



Gambar 4.2.5. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 75% FOT 100%

Tabel 4.2.8. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.087	-0.059	-0.038	-0.017	0.011	0.056	0.129	0.212	0.26
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.607	0.2428	-0.035	-0.141	-0.159	0.0004	0.4527	1.311	2.5055
Displacement t	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09
Draft at FP m	1.734	1.751	1.757	1.751	1.734	1.706	1.669	1.625	1.581
Draft at AP m	1.993	2.007	2.012	2.007	1.993	1.966	1.916	1.85	1.796
WL Length m	19.732	19.747	19.752	19.747	19.73	19.707	19.674	19.635	19.595
Beam max extents on WL m	4.069	3.909	3.878	3.909	4.069	4.323	4.657	4.392	3.978
Wetted Area m ²	92.522	91.215	90.896	91.213	92.52	95.068	99.028	103.56	106.399
Waterpl. Area m ²	66.073	63.661	63.086	63.66	66.07	70.322	76.322	72.702	66.437
Prismatic coeff. (Cp)	0.669	0.672	0.673	0.672	0.669	0.666	0.665	0.672	0.681
Block coeff. (Cb)	0.41	0.421	0.424	0.421	0.41	0.396	0.385	0.435	0.513
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.318	8.318	8.317	8.318	8.318	8.317	8.318	8.319	8.32
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.184	8.204	8.2	8.204	8.184	8.075	7.925	8.146	8.31
Max deck inclination deg	10.03	5.06	0.778	5.06	10.03	15.019	20.012	25.007	30.0049
Trim angle (+ve by stern) deg	0.79	0.781	0.778	0.781	0.79	0.7931	0.7513	0.6861	0.6566

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.278	0.279	0.267	0.246	0.218	0.185	0.148	0.109	0.068	0.027	-0.016	-0.061
3.8592	5.2584	6.6274	7.9133	9.0762	10.086	10.919	11.561	12	12.243	12.27	12.075
64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09
1.535	1.482	1.419	1.341	1.243	1.117	0.948	0.698	0.287	-0.537	-3.033	n/a
1.748	1.705	1.666	1.631	1.597	1.563	1.527	1.49	1.447	1.388	1.248	n/a
19.554	19.507	19.451	19.383	19.299	19.191	19.136	19.357	19.66	19.952	20.221	20.474
3.786	3.991	3.856	3.645	3.478	3.354	3.265	3.207	3.171	3.039	2.94	2.87
108.467	110.08	111.394	112.456	113.305	114.38	114.93	115.2	115.4	115.78	116.1	116.38
61.622	58.17	55.56	53.531	51.98	51.13	50.41	49.91	49.57	49.079	48.34	47.673
0.69	0.699	0.707	0.716	0.726	0.736	0.745	0.742	0.737	0.734	0.732	0.73
0.581	0.563	0.573	0.599	0.615	0.566	0.524	0.481	0.443	0.426	0.411	0.397
8.32	8.32	8.319	8.319	8.318	8.316	8.315	8.313	8.312	8.31	8.308	8.306
8.444	8.58	8.702	8.8	8.877	8.986	9.039	9.06	9.049	9.028	9.014	8.997
35.0035	40.003	45.0025	50.0024	55.0023	60.002	65.002	70.002	75	80.002	85.001	90
0.651	0.681	0.756	0.885	1.0792	1.3607	1.7683	2.415	3.533	5.852	12.843	-1.#IND

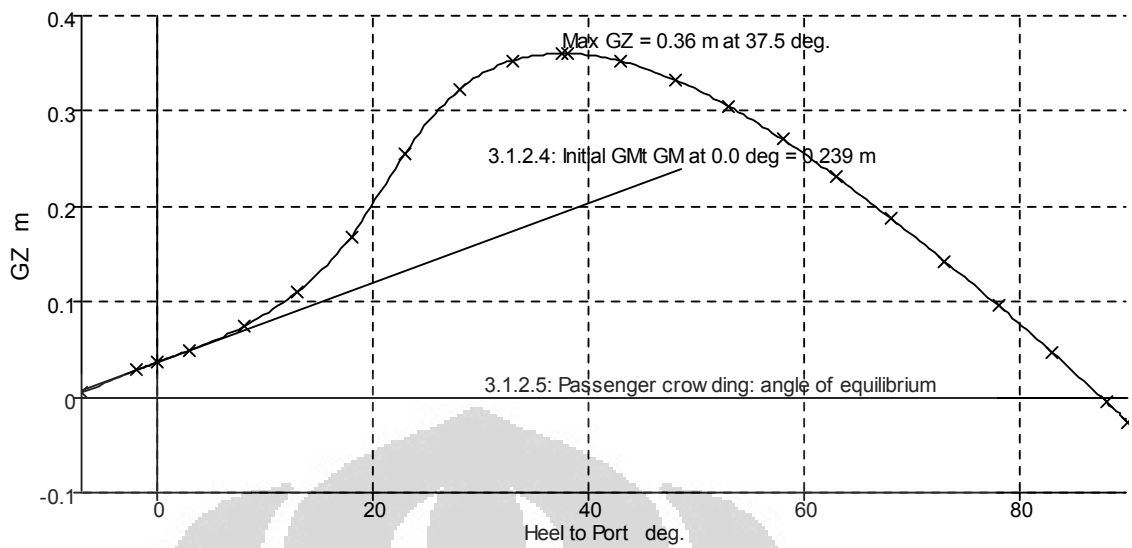


Load Case Penumpang 50% FOT 100%

Tabel 4.2.9. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 50% FOT 100%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	100%	1.001	4.275	1.344	0.819	0	IMO
FOT 2	100%	1.001	4.275	1.344	-0.82	0	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	

Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.497	8.916	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	0.93	8.219	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.164	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.164	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.014	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.014	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	0.105	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	0.105	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		62.61	LCG=8.360	VCG=2.041	TCG=0.037	0	



Gambar 4.2.6. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 50% FOT 100%

Tabel 4.2.10. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.087	-0.059	-0.038	-0.017	0.011	0.056	0.129	0.212	0.26
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.607	0.2428	-0.035	-0.141	-0.159	0.0004	0.4527	1.311	2.5055
Displacement t	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09
Draft at FP m	1.734	1.751	1.757	1.751	1.734	1.706	1.669	1.625	1.581
Draft at AP m	1.993	2.007	2.012	2.007	1.993	1.966	1.916	1.85	1.796
WL Length m	19.732	19.747	19.752	19.747	19.73	19.707	19.674	19.635	19.595
Beam max extents on WL m	4.069	3.909	3.878	3.909	4.069	4.323	4.657	4.392	3.978
Wetted Area m ²	92.522	91.215	90.896	91.213	92.52	95.068	99.028	103.56	106.399
Waterpl. Area m ²	66.073	63.661	63.086	63.66	66.07	70.322	76.322	72.702	66.437
Prismatic coeff. (Cp)	0.669	0.672	0.673	0.672	0.669	0.666	0.665	0.672	0.681
Block coeff. (Cb)	0.41	0.421	0.424	0.421	0.41	0.396	0.385	0.435	0.513
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.318	8.318	8.317	8.318	8.318	8.317	8.318	8.319	8.32
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.184	8.204	8.2	8.204	8.184	8.075	7.925	8.146	8.31
Max deck inclination deg	10.03	5.06	0.778	5.06	10.03	15.019	20.012	25.007	30.0049
Trim angle (+ve by stern) deg	0.79	0.781	0.778	0.781	0.79	0.7931	0.7513	0.6861	0.6566

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.278	0.279	0.267	0.246	0.218	0.185	0.148	0.109	0.068	0.027	-0.016	-0.061
3.8592	5.2584	6.6274	7.9133	9.0762	10.086	10.919	11.561	12	12.243	12.27	12.075
64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09	64.09
1.535	1.482	1.419	1.341	1.243	1.117	0.948	0.698	0.287	-0.537	-3.033	n/a
1.748	1.705	1.666	1.631	1.597	1.563	1.527	1.49	1.447	1.388	1.248	n/a
19.554	19.507	19.451	19.383	19.299	19.191	19.136	19.357	19.66	19.952	20.221	20.474
3.786	3.991	3.856	3.645	3.478	3.354	3.265	3.207	3.171	3.039	2.94	2.87
108.467	110.08	111.394	112.456	113.305	114.38	114.93	115.2	115.4	115.78	116.1	116.38
61.622	58.17	55.56	53.531	51.98	51.13	50.41	49.91	49.57	49.079	48.34	47.673
0.69	0.699	0.707	0.716	0.726	0.736	0.745	0.742	0.737	0.734	0.732	0.73
0.581	0.563	0.573	0.599	0.615	0.566	0.524	0.481	0.443	0.426	0.411	0.397
8.32	8.32	8.319	8.319	8.318	8.316	8.315	8.313	8.312	8.31	8.308	8.306
8.444	8.58	8.702	8.8	8.877	8.986	9.039	9.06	9.049	9.028	9.014	8.997
35.0035	40.003	45.0025	50.0024	55.0023	60.002	65.002	70.002	75	80.002	85.001	90
0.651	0.681	0.756	0.885	1.0792	1.3607	1.7683	2.415	3.533	5.852	12.843	-1.#IND

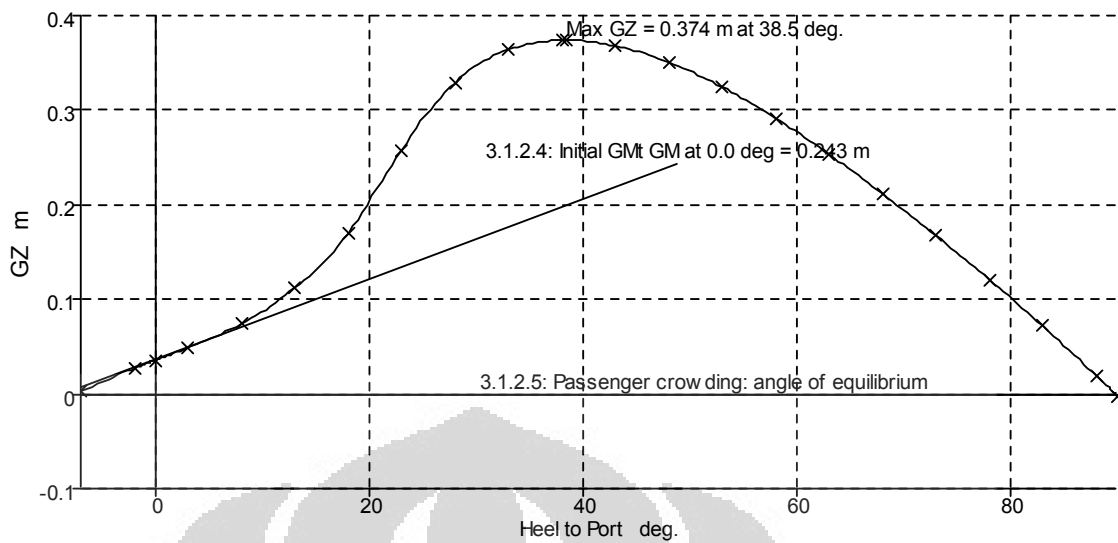


Load Case Penumpang 25% FOT 100%

Tabel 4.2.11. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 25% FOT 100%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	100%	1.001	4.275	1.344	0.819	0	IMO
FOT 2	100%	1.001	4.275	1.344	-0.82	0	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.014	4.117	3.266	1.189	0	

Kursi 2	1	0.014	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.272	9.292	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	0.78	8.592	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.014	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.014	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.014	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.014	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	0.105	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	0.105	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		61.63	LCG=8.356	VCG=2.022	TCG=0.036	0	



Gambar 4.2.7. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 25% FOT 100%Tabel

Tabel 4.2.12. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.087	-0.058	-0.036	-0.014	0.017	0.062	0.134	0.227	0.284
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.5932	0.2326	-0.033	-0.126	-0.123	0.0659	0.5442	1.4499	2.7446
Displacement t	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63
Draft at FP m	1.706	1.722	1.728	1.722	1.706	1.678	1.641	1.598	1.551
Draft at AP m	1.948	1.962	1.966	1.962	1.948	1.925	1.878	1.808	1.745
WL Length m	19.707	19.721	19.726	19.721	19.71	19.682	19.649	19.61	19.568
Beam max extents on WL m	4.009	3.831	3.8	3.831	4.009	4.261	4.605	4.434	3.979
Wetted Area m ²	90.491	89.289	88.927	89.287	90.49	92.826	96.499	101.27	104.113
Waterpl. Area m ²	64.967	62.682	62.003	62.681	64.97	68.943	74.587	73.364	66.995
Prismatic coeff. (Cp)	0.667	0.669	0.67	0.669	0.667	0.664	0.662	0.669	0.678
Block coeff. (Cb)	0.409	0.422	0.426	0.422	0.409	0.395	0.382	0.424	0.507
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.347	8.346	8.345	8.346	8.347	8.345	8.347	8.348	8.349
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.194	8.2	8.193	8.2	8.194	8.112	7.991	8.11	8.279
Max deck inclination deg	10.026	5.0525	0.7275	5.0525	10.03	15.017	20.011	25.006	30.004
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7387	0.7303	0.7275	0.7303	0.739	0.7532	0.7224	0.6419	0.5908

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.311	0.318	0.312	0.295	0.271	0.241	0.207	0.17	0.131	0.089	0.045	-0.002
4.2439	5.8243	7.4034	8.9236	10.3416	11.624	12.745	13.686	14.44	14.988	15.324	15.432
61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63	61.63
1.503	1.449	1.383	1.302	1.2	1.069	0.892	0.631	0.197	-0.674	-3.315	n/a
1.688	1.635	1.584	1.534	1.483	1.428	1.363	1.283	1.171	0.974	0.414	n/a
19.525	19.476	19.418	19.347	19.259	19.146	19.086	19.308	19.62	19.906	20.175	20.429
3.741	4.015	3.804	3.664	3.496	3.37	3.28	3.222	3.152	3.021	2.923	2.854
106.186	107.8	109.116	110.191	111.047	112.02	112.66	112.87	113.2	113.53	113.83	114.03
62.117	58.633	55.964	53.927	52.364	51.395	50.76	50.127	49.67	48.879	48.073	47.176
0.688	0.697	0.706	0.716	0.726	0.737	0.746	0.745	0.74	0.737	0.735	0.734
0.583	0.558	0.579	0.595	0.612	0.561	0.519	0.475	0.441	0.424	0.408	0.394
8.349	8.35	8.349	8.349	8.348	8.347	8.346	8.344	8.343	8.341	8.338	8.336
8.408	8.542	8.658	8.758	8.837	8.932	9.006	9.01	9.003	8.993	8.976	8.967
35.0027	40.002	45.0016	50.0015	55.0015	60.002	65.002	70.002	75	80.001	85.001	90
0.5633	0.5672	0.6145	0.7086	0.8638	1.093	1.4348	1.9886	2.968	5.0152	11.232	-1.#IND

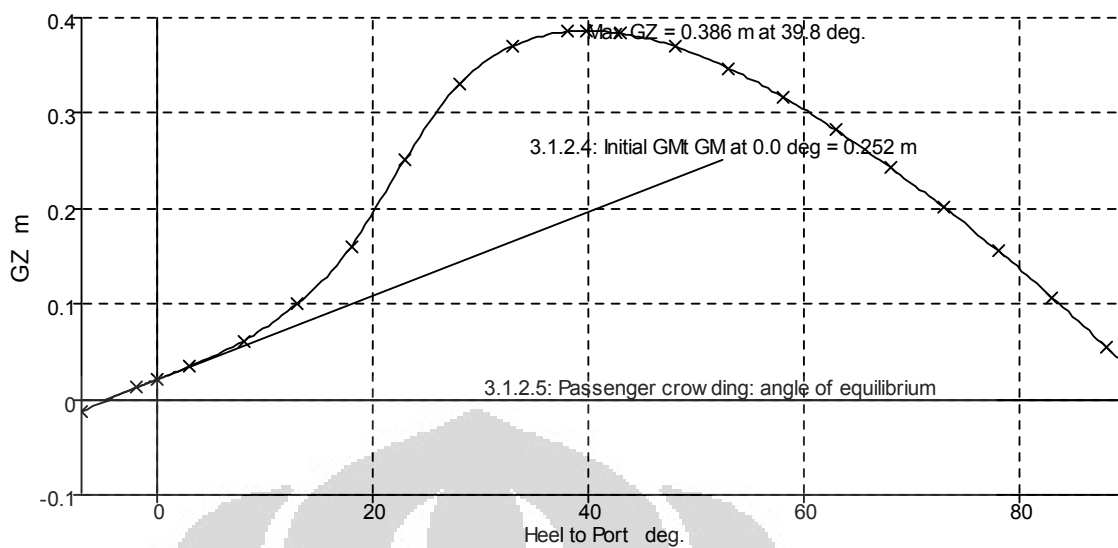


Load Case Penumpang 10% FOT 100%

Tabel 4.2.13. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 10% FOT 100%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	100%	1.001	4.275	1.344	0.819	0	IMO
FOT 2	100%	1.001	4.275	1.344	-0.82	0	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	

Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	0.147	8.57	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	1.005	8.22	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.063	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.014	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.014	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.014	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.014	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.014	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	0.105	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	0.105	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		60.13	LCG=8.254	VCG=1.991	TCG=0.021	0	



Gambar 4.2.8. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 10% FOT 100%

Tabel 4.2.14. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.075	-0.044	-0.021	0.002	0.033	0.08	0.153	0.249	0.313
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.4576	0.1618	-0.019	-0.05	0.033	0.3062	0.8745	1.8828	3.3057
Displacement t	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13
Draft at FP m	1.641	1.656	1.661	1.656	1.64	1.614	1.578	1.535	1.483
Draft at AP m	1.958	1.971	1.976	1.971	1.959	1.934	1.888	1.817	1.754
WL Length m	19.651	19.664	19.669	19.664	19.65	19.627	19.596	19.556	19.509
Beam max extents on WL m	3.996	3.818	3.783	3.818	3.997	4.248	4.591	4.483	3.992
Wetted Area m ²	89.267	88.069	87.662	88.069	89.27	91.649	95.395	99.979	102.816
Waterpl. Area m ²	64.257	61.989	61.213	61.99	64.26	68.278	73.997	73.329	67.049
Prismatic coeff. (Cp)	0.657	0.66	0.661	0.66	0.657	0.654	0.652	0.659	0.669
Block coeff. (Cb)	0.403	0.417	0.421	0.417	0.403	0.389	0.377	0.412	0.497
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.244	8.242	8.242	8.242	8.241	8.242	8.243	8.244	8.245
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.136	8.142	8.134	8.142	8.135	8.051	7.923	8.082	8.258
Max deck inclination deg	10.045	5.0909	0.9588	5.0909	10.05	15.029	20.019	25.011	30.0078
Trim angle (+ve by stern) deg	0.969	0.9625	0.9588	0.9625	0.974	0.9785	0.9441	0.8617	0.829

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.344	0.354	0.349	0.335	0.312	0.283	0.249	0.212	0.172	0.13	0.083	0.033
4.9585	6.7099	8.4725	10.1863	11.8053	13.295	14.626	15.779	16.74	17.498	18.031	18.324
60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13
1.427	1.366	1.292	1.201	1.086	0.938	0.738	0.435	-0.06	-1.068	-4.117	n/a
1.697	1.644	1.593	1.544	1.493	1.437	1.373	1.297	1.189	1.003	0.473	n/a
19.46	19.406	19.341	19.261	19.163	19.037	18.968	19.182	19.49	19.78	20.047	20.298
3.758	3.946	3.777	3.698	3.527	3.4	3.309	3.25	3.115	2.987	2.891	2.822
104.862	106.45	107.719	108.777	109.824	110.49	111.23	111.36	111.8	112.02	112.31	112.46
62.16	58.606	55.895	53.865	52.356	51.272	50.72	49.911	49.34	48.383	47.528	46.537
0.678	0.688	0.697	0.707	0.718	0.729	0.739	0.738	0.733	0.731	0.729	0.728
0.572	0.56	0.576	0.583	0.6	0.55	0.508	0.465	0.441	0.423	0.407	0.393
8.245	8.245	8.245	8.244	8.243	8.242	8.24	8.238	8.237	8.234	8.232	8.229
8.386	8.51	8.619	8.718	8.804	8.878	8.965	8.939	8.933	8.907	8.893	8.884
35.0057	40.004	45.0037	50.0033	55.0031	60.003	65.003	70.003	75	80.002	85.001	90
0.8234	0.8489	0.9196	1.047	1.2409	1.5225	1.9389	2.6277	3.81	6.2925	13.733	-1.#IND

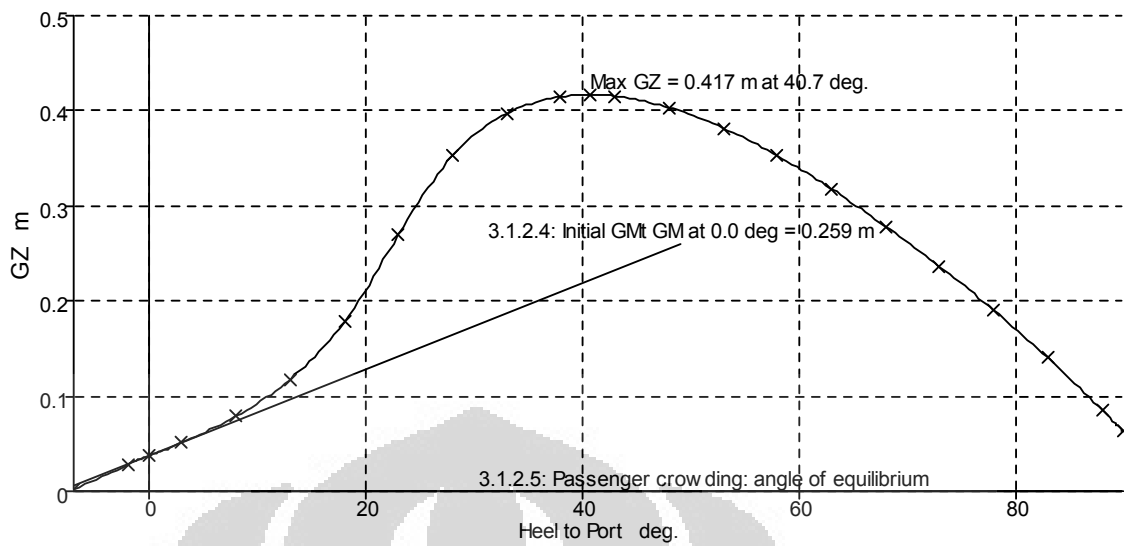


Load Case Penumpang 0% FOT 100%

Tabel 4.2.15. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 0% FOT 100%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	100%	1.001	4.275	1.344	0.819	0	IMO
FOT 2	100%	1.001	4.275	1.344	-0.82	0	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.014	4.117	3.266	1.189	0	

Kursi 2	1	0.014	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	0.147	8.57	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	0.105	7.845	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.063	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.014	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.014	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.014	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.014	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.014	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	0.105	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	0.105	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		59.01	LCG=8.274	VCG=1.967	TCG=0.037	0	



Gambar 4.2.9. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 0% FOT 100%

Tabel 4.2.16. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.075	-0.044	-0.021	0.002	0.033	0.08	0.153	0.249	0.313
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.4576	0.1618	-0.019	-0.05	0.033	0.3062	0.8745	1.8828	3.3057
Displacement t	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13
Draft at FP m	1.641	1.656	1.661	1.656	1.64	1.614	1.578	1.535	1.483
Draft at AP m	1.958	1.971	1.976	1.971	1.959	1.934	1.888	1.817	1.754
WL Length m	19.651	19.664	19.669	19.664	19.65	19.627	19.596	19.556	19.509
Beam max extents on WL m	3.996	3.818	3.783	3.818	3.997	4.248	4.591	4.483	3.992
Wetted Area m ²	89.267	88.069	87.662	88.069	89.27	91.649	95.395	99.979	102.816
Waterpl. Area m ²	64.257	61.989	61.213	61.99	64.26	68.278	73.997	73.329	67.049
Prismatic coeff. (Cp)	0.657	0.66	0.661	0.66	0.657	0.654	0.652	0.659	0.669
Block coeff. (Cb)	0.403	0.417	0.421	0.417	0.403	0.389	0.377	0.412	0.497
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.244	8.242	8.242	8.242	8.241	8.242	8.243	8.244	8.245
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.136	8.142	8.134	8.142	8.135	8.051	7.923	8.082	8.258
Max deck inclination deg	10.045	5.0909	0.9588	5.0909	10.05	15.029	20.019	25.011	30.0078
Trim angle (+ve by stern) deg	0.969	0.9625	0.9588	0.9625	0.974	0.9785	0.9441	0.8617	0.829

