



**ANALISIS STABILITAS STATIS DAN DINAMIS PADA PERAHU
FIBERGLASS 2 GT YANG DIBUAT TANPA MELALUI PERANCANGAN**

Oleh:

Ardhi Surya Utama 181910701026

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK KONSTRUKSI PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2023

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS STATIS DAN DINAMIS PADA PERAHU
FIBERGLASS 2 GT YANG DIBUAT TANPA MELALUI PERANCANGAN**

Oleh:

Ardhi Surya Utama

181910701026

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

:Hery Indria Dwi Puspita, S.Si., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota

:Ahmad Yasim, ST., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul: “Analisis Stabilitas Statis dan Dinamis pada Perahu Ikan *Fiberglass* 2 GT yang Dibuat tanpa Melalui Perancangan” Karya Ardhi Surya Utama telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal :

Tempat: Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Jember

Tim Pembimbing,

Ketua

Anggota

Hery Indria Dwi Puspita, S.Si., M.T

Ahmad Yasim, S.T., M.T.

NIP. 199006162019032026

NIP. 760020007

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

R.Puranggo Ganjar Widityo, S.T..M.T.

Pratama Yuli Arianto

NIP. 196802021997021001

NIP.199407072022031007

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 197008261997021001

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Analisis Stabilitas Statis dan Dinamis pada Perahu Fiberglass 2 GT yang Dibuat Tanpa Melalui Perancangan”. Proposal penelitian ini disusun sebagai langkah awal dalam penelitian tugas akhir yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Konstruksi Perkapalan di Universitas Jember.

Penyusunan proposal penelitian ini tentu tak luput dari bantuan dari pihak pihak terkait, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, restu, dan motivasi kepada penulis untuk terus berkembang dan menjadi lebih baik.
2. Ibu Hery Indria Dwi Puspita S. Si., M. T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, saran, serta dukungan kepada penulis.
3. Bapak Ahmad Yasim S.T., M.T Selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan, saran, serta dukungan kepada penulis.
4. Seluruh Dosen Teknik Konstruksi Perkapalan yang telah meberikan ilmu, wawasan, serta bimbingan kepada penulis.
5. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan, sehingga proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat serta bisa dikembangkan lebih lanjut.

Jember, 11 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Perahu Ikan <i>Fiberglass</i>	6
2.3 Stabilitas Kapal.....	7
2.4 Stabilitas Kapal Menurut Keadaannya	7
2.5 Stabilitas Statis	9
2.6 Stabilitas Dinamis.....	13
2.7 Kriteria Stabilitas Berdasarkan IMO 2008	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15

3.2	Jadwal Penelitian.....	15
3.3	Alur Penelitian.....	16
BAB 4 PEMBAHASAN		19
4.1	<i>Re-Drawing</i> Model.....	19
4.2	Analisis Numerik Stabilitas dan Validasi Hasil	22
4.3	Analisis Stabilitas Statis dan Dinamis.....	32
4.4	Analisis Stabilitas pada Kondisi Gelombang Tertentu.....	44
BAB 5 PENUTUP.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		54
LAMPIRAN.....		56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data kapal ikan 20 GT	4
Tabel 2. 2 Tabel hasil perhitungan stabilitas kapal ikan 20 GT	5
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	15
Tabel 4. 1 Ukuran Utama Perahu	20
Tabel 4. 2 Tabel Hidrostatik perahu.....	20
Tabel 4.3 Muatan Perahu	23
Tabel 4.4 Nilai GZ Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan Software.....	25
Tabel 4.5 Data panjang Ya dan Yb	27
Tabel 4.6 Perhitungan Nilai KG.....	29
Tabel 4. 7 Tabel GZ Perhitungan Manual	30
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan Software Manual...31	
Tabel 4.9 Tabel Muatan Kondisi Berangkat	32
Tabel 4.10 Tabel Muatan Kondisi Beroperasi 1	35
Tabel 4.11 Tabel Muatan Kondisi Beroperasi 2	38
Tabel 4.12 Tabel Muatan Kondisi Pulang	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perahu Ikan Fiberglass 2 GT Produksi Cilacap	6
Gambar 2.2 Stabilitas Netral	8
Gambar 2.3 Stabilitas Positif	8
Gambar 2.4 Stabilitas Negatif	9
Gambar 2.5 Prinsip Stabilitas Kapal	10
Gambar 4.1 Pengukuran Perahu	20
Gambar 4.2 Model 3D Perahu 2 GT Bercadik	22
Gambar 4. 3 Menu Loadcase Properties	23
Gambar 4. 4 Input Data tangki	23
Gambar 4. 5 Menu Pemilihan Kriteria	25
Gambar 4.6 Pengukuran Jarak Ya dan Yb	27
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan GZ	31
Gambar 4.8 Grafik GZ Kondisi Berangkat	34
Gambar 4.9 Grafik Stabilitas Dinamis Kondisi Berangkat	35
Gambar 4.10 Grafik GZ Kondisi Beroperasi 1	37
Gambar 4.11 Grafik Stabilitas Dinamis Kondisi Muatan Beroperasi 1	38
Gambar 4.12 Grafik GZ Kondisi Beroperasi 2	40
Gambar 4.13 Grafik Stabilitas Dinamis Muatan beroperasi 2	41
Gambar 4.14 Grafik GZ Kondisi Pulang	43
Gambar 4.15 Grafik Stabilitas Dinamis Kondisi Muatan Pulang	44

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim merupakan negara yang memiliki potensi laut yang sangat besar untuk memajukan perekonomian negara, Terutama pada sektor pangan. Laut yang merupakan salah satu sumber pangan terbesar negara, harus dijaga agar kelangsungan sumber pangan tersebut dapat tetap terjaga. Perahu ikan yang merupakan alat transportasi penangkap ikan menjadi salah satu penyumbang pendapatan ikan di Indonesia (Yasmin, 2021).

Beberapa tahun belakangan ini industri kerajinan pembuat perahu dari *fiberglass* mulai berkembang pesat di Kota Cilacap, dan pengrajin perahu tersebut kebanyakan berasal dari Desa Lengkong Kecamatan Cilacap Utara. Perahu buatan desa Lengkong memiliki kualitas yang sangat bagus dan sudah banyak yang dikirim ke berbagai daerah di Indonesia. Seperti ke Pangandaran, Banten, Kebumen, Gunung Kidul, Surabaya, Bali, Sumbawa, Lombok, hingga merambah ke Papua (Sasya, 2010).

Namun pembuatan perahu di Desa Lengkong ini tidak menggunakan perhitungan dan pendesainan yang sesuai dengan standar IMO 2002 sehingga belum diketahui apakah hasil pengrajin disana sudah memenuhi standar kelautan di Indonesia atau tidak. Keselamatan yang merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan pekerjaan nelayan masih belum mendapatkan perhatian khusus. Pasalnya, masih terdapat 40% lebih kasus kecelakaan kapal di Indonesia diakibatkan oleh konstruksi yang salah tanpa memperhatikan stabilitasnya (Rasdiana, 2004).

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui apakah desain yang sudah ada layak atau tidak dengan beberapa aspek yaitu analisis stabilitas perahu sesuai dengan standar IMO 2002. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi masukan kepada pengrajin perahu ikan untuk mendapatkan desain yang lebih baik kedepannya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data yang didapat dari survey yang

dilakukan di desa produksi perahu *fiberglass* 2 GT di Desa Lengkong, Cilacap. Dari data yang ada akan dilakukan pendesainan ulang menggunakan *Software Maxsurf Modeller*. Setelah didapatkan model yang sesuai dilakukan pengujian stabilitas perahu tersebut menggunakan *Software Maxsurf Stability*. Setelah didapat hasil analisis stabilitas, dilakukan pengecekan menggunakan standar IMO 2002.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana stabilitas statis dan dinamis perahu ikan 2 GT tanpa perancangan pada kondisi berangkat?
- b. Bagaimana stabilitas statis dan dinamis perahu ikan 2 GT tanpa perancangan pada kondisi beroperasi?
- c. Bagaimana stabilitas statis dan dinamis perahu ikan 2 GT tanpa perancangan pada kondisi pulang?
- d. Bagaimana pengaruh ketinggian gelombang terhadap kemampuan stabilitas perahu ikan 2 GT tanpa perancangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui stabilitas statis dan dinamis perahu ikan 2 GT pada kondisi berangkat.
- b. Mengetahui stabilitas statis dan dinamis perahu ikan 2 GT pada kondisi beroperasi.
- c. Mengetahui stabilitas statis dan dinamis perahu ikan 2 GT pada kondisi pulang.
- d. Mengetahui pengaruh ketinggian gelombang terhadap kemampuan stabilitas perahu ikan 2 GT tanpa perancangan.

1.4 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang akan diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat memberikan informasi kemampuan stabilitas perahu ikan 2 GT tanpa perancangan.
- b. Penelitian ini dapat memberikan informasi kepada nelayan terkait batas ketinggian gelombang yang aman untuk operasional perahu 2 GT.
- c. Penelitian ini dapat dijadikan masukan untuk pengembangan perahu ikan 2 GT.

1.5 Batasan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Kapal ikan yang diteliti adalah kapal ikan kapasitas 2 GT dari pengrajin perahu di Cilacap.
- b. Analisis menggunakan metode numerik dengan *software* stabilitas kapal.
- c. Kriteria yang menjadi acuan evaluasi kemampuan stabilitas adalah kriteria umum stabilitas kapal ikan yang dikeluarkan IMO (2002).
- d. Penelitian ini tidak memperhitungkan *damage stability*.
- e. Penelitian ini memvariasikan ketinggian gelombang dan tidak memperhitungkan kondisi perairan.
- f. Tidak memperhitungkan aspek *seakeeping* pada analisis perahu bergelombang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian pendesainan sebuah kapal ikan dengan ukuran 20 GT untuk wilayah Palabuhanratu, Jawa Barat (Sianturi., dkk. 2013). Dengan ukuran GT yang lebih kecil dari 30 GT sedangkan posisi Palabuhanratu yang terletak di selatan Pulau Jawa memungkinkan hasil stabilitas kapal ikan harus baik akibat hantaman gelombang laut Samudera Hindia.

Ada beberapa gerakan yang terjadi di kapal (*ship motion*) yang diakibatkan adanya gaya dari luar maupun dari dalam kapal itu sendiri. Gerakan itu antara lain, gerak lambung atau *surgin motion* (gerakan kapal ke arah depan dan belakang kapal), gerak lenggang atau *swaying motion* (gerakan kapal ke arah samping), gerak lonjak atau *heaving motion* (gerakan kapal pada arah tegak) , gerak oleng atau *rolling motion* (gerak kapal dengan sumbu putar yang membujur kapal dan melalui titik berat kapal), gerak angguk atau *pitching motion* (gerak kapal dengan sumbu putar yang melintang kapal dan melalui titik berat kapal), dan gerak joli atau *yawing motion* (gerak rotasi kapal di atas gelombang dengan sumbu putar garis tegak yang kira-kira melalui titik berat kapal) (Soegiono, 2006)

Gerakan yang difokuskan pada penelitian ini adalah gerak oleng atau *rolling motion*, sering juga disebut sebagai stabilitas melintang dari kapal. Gerakan ini sangat beresiko terhadap keselamatan kapal. Jika sebuah kapal tidak memiliki stabilitas yang baik, dapat membuat kapal terbalik atau tenggelam.

Pada penelitian ini menggunakan model kapal ikan 20 GT dengan *principal dimension* sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Data kapal ikan 20 GT

Data Kapal	Ukuran
LOA	16,8 m

LWL	13,8 m
Cb	0,417
B	3,6 m
H	1,6 m
T	1,3 m

Tahapan awal analisis stabilitas adalah melakukan pembagian 5 kondisi pembebanan yang terjadi di kapal yaitu:

1. Kapal muatan kosong
2. Kapal berangkat menuju *fishing ground*
3. Kapal beroperasi di *fishing ground* dengan hasil tangkapan 50 %.
4. Kapal beroperasi di *fishing ground* dengan hasil tangkapan 100 %
5. Kapal meninggalkan *fishing ground* dengan hasil tangkapan 0 %.

Untuk penentuan tinggi gelombang digunakan rumus yang telah ditetapkan oleh angkatan laut Jerman (Biran et al., 2013):

$$H = \frac{\lambda}{10 + 0,05\lambda}$$

diperlihatkan nilai untuk berbagai kondisi sesuai dengan kriteria IMO dan dapat dilihat nilai KG, GZ dan GM memiliki nilai yang berbeda pada tiap kondisi pembebanan yang terjadi di kapal, sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Tabel hasil perhitungan stabilitas kapal ikan 20 GT

Kriteria	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4	Kondisi 5
0° - 30°	11,193	9,323	7,752	8,622	10,624
0° - 40°	19,045	15,921	13,457	15,144	18,052
30° - 40°	7,852	6,598	5,704	6,522	7,428

GZ_{max} pada sudut 30° atau lebih	1,086	0,845	0,716	0,860	1
Sudut GZ_{max}	70	80	80	80	70
GM_0	1,572	1,297	1,038	1,116	1,497

2.2 Perahu Ikan *Fiberglass*

Material *fiberglass* adalah material yang terdiri dari dua komponen yaitu penguat (*reinforcement*) berupa serat dan pengikat (*matrix*) berupa plastik, sehingga menghasilkan kombinasi sifat yang kaku, kuat dan ringan. Perahu ikan sendiri adalah alat pencari ikan yang digunakan nelayan. Sehingga perahu ikan *fiberglass* adalah perahu ikan yang berbahan dasar *fiberglass* (Caesar, 2017). Bentuk dari perahu *fiberglass* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Perahu Ikan *Fiberglass* 2 GT Produksi Cilacap. (Widi, 2019)

Ada beberapa keunggulan dari penggunaan *fiberglass* sebagai bahan dasar perahu diantaranya adalah karena lebih tahan lama dan tidak mudah lapuk, aman untuk dipakai jangka panjang, pembuatan model perahu *fiber* untuk nelayan dinilai lebih

cepat dari perahu kayu, mudah perawatannya dengan biaya murah, kelangkaan kayu untuk bahan perahu yang semakin sulit maka potensi usaha bisnis perahu *fiber* semakin besar, ketahanan model perahu *fiber* ketahanannya 3 kali lipat dari perahu yang berbahan kayu, harganya relatif lebih murah dari perahu berbahan kayu, *fiberglass* mampu tahan terhadap suhu panas maupun dingin, dan model perahu *fiber* untuk nelayan berbahan dasar dari *fiberglass* dinilai ramah lingkungan karena penggunaan kayu dapat diminimalisir yang berarti menyelamatkan lingkungan Indonesia. Namun Sunario (1998) menyatakan bahwa kapal *fiberglass* memiliki keunggulan dibandingkan dengan kapal baja atau aluminium, khususnya untuk operasional di wilayah pantai. Akan tetapi konstruksi kapal ini rawan benturan, sehingga konstruksi lambungnya perlu dikaji.

2.3 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal sangat berpengaruh pada keseimbangan kapal, agar kapal tidak miring ke kanan atau ke kiri, dan kapal tidak oleng saat berlayar. Sebuah kapal harus mampu berlayar dengan baik. Pasalnya, tidak jarang kecelakaan kapal laut terjadi dan menimbulkan banyak korban. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan kapal, salah satunya adalah stabilitas kapal. Stabilitas pada kapal sangat berpengaruh pada keseimbangan, agar kapal tidak miring ke kanan atau ke kiri, sehingga kapal tidak oleng saat berlayar. Memperhatikan stabilitas sebuah kapal sama artinya dengan memperhatikan keselamatan awak kapal dan penumpang (Rubianto, 2010).

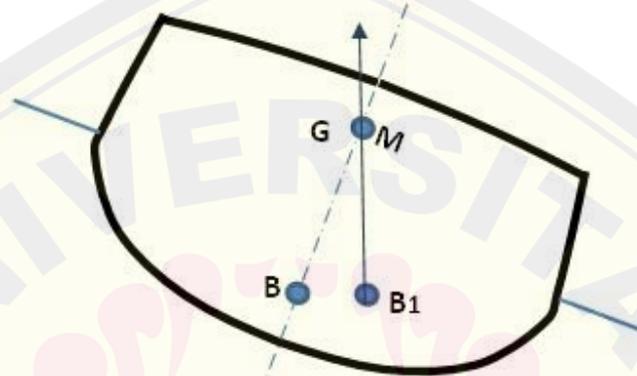
Stabilitas kapal adalah kemampuan suatu kapal untuk menegak kembali setelah gerakan menyenget yang dikarenakan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja pada kapal. Beberapa contoh pengaruh luar yang dimaksud adalah arus, gelombang, angin dan lain sebagainya. Ada beberapa gerakan yang terjadi di kapal (*ship motion*) yang diakibatkan adanya gaya dari luar maupun dari dalam kapal itu sendiri (Margo, 2017)

2.4 Stabilitas Kapal Menurut Keadaannya

Menurut keadaannya, stabilitas dibagi menjadi tiga, yakni stabilitas netral atau

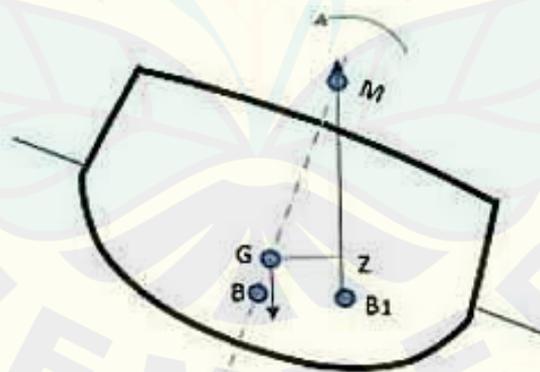
neutral equilibrium, stabilitas positif atau *stable equilibrium* dan stabilitas negatif atau *unstable equilibrium*. Perbedaan stabilitas tersebut akan dijelaskan sebagai berikut (Azhar, 2017):

- a. Stabilitas netral adalah keadaan titik G dan M yang saling berhimpitan. Keadaan ini membuat kapal miring dan tidak memiliki kemampuan untuk kembali stabil atau seimbang.