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.344	0.354	0.349	0.335	0.312	0.283	0.249	0.212	0.172	0.13	0.083	0.033
4.9585	6.7099	8.4725	10.1863	11.8053	13.295	14.626	15.779	16.74	17.498	18.031	18.324
60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13	60.13
1.427	1.366	1.292	1.201	1.086	0.938	0.738	0.435	-0.06	-1.068	-4.117	n/a
1.697	1.644	1.593	1.544	1.493	1.437	1.373	1.297	1.189	1.003	0.473	n/a
19.46	19.406	19.341	19.261	19.163	19.037	18.968	19.182	19.49	19.78	20.047	20.298
3.758	3.946	3.777	3.698	3.527	3.4	3.309	3.25	3.115	2.987	2.891	2.822
104.862	106.45	107.719	108.777	109.824	110.49	111.23	111.36	111.8	112.02	112.31	112.46
62.16	58.606	55.895	53.865	52.356	51.272	50.72	49.911	49.34	48.383	47.528	46.537
0.678	0.688	0.697	0.707	0.718	0.729	0.739	0.738	0.733	0.731	0.729	0.728
0.572	0.56	0.576	0.583	0.6	0.55	0.508	0.465	0.441	0.423	0.407	0.393
8.245	8.245	8.245	8.244	8.243	8.242	8.24	8.238	8.237	8.234	8.232	8.229
8.386	8.51	8.619	8.718	8.804	8.878	8.965	8.939	8.933	8.907	8.893	8.884
35.0057	40.004	45.0037	50.0033	55.0031	60.003	65.003	70.003	75	80.002	85.001	90
0.8234	0.8489	0.9196	1.047	1.2409	1.5225	1.9389	2.6277	3.81	6.2925	13.733	-1.#IND

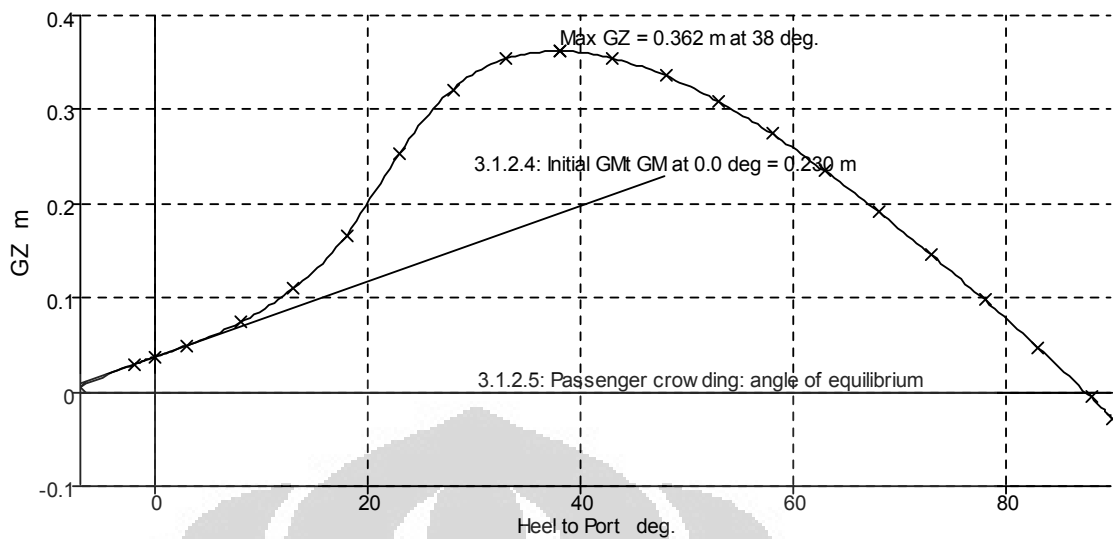


Load Case Penumpang 50% FOT 75%

Tabel 4.2.17. *Load Case* pada Kondisi Penumpang 50% FOT 75%

Item Name	Quantity	Weight	Long. Arm	Vert. Arm	Trans. Arm	F.S mom	FSM
		(ton)	(m)	(m)	(m)	ton.m	Type
FOT 1	75%	0.7508	4.277	1.162	0.818	0.014	IMO
FOT 2	75%	0.7507	4.277	1.162	-0.818	0.014	IMO
DOT 1	100%	0.1586	4.589	1.036	0.361	0	IMO
DOT 2	100%	0.1587	4.589	1.036	-0.361	0	IMO
LOT 1	100%	0.062	5.405	0.891	0.795	0	IMO
LOT 2	100%	0.0619	5.404	0.891	-0.795	0	IMO
FWT	100%	0.6006	6.312	1.194	1.152	0	IMO
FWT CH	100%	1.033	12.712	1.197	0	0	IMO
Sewage	100%	0.636	12.804	1.323	1.172	0	IMO
Lightship	1	46.78	8.316	2	0	0	
Engine 1	1	0.285	2.916	0.983	0.757	0	
Engine 2	1	0.285	2.916	0.983	-0.757	0	
Genset 1	1	0.1075	6.218	0.914	0.522	0	
Genset 2	1	0.1075	6.218	0.914	-0.522	0	
Cooling Pm 1	1	0.013	5.413	0.824	0.449	0	
Fuel Pm 2	1	0.015	5.413	0.824	-0.449	0	
Sch Pm 3	1	0.015	5.931	0.824	-0.939	0	
Diesel Pm 4	1	0.013	6.383	0.824	-0.939	0	
Tangga 1	1	0.063	4.943	1.05	1.58	0	
Tangga 2	1	0.063	4.943	1.05	-1.58	0	
Tangga CH	1	0.063	10.261	1.129	1.58	0	
FWT CH	1	1	12.813	0.5	0.155	0	
SWT TK	1	0.5	12.312	1.237	1.172	0	
Tngg Crw 1	1	0.056	14.07	1.05	1.4	0	
Tngg Crw 2	1	0.056	14.07	1.05	-1.4	0	
Big bed	1	0.017	15.2	0.537	0	0	
Bed	1	0.014	15.07	0.537	0	0	
Cup board	1	0.045	16.8	0.91	0	0	
Chain Lock	1	1.2	18.04	1.751	0	0	
Tangg ats 1	1	0.096	2.134	3.664	1.154	0	
Tangg ats 2	1	0.096	2.134	3.664	-1.154	0	
Kursi 1	1	0.164	4.117	3.266	1.189	0	

Kursi 2	1	0.164	4.117	3.266	-1.189	0	
Kursi 3	1	1.497	8.916	3.266	1.055	0	
Kursi 4	1	0.93	8.219	3.266	-1.053	0	
Bagasi 1	1	0.03	8.66	4.964	1.272	0	
Bagasi 2	1	0.02	7.931	4.564	-1.272	0	
WC	1	0.013	12.063	3.575	1.866	0	
Kursi 6	1	0.738	12.423	3.266	-0.941	0	
Kursi 5	1	0.164	13.09	3.266	1.134	0	
Bagasi 3	1	0.01	12.566	4.564	-1.232	0	
Kursi 7	1	0.164	15.526	3.266	0.693	0	
Kursi 8	1	0.164	15.526	3.266	-0.693	0	
Windlass	1	0.105	18.198	2.747	0	0	
Funnel Pipe	1	0.379	3.518	5.719	0	0	
Ext Pipe inst	1	0.15	3.513	3.669	0	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	1.633	0	
Life Jck 1	1	0.025	4.718	5.378	-1.633	0	
Kursi 9	1	0.014	4.83	3.266	0.782	0	
Kursi 10	1	0.014	4.83	3.266	-0.782	0	
Kursi 11	1	0.105	7.068	3.266	1.017	0	
Kursi 12	1	0.105	7.068	3.266	-1.017	0	
Table map	1	0.015	9.647	5.323	0.992	0	
Store	1	0.05	9.849	5.714	-0.867	0	
Tangga WH	1	0.08	10.4	3.669	-0.5	0	
Chair capt	1	0.041	12.373	5.43	0	0	
Dash Board	1	0.05	13.5	5.533	0	0	
Nav Lamp	1	0.15	11.518	8.074	0	0	
Air pipe 1	1	0.009	-0.755	2.915	1.555	0	
Air pipe 2	1	0.009	-0.755	2.915	-1.555	0	
Air pipe 3	1	0.009	7.194	2.915	2.117	0	
Air pipe 4	1	0.009	7.194	2.915	-2.117	0	
Air pipe 5	1	0.009	12.295	2.915	2.117	0	
Air pipe 6	1	0.009	17.062	2.915	1.077	0	
Air pipe 7	1	0.009	17.062	2.915	-1.077	0	
ST gear	1	1.5	-0.233	2	0	0	
Pintu tangga 3	1	0.025	10.641	3.57	-1.05	0	
Pintu tangga 2	1	0.025	5.312	3.57	-1.287	0	
Pintu tangga 1	1	0.025	5.312	3.57	1.287	0	
Total Weight=		62.03	LCG=8.394	VCG=2.041	TCG=0.037	0.027	

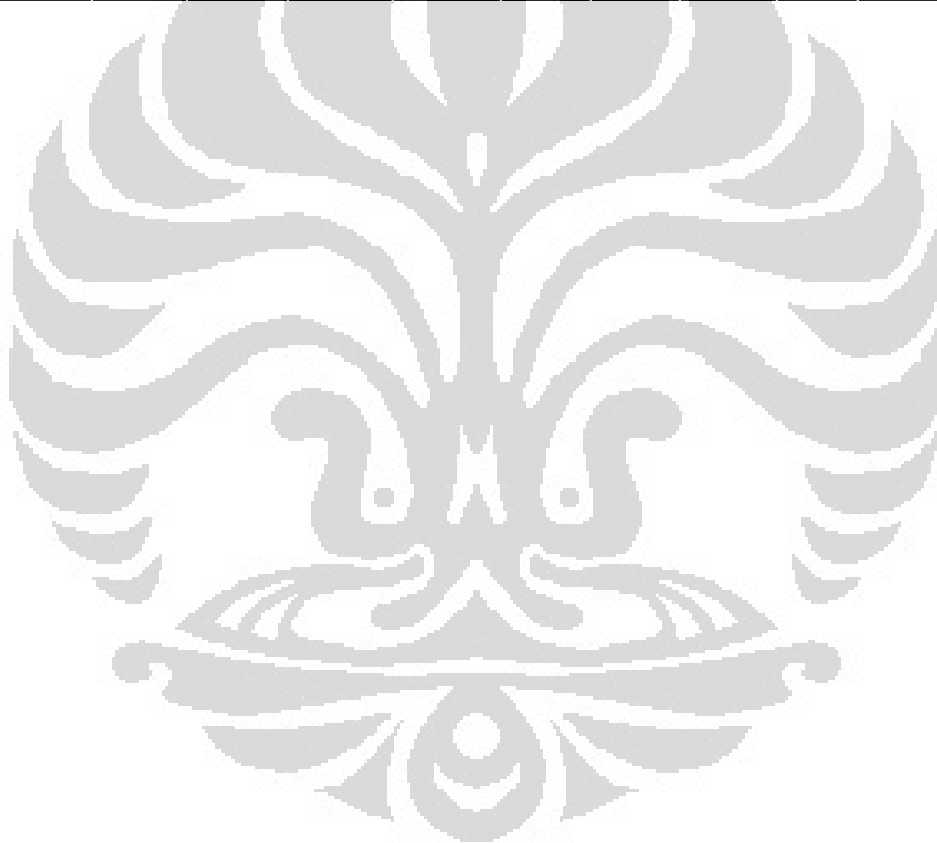


Gambar 4.2.10. Grafik Lengan Stabilitas Kondisi Penumpang 50% FOT 75%

Tabel 4.2.9. Output Grafik Lengan Stabilitas

Heel to Port deg	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
GZ m	-0.086	-0.058	-0.037	-0.016	0.013	0.057	0.128	0.218	0.273
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.5961	0.2371	-0.034	-0.136	-0.149	0.0171	0.4664	1.334	2.5788
Displacement t	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03
Draft at FP m	1.728	1.744	1.751	1.745	1.728	1.7	1.662	1.619	1.575
Draft at AP m	1.942	1.956	1.96	1.955	1.942	1.918	1.872	1.802	1.739
WL Length m	19.726	19.74	19.746	19.741	19.73	19.701	19.667	19.628	19.588
Beam max extents on WL m	4.01	3.833	3.801	3.832	4.01	4.262	4.606	4.418	3.999
Wetted Area m ²	90.813	89.614	89.265	89.614	90.81	93.117	96.743	101.6	104.446
Waterpl. Area m ²	65.159	62.876	62.227	62.878	65.16	69.103	74.687	73.377	67.003
Prismatic coeff. (Cp)	0.67	0.673	0.674	0.673	0.67	0.667	0.665	0.672	0.682
Block coeff. (Cb)	0.411	0.424	0.428	0.425	0.411	0.397	0.384	0.427	0.507
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.386	8.384	8.385	8.387	8.385	8.385	8.386	8.387	8.388
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.215	8.22	8.215	8.221	8.214	8.137	8.02	8.116	8.284
Max deck inclination deg	10.02	5.041	0.6361	5.0402	10.02	15.014	20.009	25.005	30.0028
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6525	0.645	0.6361	0.6385	0.654	0.6669	0.6402	0.5594	0.5005

35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0.298	0.303	0.295	0.278	0.252	0.221	0.186	0.147	0.107	0.065	0.02	-0.028
4.0173	5.5279	7.0298	8.4662	9.7943	10.981	12.001	12.835	13.47	13.904	14.117	14.098
62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03	62.03
1.529	1.477	1.413	1.336	1.239	1.114	0.945	0.696	0.285	-0.541	-3.046	n/a
1.681	1.627	1.576	1.525	1.473	1.416	1.349	1.266	1.148	0.94	0.345	n/a
19.547	19.5	19.444	19.376	19.291	19.183	19.127	19.35	19.66	19.949	20.219	20.473
3.766	4.002	3.845	3.652	3.485	3.36	3.271	3.213	3.164	3.032	2.934	2.864
106.534	108.16	109.492	110.561	111.417	112.47	113.05	113.34	113.6	113.95	114.24	114.45
62.131	58.651	56.014	53.961	52.394	51.495	50.787	50.259	49.79	49.046	48.25	47.371
0.691	0.7	0.709	0.719	0.729	0.74	0.749	0.747	0.743	0.74	0.738	0.737
0.582	0.562	0.576	0.6	0.617	0.565	0.522	0.478	0.441	0.424	0.408	0.394
8.389	8.389	8.388	8.388	8.387	8.386	8.385	8.384	8.382	8.38	8.378	8.376
8.414	8.55	8.671	8.769	8.848	8.956	9.018	9.04	9.027	9.022	9.004	8.996
35.0018	40.001	45.0011	50.001	55.001	60.001	65.001	70.001	75	80.001	85.001	90
0.4636	0.4585	0.4967	0.5758	0.7136	0.9227	1.2332	1.739	2.631	4.5085	10.237	-1.#IND



Tabel 4.2.18. Hasil *Input* Kriteria Stabilitas IMO

Code	Criteria	Kondisi Penumpang 100% FOT 100%					Kondisi Penumpang 100% FOT 75%				
	IMO	Value	Unit	Actual	Status	Margin	Value	Unit	Actual	Status	Margin
HSC mono. Intact	2.3.3.2: Area 0 to 30 or GZmax				Pass					Pass	
	from the greater of										
	spec. heel angle	0	deg	0			0	deg	0		
	to the lesser of										
	spec. heel angle	30	deg	30			30	deg	30		
	first downflooding angle	n/a	deg				n/a	deg			
	lower heel angle	15	deg				15	deg			
	required GZ area at lower heel angle	4.0107	m.deg				4.0107	m.deg			
	higher heel angle	30	deg				30	deg			
required GZ area at higher heel angle	3.1513	m.deg				3.1513	m.deg				
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	4.4272	Pass	40.49	3.1513	m.deg	4.4272	Pass	40.49	
HSC mono. Intact	2.3.3.3: Area 30 to 40				Pass					Pass	
	from the greater of										
	spec. heel angle	30	deg	30			30	deg	30		
	to the lesser of										
	spec. heel angle	40	deg	40			40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg				n/a	deg			
angle of vanishing stability	79.9	deg				79.9	deg				
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.1483	Pass	83.16	1.7189	m.deg	3.1483	Pass	83.16	
HSC mono. Intact	2.3.3.4: Max GZ at 30 or greater				Pass					Pass	
	in the range from the greater of										
	spec. heel angle	30	deg	30			30	deg	30		
	to the lesser of										
	spec. heel angle	90	deg				90	deg			
	angle of max. GZ	35.3	deg	35.3			35.3	deg	35.3		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.318	Pass	59	0.2	m	0.318	Pass	59	
HSC mono. Intact	Intermediate values										
	angle at which this GZ occurs		deg	35.3				deg	35.3		
	2.3.3.5: Angle of maximum GZ				Pass					Pass	
shall not be less than (\geq)	15	deg	35.3	Pass	135.15	15	deg	35.3	Pass	135.15	

Kondisi Penumpang 100% FOT 50%					Kondisi Penumpang 75% FOT 100%					Kondisi Penumpang 50% FOT 100%				
Value	Unit	Actual	Status	Margin	Value	Unit	Actual	Status	Margin	Value	Unit	Actual	Status	Margin
			Pass					Pass					Pass	
0	deg	0			0	deg	0			0	deg	0		
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
15	deg				15	deg				15	deg			
4.0107	m.deg				4.0107	m.deg				4.0107	m.deg			
30	deg				30	deg				30	deg			
3.1513	m.deg				3.1513	m.deg				3.1513	m.deg			
3.1513	m.deg	4.3572	Pass	38.27	3.1513	m.deg	4.7099	Pass	49.46	3.1513	m.deg	4.7533	Pass	50.83
			Pass					Pass					Pass	
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
40	deg	40			40	deg	40			40	deg	40		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
79.8	deg				84	deg				87.6	deg			
1.7189	m.deg	3.1324	Pass	82.23	1.7189	m.deg	3.3819	Pass	96.75	1.7189	m.deg	3.5492	Pass	106.48
			Pass					Pass					Pass	
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
90	deg				90	deg				90	deg			
35.3	deg	35.3			36.2	deg	36.2			37.5	deg	37.5		
0.2	m	0.316	Pass	58	0.2	m	0.342	Pass	71	0.2	m	0.36	Pass	80
	deg	35.3				deg	36.2				deg	37.5		
			Pass					Pass					Pass	
15	deg	35.3	Pass	135.15	15	deg	36.2	Pass	141.21	15	deg	37.5	Pass	150.3

Kondisi Penumpang 25% FOT 100%					Kondisi Penumpang 10% FOT 100%					Kondisi Penumpang 0% FOT 100%				
Value	Unit	Actual	Status	Margin	Value	Unit	Actual	Status	Margin	Value	Unit	Actual	Status	Margin
			Pass					Pass					Pass	
0	deg	0			0	deg	0			0	deg	0		
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
15	deg				15	deg				15	deg			
4.0107	m.deg				4.0107	m.deg				4.0107	m.deg			
30	deg				30	deg				30	deg			
3.1513	m.deg				3.1513	m.deg				3.1513	m.deg			
3.1513	m.deg	4.8046	Pass	52.46	3.1513	m.deg	4.5271	Pass	43.66	3.1513	m.deg	5.0711	Pass	60.92
			Pass					Pass					Pass	
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
40	deg	40			40	deg	40			40	deg	40		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
89.8	deg				90	deg				90	deg			
1.7189	m.deg	3.6675	Pass	113.36	1.7189	m.deg	3.753	Pass	118.34	1.7189	m.deg	4.0308	Pass	134.5
			Pass					Pass					Pass	
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
90	deg				90	deg				90	deg			
38.5	deg	38.5			39.8	deg	39.8			40.7	deg	40.7		
0.2	m	0.374	Pass	87	0.2	m	0.386	Pass	93	0.2	m	0.417	Pass	108.5
	deg	38.5				deg	39.8				deg	40.7		
			Pass					Pass					Pass	
15	deg	38.5	Pass	156.37	15	deg	39.8	Pass	165.45	15	deg	40.7	Pass	171.51

Kondisi Muatan 75% FOT 50%				
Value	Unit	Actual	Status	Margin
			Pass	
0	deg	0		
30	deg	30		
n/a	deg			
15	deg			
4.0107	m.deg			
30	deg			
3.1513	m.deg			
3.1513	m.deg	4.6106	Pass	46.31
			Pass	
30	deg	30		
40	deg	40		
n/a	deg			
83.9	deg			
1.7189	m.deg	3.3773	Pass	96.48
			Pass	
30	deg	30		
90	deg			
36.6	deg	36.6		
0.2	m	0.342	Pass	71
	deg	36.6		
			Pass	
15	deg	36.6	Pass	144.24

HSC mono. Intact	2.3.3.6: Initial GMt				Pass					Pass	
	spec. heel angle	0	deg				0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.218	Pass	45.33	0.15	m	0.218	Pass	45.33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass					Pass	
	from the greater of										
	spec. heel angle	0	deg	0			0	deg	0		
	to the lesser of										
	spec. heel angle	30	deg	30			30	deg	30		
	angle of vanishing stability	79.9	deg				79.9	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	4.4272	Pass	40.49	3.1513	m.deg	4.4272	Pass	40.49
	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass					Pass	
	from the greater of										
	spec. heel angle	0	deg	0			0	deg	0		
	to the lesser of										
	spec. heel angle	40	deg	40			40	deg	40		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	first downflooding angle	n/a	deg				n/a	deg			
	angle of vanishing stability	79.9	deg				79.9	deg			
	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	7.5754	Pass	46.91	5.1566	m.deg	7.5754	Pass	46.91
	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass					Pass	
	from the greater of										
	spec. heel angle	30	deg	30			30	deg	30		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	to the lesser of										
	spec. heel angle	40	deg	40			40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg				n/a	deg			
	angle of vanishing stability	79.9	deg				79.9	deg			
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.1483	Pass	83.16	1.7189	m.deg	3.1483	Pass	83.16
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass					Pass	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	in the range from the greater of										
	spec. heel angle	30	deg	30			30	deg	30		
	to the lesser of										
	spec. heel angle	90	deg				90	deg			
	angle of max. GZ	35.3	deg	35.3			35.3	deg	35.3		
	shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.318	Pass	59	0.2	m	0.318	Pass	59
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Intermediate values										
	angle at which this GZ occurs		deg	35.3				deg	35.3		
	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass					Pass	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	shall not be less than (\geq)	25	deg	35.3	Pass	41.09	25	deg	35.3	Pass	41.09
	3.1.2.4: Initial GMt				Pass					Pass	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	spec. heel angle	0	deg				0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.218	Pass	45.33	0.15	m	0.218	Pass	45.33

			Pass					Pass				Pass		
0	deg				0	deg				0	deg			
0.15	m	0.207	Pass	38	0.15	m	0.233	Pass	55.33	0.15	m	0.239	Pass	59.33
			Pass					Pass				Pass		
0	deg	0			0	deg	0			0	deg	0		
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
79.8	deg				84	deg				87.6	deg			
3.1513	m.deg	4.3572	Pass	38.27	3.1513	m.deg	4.7099	Pass	49.46	3.1513	m.deg	4.7533	Pass	50.83
			Pass					Pass				Pass		
0	deg	0			0	deg	0			0	deg	0		
40	deg	40			40	deg	40			40	deg	40		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
79.8	deg				84	deg				87.6	deg			
5.1566	m.deg	7.4896	Pass	45.24	5.1566	m.deg	8.0918	Pass	56.92	5.1566	m.deg	8.3025	Pass	61.01
			Pass					Pass				Pass		
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
40	deg	40			40	deg	40			40	deg	40		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
79.8	deg				84	deg				87.6	deg			
1.7189	m.deg	3.1324	Pass	82.23	1.7189	m.deg	3.3819	Pass	96.75	1.7189	m.deg	3.5492	Pass	106.48
			Pass					Pass				Pass		
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
90	deg				90	deg				90	deg			
35.3	deg	35.3			36.2	deg	36.2			37.5	deg	37.5		
0.2	m	0.316	Pass	58	0.2	m	0.342	Pass	71	0.2	m	0.36	Pass	80
	deg	35.3				deg	36.2				deg	37.5		
			Pass					Pass				Pass		
25	deg	35.3	Pass	41.09	25	deg	36.2	Pass	44.73	25	deg	37.5	Pass	50.18
			Pass					Pass				Pass		
0	deg				0	deg				0	deg			
0.15	m	0.207	Pass	38	0.15	m	0.233	Pass	55.33	0.15	m	0.239	Pass	59.33

			Pass					Pass					Pass	
0	deg				0	deg				0	deg			
0.15	m	0.243	Pass	62	0.15	m	0.252	Pass	68	0.15	m	0.259	Pass	72.67
			Pass					Pass					Pass	
0	deg	0			0	deg	0			0	deg	0		
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
89.8	deg				90	deg				90	deg			
3.1513	m.deg	4.8046	Pass	52.46	3.1513	m.deg	4.5271	Pass	43.66	3.1513	m.deg	5.0711	Pass	60.92
			Pass					Pass					Pass	
0	deg	0			0	deg	0			0	deg	0		
40	deg	40			40	deg	40			40	deg	40		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
89.8	deg				90	deg				90	deg			
5.1566	m.deg	8.4721	Pass	64.3	5.1566	m.deg	8.2801	Pass	60.57	5.1566	m.deg	9.1019	Pass	76.51
			Pass					Pass					Pass	
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
40	deg	40			40	deg	40			40	deg	40		
n/a	deg				n/a	deg				n/a	deg			
89.8	deg				90	deg				90	deg			
1.7189	m.deg	3.6675	Pass	113.36	1.7189	m.deg	3.753	Pass	118.34	1.7189	m.deg	4.0308	Pass	134.5
			Pass					Pass					Pass	
30	deg	30			30	deg	30			30	deg	30		
90	deg				90	deg				90	deg			
38.5	deg	38.5			39.8	deg	39.8			40.7	deg	40.7		
0.2	m	0.374	Pass	87	0.2	m	0.386	Pass	93	0.2	m	0.417	Pass	108.5
	deg	38.5				deg	39.8				deg	40.7		
			Pass					Pass					Pass	
25	deg	38.5	Pass	53.82	25	deg	39.8	Pass	59.27	25	deg	40.7	Pass	62.91
			Pass					Pass					Pass	
0	deg				0	deg				0	deg			
0.15	m	0.243	Pass	62	0.15	m	0.252	Pass	68	0.15	m	0.259	Pass	72.67

			Pass	
0	deg			
0.15	m	0.213	Pass	42
			Pass	
0	deg	0		
30	deg	30		
83.9	deg			
3.1513	m.deg	4.6106	Pass	46.31
			Pass	
0	deg	0		
40	deg	40		
n/a	deg			
83.9	deg			
5.1566	m.deg	7.9878	Pass	54.91
			Pass	
30	deg	30		
40	deg	40		
n/a	deg			
83.9	deg			
1.7189	m.deg	3.3773	Pass	96.48
			Pass	
30	deg	30		
90	deg			
36.6	deg	36.6		
0.2	m	0.342	Pass	71
	deg	36.6		
			Pass	
25	deg	36.6	Pass	46.54
			Pass	
0	deg			
0.15	m	0.213	Pass	42

4.3 Analisa Kekuatan Transversal dengan Software CATIA V5 R11

Software aplikasi *Computer Aid Three dimentional Interactive Application* atau biasa di sebut CATIA merupakan salah satu *software* aplikasi komputer yang digunakan untuk membantu proses desain produk dari suatu konsep menjadi dokumentasi yang baik dalam bentuk data 2D maupun 3D untuk menganalisa dalam proses rekayasa produk seperti memiliki kemampuan untuk menganalisa struktur mekanikal yang berbasis *finite element*.



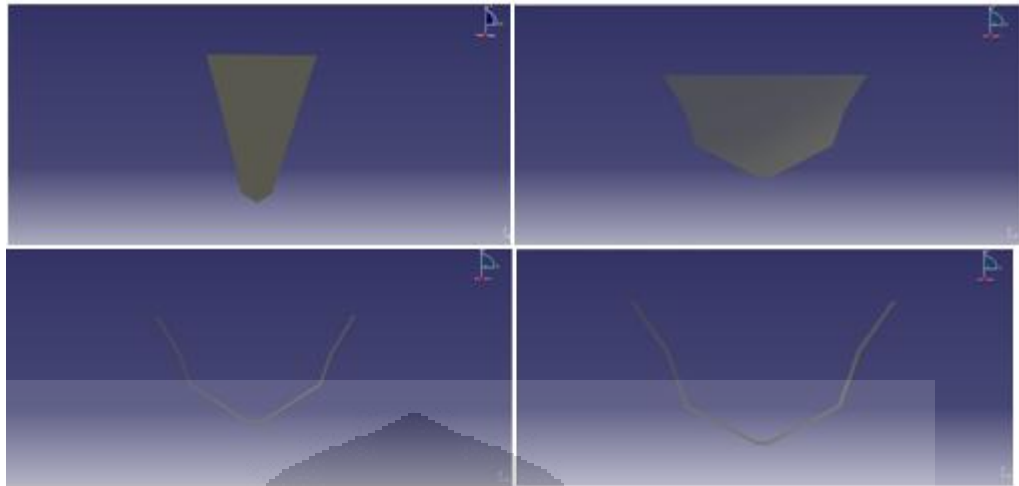
Gambar 4.3. *Start Up* Aplikasi CATIA

4.3.1 Pembuatan kapal

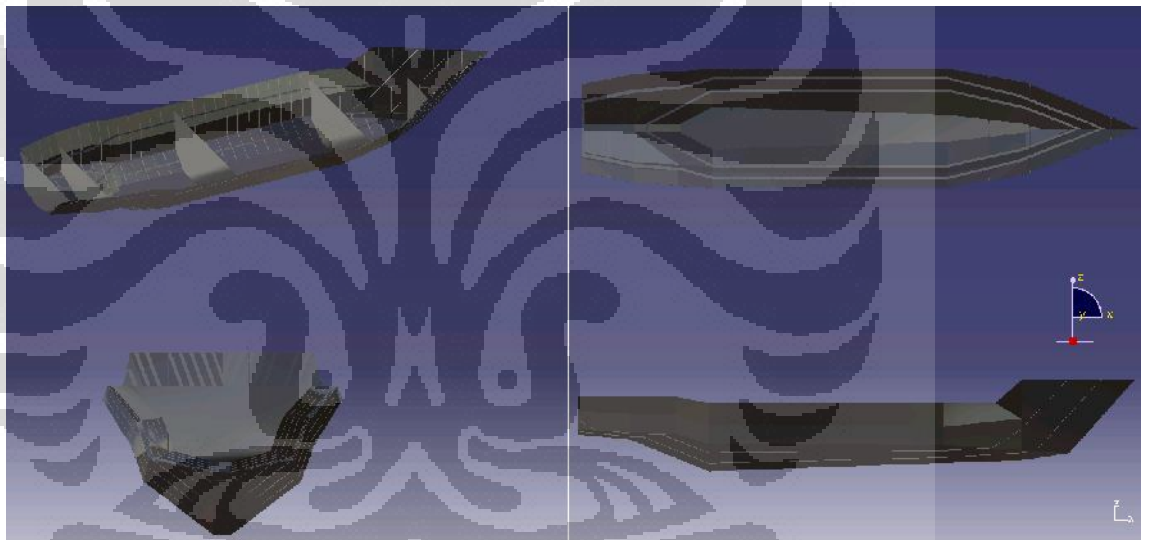
Dalam pembuatan *product* didalam aplikasi CATIA untuk sampai menjadi *product* yang dapat dianalisis terlebih dahulu dibuat part-part yang selanjutnya di *assembly* menjadi satu kesatuan menjadi *product*.



Gambar 4.3.1. *Hull* Kapal Pelat Datar



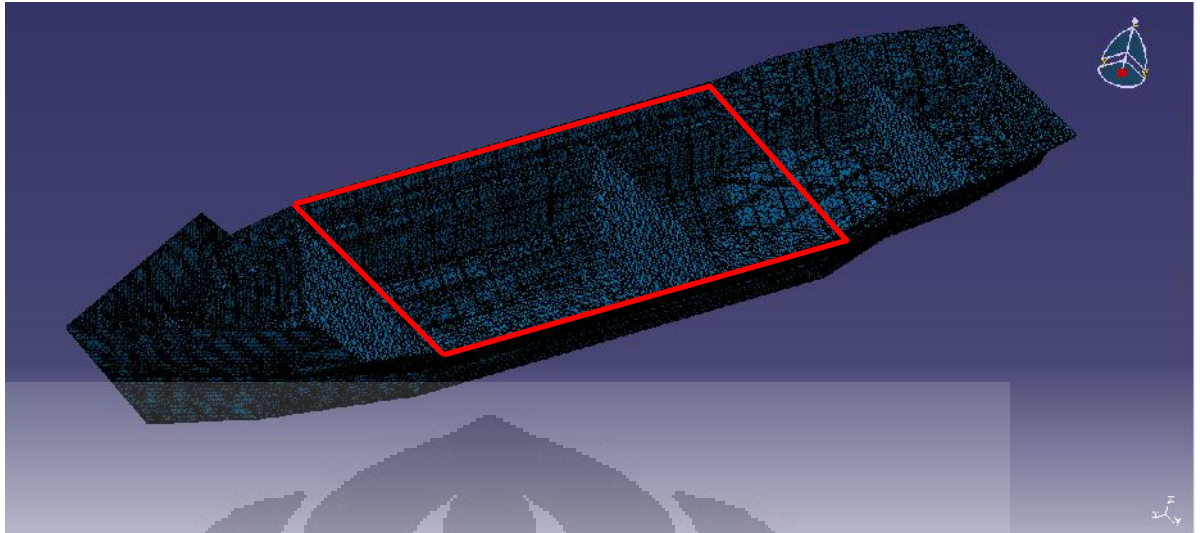
Gambar 4.3.2. Salah Satu *Part* Kapal



Gambar 4.3.3. Kontruksi Kapal Pelat Datar yang Telah di *Assembly*

4.3.2 *Generatif Structural Analisis* Kapal Pelat Datar

Product kapal pelat datar yang telah diassembly dari part-part menjadi satu kesatuan yang telah di *constrain* menjadi satu product yang telah siap dianalisis menggunakan *software* CATIA dengan cara: *Start* > *Analisis and Simulation* > *Generative Structural Analisis* > *Static Case*. *Product* yang akan dianalisis terlebih dahulu di *mesh*. Kapal pelat datar ini menggunakan ukuran *mesh* 100 mm *Otree Tetrahedron Mesher*.



Gambar 4.3.4. Kontruksi Kapal Pelat Datar yang Telah di Mesh



Gambar 4.3.5. Mesh Midship Kapal

Gambar ini merupakan bagian midship kapal yang akan dianalisa menggunakan *software* CATIA. Analisa yang dilakukan berupa uji pembebanan pada bagian sisi dan bottom midship kapal. Midship kapal ini menggunakan material baja dengan *material properties*.

Modulus young = $2e+011N_m2$

Posion ratio = 0.3

Density = $7860kg_m3$

Thermal expansion = $1.17e-005_Kdeg$

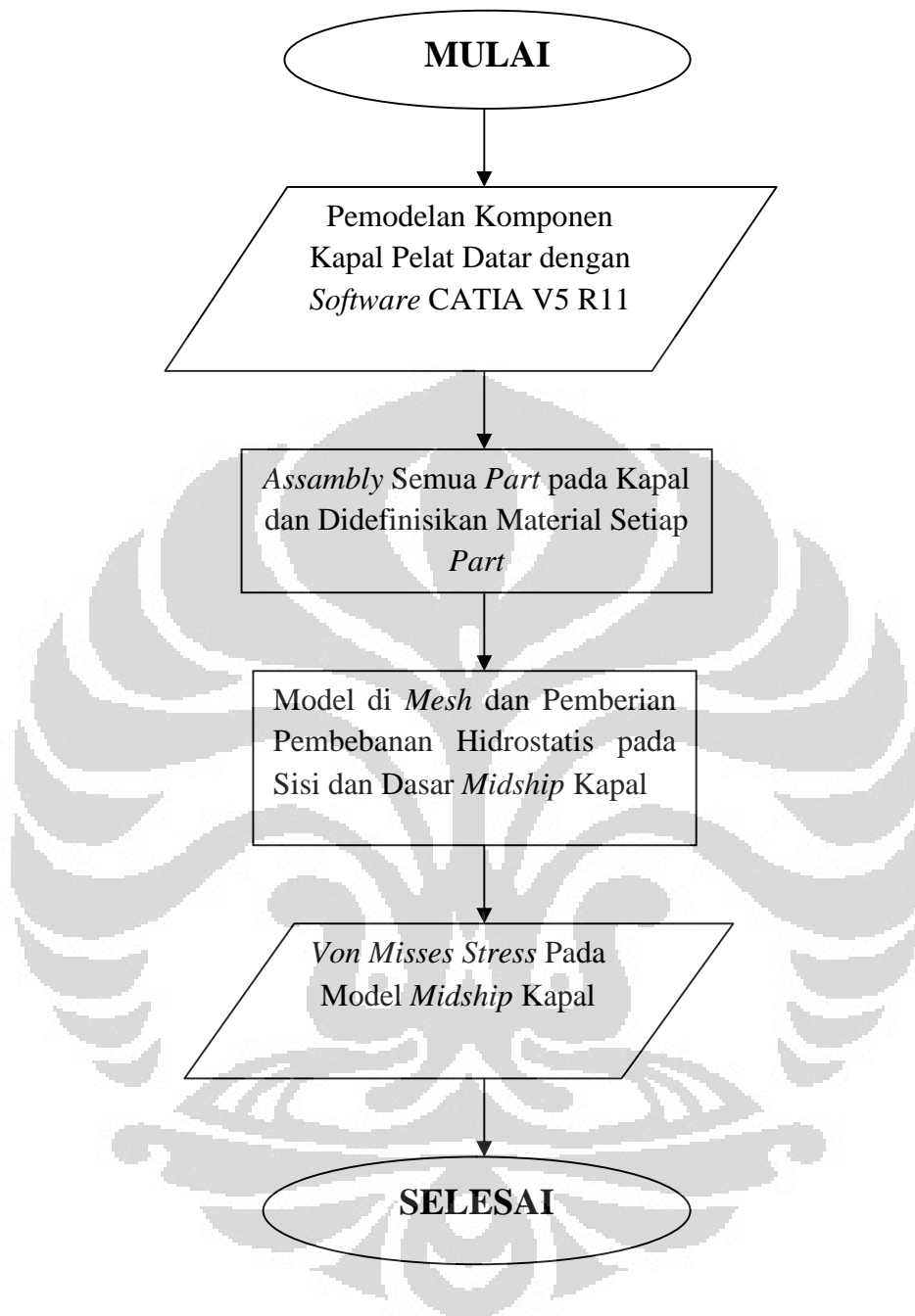
Yield strength = $2.5e+008N_m2$

4.3.3 Batasan Simulasi

Simulasi pembebanan yang akan dilakukan pada midship kapal sebagai sampel dari kekuatan kontruksi transversal kapal pelat datar dengan menggunakan *software* CATIA dilakukan pada kondisi semua faktor sambungan antara pelat-pelat dan pelat dengan gading dalam bentuk pengelasan semua dianggap sempurna tanpa ada nya faktor cacat dalam sambungan. Pembebanan pada model mengacu pada perhitungan pembebanan hidrostatis sisi dan dasar kapal berdasarkan perhitungan rules BKI.

4.3.4 Diagram Alir Simulasi

Aliran proses simulasi menggunakan bantuan computer meliputi, yaitu proses pemodelan dengan membuat komponen midship kapal dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* CATIA, karena *software* ini mampu melakukan pemodelan dalam bentuk tiga dimensi dan melakukan simulasi.



Gambar 4.3.6. Diagram Alir Pemodelan dan Simulasi

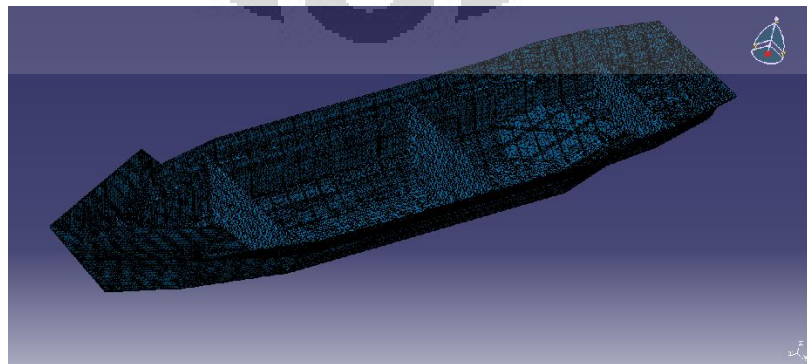
4.3.5 Pemodelan Midship Kapal

Program CATIA mampu untuk menganalisis hasil geometri dari *part-part* yang telah di *assembly* menjadi *product* yang selanjutnya disimulasikan, dimana *software* ini mampu untuk melakukan analisis pembebanan statis dan dinamis, analisa temperatur, deformasi, defleksi, tegangan, pada *truss* dan sebagainya. Pada gambar 4.3 merupakan tampilan awal CATIA. Pengambilan sample midship kapal sebagai sampel yang mewakili kekuatan *transversal* pada penelitian ini berdasarkan pada rules BKI bahwa pada bagian *midship* kapal yang memiliki peranan penting dalam penentuan kekuatan kapal. Kapal pelat datar ini menggunakan jenis kontruksi *transversal* yang pengujian kekuatan *transversal* nya cukup menggunakan pembebanan *hydrostatic* mengacu pada jurnal analisa kekuatan kontruksi transverse *bulkhead* ruang muat no 1 pada 18500 DWT *Dry Cargo Vessel* Berbasis Metode Element Hingga.

4.3.6 Simulasi Midship Kapal Pelat Datar

Hasil pembuatan geometri gading-gading, sekat dan pelat *hull* setelah di *assembly* maka menjadi suatu *product* yang langsung dapat dianalisis dalam aplikasi CATIA. Hasil proses modeling obyek *midship* kapal pelat datar menggunakan Software CATIA yang telah di *assembly* kemudian dipindahkan ke dalam bentuk analisis.

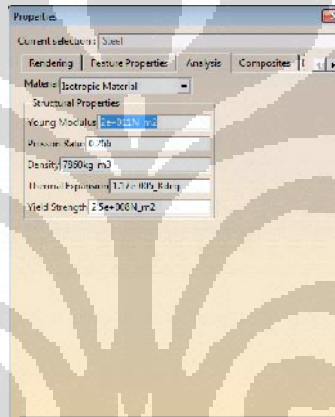
Start > Analisis and Simulation > Generative Structural Analisis > Insert > Static Case



Gambar 4.3.7. Hasil *Inport* yang Telah Di *Mesh*

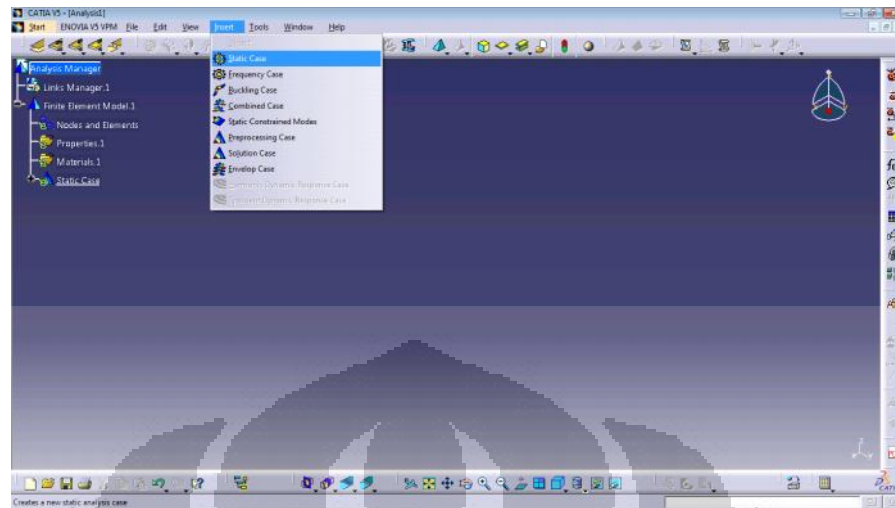
4.3.7 Mendefinisikan *Material Properties*

Product yang telah masuk dalam *General Structural Analysis* selanjutnya didefinisikan *material properties*nya untuk tahap perhitungan berat dari struktur konstruksi *midship* kapal pelat datar. Langkah selanjutnya adalah menentukan *properties material* dari *hull*, gading, sekat dll pada kapal pelat datar. Langkah mendefinisikan *material properties* adalah : *block* seluruh *part* yang akan diberikan *material* > *material on analysis connection* > metal > steel > *analysis*

Gambar 4.3.8. *Input Material Properties*

4.3.8 Memasukan Jenis Analisa

Software CATIA memiliki beberapa kemampuan analisa, oleh karena itu harus mendefinisikan jenis analisa yang dikerjakan yaitu dengan cara: *insert* > *static case*.

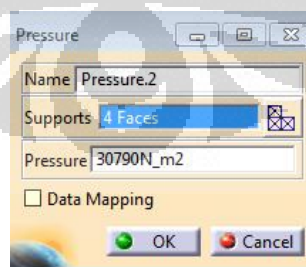


Gambar 4.3.9. *Insert Static Case*

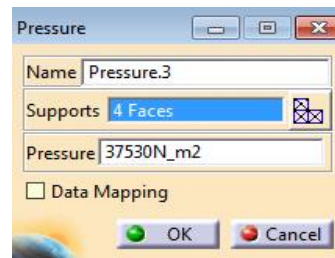
4.3.9 Menentukan Pembebanan (*Pressure*)

Besar nilai pembebanan berupa pressure dari tekanan *hydrostatic* telah di peroleh dalam perhitungan kontruksi yang terdapat pada lampiran. Pembebanan yang terjadi adalah tekanan *hydrostatic* yang terjadi pada lambung kapal bagian *bottom* dan *side*.

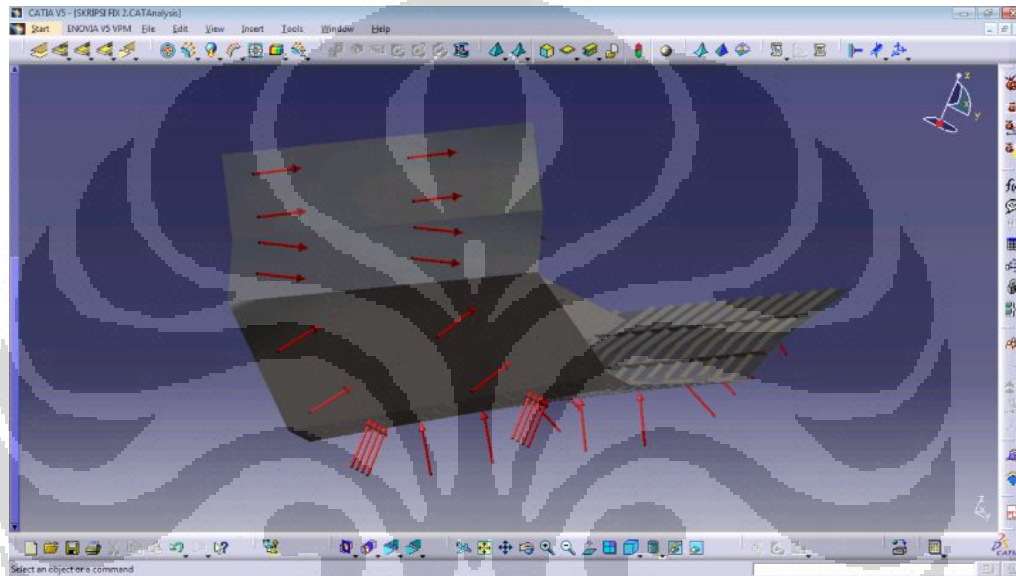
Untuk memasukan nilai pembebanan dilakukan dengan cara : klik *Static Case* > *Pressure*



Gambar 4.3.10. *Insert Pembebanan pada Dasar Kapal*



Gambar 4.3.11. *Insert* Pembebanan pada Sisi Kapal

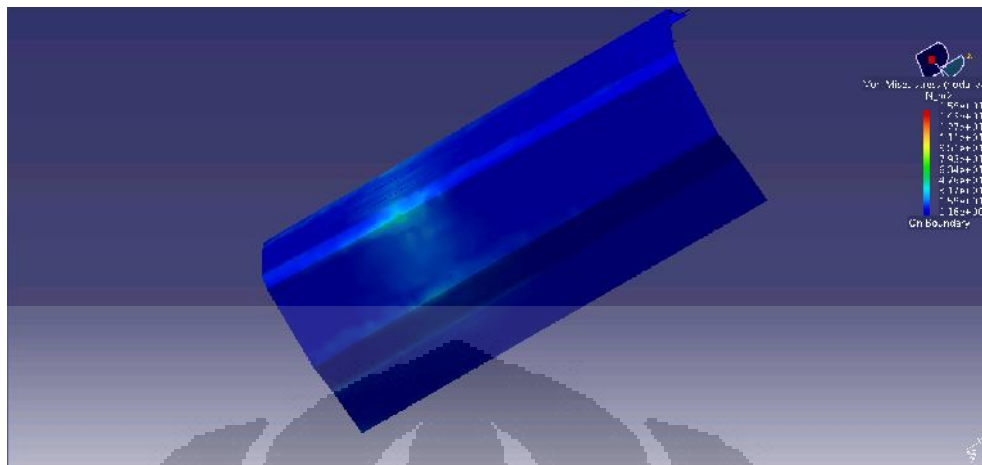


Gambar 4.3.12. *Midship* Kapal yang Dikenai Pembebanan

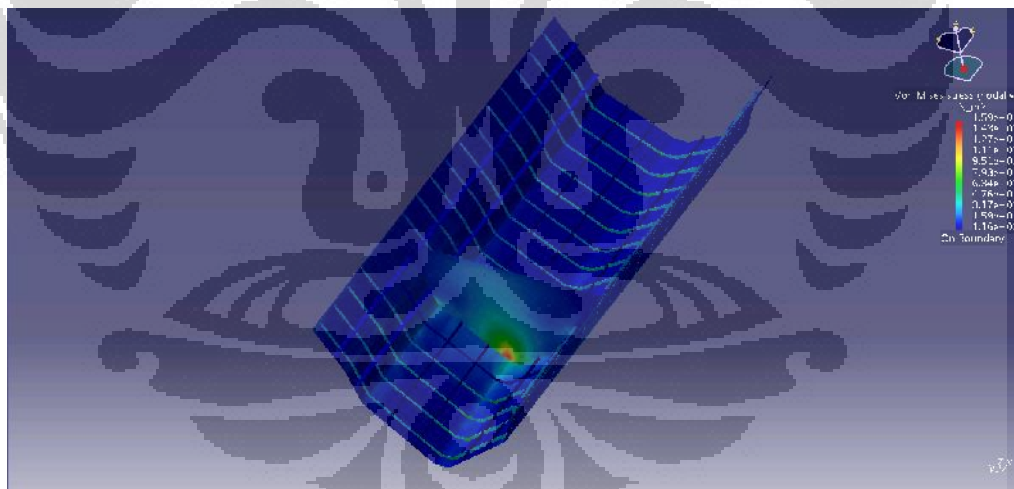
Diatas merupakan gambar *midship* kapal yang sudah diberikan pembebanan dengan menggunakan software catia. Pembebanan berupa *pressure* sebesar 37.53 kN/m² pada bagian sisi kapal dan 30.79 kN/m² pada bagian dasar kapal.