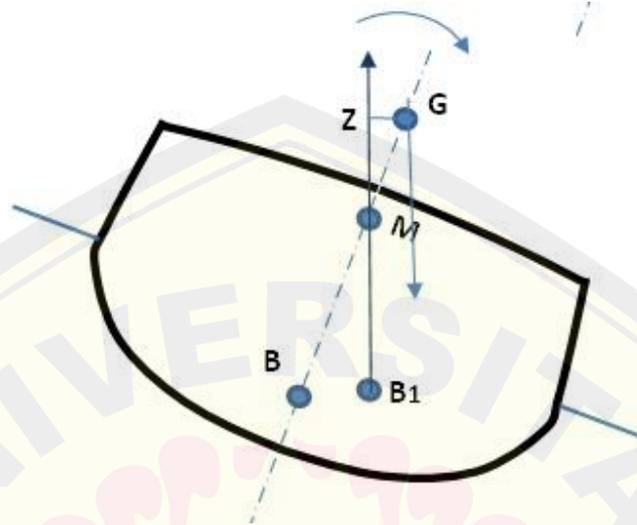
Gambar 2.2 Stabilitas Netral. (Wiki Buku, 2016)

- b. Selanjutnya, stabilitas positif merupakan keadaan kapal dapat kembali stabil saat mengalami senget dan oleng. Pada kondisi ini, titik M tidak lebih tinggi dibanding titik G.



Gambar 2.3 Stabilitas Positif. (Wiki Buku, 2016)

- c. Kondisi terakhir yaitu stabilitas negatif yang merupakan kondisi di mana stabilitas yang dimiliki kapal adalah negatif, sehingga tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali saat terjadi senget.



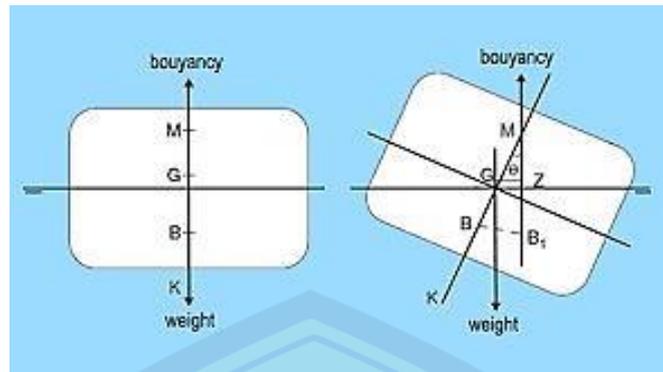
Gambar 2.4 Stabilitas Negatif. (Wiki Buku, 2016)

2.5 Stabilitas Statis

Stabilitas statis adalah stabilitas yang menunjukkan keadaan stabilitas kapal pada keadaan kemiringan di bawah 15 degree . Pada stabilitas statis dibagi menjadi dua jenis yaitu stabilitas melintang dan stabilitas membujur. Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk kembali pada posisi stabil ketika miring ke arah melintang sedangkan stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk kembali pada posisi semula setelah miring ke arah membujur (Rubianto, 1996).

2.5.1 Titik Penting dalam Stabilitas

Titik penting yang terdapat dalam stabilitas kapal dapat ditampilkan pada gambar 2 dan penjelasannya sebagai berikut (Yulianti, dkk., 2017) :



Gambar 2.5 Prinsip Stabilitas Kapal. (Ahmadalif, 2016).

1. Titik berat (G) menunjukkan letak titik berat kapal, merupakan titik tangkap dari sebuah titik pusat dari sebuah gaya berat yang menekan kebawah. Besarnya nilai KG adalah nilai tinggi titik metasentra (KM) diatas lunas dikurangi tinggi metasentra (MG). Titik G juga adalah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini pada kapal dapat diketahui dengan meninjau semua bobot pada kapal, maka makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggi letak titik G tersebut. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Letak titik G bergantung pada pembagian berat di kapal. Maka, selama tidak ada berat yang di geser, maka titik G tidak akan berubah walaupun kapal bergerak atau oleng (Ahmadalif, 2016).
2. Titik apung (B) menunjukkan letak titik apung kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak keatas dari bagian kapal yang tercelup. Titik B bukan merupakan titik yang tetap, namun berpindah pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal dapat tegak kembali setelah mengalami senget atau miring. Letak titik B bergantung dari besarnya senget atau kemiringan kapal (bila kemiringan kapal berubah maka letak titik B akan berpindah ke sisi yang rendah). (Ahmadalif, 2016).
3. Titik metasentra (M) merupakan sebuah titik semu dari batas dimana G tidak boleh

melewati di atasnya agar kapal selalu mempunyai stabilitas yang positif atau stabil. *Meta* yang berarti berubah ubah tergantung dengan besarnya sudut senget. Jika terjadi kapal senget pada sudut kecil (tidak lebih dari 150), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal atau *centre line* dan jika sudut senget kecil ini perpindahan titik M merupakan titik pusat di bidang tengah kapal dan pada sudut senget yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap. Dimana K adalah lunas atau keel, B adalah titik apung atau *bouyancy*, M adalah titik metasentris atau *metacentris*, d adalah sarat atau *draft*, D adalah dalam kapal atau *depth*, CL adalah *centre line*, WL adalah *water line* (Ahmadalif, 2016).

2.5.2 Dimensi Pokok dalam Stabilitas Kapal

Pada stabilitas kapal teradapat pula dimensi dimensi pokok untuk dihitung. Berbagai jenis dimensi pokok dalam stabilitas tersebut adalah sebagai berikut:

1. KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung atau KB dan dari titik apung ke metasentris atau BM, sehingga KM dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Rubianto,1996):

$$KM = KB + BM \dots\dots\dots(1)$$

2. KB atau tinggi titik apung dari lunas adalah titik B di atas lunas merupakan titik yang berubah ubah atau berpindah pindah oleh perubahan sarat atau kapal pada keadaan senget. Rumus KB adalah sebagai berikut (Rubianto,1996):

Untuk tipe kapal tipe *plat bottom*, $KB = 0,50d \dots\dots\dots(2)$

Untuk tipe kapal tipe *V bottom*, $KB = 0,67d \dots\dots\dots(3)$

Untuk tipe kapal tipe *U bottom*, $KB = 0,53d \dots\dots\dots(4)$

Dimana d = draft kapal

3. BM atau jarak titik apung ke metasentris adalah jari jari metasentris karena bila

kapal oleng dengan sudut sudut yang kecil, maka lintasan gerak titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M sebagai titik pusatnya dan BM sebagai jari jarinya. Rumus BM seabagai berikut (Rubianto,1996):

$$BM = b^2/10d \dots\dots\dots(5)$$

Dimana b = lebar kapal (m)

d = draft kapal (m)

4. KG atau tinggi titik berat dari lunas, adalah nilai KB untuk kapal kososng yang diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), kemudian KG dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letaik titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan vertikal center graviti kemudian dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tadi (Rubianto,1996).

$$KG \text{ total} = \frac{M}{W} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana M = Jumlah momen (ton)

W = *Displacement* (m ton)

5. GM atau tinggi metasentris adalah jarak tegak antara titik G dan titik M. Nilai GM menunjukkan keadaan stabilitas awal kapal atau keadaan stabilitas kapal selama pelayaran. Titik ini dapat dirumuskan seabagai berikut (Rubianto,1996):

$$GM = KM - KG \dots\dots\dots(7)$$

$$GM = (KB + BM) - KG \dots\dots\dots(8)$$

6. GZ merupakan kurva lengan stabilitas kapal. Nilai GZ dapat berubah karena nilai

momen penegak sebanding dengan besar kecilnya nilai GZ , sehingga Nilai GZ dapat dipergunakan untuk menandai besar kecilnya stabilitas kapal. Untuk menentukan nilai GZ dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Rubianto,1996):

$$GZ = GM \times \sin \theta \dots\dots\dots(9)$$

7. Momen penegak atau *righting moment* merupakan momen yang dapat mengembalikan kapal kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya dari luar dan gaya tersebut tidak dapat bekerja lagi (Rubianto,1996).

$$\text{Momen penegak} = \text{Displacement} \times GZ \dots\dots\dots(10)$$

2.6 Stabilitas Dinamis

Merupakan kemampuan keseimbangan kapal saat terjadi kemiringan yang besar pada kapal. kemiringan ini dimulai dari kemiringan kecil dan berubah hingga menjadi besar. Stabilitas dinamis juga dapat disebut momen kapal sedang mengalami oleng dengan kemiringan diatas 15 *degree*. Pada stabilitas dinamis dibagi menjadi dua kelompok faktor yang mempengaruhi yaitu (Ananda, 2017) :

1. Faktor Internal merupakan faktor yang disebabkan oleh gaya yan bekerja dari dalam kapal contohnya adalah tata letak muatan, bentuk dan ukuran kapal, serta apabila mengalami kebocoran.
2. Faktor Eksternal disebabkan oleh gaya gaya yang berasal dari luar seperti gelombang air laut, angin, dan badai.

Dalam perhitungan stabilitas dinamis dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\int_0^\theta W \times GZ \times d\theta \dots\dots\dots(11)$$

Dimana:

- W = displacement kapal (ton)
- GZ = lengan pengembali
- θ = sudut oleng kapal (derajat)

2.7 Kriteria Stabilitas Berdasarkan IMO 2008

Adapun kriteria kurva stabilitas (*Righting Level Curve*) yang direkomendasikan oleh *International Maritime Organization* (IMO) dalam buku “*International Code On Intact Stability, 2009*” adalah sebagai berikut (IMO, 2008):

- a. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree)
- b. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree)
- c. Luas dari sudut 30° - 40° adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree)
- d. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 15° adalah 0,2 m.
- e. Sudut kemiringan dengan lengan stabilitas maksimum $\rightarrow \leq 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 15°
- f. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi dan waktu penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah di Laboratorium Desain dan Manufaktur, Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan. Adapun untuk waktu penelitian ini adalah pada Juni 2022 sampai dengan Desember 2022.