4.3.10 Hasil Simulasi Menggunakan Software CATIA Kondisi 1

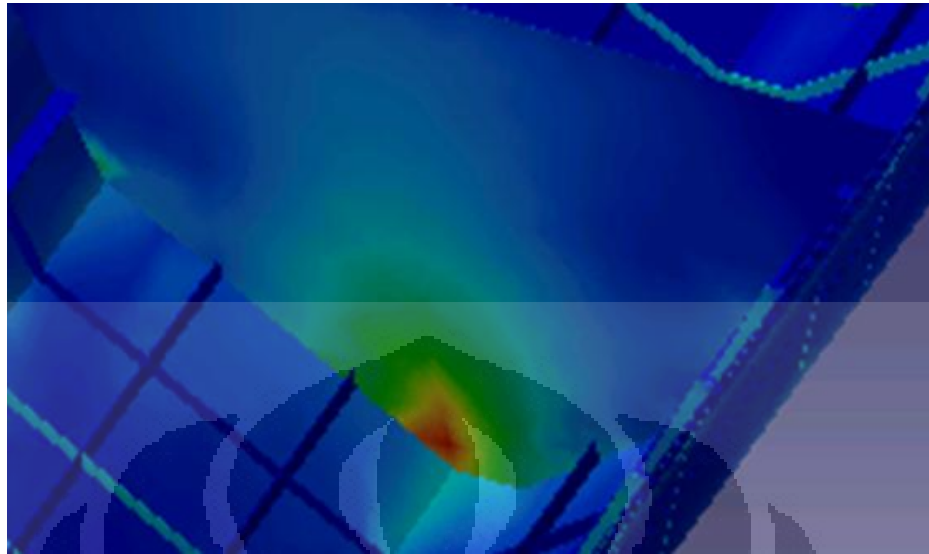
Midship kapal mengalami pembebanan merata pada kedua sisi dan dasarnya sehingga beban *pressure* nya terdistribusi merata pada kedua sisi dan dasar *midship* kapal. Nilai pembebanan yang diberikan adalah 37.53 kN/m² pada bagian sisi kapal dan 30.79 kN/m² pada bagian dasar kapal.



Gambar 4.3.13. Hasil Analisa Pelat pada Dasar Kapal



Gambar 4.3.14. Hasil Analisa Pelat pada *Midship* Kapal



Gambar 4.3.15. Hasil Analisa *Bulkhead* Kapal

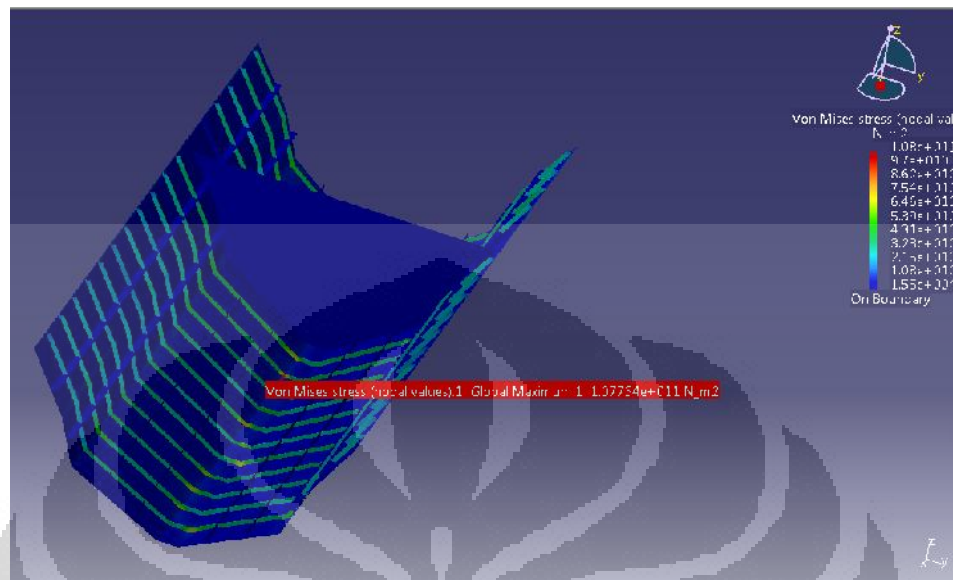
Keterangan pada gambar

Tegangan maksimum (bahan) : $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Tegangan maksimum yang bekerja (simulasi) : $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Gambar ini merupakan hasil simulasi untuk pembebanan yang bekerja pada *midship* kapal. Didapatkan besarnya tegangan *Von-misses* yang bekerja sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Sedangkan tegangan *Von misses* maksimum dari bahan adalah $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ pada kondisi ini material hampir mengalami kegagalan kerja disebabkan material mengalami tegangan kerja yang mendekati tegangan maksimum bahan.

4.3.11 Hasil Simulasi Menggunakan Software CATIA Kondisi 2

Gambar 4.3.16. Hasil Analisa *Midship* Kapal

Gambar 4.3.17. Hasil Analisa Pelat pada Dasar Kapal



Gambar 4.3.18 *Bulkhead* Kapal dengan Lengkungan
Setinggi 384 mm

Dibuat sebuah lingkaran dengan tingggi dari dasar 384 mm pada bulkhead

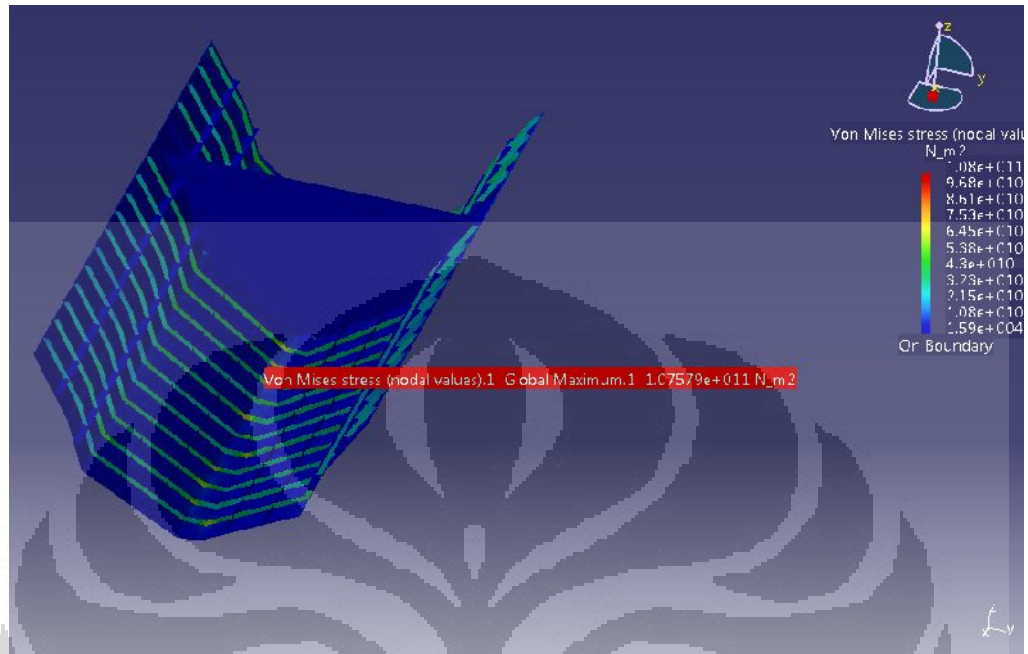
Keterangan pada gambar

Tegangan maksimum (bahan) : $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Tegangan maksimum yang bekerja (simulasi) : $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Gambar ini merupakan hasil simulasi untuk pembebanan yang bekerja pada *midship* kapal yang sama pada kondisi 1. Didapatkan besarnya tegangan *Von-misses* yang bekerja sebesar $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Sedangkan tegangan von misses maksimum dari bahan adalah $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Pada kondisi ini material relatif terjadi penurunan *stress* dibandingkan dengan kondisi 1 dengan pemberian lengkungan pada *bulkhead* setinggi 384 mm.

4.3.12 Hasil Simulasi Menggunakan Software CATIA Kondisi 3



Gambar 4.3.19. Hasil Analisis Midship Kapal



Gambar 4.3.20. Hasil Analisis Pelat pada Dasar Kapal



Gambar 4.3.17 *Bulkhead* Kapal dengan Lengkungan

Setinggi 150 mm

Keterangan pada gambar

Tegangan maksimum (bahan) : $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Tegangan maksimum yang bekerja (simulasi) : $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Gambar ini merupakan hasil simulasi untuk pembebanan yang bekerja pada midship kapal yang sama dengan kondisi 1 dan 2. Didapatkan besarnya tegangan Von-mises yang bekerja sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Sedangkan tegangan von mises maksimum dari bahan adalah $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ pada kondisi ini material hampir mengalami tegangan kerja yang hampir sama dengan kondisi kedua.

4.4 Hasil Analisa Tegangan Maksimum

Berdasarkan analisa elemen hingga yang telah dilakukan dengan bantuan Software CATIA didapat hasil tegangan maksimum pada pembebanan hidrostatik.

Kondisi 1 adalah midship kapal pelat datar dengan kontruksi berdasarkan perhitungan rules BKI mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Kondisi 2 adalah midship kapal pelat datar dengan kontruksi berdasarkan perhitungan rules BKI dengan penambahan lingkaran dengan tinggi dari dasar kapal sebesar 384 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Kondisi 3 adalah midship kapal pelat datar dengan kontruksi berdasarkan perhitungan rules BKI dengan penambahan lingkaran dengan tinggi dari dasar kapal sebesar 150 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

4.5 Perhitungan Faktor Keamanan

Faktor keselamatan dapat dicari dengan membandingkan nilai material properties dari pelat yang digunakan yakni tegangan ijin material dibagi dengan tegangan yang terjadi pada simulasi.

$$FS = \frac{\dagger \text{ ijin}}{\dagger \text{ aktual}}$$

Dimana,

FS = Faktor Keamanan

$\dagger \text{ ijin}$ = Tegangan ijin / tegangan *ultimate*

$\dagger \text{ aktual}$ = Tegangan yang terjadi pada obyek

Faktor Keamanan Pada Kondisi 1

$$FS = \frac{2x10^{11}}{1.59x10^{11}}$$

$$FS = 1.25$$

Faktor Keamanan Pada Kondisi 2

$$FS = \frac{2x10^{11}}{1.0757 x10^{11}}$$

$$FS = 1.85$$

Faktor Keamanan Pada Kondisi 3

$$FS = \frac{2x10^{11}}{1.08x10^{11}}$$

$$FS = 1.85$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas kapal pelat datar yang akan melayani rute penyebrangan muara angke ke pulau tidung dengan bantuan simulasi stabilitas kapal menggunakan *software* maxsurf berdasarkan kriteria IMO dengan membandingkan antara jumlah penumpang dengan volume bahan bakar. Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

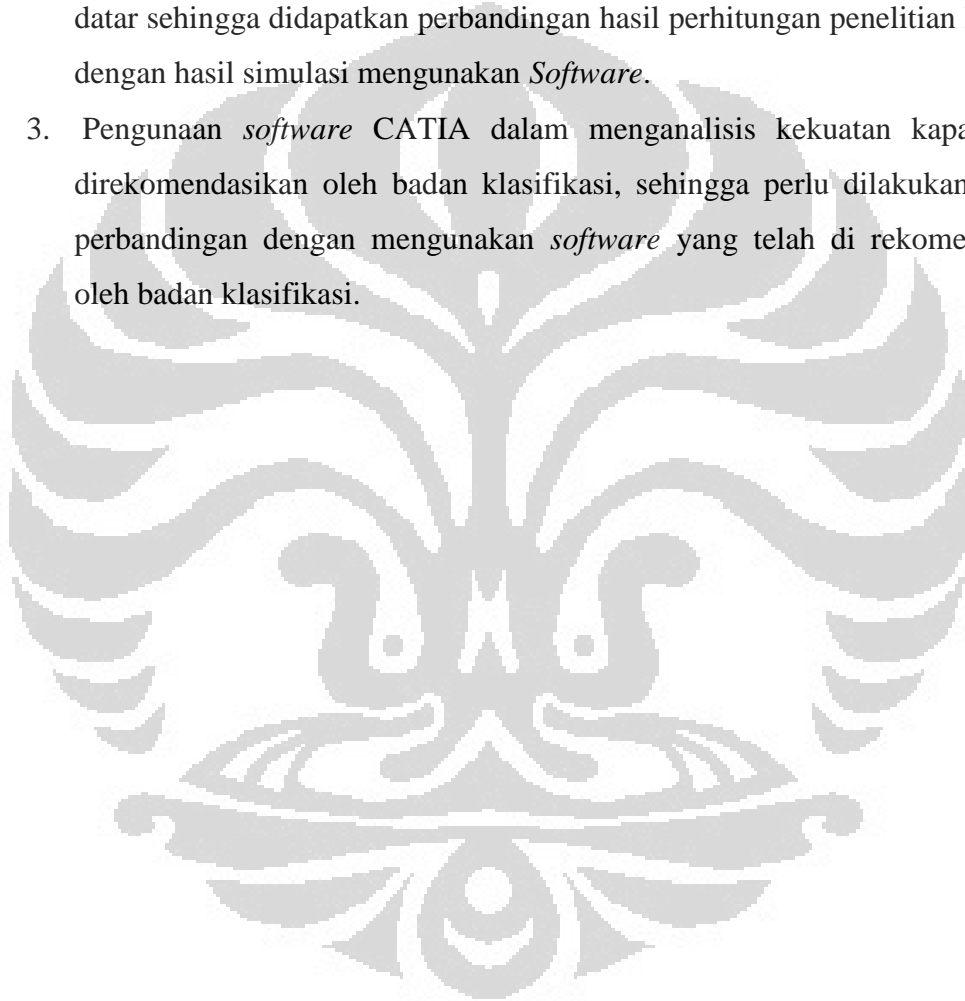
1. Luasan dibawah kurva stabilitas statis pada sudut sampai 30° lebih dari 0,055 meter-radian.
2. Luasan dibawah kurva stabilitas statis pada sudut antara 30° sampai 40° lebih dari 0,055 meter-radian.
3. Luasan dibawah kurva GoZ sampai dengan sudut 40° kurang dari 0,09 meter-radian.
4. Luasan antara sudut 30° dan 40° dan kurang dari 0,03 meter-radian.
5. Maksimum harga kurva GZ harus terjadi pada sudut lebih dari 30° tetapi tidak boleh kurang dari 25°
6. Tinggi metasentra awal (GM) lebih 0.15 M.

Berdasarkan hasil perhitungan simulasi *finite element analysis* kekuatan melintang kapal pada *midship* kapal dengan menggunakan bantuan simulasi *Software* CATIA maka dapat ditarik kesimpulan akibat pembebanan hidrostatik pada sisi dan dasar *midship* sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *Software* CATIA didapatkan nilai-nilai tegangan *VonMises* yang bekerja sebagai berikut:
 - Kondisi pertama adalah *midship* kapal pelat datar dengan konstruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
 - Kondisi kedua adalah *midship* kapal pelat datar dengan konstruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI dengan penambahan lengkungan dengan tinggi dari dasar *bulkhead* kapal sebesar 384 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
 - Kondisi ketiga adalah *midship* kapal pelat datar dengan konstruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI dengan penambahan lengkungan dengan tinggi dari dasar *bulkhead* kapal sebesar 150 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
2. Pada kondisi kedua dan ketiga tegangan yang bekerja (hasil simulasi) hampir mendekati sama.

5.2 Saran

1. Untuk Menghindari terjadinya kegagalan kerja pada material di bagian dasar *bulkhead midship* kapal penggunaan lengkungan setinggi minimal 150 mm.
2. Perlunya penelitian uji material secara langsung pada midship kapal pelat datar sehingga didapatkan perbandingan hasil perhitungan penelitian lapangan dengan hasil simulasi menggunakan *Software*.
3. Penggunaan *software* CATIA dalam menganalisis kekuatan kapal belum direkomendasikan oleh badan klasifikasi, sehingga perlu dilakukan analisis perbandingan dengan menggunakan *software* yang telah di rekomendasikan oleh badan klasifikasi.



DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, *Rule International Maritime Organization* 1978 London, Edition 2002.
2. Anonimous, *Rules For Hull Biro Klasifikasi Indonesia Vol. II* , Edition 2001.
3. Eyres, D.J. 2001. *Ship Construction*. Oxford : Butterworth-Heineimann.
4. Imam Pujo Mulyatno, Iqbal Amanda. 2011. *Analisis Kekuatan Kontruksi Transverse Bulkhead Ruang Muat No.1 pada 18500 DWT Cargo Vessel Berbasis Metode Elemen Hingga*.
5. M.K Rahman. 1998. *Ultimate Strength Estimation of Ship's Transverse Frames by Incremental Elastic-Plastic Finite Element Analisis*. Newcastle: University of Newcastle Upon Tyne.
6. Y.V. Stish Kumar, M. Mukhopadhyay. 2000. *Finite Element Analisis of Ship Structure Using New Stiffenend Plate Element*. India: Indian Istitute of Technology.
7. Agus Fikri Tutorial CATIA Analisa Elemen Hingga (FEA) Seri 1 dan 2.

LAMPIRAN



KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension	
Nama kapal :	PATAH 94 PAX	Lwl =	19.58 m
Type kapal :	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m
Sistem konstruksi :	Transversal	B =	3.79 m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	1.25 m

Formulasi Hambatan oleh Ir. J. Holtrop

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1 + k) + C_A) +$$

Principle of Naval Architecture Vol.II

1 Viscous Resistance

dimana :

R_v = Viscous Resistance

= mass density salt water (1025 kg/m^3)

V = service speed [m/s]

C_{FO} = coefficient (ITTC 1957)

$$= \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

R_n = Reynold Number

$$= \frac{V \cdot L_{wl}}{\nu}$$

= kinematic viscosity

$1.18831 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (Pada temperature 15°) untuk air laut

[D.G.M. Watson, "Practical Ship Design", Elsevier, Amsterdam, 1998 hal 168]

$1+k_1$ = form factor of bare hull

$$= 0.93 + 0.4871 \cdot c \cdot (B/L)^{1.0681} \cdot (T/L)^{0.4611} \cdot (L/L_R)^{0.1216} \cdot (L^3/V)^{0.3649} \cdot (1 - C_p)^{-0.6042}$$

[PNA hal 91]

Keterangan :

$$c = 1 + 0.011 C_{stern}$$

$C_{stern} = 0$, normal shape of after body

$$L/L_R = 1 - C_p + 0.06 \cdot C_p \cdot LCB / (4 C_p - 1)$$

L_R = length of run

LCB = longitudinal center of buoyancy as percentage of L

L = length of water line (Lwl)

T = draft [m]

B = breadth [m]

Choice No.	C_{stern}	Used For
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped sections
3	0	Normal section shape
4	10	U - shaped section with Hogner stern

No	Lwl	Fn	Viscous resistance		1 + k1				
			C_{FO}	C_{FO}	Choice No.	c	L_R/L	L^3/V	1+ k1
1	19.58	0.4400	1.89E+08	0.00190	3	1	0.5005	181.7909	1.0269



KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension	
Nama kapal :	PATAH 94 PAX	Lwl =	19.58 m
Type kapal :	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m
Sistem konstruksi :	Transversal	B =	3.79 m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	1.25 m

2 Appendages Resistance

$$R_v = \frac{1}{2} V^2 C_{FO} S_{tot} (1 + k)$$

dimana :

$$1 + k = 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}}$$

S = luas permukaan basah

$$= L(2T + B) \cdot C_M^{0.5} \cdot \left(0.4530 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.0346 \frac{B}{T} + 0.3696C_{WP} \right) + 2.38 \frac{A_{BT}}{C_B} \quad [\text{PNA hal 91}]$$

$A_{BT} = 0$

karena tidak menggunakan bulbous bow

[D.G.M. Watson, "Practical Ship Design", Elsevier, Amsterdam, 1998, hal 233]

k_2 = effective form factor of appendages

Type of Appendages	Value of $1 + k_2$
Rudder of single screw ship	1.5
Bilge keel	1.4

S_{app} = total wetted surface of appendages

= $S_{rudder} + S_{bilge\ keel}$

$$S_{rudder} = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot 1.75 \cdot L_{pp} \cdot T/100 \quad [\text{BKI vol II Sec 14 A-3}]$$

C_1 = faktor tipe kapal

= 1 (in general)

C_2 = faktor tipe kemudi

= 1 (in general)

C_3 = faktor tipe profil kemudi

= 1 (untuk NACA profile)

C_4 = faktor letak baling-baling

= 1 (untuk letak kemudi tepat dibelakang propeller)

$$S_{tot} = S + S_{app}$$

$S_{bilge\ keel} = 0$ tidak menggunakan bilge keel

Resistance of appendages						1 + k
Wetted surface area			1+ k2		1 + k	
A_{BT}	S	S_{app}	S_{tot}	S_{rudder}		1 + k2
0.00	122.63	0.44	123.08	0.44	0.6229125	1.025



KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	Lwl =	19.58	m
Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	3.79	m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	1.25	m

3 Wave making Resistance

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 e^{\{m_1 F_n^d + m_2 \cos(F_n^{-2})\}} \quad \text{[PNA vol II hal 92]}$$

dimana :

untuk kecepatan rendah ($F_n \leq 0.4$)

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$$

keterangan :

$$C_4 = B/L \quad \text{[PNA vol II hal 92]} \quad \text{[untuk } 0.11^{1/2} B/L^{1/2} 0.25]$$

i_E = half angle of entrance at the load waterline

$$= 125.67 \frac{B}{L} - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 \left(LCB + \frac{6.8 (T_a - T_f)}{T} \right)^3$$

T_a = moulded draft at AP [m]

T_f = moulded draft at FP [m]

$T_a = T_f = T$

$d = -0.9$

$$m_1 = 0.01404 \quad L/T - 1.7525 \quad \sqrt[3]{L} - 4.7932 \quad B/L - C_5 \quad \text{[PNA vol II hal 92]}$$

keterangan :

$$C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 - 6.9844 C_p^3 \quad \text{[untuk } C_p^{1/2} 0.8]$$

$$m_2 = C_6 * 0.4 e^{-0.034 F_n^{-3.29}} \quad \text{[PNA vol II hal 92]}$$

keterangan :

$$C_6 = -1.69385 \quad \text{(PNA vol II, hal 92)} \quad \text{[untuk } L^3 / \epsilon^{1/2} 512]$$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 \quad L/B \quad \text{(PNA vol II, hal 92)} \quad \text{[untuk } L/B^{1/2} 12]$$

$C_2 = 1$, tidak ada bulb

$$C_3 = 1 - 0.8 \quad A_T / (B \cdot T \cdot C_M) \quad \text{[PNA vol II, hal 93]}$$

keterangan :

A_T = immersed area of the transom at zero speed = 0

W = displacement weight

$$= \rho \cdot g \cdot \nabla \quad \text{[N]}$$

$$\rho = 1025 \quad \text{kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \quad \text{m/s}^2$$

$$V = \text{volume displasemen (m}^3)$$

Wave Making Resistance								
C1					d	m1		
C4	Ta	Tf	iE	C1		$\epsilon^{1/3}/L$	C5	m1
0.1936	1.25	1.25	12.93	3.3960	-0.9	0.1657	-0.1921	-0.8061



KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	Lwl =	19.58	m
Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	3.79	m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	1.25	m