3.2 Jadwal Penelitian

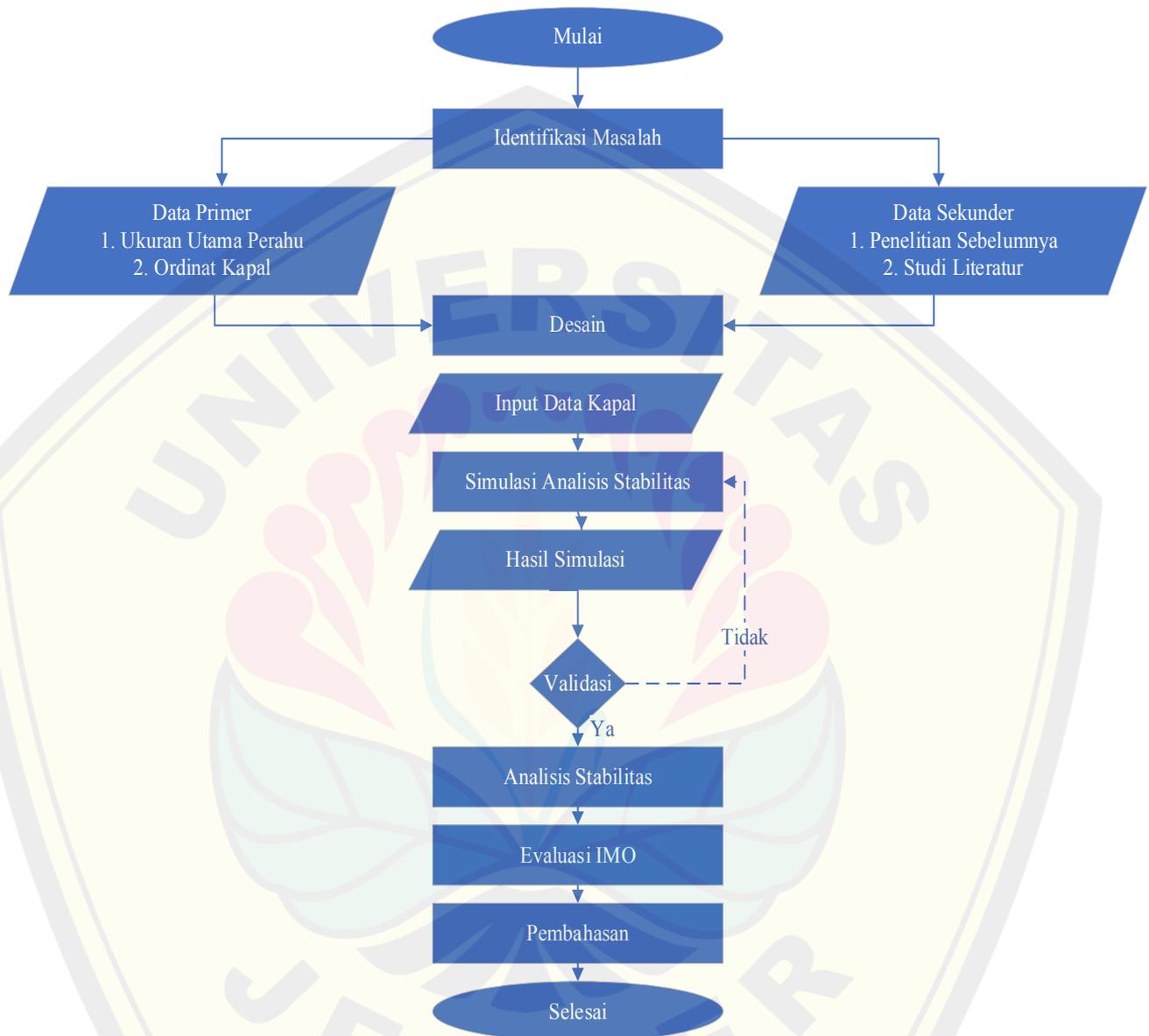
Adapun jadwal tahapan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kehiatan	Mei 2022	Juni 2022	Juli 2022	Agust 2022	Sep 2022	Okt 2022	Nov 2022	Des 2022	Jan 2023
1	Studi Literatur									
2	Survey Pengambilan Data									
3	Desain									
4	Analisis Stabilitas									
5	Validasi									
6	Hasil dan Evaluasi IMO									
7	Kesimpulan dan Rekomendasi									
8	Penulisan Tugas Akhir									

3.3 Alur Penelitian

Adapun tahapan tahapan pada penelitian ini akan disampaikan melalui sebuah flowchart sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan tiap tahapan penelitian yang ditampilkan dalam *flow chart* diatas, dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Melakukan penelusuran informasi dan referensi yang terkait dengan topik penelitian. Kegiatan ini penting untuk memperdalam pengetahuan tentang topik penelitian. Berbagai referensi yang dibutuhkan dapat diakses pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi melalui perpustakaan atau pun langsung melalui internet pada jurnal-jurnal.

2. Survey Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan survey pada lokasi yang akan dibuat studi kasus pada penelitian ini yaitu di Puger. Pengambilan data ini ditujukan untuk menjadi dasar pembuatan desain perahu ikan fiberglass 2 GT yang akan dilakukan.

3. Desain

Pada tahap ini dilakukan proses pendesainan perahu ikan 2 GT y menggunakan *software modeller* sebagai *software* teknik perkapalan yang telah populer digunakan baik di kalangan akademis, peneliti dan perusahaan bidang teknik perkapalan. Pada tahap desain perahu ini menggunakan *principal dimension* berdasarkan data perahu ikan yang sudah didapatkan.

4. Analisis Stabilitas

Pada tahap ini dilakukan analisis stabilitas dari desain perahu ikan 2 GT yang sudah dibuat sebelumnya dengan menggunakan variasi perahu ketika berangkat yaitu dengan pembebanan BBM 100% dan ruang muat ikan 0%. Sedangkan untuk perahu dalam kondisi pulang menggunakan pembebanan BBM 25% dan ruang muat 100%. Pada kedua variasi tersebut dilakukan analisis stabilitas statis dan dinamis. Setelah itu dilakukan pencarian rentang tinggi gelombang untuk mengetahui tinggi maksimal gelombang yang dapat ditempuh oleh perahu ikan 2 GT tersebut. Rentang tinggi gelombang yang akan diuji memiliki selisih jarak sebanyak 50 cm dan dihitung dari tinggi gelombang 0 cm. Dalam memperoleh hasil analisis stabilitas pada tahap ini adalah dengan menggunakan *software stability*.

5. Validasi

Pada tahap selanjutnya adalah dilakukan validasi dari hasil analisis yang sudah didapatkan. Validasi disini menggunakan perhitungan manual untuk mengetahui apakah hasil analisis yang sudah didapatkan sudah sesuai dengan perhitungan manual. Tujuan dari dilakukannya proses validasi adalah untuk mengetahui apakah hasil yang sudah didapatkan menggunakan *software* sudah sesuai dengan perhitungan metode lain atau tidak.

6. Hasil

Pada tahap ini dilakukan peninjauan dari hasil uji stabilitas yang dilakukan dengan menggunakan *software stability*. Jika hasil yang didapatkan sudah sesuai dengan standar IMO 2008 maka tahap kesimpulan dan rekomendasi dapat dilakukan.

7. Kesimpulan

Dari hasil uji yang dilakukan dibentuk sebuah kesimpulan yang nantinya akan menjadi jawaban apakah perahu dengan desain yang ada, dan dengan pembebanan yang ada serta dengan ketinggian gelombang yang ada apakah sesuai dengan aspek stabilitas berdasarkan kriteria IMO 2008

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 *Re-Drawing Model*

Pada tahap penggambaran model ini, langkah awal yang harus dilakukan adalah pengukuran perahu yang sudah ditentukan. Pada penelitian ini perahu yang diukur adalah dengan ukuran 2 GT. Ada beberapa tahap dalam proses penggambaran model yang akan digunakan untuk analisis stabilitas adalah dimulai dari pengukuran perahu, dan penggambaran model 3D menggunakan *software* desain perahu.

4.1.1 Pengukuran Perahu

Sebelum dilakukan penggambaran model perahu 2 GT, dilakukan wawancara antara peneliti dengan pemilik perahu 2 GT tersebut. Dalam wawancara, adapun beberapa hal yang ditanyakan antara lain adalah ukuran perahu, muatan perahu, bobot kosong perahu, *draft* perahu, jumlah pemakaian bahan bakar, dan waktu beroperasi. Setelah dilakukan wawancara, peneliti mulai mengukur perahu dengan menggunakan alat meteran dan meteran *laser*. Proses pengukuran dimulai dari mengukur panjang dan lebar perahu, *draft* perahu, penentuan *midship* perahu, pengukuran panjang jarak setiap *station*, pengukuran tinggi *waterline*, dan pengukuran lebar setiap *station* pada setiap *waterline*, pengukuran tinggi *deck* perahu, dan yang terakhir adalah pengukuran panjang dan lebar cadik. Setelah didapatkan ukuran-ukuran yang dibutuhkan maka langkah selanjutnya adalah penggambaran model 3D.



Gambar 4.1 Pengukuran Perahu. (Dokumen Pribadi)

Pada penelitian ini, peneliti mendapatkan data yang akan dijadikan model perahu. Untuk penelitian ini memiliki data sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Ukuran Utama Perahu

Data Kapal	Ukuran
LOA	12 m
Lpp	10,9 m
B	1,4 m
t	0,47 m
H	1,36 m
Kapasitas Nelayan	3 Orang

Tabel 4. 2 Tabel Hidrostatik perahu

Data Kapal	Ukuran
Displacement	2711 kg
Draft	0,47
Wetter Area	22 m ²
Cp	0,75
Cb	0,14
Cm	0,801

Sebelum melanjutkan penelitian, peneliti harus memastikan apakah perahu yang sudah diukur memiliki kapasitas 2 GT. Maka perlu dilakukan perhitungan manual untuk menghitung GT. Kapal sebagai berikut:

$$GT = 0,25 \times V$$

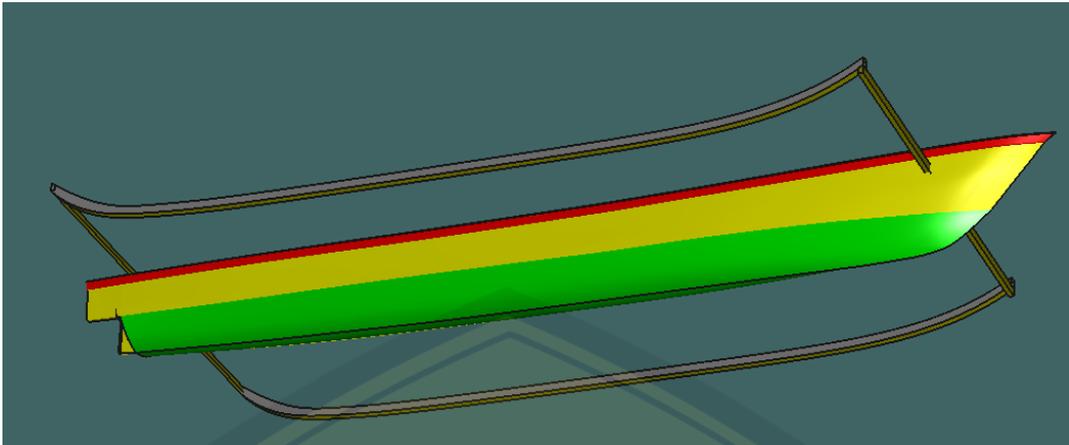
$$GT = 0,25 \times 7,28$$

$$GT = 1,82$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai sebesar 1,82 GT. Kemudian dapat dibulatkan menjadi 2 GT.

4.12 Penggambaran Model

Setelah dilakukan pengukuran perahu, langkah berikutnya adalah penggambaran model 3D dengan menggunakan *software modeller*. Langkah awal dalam pemodelan pada desani 3D perahu ini adalah dengan menentukan *frame of reference*. Setelah penentuan *frame of reference*, dibuat *buttock plane* pada menu *add shape*. Setelah *buttock plane* ditambahkan, ditambahkan *control point* untuk menentukan lebar lambung kapal per *waterline*. Setelah didapatkan beberapa *buttock plane*, setiap *control point* disambung dengan menggunakan menu *bond edges*. Setelah desain 3d dibuat, Langkah selanjutnya adalah menentukan *draft* perahu. Pada penelitian ini, perahu menggunakan *draft* setinggi 0,47 meter pada keadaan perahu kosong. Dari hasil pendesainan tersebut, maka akan didapatkan hasil desain sebagai berikut:



Gambar 4.2 Model 3D Perahu 2 GT Bercadik.

4.2 Analisis Numerik Stabilitas dan Validasi Hasil

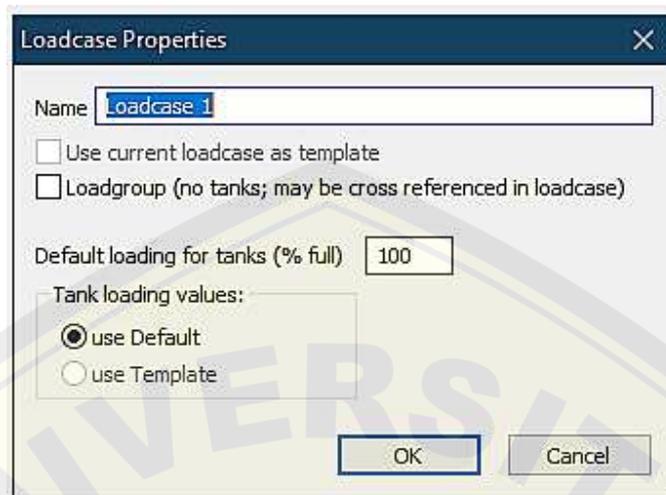
Setelah didapatkan desain 3D menggunakan *software modeller*, maka selanjutnya adalah menganalisis desain tersebut dengan *software* analisis stabilitas. Pada tahap ini dilakukan dengan tahapan awal dengan menginput desain 3D, data persentase *load tank*, kemudian input data jenis muatan perahu, berat dan jumlah muatan, titik tengah muatan dituliskan pada garis vertikal dan horizontal memanjang serta horizontal menyamping. Pada kondisi muatan tadi, dibagi menjadi empat jenis muatan yaitu muatan berangkat, beroperasi 1, beroperasi 2, dan pulang. Namun sebelum dilakukan analisis stabilitas, perlu dilakukan validasi terlebih dahulu agar hasil dari *software* dapat dipastikan memiliki hasil yang sesuai dengan perhitungan manual.

4.2.1 Analisis Stabilitas Perahu Pada Software

Tahap ini dimulai dengan menginput data sebagai salah satu contoh disini peneliti menggunakan perahu dalam kondisi berangkat. Pada kondisi ini dipilih karena pada kondisi ini memiliki tinggi *draft* yang hampir sama dengan ketika perahu keadaan kosong yaitu 0,47 meter, sedangkan pada kondisi berangkat memiliki draft 0,5 meter.

Pada tahap ini diawali dengan membuka atau memasukan model 3D yang sudah dibuat menggunakan *software* modeler sebelumnya. Selanjutnya adalah memasukan

nama loadcase atau muatan perahu yang akan dimuat dan presentase muatan tank yang akan dimasukkan seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Menu *Loadcase Properties*. (Dokumen Pribadi)

Langkah selanjutnya adalah menginput data kondisi tangki yang akan digunakan pada perahu. Disini peneliti menggunakan tangka bahan bakar yang memiliki kapasitas 20 kg. Langkah ini dapat dilihat pada gambar 4.4

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	Tank Minyak	Tank	100	100	0,9443	Fuel Oil	none	0,4	1,6	0,2	0,4	1,06	0,74

Gambar 4. 4 *Input Data* tangki. (Dokumen Pribadi)

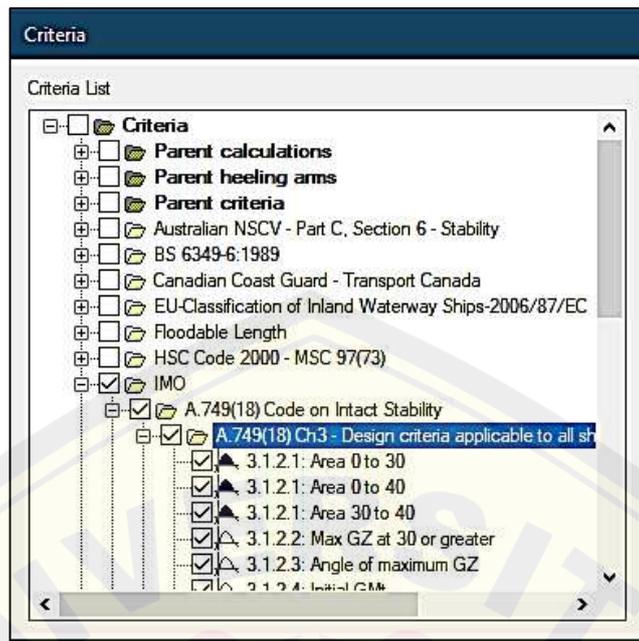
Langkah selanjutnya adalah menginput data muatan atau *loadcase* perahu sesuai dengan kondisi muatan yang akan diinput. Disini peneliti mengambil contoh muatan berangkat dengan kondisi muatan seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Muatan Perahu

Jenis Muatan	Berat (kg)	<i>Lonitudinal Arm</i>	<i>Transversal Arm</i>	<i>Vertical Arm</i>

<i>Lightship</i>	818	5,295	0,00	0,47
Mesin	60	0,8	0,2	1
Nelayan1	75	1,3	-0,12	0,875
Nelayan2	75	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	75	2,5	0,12	0,875
30 Tong Ikan	30	5,5	0,0	0,455
Jaring Ikan	10	9,1	0,440	0,6
Jaring Ikan	10	8,9	-0,440	0,58
Makanan dan Minuman	3	1,3	0,12	0,875
Tanki Minyak	20	0,9	0,3	0,785

Langkah selanjutnya adalah memasukan kriteria yang akan dipakai untuk melihat hasil perhitungan yang akan digunakan. Langkah tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Menu Pemilihan Kriteria.