Wave Making Resistance										
m ₂		l	C ₂					C ₃		R _w /W
C ₆	m ₂		A _{BT}	r _B	h _B	i	C ₂	A _T	C ₃	
-1.69385	-4.09E-01	0.55355	0.00	0.00	0.00	1.25	1.00	0	1	0.84230

4 Model Ship Correlation Allowance

Untuk menghitung model ship correlation allowance diberikan rumus sebagai berikut :

[PNA vol II, hal 93

$$C_A = 0.006(Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003(Lwl/7.5)^{0.5} * C_b^4 * C_2 (0.04 - Tf)$$

untuk $Tf/Lwl > 0.04$

Setelah semua harga komponen hambatan total sudah didapatkan hambatan total dapat dihitung penambahan sea margin sebesar 15 % (penambahan hambatan kapal ketika kapal beroperasi ; kekasaran pada lambung kapal)

C _A	W [N]	R _{total} [N]	R _{total} [KN]	R _{total + 15 %} [KN]
0.0005	410	20970.80	20.97	24.116

5 Engine Power


ENGINE POWER						
EHP(KW)	n(rpm)	hrg	hs	PC	DHP(KW)	BHP(KW)
142.66	2400	0.98	0.985	0.8400	169.84	175.94


KOREKSI		Total BHP [kW]	Total BHP [hp]
1	2		
5.28	0.000	181.22	242.92

D (m)
0.88

294.1176471 HP

Dipilih mesin dengan 300 hp

	KAPAL PELAT DATAR							Main Dimension				
	Nama kapal		: PATAH 94 PAX					L =	19.96	m		
	Type kapal		: Kapal Penumpang Kecil					H =	2.57	m		
	Sistem konstruksi		: Transversal					B =	4.00	m		
		Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001					T =	2.00	m			
Bagian	DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA											
Perhitungan / Uraian							Halaman :		1			
Scheekluth's Method												
Berat baja Lambung kapal												
VD		Vs					Vb			Vu		
CBD	VD	Ls	Sv	Sh	C2	Vs	b	C3	Vb			
0.48	98.69	26.90	0.83	0.95	0.102	19.59	0.08	0.34	2.89	121.16		
Faktor Pengali							WStR					
C1	A	B	C	D	E	F						
0.1151	0.9489	1.0214	1.0148	0.9854	1.1902	1.00230	16.12					
Koreksi												
Bulkhead	Bulbous	Double	Pondasi Mesin									
	Bow	Bottom	n	PB	WStF							
0.40	0.000	0.46	4000	300	0.12							
Berat Superstructure												
Berat second deck						Berat main deck						Total Berat S.structure
lf	bf	hf	VSD	CFC	WFC	lp	bp	hp	Vp	Cp	WP	
11.15	4.00	2.2	98.120	0.1	9.81	16.31	4.00	2.3	150.05	0.13	19.51	29.32
Total Steel Weight						Buku teori merancang kapal BK= 31.936						
46.43	ton											
Berat Jangkar												
Displacement (D) 34.28												
h 0.57												
h' 4.3949												
h 4.97												
jadi berat jangkar kapal												
$Z = D^2/3 + 2 \cdot B \cdot h + A/10$												
Z = 56.802 m3												
berdasarkan tabel 18.2 BKI Vol. II 2001												
berat jangkar 180 kg												
Chain 220 m												
d1 14 mm												
d2 12.5 mm												
d3 12.5 mm												


	KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension	
	Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	19.96 m
Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.57 m	
Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00 m	
	Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	2.00 m
Bagian	DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA			
	Perhitungan / Uraian		Halaman :	1
tali temali				
panjang tali		180 m		
beban putus		100 kN		
panjang tali tambat		80 m		
beban tali tambat		35 kN		
jumlah		3 buah		
Bak rantai				
Sv = 35 x d ²	d (inchi)	0.551398		
Sv = 10.6414	ft ²			
volume bak rantai				
V1=(panjang rantai jangkar total/183)*Sv				
V1= 12.7929	ft ³			
volume bak lumpur				
V2= 0.2*V1				
V2 = 2.55859	ft ³			
Volume total chain locker				
15.351526	ft ³			
Volume total chain locker dalam m3				
0.43488742	m3			
L= 1.08	0.70			
B= 0.4	0.62127			
H= 1	1.00			





			KAPAL PELAT DATAR	Main Dimension			
			Nama kapal : PATAH 94 PAX	L =	18.39	m	
			Type kapal : Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m	
			Sistem konstruksi : Transversal	B =	4.00	m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001	T =	2.00	m	
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1
			Ukuran Utama				
I	H	2.1	Panjang (L)				
			Panjang L adalah jarak pada garis air muat dari linggi haluan kebelakang kemudi atau garis sumbu tongkat kemudi jika tidak ada linggi kemudi. Dimana tidak boleh kurang dari 96% LWL dan tidak perlu lebih besar dari 97% LWL.				
			Diketahui :	Lwl =	19.96	m	
				Lpp =	18.39	m	
			Maka :				
				96% Lwl =	19.16	m	
				97% Lwl =	19.36	m	
			Sehingga :				
				Lpp =	18.39	m	
I	H	2.6	Lebar (B) adalah jarak terbesar pada kapal yang diukur dari kulit bagian dalam.				
				B =	4	m	
I	H	2.7	Tinggi (H) adalah jarak vertikal pada titik tengah panjang L, dari garis dasar ke bagian atas dari balok geladak dibagian sisi geladak menerus yang paling atas.				
				H =	2.22	m	
I	H	2.8	Sarat T				
			adalah jarak vertikal pada titik tengah panjang L, dari garis dasar ke tanda lambung timbul untuk garis muat musim panas.				
				T =	2	m	
I	H	4	KOEFISIEN BLOK CB				
			Koefisien blok pada sarat T berdasarkan panjang L				
				CB =	$\Delta/L.B.T$		
				$\nabla =$	69.102 m ³	(dari hidrostatic curve di maxsurf)	
			maka,				
				CB =	0.44	(berdasarkan prancangan)	
I	H	3	Jarak Gading a				
			ao = L/500 + 0,48 m (dari BKI 89)				
			diambil :	ao =	0.52	m	





			KAPAL PELAT DATAR	Main Dimension																														
			Nama kapal : PATAH 94 PAX	L =	18.39	m																												
			Type kapal : Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m																												
			Sistem konstruksi : Transversal	B =	4.00	m																												
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKL Volume II Tahun 2001	T =	2.00	m																												
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA																															
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman : 1																												
VI	C	3.1	Pelat Sisi Lebar pelat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari : $b = 800 + 5L$ (mm) $= 892$ mm $b \text{ max} = 1800$ mm diambil = 900 mm																															
IV	B	2.1.1	Perencanaan beban pada Kapal Beban Pada Sisi Kapal * Di bawah garis air : $P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T)$ * Di atas garis air : $P_s = 20 \times P_o \times C_f / (10 + Z - T)$ dimana : Z = jarak vertikal dari pusat beban terhadap base line untuk beban pada pelat diukur dari paling bawah untuk sistem konstruksi melintang Z = jarak vertikal pusat beban profil diantara senta terhadap base line untuk beban penegar diukur dari tengah-tengah profil/penegar $P_o = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f$ [kN/m ²] $C_o = L/25 + 4,1$; L < 90m $C_o = 4,8356$ $f = 1$ untuk pelat kulit, geladak cuaca $f = 0,75$ untuk gading biasa, balok geladak $f = 0,6$ Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu $C_L = (L/90)^{1/2}$ L < 90 m $= 0,452$ $C_L = 1$ L > 90m maka: $P_o = 5,2$ kN/m ² , Untuk pelat kulit, geladak cuaca $P_o = 4,0$ kN/m ² , Untuk gading biasa, balok geladak, pembujur $P_o = 3,2$ kN/m ² , Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu Harga CF dapat di cari dari tabel dibawah ini Tabel 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Range</th> <th>Factor c_D</th> <th>Factor c_F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>$0 \leq x/L < 0,2$</td> <td>$1,2 - x/L$</td> <td>$1,0 + 5/C_b [0,2 - x/L]$</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>$x/L = 0,10$</td> <td>$C_D = 1,10$</td> <td>$C_F = 2,06$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$0,2 \leq x/L < 0,7$</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>$x/L = 0,5$</td> <td>$C_D = 1$</td> <td>$C_F = 1$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$0,7 \leq x/L \leq 1$</td> <td>$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$</td> <td>$1 + 20/C_b [x/L - 0,7]^2$</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>$x/L = 0,93$</td> <td>$c = 0,15 \cdot L - 10$ $L_{\min} = 100 \text{ m}$ $C_D = 1,38$</td> <td>$C_F = 3,25$</td> </tr> </tbody> </table>					Range	Factor c _D	Factor c _F		$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_b [0,2 - x/L]$	A	$x/L = 0,10$	$C_D = 1,10$	$C_F = 2,06$		$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1	M	$x/L = 0,5$	$C_D = 1$	$C_F = 1$		$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_b [x/L - 0,7]^2$	F	$x/L = 0,93$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $L_{\min} = 100 \text{ m}$ $C_D = 1,38$	$C_F = 3,25$
	Range	Factor c _D	Factor c _F																															
	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_b [0,2 - x/L]$																															
A	$x/L = 0,10$	$C_D = 1,10$	$C_F = 2,06$																															
	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1																															
M	$x/L = 0,5$	$C_D = 1$	$C_F = 1$																															
	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_b [x/L - 0,7]^2$																															
F	$x/L = 0,93$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $L_{\min} = 100 \text{ m}$ $C_D = 1,38$	$C_F = 3,25$																															


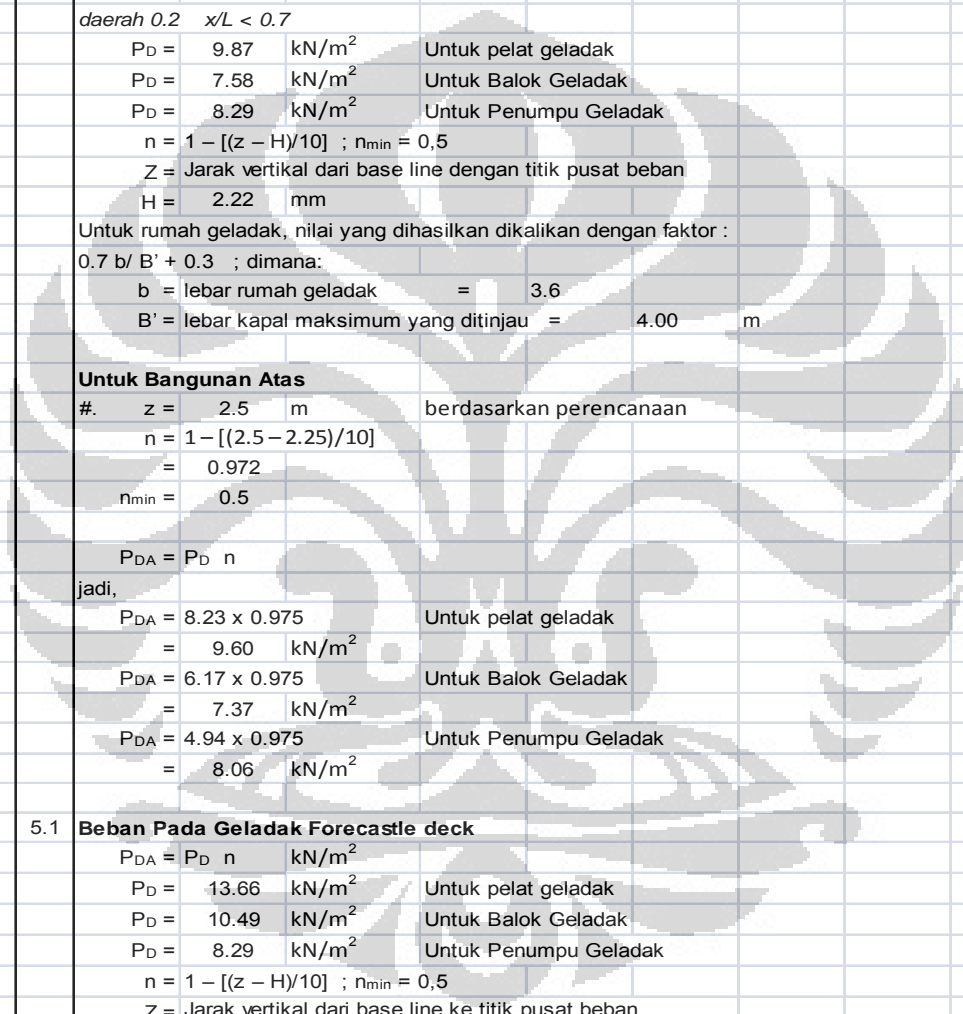
			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :		1
IV	B	2.1.2	Sehingga :					
			Beban Pada Sisi Kapal					
			daerah 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8]			$P_0 = 5.6$	kN/m^2	
			$P_s = 10 (T - Z) + P_0 \times C_f \times (1 + Z / T)$ $= 10 (1.50 - 0.85) + 6 \times 2.06 \times (1 + 0.85 / 1.50)$ $= 27.97 \quad \text{kN/m}^2$					
daerah 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38]			$P_0 = 5.6$	kN/m^2				
$P_s = 10 (T - Z) + P_0 \times C_f \times (1 + Z / T)$ $= 10 (1.50 - 1.04) + 6 \times 2.06 \times (1 + 1.04 / 1.50)$ $= 25.11 \quad \text{kN/m}^2$								
daerah 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42]			$P_0 = 5.6$	kN/m^2				
$P_s = 10 (T - Z) + P_0 \times C_f \times (1 + Z / T)$ $= 10 (1.50 - 0.75) + 6 \times 2.06 \times (1 + 0.75 / 1.50)$ $= 37.53 \quad \text{kN/m}^2$								
IV	B	3	Beban Pada Dasar Kapal					
			$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F$ dimana:					
			$T = \text{Sarat kapal} = 2.00 \text{ m}$					
			Maka besarnya P_B dapat di hitung yaitu:					
Bagian 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8]			$C_f = 2.06$					
<u>untuk Pelat kulit</u>								
$P_0 = 5.2 \quad \text{kN/m}^2$ maka,								
$P_B = 10 \times 1.50 + 6 \times 2.06$ $= 30.7998569 \text{ kN/m}^2$								
<u>untuk Pembujur</u>								
$P_0 = 4.0 \quad \text{kN/m}^2$ maka,								
$P_B = 10 \times 1.50 + 4.5 \times 2.06$ $= 28.31305 \text{ kN/m}^2$								
Bagian 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38]			$C_f = 1.0$					
<u>untuk Pelat kulit</u>								
$P_0 = 5.2 \quad \text{kN/m}^2$ maka,								
$P_B = 10 \times 1.50 + 6 \times 2.06$ $= 25.2329204 \text{ kN/m}^2$								

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian					
			<u>untuk Pembujur</u> $P_o = 4.3 \text{ kN/m}^2$ maka, $P_B = 10 \times 1.50 + 4.5 \times 1$ $= 24.3 \text{ kN/m}^2$					
			Bagian 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42] $C_f = 3.25$ <u>untuk Pelat kulit</u> $P_o = 5.6 \text{ kN/m}^2$ maka, $P_B = 10 \times 1.50 + 6 \times 3.25$ $= 38.2 \text{ kN/m}^2$					
			<u>untuk Pembujur</u> $P_o = 4.3 \text{ kN/m}^2$ maka, $P_B = 10 \times 1.50 + 4.5 \times 3.25$ $= 33.975 \text{ kN/m}^2$					
IV	B	1.1	Beban Pada Geladak Cuaca (Pd) Ditentukan dengan rumus : $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ dimana: $P_o = 5.2 \text{ kN/m}^2$ Untuk Pelat $P_o = 4.0 \text{ kN/m}^2$ Untuk Balok Geladak, pembujur geladak $P_o = 3.2 \text{ kN/m}^2$ Untuk Penumpu $T = 2.0 \text{ m}$ C_D diperoleh dari tabel. 1 (halaman 2) $Z = 2.2 \text{ m}$ $H = 2.2 \text{ m}$ maka, besarnya beban geladak cuaca dapat dihitung sebagai berikut: Bagian 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8] $C_D = 1.10$ <u>untuk Pelat kulit</u> $P_o = 5.2 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (6 \times 20 \times 1.5 \times 1.1) / ((10 + 2.3 - 1.5)2.3)$ $= 10.15 \text{ kN/m}^2$ <u>untuk balok geladak</u> $P_o = 4.0 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (4.5 \times 20 \times 1.5 \times 1.1) / ((10 + 2.3 - 1.5)2.3)$ $= 7.81 \text{ kN/m}^2$					


			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Bagian			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
BAB			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Ps	Ayat	DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA			Halaman :			1
			Perhitungan / Uraian					
			<u>untuk penumpang geladak</u> $P_o = 3.2 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (3.6 \times 20 \times 1.5 \times 1.1) / ((10 + 2.25 - 1.5)2.25)$ $= 6.25 \text{ kN/m}^2$					
			Bagian 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38] $C_D = 1.0$ <u>untuk Pelat kulit</u> $P_o = 5.6 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (6 \times 20 \times 1.5 \times 1) / ((10 + 2.3 - 1.5)2.3)$ $= 9.87 \text{ kN/m}^2$					
			<u>untuk pembujur geladak</u> $P_o = 4.3 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (4.5 \times 20 \times 1.5 \times 1) / ((10 + 2.3 - 1.5)2.3)$ $= 7.58 \text{ kN/m}^2$					
			<u>untuk penumpang geladak</u> $P_o = 3.4 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (3.6 \times 20 \times 1.5 \times 1) / ((10 + 2.25 - 1.5)2.25)$ $= 5.994 \text{ kN/m}^2$					
			Bagian 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42] $C_D = 1.4$ <u>untuk Pelat kulit</u> $P_o = 5.6 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (6 \times 20 \times 1.5 \times 1.4) / ((10 + 2.3 - 1.5)2.3)$ $= 13.66 \text{ kN/m}^2$					
			<u>untuk balok geladak, pembujur geladak</u> $P_o = 4.3 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (4.5 \times 20 \times 1.5 \times 1.4) / ((10 + 2.3 - 1.5)2.3)$ $= 10.487 \text{ kN/m}^2$					
			<u>untuk penumpang geladak</u> $P_o = 3.4 \text{ kN/m}^2$ $P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$ $= (3.6 \times 20 \times 1.5 \times 1.4) / ((10 + 2.25 - 1.5)2.25)$ $= 8.292 \text{ kN/m}^2$					

			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension		
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
			Perhitungan / Uraian		Halaman :		1
BAB	Ps	Ayat					
IV	C	2.1	Beban Alas Dalam Beban pada alas dalam kapal dihitung berdasarkan formula: $P_i = 9,81 \cdot (G/V) \cdot h \cdot (1 + a_v) \quad [\text{kN/m}^2]$ G = berat muatan dalam ruang muat (berat terbesar) [Ton] V = volume ruang muat $[\text{m}^3]$ Untuk Kapal penumpang dan barang adalah : $G/V = 0.65$ h = tinggi permukaan teratas cargo diatas alas dalam $h = H - h_{db}$ $h_{db} = 0.46 \quad \text{m}$ $h = 1.76 \quad \text{m}$ $a_v = Fm$ $m = m_0 - 5(m_0 - 1)x/L$, untuk $0 \leq x/L < 0.2$ $m = 1$, untuk $0.2 \leq x/L < 0.7$ $m = 1 + [(m_0 + 1)/0.3] \cdot [x/L - 0.7]$, untuk $0.7 \leq x/L$ $m_0 = (1.5 + F)$ $F = 0,11 [V_0 / (L)]^{0,5}$ $V_0 = 11.5 \quad \text{knot}$ $= 0,11 \times (11.5 / (21.90^{0,5}))$ $= 0.29$ $m_0 = 1.5 + 0.13$ $= 1.79$ untuk 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8] $x/L = 0.10$ $m = m_0 - 5(m_0 - 1)x/L$ $= 1.77 - 5(1.77 - 1)0.1$ $= 1.40$ $a_v = 0.27 \times 1.39$ $= 0.41$ maka, $P_i = 9,81 \times 0.65 \times 1.79 \times (1 + 1.66)$ $= 15.85 \quad \text{kN/m}^2$ untuk 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38] $x/L = 0.50$ $m = 1$ $a_v = 0.27 \times 1$ $= 0.29$ maka, $P_i = 9,81 \times 0.65 \times 1.79 \times (1 + 1.66)$ $= 14.53 \quad \text{kN/m}^2$				

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :		1
IV	C	2.1	untuk 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42] $x/L = 0.93$ $m = 1 + [(m_o + 1)/0.3] \cdot [x/L - 0.7]$ $= 1 + [(1.77 + 1)/0.3] \times (0.93 - 0.7)$ $= 3.14$ $a_v = 0.27 \times 3.12$ $= 0.93$ maka, $P_i = 9.81 \times 0.65 \times 1.79 \times (1 + 0.84)$ $= 21.63 \quad \text{kN/m}^2$					
	D	1.1	Beban Pada Struktur Tangki Besarnya beban ditentukan dengan formula $P_1 = 9.81 \times h_1 \times \rho \times (1 + a_v) + 100 \times p_v \quad [\text{kN/m}^2]$ dimana : $p_v =$ tekanan katup relief = 0.2 bar $h_1 =$ jarak dari pusat beban ke tank top $\rho = 0.9$ $a_v = 0.41$ untuk $0 \leq x/L < 0.2$ $a_v = 0.29$ untuk $0.2 \leq x/L < 0.7$ $a_v = 0.93$ untuk $0.7 \leq x/L < 1$ untuk 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8] $a_v = 0.41$ $\rho = 0.9$ $p_v = 0.20$ bar untuk, $h = 0.46$ m $P_1 = 9.81 \times 0.460 \times 0.9 \times (1 + 0.37) + 100 \times 0.2$ $= 25.74 \quad \text{kN/m}^2$ untuk 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38] $a_v = 0.29$ $\rho = 0.9$ $p_v = 0.20$ bar untuk, $h = 0.46$ m $P_1 = 9.81 \times 0.460 \times 0.9 \times (1 + 0.27) + 100 \times 0.2$ $= 25.26 \quad \text{kN/m}^2$ untuk 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42] $a_v = 0.93$ $\rho = 0.9$ $p_v = 0.20$ bar untuk, $h = 0.46$ m $P_1 = 9.81 \times 0.460 \times 0.9 \times (1 + 0.84) + 100 \times 0.2$ $= 27.83 \quad \text{kN/m}^2$					

			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension		
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00	m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m		
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1
IV	B	5.1	Beban Pada Geladak Bangunan Atas Beban pada geladak terbuka dan sebagian bangunan atas dihitung berdasarkan formula : $P_{DA} = P_D n$ kN/m ² <i>daerah 0.2 $x/L < 0.7$</i> $P_D = 9.87$ kN/m ² Untuk pelat geladak $P_D = 7.58$ kN/m ² Untuk Balok Geladak $P_D = 8.29$ kN/m ² Untuk Penumpu Geladak $n = 1 - [(z - H)/10]$; $n_{min} = 0,5$ Z = Jarak vertikal dari base line dengan titik pusat beban H = 2.22 mm Untuk rumah geladak, nilai yang dihasilkan dikalikan dengan faktor : $0.7 b / B' + 0.3$; dimana: b = lebar rumah geladak = 3.6 B' = lebar kapal maksimum yang ditinjau = 4.00 m Untuk Bangunan Atas #. z = 2.5 m berdasarkan perencanaan $n = 1 - [(2.5 - 2.25)/10]$ = 0.972 $n_{min} = 0.5$ $P_{DA} = P_D n$ jadi, $P_{DA} = 8.23 \times 0.975$ Untuk pelat geladak = 9.60 kN/m ² $P_{DA} = 6.17 \times 0.975$ Untuk Balok Geladak = 7.37 kN/m ² $P_{DA} = 4.94 \times 0.975$ Untuk Penumpu Geladak = 8.06 kN/m ²				
IV	B	5.1	Beban Pada Geladak Forecastle deck $P_{DA} = P_D n$ kN/m ² $P_D = 13.66$ kN/m ² Untuk pelat geladak $P_D = 10.49$ kN/m ² Untuk Balok Geladak $P_D = 8.29$ kN/m ² Untuk Penumpu Geladak $n = 1 - [(z - H)/10]$; $n_{min} = 0,5$ Z = Jarak vertikal dari base line ke titik pusat beban Z = 2.5 m $n = 1 - [(2.5 - 2.25)/10]$ = 0.972 maka, $P_{DA} = 10.29 \times 0.975$ Untuk pelat geladak = 13.275 kN/m ² $P_{DA} = 7.72 \times 0.975$ Untuk Balok Geladak = 10.193 kN/m ²				


Bagian			KAPAL PELAT DATAR	Main Dimension		
			Nama kapal : PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal : Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi : Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001	T =	2.00	m
BAB			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA			Halaman :
Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian				1
			$P_{DA} = 6.18 \times 0.975$	Untuk penumpu geladak		
			$= 8.060$	kN/m ²		
IV	B	2.1	Beban Sisi Bangunan Atas			
			Di atas garis air :			
			$P_s = 20 \times P_o \times C_f / (10 + Z - T)$			
			dimana :			
			Z = jarak vertikal pusat beban terhadap base line, untuk beban pada pelat diukur dari yang dibawah (konstruksi melintang)			
			Z = jarak vertikal pusat beban profil diantara senta terhadap base line untuk beban penegar			
			$C_f = 1.00$; $0.2 \leq x/L < 0.7$		
			$P_o = 5.2$	kN/m ²		
			maka,			
			untuk Z1 =	4.72 m		
			$P_s = 20 \times 6 \times 1 / (10 + 4.74 - 1.50)$			
			$P_s = 8.23$	kN/m ²		
XI	B	1.3	Beban Pada sekat melintang			
			beban pada sekat melintang ditentukan dengan rumus			
			$P = 9.81 h$			
			dimana:			
			h = jarak titik berat terhadap 1 meter diatas geladak [main deck]			
			untuk sekat tubrukan 1 meter diatas geladak paling atas			
			(untuk kulit pelat diukur dari yang paling bawah - konst.melintang)			
			<u>Sekat ceruk haluan</u>			
			h =	0.38 m		
			$P = 9.81 \times 0.38$			
			$= 3.7278$ kN/m ²			
			<u>Sekat ceruk buritan</u>			
			h =	1.95 m		
			$P = 9.81 \times 1.95$			
			$= 19.1295$ kN/m ²			
			<u>Sekat kamar mesin</u>			
			h =	1.95 m		
			$P = 9.81 \times 1.95$			
			$= 19.1295$ kN/m ²			
			<u>Sekat muat</u>			
			h =	1.5 m		
			$P = 9.81 \times 1.50$			
			$= 14.715$ kN/m ²			


			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m			
Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m			
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m			
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :		
IV	A	2	Perencanaan Tebal Pelat			1		
			Keterangan :					
			k = Faktor material berdasarkan section 2.B.2					
			k = 1					
			PB = Beban alas					
			PS = Beban sisi					
			nf = 1 Untuk Konstruksi melintang					
			nf = 0.83 Untuk Konstruksi memanjang					
			$\sigma_{Perm} = (0.8 + L/450) \cdot 230/k$ (N/m ²), untuk L < 90 m					
			σ_{LB} = Bending stress max pada hull girder					
			$\sigma_{LB} = 12.6 \cdot L^{0.5}/k$ (N/m ²) untuk pendekatan awal					
			a = jarak gading					
			= 0.52 m diruang Muat					
			= 0.52 m ceruk haluan dan buritan, Kamar mesin					
			tk = 1.52 untuk t' < 10 mm					
			tk = $0.1 \cdot t' + 0.5$ untuk t > 10 mm (max 3 mm)					
			$k^{0.5}$					
VI	B	1.1	Pelat alas					
			Tebal pelat alas di ruang muat L < 90m					
			$t_{B1} = 1.9 \cdot nf \cdot a \cdot (PB/k)^{0.5} + tk$ [mm]					
			6.40036 mm = 6.5 mm					
VIII	B	4.1	Tebal alas dalam					
			tebal pelat tidak boleh kurang dari					
			$t = 1.1 \cdot a \cdot \sqrt{(p \cdot k)} + tk$ mm					
			dimana,					
			a = jarak gading					
			P = diambil harga terbesar dari P1,P2,P3					
			tk = 1.5 untuk t' ≤ 10 mm					
			tk = $[(0.1 \times t) / \sqrt{k}] + 0.5$ maksimum 3 mm untuk t' > 10 mm					
			P1 = 10(T-hdb)					
			T = 2.00 m (sarat kapal)					
			Hdb = tinggi double bottom					
			P2 = 10.h					
			h = jarak dari double bottom terhadap 1 meter diatas geladak					
			= H - Hdb + 1					
			P3 = Pi					
			untuk daerah [A] (0 x/L < 0, [Frame 0 - 8]					
			Hdb = 0.46 m					
			a = 0.5 m					
			k = 1.0					
			h = 2.5 m					
			Pi = 12.32 kN/m ²					
			maka,					
			P1 = 15.40 kN/m ²					



Bagian			KAPAL PELAT DATAR	Main Dimension			
			Nama kapal : PATAH 94 PAX	L =	18.39	m	
			Type kapal : Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m	
			Sistem konstruksi : Transversal	B =	4.00	m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001	T =	2.00	m	
DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA							
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1
			P2 = 25.4 kN/m ²				
			P3 = 12 kN/m ²				
			diambil P yang terbesar, yaitu:	P = 25 kN/m ²			
			sehingga:				
			t = 1,1.a√.(p.k) + tk				
			= 4.4 mm	tk = 1.52 untuk t' < 10 mm	diambil	5 mm	
			untuk daerah [M] (0.2 x/L < 0.7) [Frame 8 - 38]				
			Hdb = 0.46 m				
			a = 0.5 m				
			k = 1.0				
			h = 2.5 m				
			Pi = 11.35 kN/m ²				
			maka,				
			P1 = 10.(1.50-0.460)				
			= 15.4 kN/m ²				
			P2 = 10 x 2.5				
			= 25.4 kN/m ²				
			P3 = Pi				
			= 11.35 kN/m ²				
			diambil P yang terbesar, yaitu:				
			P = 25.4 kN/m ²				
			sehingga:				
			t = 1,1.a√.(p.k) + tk				
			= 4.4 mm	tk = 1.52 untuk t' < 10 mm	diambil	5 mm	
			untuk daerah [F] (0.7 x/L < 1) [Frame 38 - 42]				
			Hdb = 0.46 m				
			a = 0.5 m				
			k = 1.0				
			h = 2.5 m				
			Pi = 16.65 kN/m ²				
			maka,				
			P1 = 10.(1.50-0.460)				
			= 15.4 kN/m ²				
			P2 = 10 x 2.5				
			= 25.4 kN/m ²				
			P3 = Pi				
			= 16.65 kN/m ²				
			diambil P yang terbesar, yaitu:				
			P = 25.4 kN/m ²				
			sehingga:				
			t = 1,1.a√.(p.k) + tk				
			= 4.4 mm	tk = 1.52 untuk t' < 10 mm	diambil	5 mm	

			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension		
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39 m	
			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m	
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00 m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	2.00 m	
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1
VI	B	5.1	Pelat Lunas				
			Tebal pelat lunas tidak kurang dari :				
			$t_{FK} = t + 2,0$ [mm]				
			t = tebal plat bottom yang berdekatan				
			Bagian [A] 0 x/L < 0.2 [Frame 0 - 8]				
			t = 6.40	mm			
			$t_{FK} = 8.40$	mm	≈	8.5 mm	
			Bagian [M] 0,2 x/L < 0,7 [Frame 8 - 38]				
			t = 6.40	mm			
			$t_{FK} = 8.40$	mm	≈	8.5 mm	
			Bagian [F] 0,7 x/L 1 [Frame 38 - 42]				
			t = 6.40	mm			
			$t_{FK} = 8.40$	mm	≈	8.5 mm	
VI	C	1.2	Tebal Pelat sisi				
			Tebal diambil terbesar dari rumus :				
			$ts_1 = 1.9 \cdot n_f \cdot a (Ps/k)^{0.5} + tk$ [mm] L < 90 m				
			dimana,				
			$n_f = 1.0$	untuk konstruksi melintang			
			$n_f = 0.83$	untuk konstruksi memanjang			
			a = jarak gading				
			= 0.52	m			
			Ps = Beban sisi				
			k = 1				
			tk = 1.5	untuk $t' \leq 10$ mm			
			untuk bagian [A] (0 x/L < 0,2) [Frame 0 - 8]				
			$ts_1 = [1.9 \cdot 1 \cdot 0.52 \cdot (25.90/1)^{0.5}] + tk$				
			= 6.306513 mm diambil 6.5 mm				
			untuk bagian [M] (0.2 x/L < 0,7) [Frame 8 - 38]				
			$ts_1 = [1.9 \cdot 1 \cdot 0.52 \cdot (14.76/1)^{0.5}] + tk$				
			= 6.320858 mm diambil 6.5 mm				
			untuk bagian [F] (0.7 x/L < 1) [Frame 38 - 42]				
			$ts_1 = [1.9 \cdot 1 \cdot 0.52 \cdot (36.76/1)^{0.5}] + tk$				
			= 7.302362 mm diambil 7.5 mm				
VI	C	1.2	Tebal Struktur tangki				
			untuk 0 x/L < 0.2 [Frame 0 - 8]				
			$ts_1 = [1.9 \cdot 1 \cdot 0.52 \cdot (25.58/1)^{0.5}] + tk$				
			= 6.530144 mm diambil 6.5 mm				
			untuk 0.2 x/L < 0.7 [Frame 8 - 38]				
			$ts_1 = [1.9 \cdot 1 \cdot 0.52 \cdot (25.16/1)^{0.5}] + tk$				
			= 6.485824 mm diambil 6.5 mm				
			untuk 0.7 x/L < 1 [Frame 38 - 42]				
			$ts_1 = [1.9 \cdot 1 \cdot 0.52 \cdot (27.49/1)^{0.5}] + tk$				
			= 6.720681 mm diambil 6.5 mm				

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m			
Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m			
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m			
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1	
VI	B	4.1	Lajur bilga					
			Tebal lajur bilga yang melengkung tidak boleh kurang dari tebal pelat alas atau plat sisi diambil yang terbesar.					
			untuk 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8]					
			Tebal pelat alas =	4.40	mm			
			Tebal pelat sisi =	6.31	mm	≈	6.5 mm	
			untuk 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38]					
			Tebal pelat alas =	4.40	mm			
			Tebal pelat sisi =	6.32	mm	≈	5.5 mm	
			untuk 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42]					
			Tebal pelat alas =	4.40	mm			
			Tebal pelat sisi =	7.30	mm	≈	7.5 mm	
VII	A	7	Tebal pelat geladak					
			tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:					
			$t_{E1} = 1,21.a. \sqrt{P_D k} + t_K$					
			$t_{Emin} = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$					
			$t_{min} = (4.5 + 0.05L)\sqrt{k}$ untuk daerah 0.4L					
			dimana,					
			a = jarak dgading					
			= 0.52 m					
			P_D = beban pada geladak					
			k = 1					
			untuk 0 $x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8]					
			$P_D = 7.84 \text{ kN/m}^2$					
			$t_{E1} = 1,21.a. \sqrt{P_D k} + t_K$					
			= $(1.21 \cdot 0.52 \cdot (7.84 \times 1)^{0.5}) + t_K$					
			= 3.26 mm diambil 3 mm					
			$t_{Emin} = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$					
			= $(5.5 + 0.02 \cdot 20.34) \cdot 1^{0.5}$					
			= 5.91 mm ≈ 6 mm					
			diambil yang terbesar, yaitu:					
			t = 5.91 mm ≈ 6 mm					
			untuk 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38]					
			$P_D = 7.14 \text{ kN/m}^2$					
			$t_{E1} = 1,21.a. \sqrt{P_D k} + t_K$					
			= $(1.21 \cdot 0.52 \cdot (7.14 \times 1)^{0.5}) + t_K$					
			= 3.18 mm					
			$t_{Emin} = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$					
			= $(5.5 + 0.02 \cdot 20.34) \cdot 1^{0.5}$					
			= 5.91 mm ≈ 6 mm					
			diambil yang terbesar, yaitu:					
			t = 5.91 mm ≈ 6 mm					

			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension		
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA		T =	2.00	m
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian		Halaman :	1	
			untuk 0.7 $x/L < 1$ [Frame 38 - 42] $P_D = 9.88 \text{ kN/m}^2$ $t_{E1} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_D \cdot k} + t_k$ $= (1,21 \cdot 0,52 \cdot (9,88 \times 1)^{0,5}) + t_k$ $= 3,48 \text{ mm}$ $t_{Emin} = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$ $= (5,5 + 0,02 \cdot 20,34) \cdot 1^{0,5}$ $= 5,91 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$ diambil yang terbesar, yaitu: $t = 5,91 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$				
XVI	B	1	Pelat Sisi pada bagian lain (bangunan atas) Tidak kurang dari nilai terbesar berikut : $t = 1,21 \cdot a \cdot (\sqrt{P_s \cdot k}) + t_k \text{ [mm]}$ atau $t = 0,8 t_{min}$ dimana, $a = \text{jarak gading} = 0,52 \text{ m}$ $P_s = \text{Beban sisi bangunan atas}$ $k = 1,00$ $t_k = 1,5 \text{ untuk } t' \leq 10 \text{ mm}$ $t = (1,21 \cdot 0,52 \cdot (12,36)^{0,5}) + 1,5$ $= 3,71 \text{ mm} \approx 4 \text{ mm}$				
XVI	B	2	Pelat geladak bangunan atas tebal pelat geladak tidak boleh kurang dari nilai terbesar berikut $t_1 = C a \sqrt{(P \cdot k)} + t_k$ dimana: $C = 1,10 \text{ jika } P = P_{DA}$ $C = 1,21 \text{ jika } P = P_L$ $a = \text{jarak gading}$ $0,52 \text{ m}$ $k = 1,00$ atau $t_2 = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$ $t_1 = (1,10 \cdot 0,52 \cdot (7,26)^{0,5}) + t_k$ $= 3,04 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$ $t_2 = 5,9068$ diambil yang terbesar, $t = 5,91 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$				




KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension	
Nama kapal : PATAH 94 PAX			L =	18.39 m
Type kapal : Kapal Penumpang Kecil			H =	2.22 m
Sistem konstruksi : Transversal			B =	4.00 m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00 m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA	
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian	
XI	B	2	Halaman : 1	
Tebal Pelat Sekat				
tebal pelat sekat dihitung dengan rumus				
$t = C_p \cdot a \cdot \sqrt{P} + t_k$ [mm]				
dimana:				
$C_p = 1,1 \sqrt{f}$		untuk ceruk haluan	P =	3.7278
$C_p = 0,9 \sqrt{f}$		selain ceruk haluan	P =	19.12
a = 0.52 m			P =	19.12
f = 235/Reh			p =	14.7
Reh = 235				
untuk ceruk haluan				
$t = (1.1 \cdot 1^{0.5} \cdot 0.52 \cdot 20.84^{0.5}) + t_k$				
= 2.60 mm \approx 3 mm diambil 4 mm				
untuk ceruk buritan				
$t = (0.9 \cdot 1^{0.5} \cdot 0.52 \cdot 19.62^{0.5}) + t_k$				
= 3.55 mm \approx 4 mm				
untuk kamar mesin				
$t = (0.9 \cdot 1^{0.5} \cdot 0.52 \cdot 12.26^{0.5}) + t_k$				
= 3.55 mm \approx 4 mm				
untuk ruang muat				
$t = (0.9 \cdot 1^{0.5} \cdot 0.52 \cdot 20.84^{0.5}) + t_k$				
= 3.29 mm \approx 4 mm				




			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension		
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39 m	
			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m	
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00 m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	2.00 m	
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1
PERHITUNGAN KONSTRUKSI RUANG MUAT (Gading 8 - Gading 38) KONSTRUKSI ALAS							
XXIX	F	2	Tinggi Dasar Ganda				
untuk kapal pepang dan spesial purpose ship							
h = 460 mm							
= 0.46 m							
VIII	B	2.2	Penumpu Tengah (Centre Girder)				
Tinggi dari penumpu tengah tidak boleh kurang dari							
h = hdb = 0.460 m = 460 mm							
Tebal pelat penumpu tengah pada 0,7 L amidship tidak boleh kurang dari :							
Untuk h < 1200 mm							
t = [h/120 + 1.0] √k ; k = 1							
= 4.83 tebal pelat 5 mm							
XII	B	3	Modulus pembujur sisi dalam				
modulus pembujur tidak boleh kurang dari							
a = 0.48 + 0.002 L							
= 0.51678 m diambil 0.5 m							
W1 = 0.55.a.l2.P.k I = 0.208 m P1 = 23.42 kN/m ²							
W2 = 0.44.a.l2.P2.k P2 = 23.42 kN/m ²							
untuk 0 x/L < 0.2 [Frame 0 - 8] daerah 0.2 x/L < 0.7 [Frame 8 - 38]							
W1 = 0.278642 [cm ³] W1 = 0.151989 [cm ³] P1 = 12.36 kN/m ²							
W2 = 0.222913 [cm ³] W2 = 0.121592 [cm ³] P2 = 12.36 kN/m ²							
diambil yang terbesar sehingga di dapat diambil yang terbesar sehingga di dapat							
W = 0.278642 [cm ³] W = 0.151989 [cm ³]							
Pemilihan profil:							
BK1 2001, Annex,A - BK1 2001, Annex,A -							
Modulus : 0.30 cm ³ Modulus : 0.20 cm ³							
Profile :							
daerah 0.7 x/L < 1 [Frame 38 - 42]							
W1 = 0.419693 [cm ³] P1 = 34.13 kN/m ² diambil yang terbesar sehingga di dapat							
W2 = 0.335754 [cm ³] P2 = 34.13 kN/m ² W = 0.419693 [cm ³]							
Modulus : 0.50 cm ³ Profile :							

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :		1
			KONSTRUKSI GELADAK					
X	B	1	Pembujur geladak					
			Modulus pembujur geladak tidak boleh kurang dari					
			$W = c.a.P.l^2$ [cm ³]					
			dimana,					
			c = 0.55					
			a = jarak pembujur					
			= 0.52 m					
			P = beban pada geladak					
			l = Panjang pembujur					
			= (4 x a)/10					
			= 0.208 m					
			untuk daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [Frame 0 - 8]			P =	6.04	kN/m ²
			sehingga besarnya modulus pembujur geladak adalah:					
			$W = 0.55 \cdot 0.5 \cdot 6.17 \cdot 4$					
			= 0.075 cm ³ ≈ 0.1 cm ³					
			Pemilihan profil:					
			BKI 2001, Annex,A -					
			Modulus : 0.10 cm ³					
			Profile :					
			untuk daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38]			P =	5.48	kN/m ²
			sehingga besarnya modulus pembujur geladak adalah:					
			$W = 0.55 \cdot 0.5 \cdot 5.58 \cdot 4$					
			= 0.068 cm ³ ≈ 0.1 cm ³					
			Pemilihan profil:					
			BKI 2001, Annex,A -					
			Modulus : 0.10 cm ³					
			Profile :					
			untuk daerah $0.7 \leq x/L < 1$ [Frame 8 - 38]			P =	7.583	kN/m ²
			sehingga besarnya modulus pembujur geladak adalah:					
			$W = 0.55 \cdot 0.5 \cdot 7.721 \cdot 4$					
			= 0.094 cm ³ ≈ 0.1 cm ³					
			Pemilihan profil:					
			BKI 2001, Annex,A -					
			Modulus : 0.10 cm ³					
			Profile :					
X	B	4	Penumpu geladak					
			Modulus penumpu geladak tidak boleh kurang dari:					
			$W = c.e.t^2.P.k$					
			dan Luas penampang Penumpu tidak boleh kurang dari:					
			$Aw = 0.05 \cdot p \cdot e \cdot l \cdot K$					

	KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
	Nama kapal : PATAH 94 PAX			L =	18.39	m
	Type kapal : Kapal Penumpang Kecil			H =	2.22	m
	Sistem konstruksi : Transversal			B =	4.00	m
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m	
Bagian		DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman : 1
			<p>dimana,</p> <p>$c = 0.75$ untuk penumpu</p> <p>$e =$ jarak penumpu</p> <p>$= 3$</p> <p>$\ell =$ Panjang pembujur</p> <p>$= 4 \times$ jarak gading</p> <p>$= (4 \times 0.5) / 100$</p> <p>$= 1.353333 \text{ m}$</p> <p>untuk daerah 0.2 $x/L < 0.7$ [Frame 8 - 38]</p> <p>$P =$ beban pada geladak</p> <p>$= 4.34 \text{ KN/m}^2$</p> <p>$k = 1$</p> <p>sehingga besarnya modulus penumpu geladak adalah:</p> <p>$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P \cdot k$</p> <p>$= 0.75 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4.47$</p> <p>$= 17.864 \text{ cm}^3 \quad 19$</p> <p>Luas penampang Penumpu geladak:</p> <p>$A_w = 0.05 \cdot P \cdot e \cdot \ell \cdot K$</p> <p>$= 0.05 \cdot 4.47 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1$</p> <p>$= 0.88 \text{ cm}^2$</p>			




			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension	
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39 m
			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00 m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	2.00 m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA			
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian		Halaman : 1	
			KONSTRUKSI LAMBUNG			
IX	A	5.3.1	Pelintang Sisi (Gading Besar)			
			Modulus Pelintang sisi tidak boleh kurang dari = $W = 0,6.e .\ell^2.p_s.k .n$ [cm ³]			
			dimana;			
			a = 0.52 m			
			e = jarak pelintang (gading besar)			
			= 4 x jarak gading			
			= 2.08 m			
			ℓ = panjang gading			
			Ps = 10 (T - Z) + Po x Cf x (1 + Z / T) untuk z < T			
			Ps = 20 x Po x Cf / (10 + Z - T) untuk z > T			
			dimana: T = 2.00 m			
			z = jarak titik berat profil terhadap base line			
			Po = 3.222 KN/m ²			
			Cf = 1			
			k = 1			
			n = 0.3			
			untuk Gading bawah			
			a = 0.52 m			
			e = 2.08 m			
			ℓ = 1.5207 m			
			z = 0.4 m			
			Ps = 10 (T - Z) + Po x Cf x (1 + Z / T)			
			= 20.25 KN/m ²			
			Sehingga :			
			$W = 0,6.e .\ell^2.p_s.k .n$ [cm ³]			
			= 0.6 . 2.08 . 0.4625 ² . 6.22 . 1 . 0.3			
			= 17.53 cm ³ diambil 12 cm ³			
			untuk Gading Tengah			
			a = 0.52 m			
			e = 2.08 m			
			ℓ = 1.2773 m			
			z = 1.3 m			
			Ps = 20 x Po x Cf / (10 + Z - T)			
			= 6.94 KN/m ²			
			Sehingga :			
			$W = 0,6.e .\ell^2.p_s.k .n$ [cm ³]			
			= 0.6 . 2.08 . 0.4625 ² . 6.22 . 1 . 0.3			
			= 4.24 cm ³ diambil 5 cm ³			


			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m			
Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m			
Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m			
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :		
X	B	4	Pelintang Geladak			1		
			Modulus Pelintang geladak tidak boleh kurang dari:					
			$W = c.e.l^2.P.k$					
			dan Luas penampang Pelintang geladak tidak boleh kurang dari:					
			$Aw = 0.05 . P . e . l . K$					
			dimana,					
			c = 0.75 untuk penumpu					
			e = Jarak pelintang geladak					
			= 2.03					
			l = Panjang pelintang geladak					
			= 0.2 m					
			P = beban pada geladak					
			= 4.34 KN/m ² (dari halaman 7)					
			k = 1					
			sehingga besarnya modulus pelintang geladak adalah:					
			$W = c.e.l^2.P.k$					
			= 0.75 x 2.0 x 0.2 m ² x 4.3 x 1					
			= 27.20 cm ³					
			Luas penampang Penumpu geladak:					
			$Aw = 0.05 . P . e . l . K$					
			= 0.05 . 4.47 . 2 . 2 . 1					
			= 0.09 cm ²					

			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension	
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39 m
			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00 m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	2.00 m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA			
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian		Halaman :	1
			ENGINE ROOM [Frame 0 - 8]			
			KONSTRUKSI ALAS			
VIII	C	3.2	Penumpu Bujur Pondasi			
			Tebal pelat penumpu bujur pondasi tidak boleh kurang dari :			
			$t = (P/15)^{0.5} + 6$ [mm] untuk $P < 1500$ kW			
			= 9.46 mm \approx 10 mm			
VIII	C	3.2.3	Pelat Hadap Dudukan Mesin			
			Luas penampang pelat hadap tidak boleh kurang dari :			
			$A_T = P/15 + 30$ [cm ²] , untuk $P < 750$ kW			
			= 42 cm ²			
			Dimana :			
			ΔE baut mesin = 40 mm			
			lebar pelat = 42/4			
			= 10.50 cm			
			diambil lebar pelat 1100 mm			
			Tebal pelat hadap = 4 mm , lebar = 1100 mm			
			Luas = 4 x 600			
			= 4400 mm ²			
			= 44 cm ² [Memenuhi]			
X	B	4	Penumpu Tengah Geladak Bangunan Atas			
			Modulus penumpu geladak tidak boleh kurang dari:			
			$W = c.e.t^2.P.k$			
			dimana,			
			c = 0.75			
			e = jarak antara penumpu			
			= Panjang penumpu			
			P = P_D = Beban pada ge (lihat halaman 9)			
			k = 1			
			sehingga besarnya modulus penampang penumpu dapat dihitung sebagai berikut			
			Penumpu tengah untuk:			
			e = 2.08 m			
			P = 4.34 KN/ m ²			
			= 2.08 m			
			jadi, $W = c.e.t^2.P.k$			
			= 0.75 . 2.08 . 2.08 . 4.34 . 1			
			= 29.26 cm ³			
			Pemilihan profil:			
			BKI 2001, Annex,A - 3			
			Modulus : 31 cm ³			
			Profile : FB 100 x 9			