Setelah semua data diinput, maka dilanjutkan dengan memulai analisis stabilitas. Pada tahap ini ditujukan untuk mendapatkan hasil GZ. Setelah proses analisis stabilitas selesai, maka hasil dari analisis tersebut dapat dilihat di tabel 4.2.

Tabel 4.4 Nilai GZ Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan Software

GZ	m
0	-0,008
10	0,223
20	0,275
30	0,269
40	0,247
50	0,217
60	0,18
70	0,122

80	0,047
90	-0,037

Setelah didapatkan hasil dari analisis stabilitas, maka langkah selanjutnya adalah validasi perhitungan nilai GZ yang sudah didapatkan.

4.2.2 Perhitungan Manual Stabilitas

Tahap validasi dimulai dengan menghitung secara manual pada analisis stabilitas. Untuk mencari hasil dari analisis stabilitas peneliti hanya membandingkan sampai dengan nilai GZ dari perhitungan manual. Perhitungan manual disini menggunakan rumus Rubianto untuk menghitung keseluruhan perhitungan terkecuali untuk perhitungan nilai BM. Nilai BM dihitung dengan menggunakan perhitungan Tchebycheff. Perhitungan manual ini dapat dijabarkan sebagai berikut dengan mengambil contoh pada derajat kemiringan 10 derajat:

Menghitung KB dengan perhitungan sebagai berikut (Rubianto, 1996):

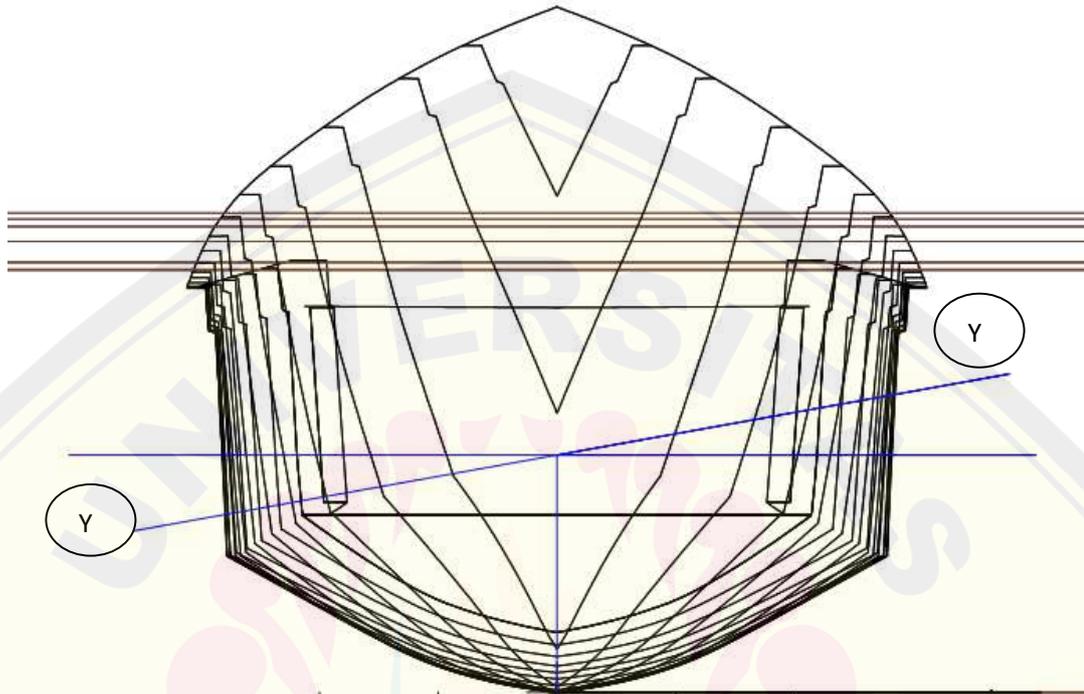
$$KB = 0,53 \times d$$

$$KB = 0,53 \times 0,5$$

$$KB = 0,265 \text{ m}$$

Menghitung BM dengan perhitungan sebagai berikut (Tchebycheff): Mencari Ya dan Yb pada setiap sudut dengan cara memindahkan desain bodyplan pada desain 3D menjadi 2D. Nilai Ya dan Yb diukur dengan mengukur panjang garis terhitung dari *midship* secara vertikal, dan pada garis *draft* untuk garis horizontal. Kemudian dari titik tersebut, dibuat garis dengan sudut yang dibutuhkan. Sebagai contoh peneliti menggunakan sudut 10 derajat. Setelah dibuat garis dengan kemiringan 10 derajat ke arah kanan atas dan 10 derajat ke kiri bawah, hingga berpotongan dengan garis station 3, 2, 1, 0, -3, -2, -1. Maka panjang garis itu yang akan diukur sebagai nilai Ya dan Yb.

Untuk Y_a adalah pada garis di sebelah kanan sedangkan Y_b sebelah kiri. Contoh pengukuran garis Y_a Y_b adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 Pengukuran Jarak Y_a dan Y_b .

Setelah didapatkan panjang setiap Y_a dan Y_b dari sudut 10 derajat sampai 90 derajat, maka Langkah selanjutnya adalah membuat tabel dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data panjang Y_a dan Y_b

Station	Y_a	Y_b	Y_a^2	Y_b^2	Y_a^3	Y_b^3
3	0,32	0,35	0,1024	0,1225	0,032768	0,042875
2	0,48	0,5	0,2304	0,25	0,110592	0,125
1	0,56	0,58	0,3136	0,3364	0,175616	0,195112

0	0,66	0,653	0,4356	0,426409	0,287496	0,278445
-1	0,63	0,61	0,3969	0,3721	0,250047	0,226981
-2	0,58	0,58	0,3364	0,3364	0,195112	0,195112
-3	0,53	0,52	0,2809	0,2704	0,148877	0,140608

Setelah dibuat tabel seperti di atas, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai $\Sigma Ya + \Sigma Yb$, $\Sigma Ya^2 - \Sigma Yb^2$, $\Sigma Ya^3 + \Sigma Yb^3$, e , I_x , I_{kur} , I_{xo} , BM dengan langkah sebagai berikut (Tchebycheff):

1. $\Sigma Ya + \Sigma Yb = 7,553$
2. $\Sigma Ya^2 - \Sigma Yb^2 = -0,018$
3. $\Sigma Ya^3 + \Sigma Yb^3 = 2,404$
4. $e = (\Sigma Ya + \Sigma Yb) / 2 (\Sigma Ya + \Sigma Yb) = -0,001$
5. $I_x = 1/3 \times Lpp \times \Sigma Ya^3 + \Sigma Yb^3 = 8,817$
6. $I_{kur} = Lpp \times \Sigma Ya + \Sigma Yb \times e = 0,0001$
7. $I_{xo} = (I_x) - I_{kur} = 8,81$
8. $BM = I_{xo} \times Volume = 1,384 \text{ m}$

Menghitung KM dengan perhitungan seagai berikut (Rubianto):

$$KM = KB + BM$$

$$KM = 0,265 + 1,384$$

$$KM = 1,649 \text{ m}$$

Untuk mendapatkan nilai KG, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan jenis muatan, berat permuatan, dan panjang titik tengah muatan dari titik K ketika barang atau muatan tersebut sudah akan dinaikan ke perahu. Untuk data itu dapat ditampilkan sebagai berikut (Rubianto, 1996):

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai KG

Jenis Muatan	Berat (kg)	Panjang jarak titik tengah muatan dari titik K (m)
<i>Lightship</i>	818	0,47
Mesin	60	1
Nelayan1	75	0,875
Nelayan2	75	0,875
Nelayan3	75	0,875
30 Tong Ikan	30	0,455
Jaring Ikan	10	0,6
Jaring Ikan	10	0,58
Makanan dan Minuman	3	0,875
Tank Minyak	20	0,785

Setelah didapatkan data sebagai di atas, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah berat dari semua muatan dan jumlah moment yang dihasilkan dengan rumus sebagai berikut:

$$KG = \Sigma \text{ moment} / \Sigma \text{ Weight}$$

$$KG = 2292 \text{ kg.m} / 4599 \text{ kg}$$

$$KG = 0,49 \text{ m}$$

Setelah didapatkan nilai KG maka Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai GM. Untuk menghitung nilai GM adalah dengan rumus sebagai berikut (Rubianto, 1996):

$$GM = KM - KG$$

$$GM = 1,649 - 0,49$$

$$GM = 1,159 \text{ m}$$

Setelah didapatkan nilai GM, maka selanjutnya adalah menghitung nilai GZ dengan rumus sebagai berikut (Rubianto, 1996):

$$GZ = GM \times \sin \theta$$

$$GZ = 1,159 \times \sin 10^\circ$$

$$GZ = 0,201 \text{ m}$$

Setelah didapatkan panjang GZ pada sudut 10° maka langkah selanjutnya adalah melakukan semua langkah tadi pada sudut kemiringan 20° sampai 90° . Maka akan didapatkan hasil yang akan ditampilkan pada tabel 4.7.