			KAPAL PELAT DATAR		Main Dimension		
			Nama kapal	: PATAH 94 PAX	L =	18.39 m	
			Type kapal	: Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22 m	
			Sistem konstruksi	: Transversal	B =	4.00 m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001		T =	2.00 m	
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :	1
X	B	4	<p>Penumpu Samping Geladak Bangunan Atas</p> <p>Modulus penampang dari penumpu samping geladak tidak boleh kurang dari :</p> $W = c.e.l^2.P.k \text{ [cm}^2\text{]}$ <p>dimana,</p> <p>c = 0.75 (untuk balok,penumpu dan pelintang)</p> <p>e = jarak antara penumpu = Panjang penumpu</p> <p>P = P_D = Beban pada geladak</p> <p>k = 1</p> <p>Poop Deck</p> <p>Diketahui</p> <p>c = 0.75</p> <p>e = 2.08 m</p> <p>l = 2.08 m</p> <p>P = P_D = 5.48 KN/ m²</p> <p>k = 1</p> <p>Jadi; $W = c.e.l^2.P.k \text{ [cm}^2\text{]}$</p> $= 0.75 \cdot 2.08 \cdot 2.08 \cdot 23.56 \cdot 1$ $= 36.986 \text{ cm}^3$ <p>Pemilihan profil: BKI 2001, Annex,A - 3 Modulus : 37 cm³ Profile : FB 110 x 9</p>				
X	B	1	<p>Balok Geladak Bangunan Atas</p> <p>Modulus balok geladak bangunan atas tidak boleh kurang dari:</p> $W = c \times a \times P \times l^2$ <p>Dimana :</p> <p>c = 0.75 untuk beam</p> <p>a = 0.52 Jarak Gading (jarak balok geladak)</p> <p>P = P_D = Beban pada geladak (untuk balok geladak), = panjang balok geladak</p> <p>sehingga modulus balok geladak untuk:</p> <p>= 2.08 m</p> <p>P = 4.34 KN/m²</p> <p>jadi,</p> $W = c \times a \times P \times l^2$ $= 0.75 \cdot 0.52 \cdot 2.08^2 \cdot 23.56$ $= 7.31 \text{ cm}^3$ <p>Pemilihan profil: BKI 2001, Annex,A - 2 Modulus : 9 cm³ Profile : FB 65 x 6</p>				

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian					
			Halaman :					
			1					
			KONSTRUKSI CERUK HALUAN [> Frame 38]					
X	B	1	Balok Geladak Ceruk Haluan					
			Modulus penampang balok geladak tidak boleh kurang dari:					
			$W = c.a.\ell^2.P.k$					
			Dimana :					
			c = 0.75 untuk balok					
			a = 0.52 m (jarak balok geladak)					
			P = PD = 6.00 [KN/ m ²]					
			= 1.8 m (panjang balok geladak)					
			K = 1					
			jadi, $W = c.a.\ell^2.P.k$ cm ³					
			= 0.75 . 0.52 . 2.08 ² . 6					
			= 7.58 cm ³					
			Pemilihan profil:					
			BKI 2001, Annex,A - 2					
			Modulus : 9 cm ³					
			Profile : FB 65 x 6					
			Konstruksi Sekat Kedap					
11	B	3.1	Modulus Penegar Sekat Tubrukan					
			Modulus Penegar sekat ditentukan dengan rumus:					
			$W = c_s a \ell^2 P$					
			dimana:					
			c _s = 0.45 f untuk sekat tubrukan					
			c _s = 0.36 f untuk sekat selain sekat tubrukan					
			f = 235/R _{eH}					
			= 235/235 = 1.00					
			a = jarak Profil					
			ℓ = Panjang Profil					
			P = 9,81 h					
			h = jarak titik berat terhadap 1 meter diatas geladak [main deck]					
			untuk sekat tubrukan 1 meter diatas geladak paling atas					
			(untuk Profil diukur dari tengah profil - konstruksi melintang)					
			<u>penegar atas</u>					
			c _s = 0.45					
			a = 0.52 m					
			h = 3.65 m					
			P = 9,81 h					
			= 9.81 . 3.65					
			= 35.8065 kN/m ²					
			ℓ = 2.08 m					
			Pemilihan profil:					
			BKI 2001, Annex,A - 2					
			Modulus : 37 cm ³					
			Profile : FB 110 x 9					
			sehingga Modulus Penegar,					
			W = 0.45 . 0.52 . 2.08 ² . 35.80					
			W = 36.250 cm ³					

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :		1
11	B	3.1	Modulus Penegar Sekat Kamar Mesin Modulus Penegar sekat ditentukan dengan rumus: $W = c_s a \ell^2 P$ dimana: $c_s = 0.36 f$ untuk sekat selain sekat tubrukan $f = 235/R_{eH}$ $= 235/235 = 1.00$ $a =$ jarak Profil $\ell =$ Panjang Profil $P = 9,81 h$ $h =$ jarak titik berat terhadap 1 meter diatas geladak [main deck] $c_s = 0.36$ $a = 0.52 \text{ m}$ $h = 1.9 \text{ m}$ $P = 9,81 h$ $= 9.81 \cdot 1.9$ $= 18.639 \text{ kN/m}^2$ $\ell = 2.08 \text{ m}$ sehingga Modulus Penegar, $W = 0.36 \cdot 0.52 \cdot 2.08^2 \cdot 18.639$ $W = 15.09576 \text{ cm}^3$ Pemilihan profil: BKI 2001, Annex,A - 2 Modulus : 16 cm^3 Profile : FB 75 x 8					
BRK	III	D.2.2	Bracket di Kamar Mesin Tebal bracket tidak boleh kurang dari: $t = c \cdot \sqrt[3]{W/k_1} + t_k$ [mm] $c = 1.2$ (tanpa flans) $W =$ modulus terkecil $t \text{ min} = 3 \text{ mm}$ Panjang kaki bracket tidak boleh kurang dari $\ell = 50,6 \cdot \sqrt{(W.k_2)/(t.k_1)}$ [mm] $\ell_{\text{min}} = 100 \text{ mm}$ <u>Bracket 1 (antara qading biasa di KM dengan balok geladak main deck) dan seterusnya</u> $W_{\text{balok}} = 42.199 \text{ cm}^3$ $W_{\text{gading}} = 29.00 \text{ cm}^3$ $t = 1,2 \cdot \sqrt[3]{125/1 + t_k}$ $= 3 \text{ mm} + t_k$ $= 4.5 \text{ mm}$ $t \text{ min} = 3 \text{ mm}$ diambil min 3 mm $\ell = 50,6 \cdot \sqrt{(42.19 \cdot 1) / (3 \cdot 1)}$ $= 154.9507 \text{ mm}$ $\ell_{\text{min}} = 100 \text{ mm}$ diambil min 100 mm					

			KAPAL PELAT DATAR			Main Dimension		
			Nama kapal	:	PATAH 94 PAX	L =	18.39	m
Bagian			Type kapal	:	Kapal Penumpang Kecil	H =	2.22	m
			Sistem konstruksi	:	Transversal	B =	4.00	m
			Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari BKI Volume II Tahun 2001			T =	2.00	m
BAB			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA					
Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian			Halaman :			1
X	B	4	Penumpu Samping Geladak Kamar Mesin					
			Modulus penampang dari penumpu samping geladak tidak boleh kurang dari :					
			$W = c.e.t^2.P.k$					
			Dimana :					
			c =	0.75				
			e =	lebar geladak ditump	3	m		
			P =	$P_D = 4.34$	[KN/ m ²]			
			=	2.08	m			
			k =	1				
			jadi :					
			$W = c.e.t^2.P.k$					
			$= 0.75 . 3 . 2.08^2 . 4.34 . 1$					
			$= 42.20 \text{ cm}^3$					
			$Aw = 0.05 P e t k$					
			$= 0.05 . 4.34 . 3 . 2.08 . 1$					
			$= 1.353 \text{ cm}^2$					
X	B	1	Balok Geladak Kamar Mesin					
			Modulus penampang balok geladak kamar mesin tidak boleh kurang dari:					
			$W = c.a.t^2.P.k$					
			Dimana :					
			c =	0.75				
			a =	0.52	m			
			P =	4.34	KN/ m ²			
			=	2.5	m			
			K =	1				
			jadi :					
			$W = c.a.t^2.P.k$					
			$= 0.75 . 0.6 . 2.5^2 . 4.34 . 1$					
			$= 10.579 \text{ cm}^3$					
			Pemilihan profil:					
			BKI 2001, Annex,A - 2					
			Modulus :	11	cm ³			
			Profil :	FB 65 x 7				



Rekapitulasi perhitungan konstruksi kapal wisata pelat datar

		Lpp = 18.39 m				H = 2.22 m							
		B = 4 m				Cb = 0.44							
		T = 2 m											
No	Item	x/L < 0.2 [< Gading 8]				0.2 ≤ x/L < 0.7 [Gd 8 - Gd 38]				0.7 ≤ x/L [> Gading 38]			
1	Pelat Lunas	8.40	mm	8.5	mm	8.40	mm	8.5	mm	8.40	mm	8.5	mm
2	Pelat Alas	6.40	mm	6.50	mm	6.40	mm	6.50	mm	6.40	mm	6.50	mm
3	Pelat Alas Dalam	4.40	mm	5.00	mm	4.40	mm	5.00	mm	4.40	mm	5.00	mm
4	Pelat Sisi	6.31	mm	6.50	mm	6.32	mm	6.50	mm	7.30	mm	7.50	mm
5	Pelat Struktur Tangki	6.53	mm	6.5	mm	6.49	mm	6.50	mm	6.72	mm	6.50	mm
6	Pelat Sisi Bangunan Atas	3.71	mm	4.00	mm					3.71	mm	4.00	mm
7	Pelat Geladak	5.91	mm	6.00	mm	5.91	mm	6.00	mm	5.91	mm	6.00	mm
8	Pelat Geladak Top Deck	5.91	mm	6.00	mm	0.00	mm	6.00	mm				
9	Pelat Sekat Kedap Ceruk	3.55	mm	4.00	mm					2.60	mm	3.00	mm
10	Pelat Sekat Kamar Mesin	3.55	mm	8.00	mm								
11	Pelat Sekat Ruang Muat					3.29	mm	4.00	mm				
12	Center Girder	4.83	mm	5.00	mm								
13	Side Girder	4.83	mm	5.00	mm								
14	Tebal pelat Hadap Dudukan Mesin	9.46	mm	10.00	mm								
15	Pembujur Sisi	-			cm3	-			cm3	-			cm3
		FB 100x8				FB 100x8				FB 100x8			
16	Pembujur Geladak	0.10			cm3	0.10			cm3	0.10			cm3
		FB 100x8				FB 100x8				FB 100x8			
17	Penumpu Geladak					17.86	cm3	43.00	cm3				
		A = 1.35 cm2											
18	Penumpu Tengah Geladak Bangunan Atas					31.00	cm3		cm3				
		FB 100 x 9											
19	Penumpu Samping Geladak Bangunan Atas					37.00	cm3		cm3				
		FB 110 x 9											
18	Balok Geladak Bangunan Atas					9.00	cm3		cm3				
		FB 65 x 6											
19	Balok Geladak ceruk Haluan					9.00			cm3	FB 65 x 6			
20	Modulus Penegar Sekat Tubrukan					37.00			cm3	FB 110 x 9			
21	Modulus Penegar Sekat Kamar Mesin					16.00			cm3	FB 75 x 8			
22	Penumpu Samping Geladak Kamar Mesin	42.20	cm3	43.00	cm3	A = 1.35 cm2							
23	Braket	100 x 3				100 x 3				100 x 3			
24	Gading Besar Pelintang	18 cm3				18 cm3				18 cm3			
	Gading Besar	19 cm3 FB 75x9				19 cm3 FB 75x9				19 cm3 FB 75x9			

Analisa Stabilitas dan Kekuatan Transversal Kapal Penumpang 94 Pax Penyeberangan Muara Angke ke Pulau Tidung

Herman Saputra 0806459204¹⁾

¹⁾ Mahasiswa S-1, Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Depok 16424

Email : aruan_herman_s@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu bentuk inovasi untuk mengurangi waktu pengerjaan produksi kapal dan biaya produksi kapal yakni membuat lambung kapal dengan bentuk sambungan pelat-pelat baja tanpa adanya proses *bending* atau pembentukan lengkungan pada lambung kapal untuk mendapatkan bentuk lambung yang *streamline*. Secara teknis inovasi pembuatan lambung kapal dengan metode pelat datar memiliki pengaruh dalam perubahan stabilitas dan kekuatan transversal kapal. Maka dari itu perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan tersebut terhadap keselamatan kapal. Pada penelitian ini analisa stabilitas kapal dilakukan dengan pendekatan *software* maxsurf. Untuk perhitungan stabilitas standar yang dipakai adalah IMO . Untuk perhitungan kekuatan transversal kapal dipakai standar dari biro klasifikasi Indonesia (BKI) dan dilakukan pendekatan pemodelan analisis kekuatan transversal menggunakan *Software* CATIA. Dari hasil analisa diperoleh stabilitas kapal yang baik dan telah memenuhi kriteria IMO. Ditinjau dari dari kekuatan transversal dengan pemodelan *midship* kapal sebesar minimal 0.4L. Pada kondisi pertama *midship* ini memiliki tegangan maksimum yang bekerja pada dasar bulkhead sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Pada kondisi kedua dasar *bulkhead midship* kapal dibuat lengkungan setinggi 384 mm dan memiliki tegangan maximum yang bekerja sebesar $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Pada kondisi ketiga dasar *bulkhead midship* kapal dibuat lengkungan setinggi 150 mm dan memiliki tegangan maximum yang bekerja sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Faktor keamanan pada kondisi pertama sebesar 1.25, kondisi kedua sebesar 1.85 dan kondisi ketiga sebesar 1.85.

Keywords : Kapal Pelat Datar, Kekuatan Transversal, Stabilitas Kapal, Catia, Pulau Tidung

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara maritim, angkutan laut merupakan sarana transportasi yang sangat vital bagi Indonesia. Hampir 85% distribusi barang dan personal menggunakan sarana angkutan laut sebagai sarana transportasi utama. Salah satu jenis angkutan laut yang paling penting untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau lainnya adalah kapal penyeberangan. Ketentuan yang harus dipenuhi adalah keamanan dan keselamatan penumpang yang harus memenuhi persyaratan stabilitas dan kekuatan kapal berdasarkan standar keselamatan yang berlaku. Untuk itu, kapal rancangan yang akan dioperasikan dari Muara Angke menuju Pulau Tidung perlu dilakukan analisis teknis yang meliputi analisis stabilitas dan

kekuatan *transversal* kapal untuk memenuhi kriteria keselamatan berdasarkan aturan yang berlaku yaitu standar keselamatan *International Maritime Organization* (IMO).

Pada kapal penumpang pelat datar ini didesain sebagai kapal penyeberangan lintas Muara Angke ke Pulau Tidung harus dianalisis stabilitas dan kekuatannya untuk keselamatan. Dengan berkembangnya teknologi maka untuk mengetahui dan menghitung stabilitas kapal ini menggunakan *software HidromaxPro* untuk lebih akurat hasilnya, dan untuk mengetahui kekuatan transversal kapal ini akan dia analisis menggunakan CATIA disamping itu juga akan diperhatikan hasil pengujian apakah hasil pengujian tersebut dengan pemodelan dan perhitungan dengan *software*

Hidromax Pro dan *CATIA* memenuhi kriteria keselamatan

Dengan mengetahui pemenuhan kriteria keselamatan IMO, maka kapal ini dapat dianalisa untuk perbaikan stabilitas dan konstruksi sesuai dengan kriteria yang berlaku tersebut. Disamping itu, Kapal pelat datar ini termasuk kapal *Non Class* yang perhitungan stabilitas dan konstruksinya menggunakan rules BKI 2001.

2. LANDASAN TEORI

Stabilitas adalah kemampuan suatu benda yang melayang atau mengapung untuk kembali ke posisi semula setelah mendapat pengaruh gaya dari luar. Sesuai referensi "*Teori Bangunan Kapal*", stabilitas ada 2 (dua) :

- Stabilitas memanjang (waktu terjadi trim)
- Stabilitas melintang (waktu terjadi olengan)

terhadap stabilitas menurut Robert B. Zubaly "*Applied Naval Architecture*" adalah :

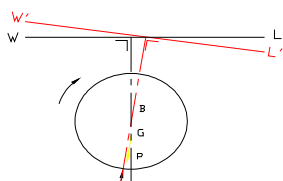
- Titik berat (*Center of Gravity*), yaitu titik yang merupakan titik pusat dari gaya berat kapal yang bekerja ke arah bawah.
- Titik apung (*Center of Bouyancy*), yaitu merupakan pusat dari volume displasemen dan posisi dari titik apung tergantung hanya pada geometri dari badan kapal dibawah air dan kapal akan mengapung tegak jika *buoyancy* terletak pada *centerline*.
- Titik metasentra (*Metacentra*) yaitu merupakan titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati titik M sehingga stabilitas kapal bisa stabil.

2.1 Macam-macam Keseimbangan

Secara umum beberapa macam keseimbangan benda adalah :

A. Keseimbangan Benda Melayang

Sesuai referensi "*Teori Bangunan Kapal*" sebagai berikut :



Gambar 1. Posisi titik B dan G benda melayang

Keterangan Gambar :

- WL = garis air
 W'L' = garis air setelah kapal miring
 B = Titik tekan benda (*buoyancy*)
 G = Titik berat benda (*gravity*)
 P = gaya tekan ke atas

A.1. Titik B diatas G

Kondisi ini disebut stabil, karena terjadi momen kopel antara titik tekan keatas dan titik tekan ke bawah.

A.2. Titik B dan titik G berada dalam satu titik

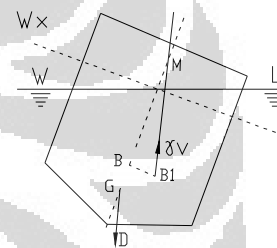
Kondisi ini disebut indiferen karena titik tekan ke atas dan ke bawah dalam satu titik sehingga tidak terjadi momen kopel.

A.3. Titik B berada dibawah titik G

Kondisi ini labil karena momen kopel yang Terjadi semakin memperbesar kemiringan kapal.

B. Keseimbangan Benda Mengapung

Menurut V. Semyonov-Tyan-Shansky "*Theory of Buoyancy, Stability and Launching*" sebagai berikut :



Gambar 2. Posisi titik B dan G benda mengapung

Keterangan Gambar :

- G = Titik berat benda (*Gravity*)
 B = Titik tekan awal benda (*buoyancy*).
 B' = Titik tekan akhir benda (*buoyancy*).
 D = Gaya berat benda
 M = Titik metasentra benda (*metacentre*).
 V = Sudut oleng benda

B.1. Titik M berada diatas titik G dan titik B

Pusat Dari daya apung (titik B) terletak dibawah titik berat (titik G) tetapi ketika kapal dimiringkan maka titik berat akan bergeser sejauh jarak metacentre (titik M) terletak di atas titik berat (titik G) dan kopel yang dibentuk oleh gaya berat dan gaya ke atas akan mengembalikan kapal ke arah posisi tegak sehingga kapal stabil. Posisi dari titik M, G dan B seperti ini banyak ditemui.

B.2. Titik M berada dibawah titik G dan titik B dibawah titik G

Pusat dari daya apung (B) terletak dibawah titik berat (G). Ketika kapal dimiringkan maka B berpindah sesuai jarak titik M yang berada dibawah titik berat (G) sehingga couple yang dibentuk oleh gaya berat D dan gaya keatas V memutar kapal ke arah dari kemiringan tersebut,

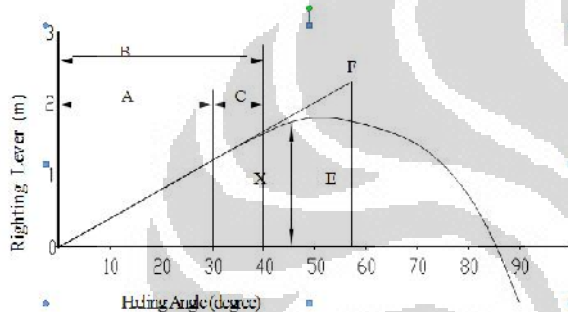
dalam kondisi ini kapal adalah tidak stabil.

B.3. Titik M berada dititik G dan titik B dibawah titik G

Di posisi awal pusat dari daya apung (B) terletak dibawah titik berat(G). Ketika kapal dimiringkan maka pusat dari B akan berpindah sedemikian sehingga metacentre (M) sama dengan titik berat (G) sehingga momen terjadi adalah nol dan kapal akan mengapung di kedudukan tetap miring. Dengan kondisi tersebut maka kapal bisa dikatakan tidak stabil

2.1. Parameter Imo Untuk Stabilitas

Untuk menjamin keselamatan kapal dalam hal stabilitas, maka standard IMO harus dipenuhi.



Gambar 3. Kriteria Stabilitas IMO

Keterangan Gambar :

- A = Luasan dibawah kurva stabilitas statis pada sudut sampai 30° tidak boleh kurang dari 0,055 meter-radian.
- X = Luasan dibawah kurva stabilitas statis pada sudut antara 30° sampai 40° tidak boleh kurang dari 0,055 meter-radian.
- B = Luasan dibawah kurva GoZ sampai dengan X harus kurang dari 0,09 meter-radian.
- C = Luasan antara 30° dan X harus kurang dari 0,03 meter-radian.
- E = Maksimum harga kurva GZ harus terjadi pada sudut lebih dari 30° tetapi tidak boleh kurang dari 25° . Tetapi sesuai peraturan *Bureau Veritas* untuk kapal tertentu harga maksimum kurva GZ boleh kurang dari 25° tetapi harus mendapatkan persetujuan dari *Flag Authorities* tetapi bagaimanapun tidak boleh dari 20°
- F = Tinggi metasentra awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

2.2 Kekuatan Kapal

Kekuatan kapal sangat berkaitan dengan

kemampuan struktur kapal untuk menahan dan menerima berbagai beban yang diterimanya. Hal ini menjadi suatu hal yang sangat penting dalam mendesain kapal. Selama perancangan kapal seorang *Naval Architect* harus dapat memahami dan menganalisa jenis kapal yang akan dibangun. Penyesuaian struktur ini juga berkaitan dengan keselamatan awak kapal, kapal, dan muatan yang semuanya telah diatur dalam peraturan klasifikasi.

2.2.1 Kekuatan Melintang

Kekuatan melintang dalam sistem konstruksi melintang kapal pelat datar hal yang harus diketahui yaitu kekuatan melintang struktur. Perhitungan Kekuatan melintang struktur dimaksudkan untuk mengetahui nilai tegangan yang terjadi pada konstruksi melintang. Beban yang diterima oleh konstruksi melintang diakibatkan oleh beban pada geladak dan tekanan hidrostatik sehingga timbulah perbedaan moment untuk tiap profil yang berbeda. Perhitungan kekuatan melintang akan menghasilkan nilai tegangan untuk tiap-tiap profile melintang. Langkah pertama perhitungan yaitu menentukan jenis dan besarnya beban yang bekerja pada struktur, selanjutnya dilakukan perhitungan modulus profile melintang. Setelah nilai modulus penampang diketahui, selanjutnya melakukan perhitungan distribusi momen dengan menggunakan metode *cross*. Nilai momen yang didapatkan selanjutnya dibagi dengan nilai modulus sehingga didapatkan nilai tegangan tiap profil.

2.2.2 Konsep Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah suatu metode numerik yang cocok di gunakan dengan komputer digital, dengan metode ini suatu elastik kontinum dibagi-bagi (*discretized*) menjadi beberapa substruktur (elemen) yang kemudian dengan menggunakan matriks, defleksi dari tiap titik (*node*) akan dihubungkan dengan pembebanan, properti material, properti geometrik dan lain – lain.

Metode elemen hingga telah digunakan secara luas untuk menyelesaikan berbagai persoalan mekanika dengan geometri yang kompleks. Beberapa hal yang membuat metode ini favorit karena secara komputasi sangat efisien, memberikan solusi yang cukup akurat terhadap permasalahan yang kompleks dan untuk beberapa permasalahan metode ini mungkin adalah satu – satunya cara, tetapi karena analisa elemen hingga merupakan alat untuk simulasi maka desain yang sebenarnya diidealisasikan dengan kualitas model desain yang tergantung pada skill dan kemampuan

analisnya. Model diharuskan sebisa mungkin mendekati aslinya agar hasil analisa juga mendekati hasil yang *real*.