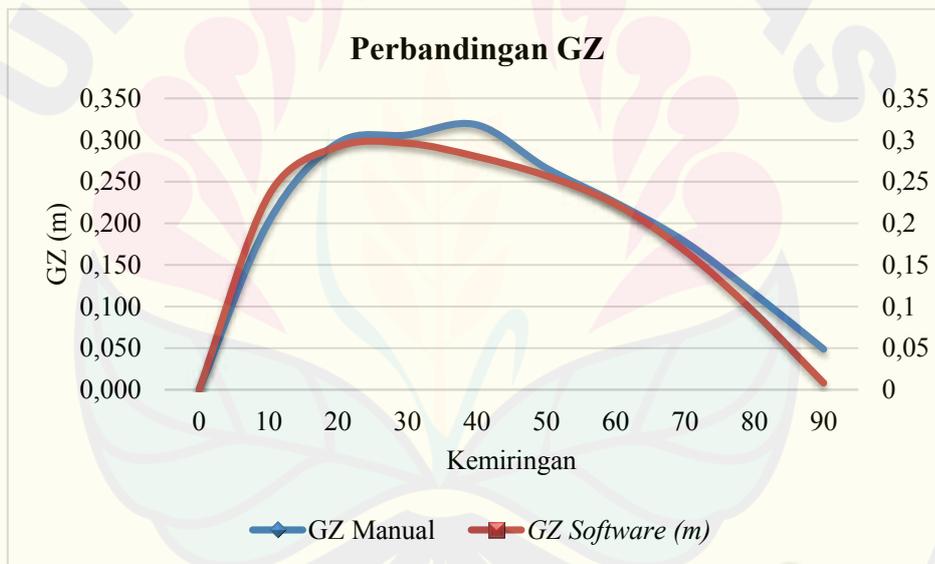
Tabel 4. 7 Tabel GZ Perhitungan Manual

Sudut	GZ (m)
10	0,201
20	0,296
30	0,306
40	0,318
50	0,266
60	0,224
70	0,177
80	0,115

90	0,048
----	-------

4.2.3 Hasil Validasi

Dari hasil yang sudah dikerjakan diatas, peneliti mengambil contoh pada sudut 10° untuk dilakukan validasi. Dari perhitungan menggunakan *software* stabilitas kapal didapatkan nilai GZ sebesar 0,233 m sedangkan pada perhitungan manual mendapatkan nilai sebesar 0,201 m. Untuk menghitung validasi tersebut menggunakan toleransi terbesar yaitu sebesar 2%. Maka range dari hasil 0,223 m ke 0,201 m yaitu sebesar 1,10%. Maka nilai 0,201 m masih berada di bawah 2% sehingga dari validasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penelitian menggunakan *software* stabilitas kapal dapat dilanjutkan. Untuk menunjang validasi tadi juga dilakukan perhitungan sampai dengan 90° dengan hasil keseluruhan masih dibawah 2%. Data dapat dilihat pada gambar 4.4 dan tabel 4.5 :



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan GZ

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan *Software* Dan Manual

GZ <i>Software</i> (m)	GZ Manual (m)	Error (%)
------------------------	---------------	-----------

0,223	0,201	1,1094
0,275	0,296	0,9290
0,269	0,306	0,8790
0,247	0,318	0,7767
0,217	0,266	0,8157
0,18	0,224	0,8035
0,122	0,177	0,6892
0,047	0,115	0,4086
-0,037	0,048	0,7708

4.3 Analisis Stabilitas Statis dan Dinamis

Setelah dilakukan validasi perhitungan maka langkah selanjutnya adalah proses analisis stabilitas statis dan dinamis dengan menggunakan *software* analisis stabilitas. Dari hasil tersebut, langkah selanjutnya adalah mengoreksi apakah hasil yang didapatkan sudah sesuai dengan standar yang sudah dikeluarkan oleh IMO atau tidak. Perhitungan stabilitas statis dan dinamis dapat dilihat sebagai berikut:

4.3.1 Analisis Stabilitas pada Muatan Berangkat

Dalam proses ini dilakukan input data muatan yang sesuai dengan pemuatan berangkat nelayan dengan detail pemuatan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Tabel Muatan Kondisi Berangkat

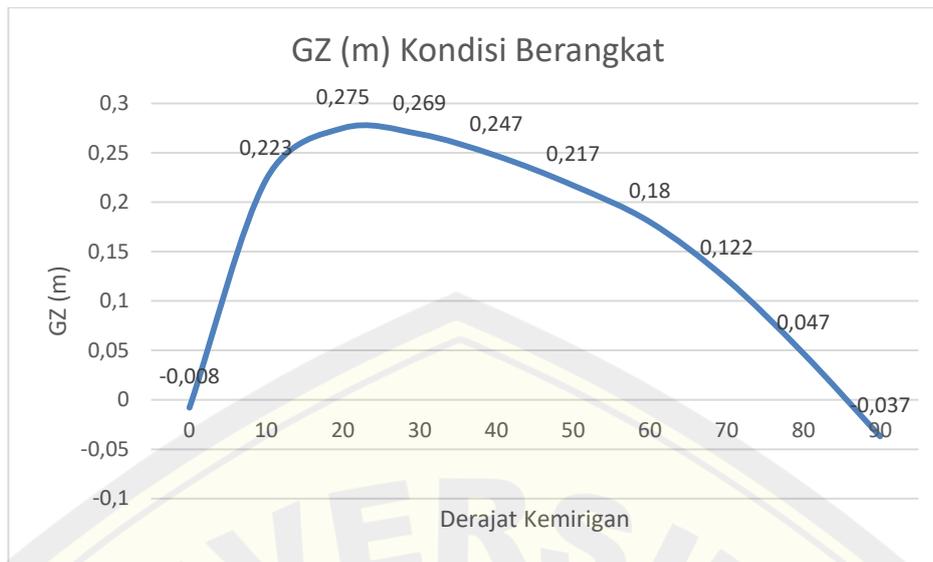
Jenis Muatan	Berat (kg)	<i>Lonitudinal</i> <i>Arm</i>	<i>Transversal</i> <i>Arm</i>	<i>Vertical</i> <i>Arm</i>
<i>Lightship</i>	818	5,295	0,00	0,47
Mesin	60	0,8	0,2	1
Nelayan1	75	1,3	-0,12	0,875
Nelayan2	75	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	75	2,5	0,12	0,875

30 Tong Ikan	30	5,5	0,0	0,455
Jaring Ikan	10	9,1	0,440	0,6
Jaring Ikan	10	8,9	-0,440	0,58
Makanan dan Minuman	3	1,3	0,12	0,875
Tanki Minyak	20	0,9	0,3	0,785

Pada kondisi berangkat memiliki pemuatan 0% pada tong ikan. Setelah data diatas sudah diinput, maka langkah selanjutnya adalah dilakukan proses analisa stabilitas statis. Dari proses tersebut, hasil akan dimasukkan ke dalam kriteria IMO yang dapat disajikan sebagai berikut:

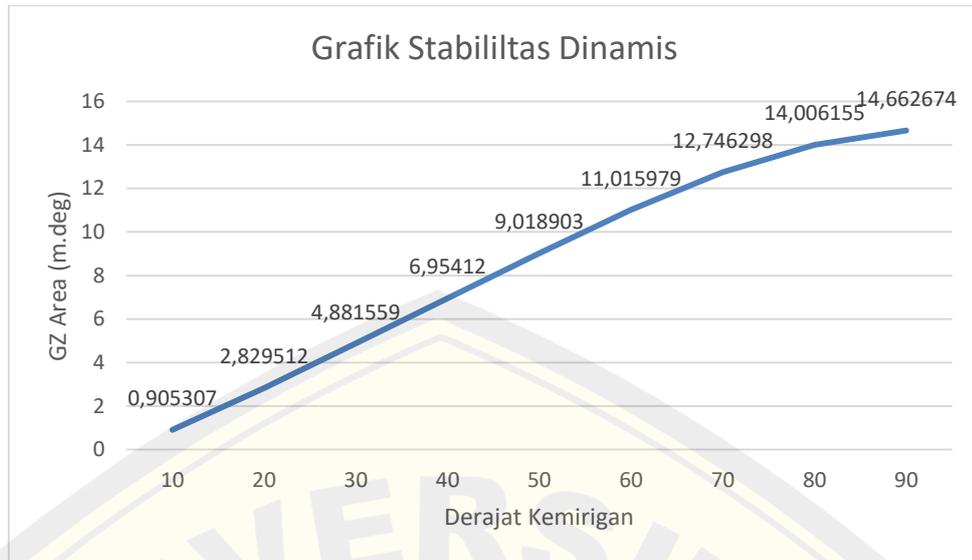
1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,516 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 9,102 m.deg.
3. Luas dari sudut 30° - 40° adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,586m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,269 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $21,8^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,363 m.

Dari data yang ditampilkan diatas dapat dilihat bahwa dalam enam kriteria IMO semuanya sudah melebihi nilai minimal kriteria tersebut sehingga dapat dikatakan sesuai dengan standari stabilitas IMO. Adapun grafik nilai stabilitas statis dan stabilitas dinamis dari analisis diatas adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Grafik GZ Kondisi Berangkat

Pada grafik diatas terlihat GZ maksimal berada pada sudut kemiringan 20° . maka dari itu desain dan pembebanan perahu pada kondisi ini sesuai dengan standar IMO pada point 4 dan 5. Pada grafik diatas juga menunjukkan bahwa setelah sudut kemiringan 20° , terjadi penurunan GZ hingga pada titik kemiringan 90° . Hal ini berkaitan dengan pada kemiringan 20° memiliki titik BM tertinggi.