Secara garis besar tahap – tahap perhitungan untuk mencari tegangan maksimum pada kondisi pembebanan *flooding* pada ruang muat no.1 menggunakan metode elemen hingga adalah sebagai berikut :

- Menghitung matriks kekakuan elemen (*element stiffness matrix*), $\{k\}_e$, kemudian digeneralisasikan menjadi matrik kekakuan global $\{K\} = \{K\}_e$.
- Menghitung matriks gaya simpul (nodal force matrix) $\{P\}_e$, kemudian digeneralisasikan menjadi matrik gaya global $\{P\} = \{P\}_e$.
- Menghitung Perpindahan nodal (nodal displacement) dengan memasukan kondisi batas (*boundary condition*), $\{ \} = [K]^{-1} \{P\}$.
- Menghitung tegangan pada setiap elemen, $\{ \}_e = [E] \{ \}_e$.

Namun kadang kala matrik – matrik tersebut berordo 12 x 12 sehingga perlu alat bantu yang sudah bisa mengintegrasikan tahap – tahap metode elemenn hingga sehingga lebih mudah digunakan. Dalam penelitian ini digunakan program komputer CATIA.

2.3 Perhitungan Beban

Besar beban hidrostatis yang terjadi pada kondisi pembebanan dapat dicari dengan rumus pendekatan BKI vol II.

Besarnya pembebanan hidrostatis sisi kapal :

$$P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$P_0 = 2,1 \cdot (CB + 0,7) \cdot C_o \cdot CL \cdot f \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$C_0 = L/25 + 4.1 ; L < 90m$$

$$CL = (L/90)^{1/2} ; L < 90 m$$

Keterangan

Z = Jarak vertikal dari pusat beban terhadap *base line* untuk beban pada pelat diukur dari paling bawah untuk sistem konstruksi melintang

T = Sarat Kapal

Tabel 1. Nilai Cf BKI Vol II Tahun 2001

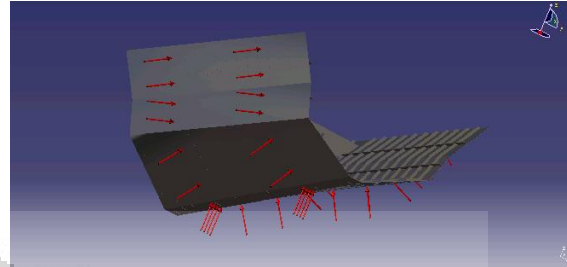
Range	Factor C_D	Factor C_F
$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_b [0,2 - x/L]$
A $x/L = 0,10$	$C_D = 1,10$	$C_F = 2,06$
$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
M $x/L = 0,5$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_b [x/L - 0,7]^2$
F $x/L = 0,93$	$c = 0,15 \cdot L - 10$	
	$L_{min} = 100 m$	
	$C_D = 1,38$	$C_F = 3,25$

Besarnya pembebanan hidrostatis pada dasar kapal:

$$P_b = 10 \cdot T + P_o \cdot C_F$$

Keterangan

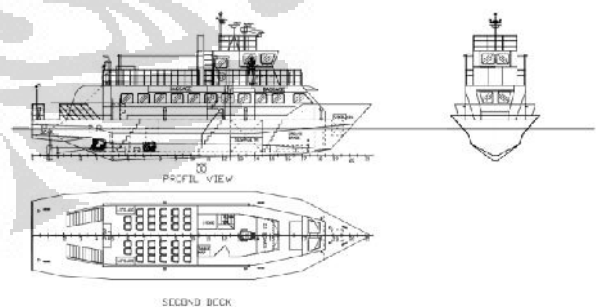
T = Draft kapal



Gambar 4. Pembebanan Pada Sisi dan Dasar Kapal

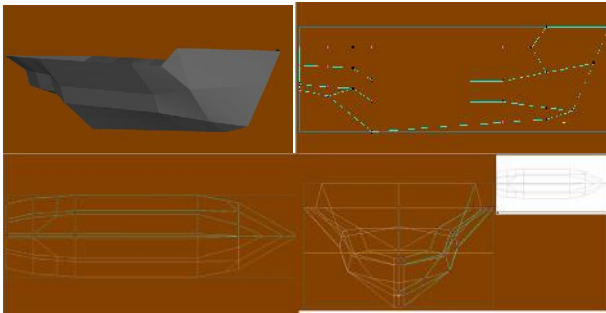
3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian stabilitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan metode deskriptif numerik dimana perancangan kapal menggunakan *Software Maxsurf*. Adapun data yang dikumpulkan yaitu data primer diperoleh dari gambar *lines plan* perancangan kapal pelat datar. Pada penelitian kekuatan transversal kapal pelat datar dengan perhitungan metode elemen hingga menggunakan bantuan *Software CATIA* dengan batasan masalah perhitungan yang difokuskan pembebanan yang berupa tekanan hidrostatis pada sisi dan dasar kapal.



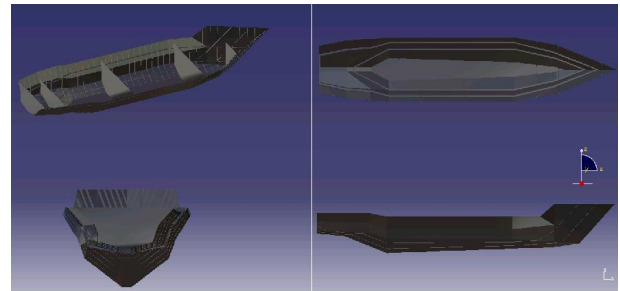
Gambar 5. GA kapal

3.1 Perancangan Kapal di Maxsurf



Gambar 6. Pemodelan kapal di Maxsurf

3.2 Perancangan Kapal di CATIA

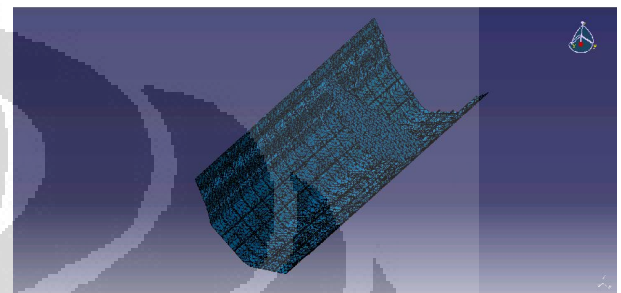


Gambar 7. Pemodelan kapal di CATIA

Tabel 2. Item perlengkapan kapal

Item	Berat (ton)	Item	Berat (ton)
Genset 1	0.1075	Bed	0.014
Genset 2	0.1075	Cup board	0.045
Cooling Pm 1	0.013	Chain Lock	1.2
Fuel Pm 2	0.015	Tangga atas 1	0.096
Sch Pm 3	0.015	Tangga atas 2	0.096
Diesel Pm 4	0.013	Kursi 1	0.014
Tangga 1	0.063	Kursi 2	0.014
Tangga 2	0.063	Kursi 3	0.147
Tangga CH	0.063	Kursi 4	0.105
Tngg Crw 1	0.056	Bagasi 1	0.03
Tngg Crw 2	0.056	Bagasi 2	0.02
Big bed	0.017	WC	0.013
Air pipe 5	0.009	Air pipe 7	0.009
Air pipe 6	0.009	ST gear	1.5

Item	Berat (ton)	Item	Berat (ton)
Kursi 6	0.063	Kursi 11	0.105
Kursi 5	0.014	Kursi 12	0.105
Bagasi 3	0.01	Table map	0.015
Kursi 7	0.014	Store	0.05
Kursi 8	0.014	Tangga WH	0.08
Windlass	0.105	Chair capt	0.041
Funnel Pipe	0.379	Dash Board	0.05
Ext Pipe inst	0.15	Nav Lamp	0.15
Life Jck 1	0.025	Air pipe 1	0.009
Life Jck 1	0.025	Air pipe 2	0.009
Pintu tangga 1	0.025	Air pipe 3	0.009
Kursi 10	0.014	Air pipe 4	0.009
Pintu tangga 3	0.025	Kursi 9	0.014
Pintu tangga 2	0.025		



Gambar 8. Pemodelan Midship kapal di CATIA

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas statis kesembilan kondisi kapal diukur dengan menghitung nilai lengan penagak (GZ) yang terbentuk pada kurva GZ. Nilai lengan penagak GZ yang terbentuk pada kurva GZ berbanding terbalik dengan nilai KG. pada kurva tersebut terlihat bahwa semakin tinggi nilai KG maka nilai GZ semakin rendah, demikian pula sebaliknya. Dari kesembilan kondisi pengujian dapat diketahui nilai GZ terbesar saat kondisi penumpang 100% dan FOT 100% .

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *Software* CATIA didapatkan nilai-nilai tegangan *VonMises* yang bekerja sebagai berikut:

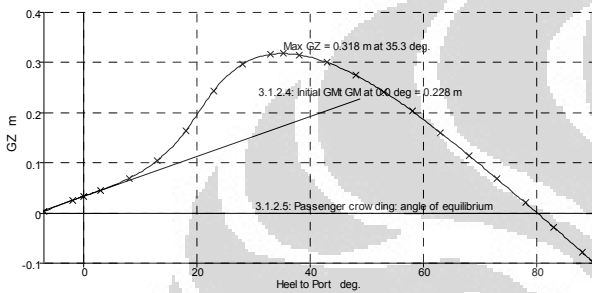
- 1) Kondisi pertama adalah *midship* kapal pelat datar dengan konstruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
- 2) Kondisi kedua adalah *midship* kapal pelat datar dengan konstruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI dengan penambahan lengkungan dengan tinggi dari dasar *bulkhead* kapal sebesar 384 mm mengalami tegangan

maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $11.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

- 3) Kondisi ketiga adalah *midship* kapal pelat datar dengan konstruksi berdasarkan perhitungan rules BKI dengan penambahan lengkungan dengan tinggi dari dasar *bulkhead* kapal sebesar 150 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

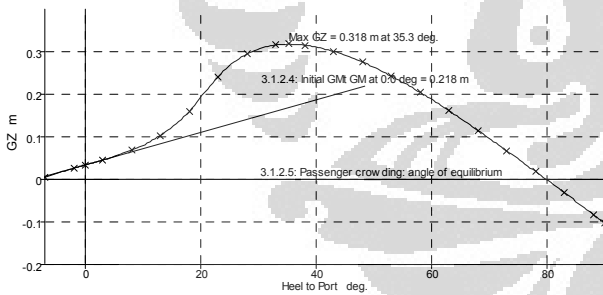
4.1 Nilai GZ Hasil simulasi Hidromax

Load case penumpang 100% FOT 100%



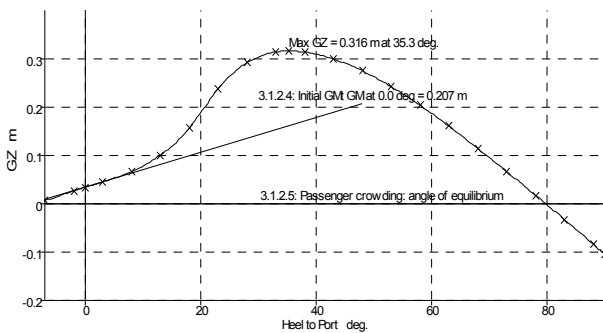
Gambar 9. Grafik Load case penumpang 100% FOT 100%

Load case penumpang 100% FOT 75%



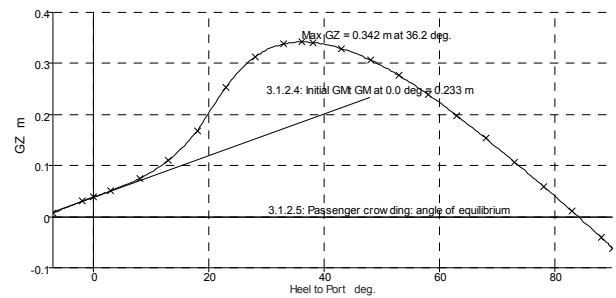
Gambar 10. Grafik Load case penumpang 100% FOT 75%

Load case penumpang 100% FOT 50%



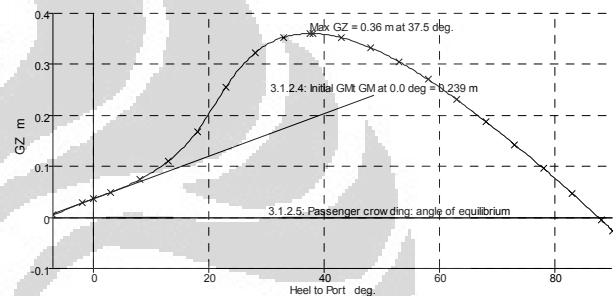
Gambar 11. Grafik Load case penumpang 100% FOT 50%

Load case penumpang 75% FOT 100%



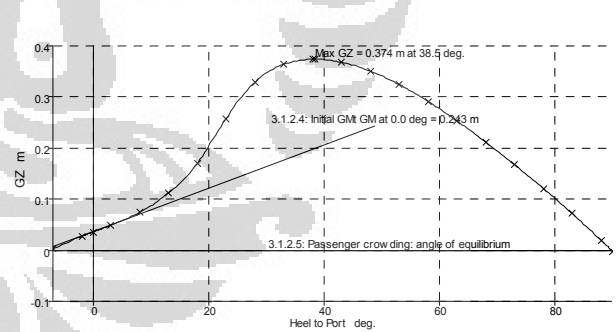
Gambar 12. Grafik Load case penumpang 75% FOT 100%

Load case penumpang 50% FOT 100%



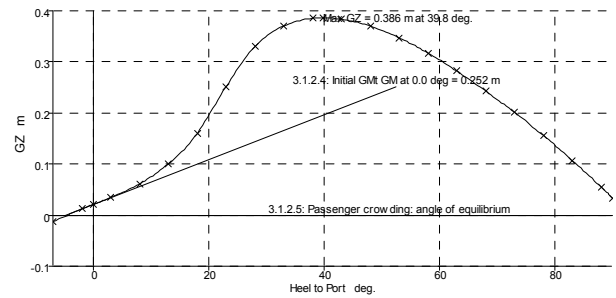
Gambar 13. Grafik Load case penumpang 50% FOT 100%

Load case penumpang 25% FOT 100%



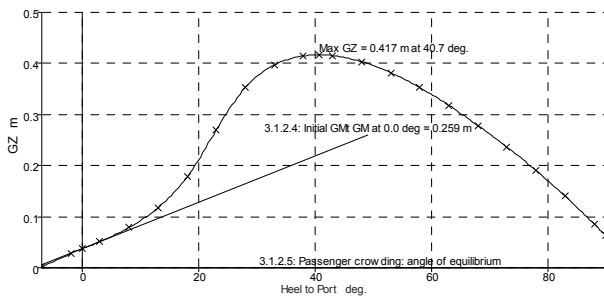
Gambar 14. Grafik Load case penumpang 25% FOT 100%

Load case penumpang 10% FOT 100%



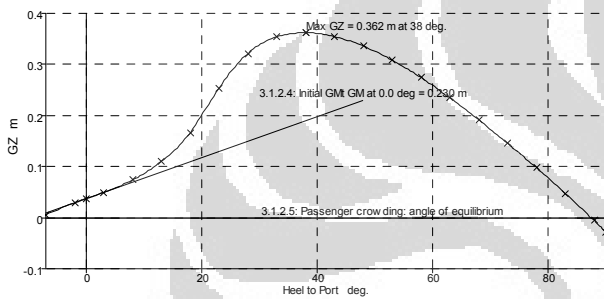
Gambar 15. Grafik Load case penumpang 10% FOT 100%

Load case penumpang 0% FOT 100%



Gambar 16. Grafik Load case penumpang 0% FOT 100%

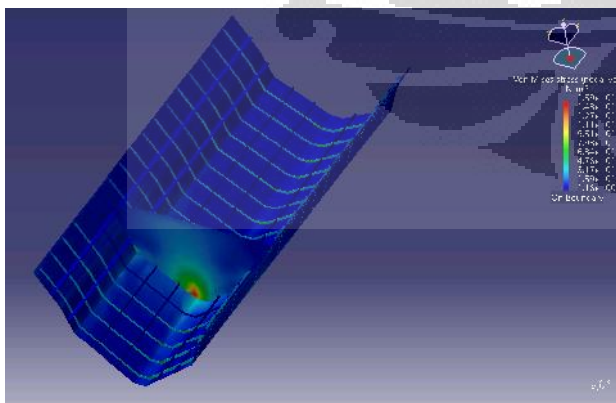
Load case penumpang 50% FOT 75%



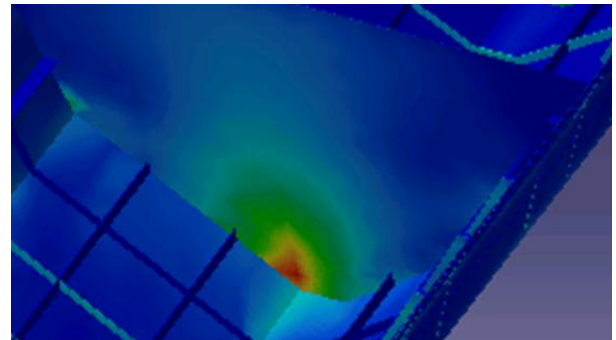
Gambar 17. Grafik Load case penumpang 50% FOT 75%

4.2 Hasil nalisis Finite Element CATIA

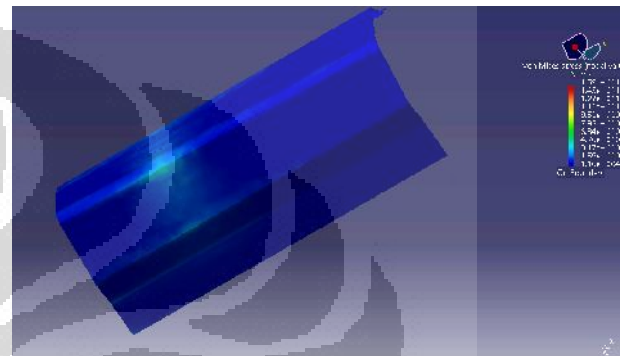
Analisis kekuatan transversal kapal pelat datar ini menggunakan Generatif Structural Analisis pada CATIA. Simulasi dilakukan pada tiga kondisi dengan pembebanan berupa tekanan hidrostatis berdasarkan rules BKI.



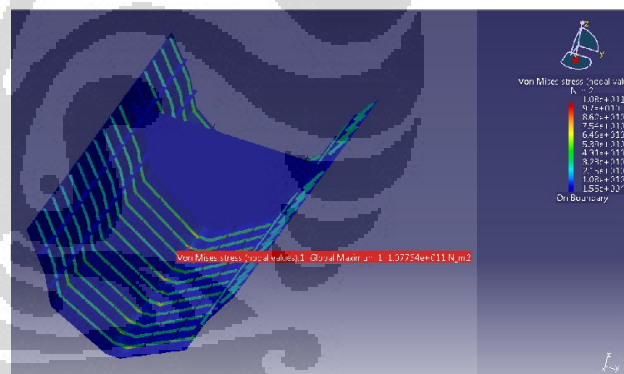
Gambar 18. Hasil analisis midship kapal kondisi 1



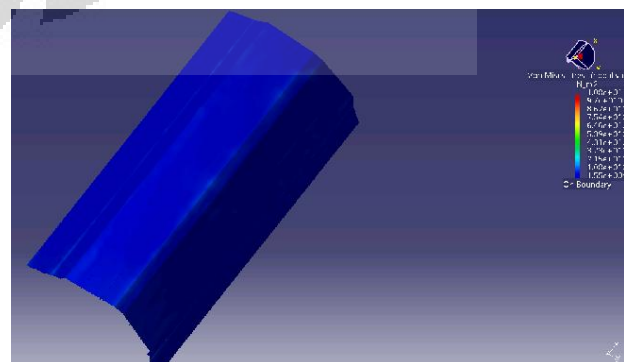
Gambar 19. Hasil analisis bulkhead kapal kondisi 1



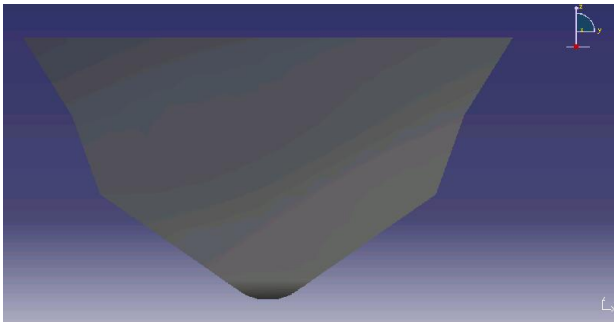
Gambar 20. Hasil analisis dasar pelat kapal kondisi 1



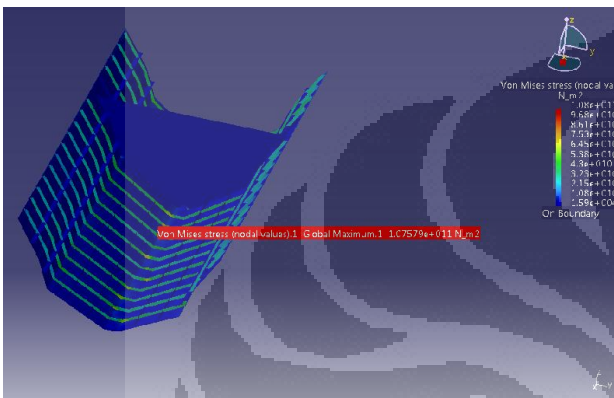
Gambar 21. Hasil analisis midship kapal kondisi 2



Gambar 22. Hasil analisis dasar pelat kapal kondisi 2



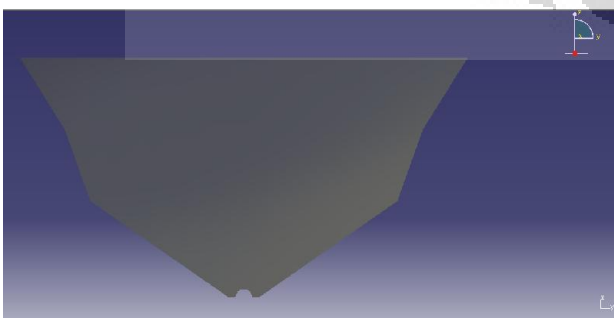
Gambar 23. *Bulkhead* kondisi 2 dengan lengkungan 384mm



Gambar 24. Hasil analisis *midship* kapal kondisi 3



Gambar 25. Hasil analisis dasar pelat kapal kondisi 3



Gambar 26. *Bulkhead* kondisi 3 dengan lengkungan 150mm

5. KESIMPULAN

Dari analisa pengujian stabilitas kapal dengan menggunakan *software* Maxsurf maka disimpulkan :

1. Luasan dibawah kurva stabilitas statis pada sudut sampai 30° lebih dari 0,055 meter-radian.
2. Luasan dibawah kurva stabilitas statis pada sudut antara 30° sampai 40° lebih dari 0,055 meter-radian.
3. Luasan dibawah kurva GoZ sampai dengan sudut 40° kurang dari 0,09 meter-radian.
4. Luasan antara sudut 30° dan 40° dan kurang dari 0,03 meter-radian.
5. Maksimum harga kurva GZ harus terjadi pada sudut lebih dari 30° tetapi tidak boleh kurang dari 25° .
6. Tinggi metasentra awal (GM) lebih 0.15 m.

Dengan pengujian stabilitas kriteria IMO kesempilan kondisi kapal tersebut telah memenuhi.

Dari analisa pengujian kekuatan kapal dengan menggunakan *software* CATIA maka disimpulkan :

- Kondisi pertama adalah *midship* kapal pelat datar dengan kontruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.59 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
- Kondisi kedua adalah *midship* kapal pelat datar dengan kontruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI dengan penambahan lengkungan dengan tinggi dari dasar *bulkhead* kapal sebesar 384 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.0757 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
- Kondisi ketiga adalah *midship* kapal pelat datar dengan kontruksi berdasarkan perhitungan *rules* BKI dengan penambahan lengkungan dengan tinggi dari dasar *bulkhead* kapal sebesar 150 mm mengalami tegangan maksimum yang bekerja pada simulasi sebesar $1.08 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Faktor keamanan pada kondisi pertama sebesar 1.25, kondisi kedua sebesar 1.85 dan kondisi ketiga sebesar 1.85.

Daftar Pustaka

8. Anonimous, *Rule International Maritime Organization* 1978 London, Edition 2002.
9. Anonimous, *Rules For Hull Biro Klasifikasi Indonesia Vol. II*, Edition 2001.
10. Eyres, D.J. 2001. *Ship Construction*. Oxford : Butterworth-Heineimann.
11. Imam Pujo Mulyatno, Iqbal Amanda. 2011. *Analisis Kekuatan Kontruksi Transverse Bulkhead Ruang Muat No.1 pada 18500 DWT Cargo Vessel Berbasis Metode Elemen Hingga*.
12. M.K Rahman. 1998. *Ultimate Strength Estimation of Ship's Transverse Frames by Incremental Elastic-Plastic Finite Element Analisis*. Newcastle: University of Newcastle Upon Tyne.
13. Y.V. Stish Kumar, M. Mukhopadhyay. 2000. *Finite Element Analisis of Ship Structure Using New Stiffenend Plate Element*. India: Indian Istitute of Technology.
14. Agus Fikri Tutorial CATIA Analisa Elemen Hingga (FEA) Seri 1 dan 2.