Gambar 49 Grafik Stabilitas Dinamis Kondisi Berangkat

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi derajat kemiringan perahu, maka semakin besar pula GZ area pada perahu. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi besaran GZ maka nilai GZ area akan semakin membesar sampai nilai GZ menunjukkan angka minus. (Ari, 2018). Pada grafik diatas pula dapat dilihat luas kuva stabilitas sudah sesuai dengan kriteria IMO pada kriteria 1 sampai 3.

4.3.2 Analisis Stabilitas pada Keadaan Beroperasi 1

Dalam proses ini dilakukan input data muatan yang sesuai dengan pemuatan berangkat nelayan dengan detail pemuatan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Tabel Muatan Kondisi Beroperasi 1

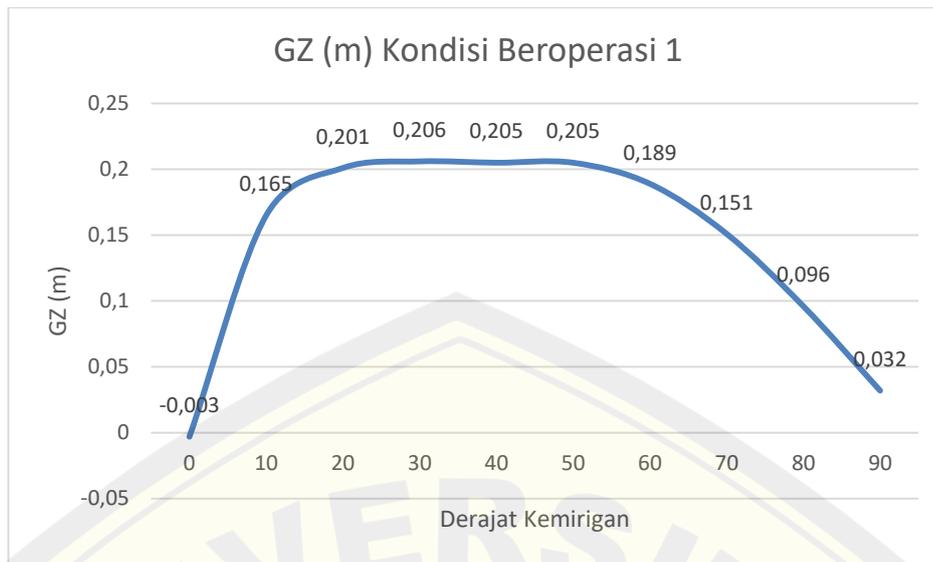
Jenis Muatan	Berat (kg)	<i>Lonitudinal Arm</i>	<i>Transversal Arm</i>	<i>Vertical Arm</i>
<i>Lightship</i>	818	5,295	0,00	0,47
Mesin	60	0,8	0,2	1
Nelayan1	75	1,3	-0,12	0,875
Nelayan2	75	2,2	-0,12	0,875

Nelayan ³	75	2,5	0,12	0,875
30 Tong Ikan	750	5,5	0,0	0,455
Jaring Ikan	10	9,1	0,440	0,6
Jaring Ikan	10	8,9	-0,440	0,58
Makanan dan Minuman	3	1,3	0,12	0,875
Tanki Minyak	15	0,9	0,3	0,785

Dari data diatas maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan proses Analisa stabilitas statis. Dari proses tersebut, hasil akan dimasukkan ke dalam kriteria IMO yang dapat disajikan sebagai berikut:

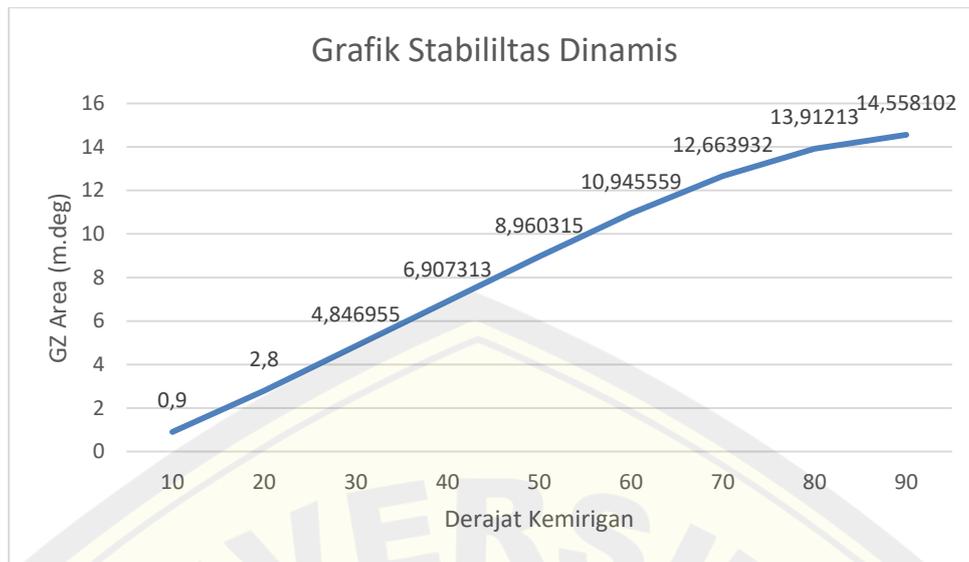
1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 4,847 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,907 m.deg.
3. Luas dari sudut 30° - 40° adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,060 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,27 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $31,8^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,330 m.

Dari data yang ditampilkan diatas dapat dilihat bahwa dari enam kriteria IMO semuanya sudah melebihi nilai minimal kriteria tersebut sehingga dapat dikatakan sesuai dengan standari stabilitas IMO. Adapun grafik nilai GZ stabilitas statis dan GZ area stabilitas dinamis dari analisis diatas adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10 Grafik GZ Kondisi Beroperasi 1

Pada grafik diatas terlihat GZ maksimal berada pada sudut kemiringan 30° . maka dari itu desain dan pembebanan perahu pada kondisi ini sesuai dengan standar IMO pada point 4 dan 5. Pada grafik diatas juga menunjukkan bahwa setelah sudut kemiringan 30° , terjadi penurunan GZ hingga pada titik kemiringan 90° . Hal ini berkaitan dengan pada kemiringan 30° memiliki titik BM tertinggi.



Gambar 4.11 Grafik Stabilitas Dinamis Kondisi Muatan Beroperasi 1

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi derajat kemiringan perahu, maka semakin besar pula GZ area pada perahu. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi besaran GZ maka nilai GZ area akan semakin membesar sampai nilai GZ menunjukkan angka minus. Pada grafik diatas pula dapat dilihat luas kuva stabilitas sudah sesuai dengan kriteria IMO pada kriteria 1 sampai 3.

4.3.3 Analisis Stabilitas pada Keadaan Beroperasi 2

Dalam proses ini dilakukan input data muatan yang sesuai dengan pemuatan berangkat nelayan dengan detail pemuatan sebagai berikut:

Tabel 4.11 Tabel Muatan Kondisi Beroperasi 2

Jenis Muatan	Berat (kg)	<i>Lonitudinal Arm</i>	<i>Transversal Arm</i>	<i>Vertical Arm</i>
<i>Lightship</i>	818	5,295	0,00	0,47
Mesin	60	0,8	0,2	1
Nelayan1	75	1,3	-0,12	0,875

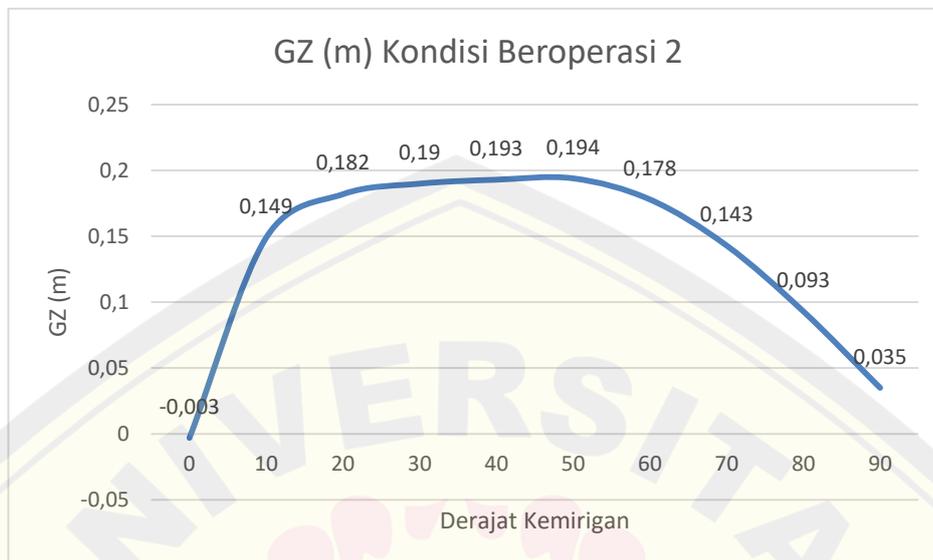
Nelayan2	75	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	75	2,5	0,12	0,875
30 Tong Ikan	1125	5,5	0,0	0,455
Jaring Ikan	10	9,1	0,440	0,6
Jaring Ikan	10	8,9	-0,440	0,58
Makanan dan Minuman	3	1,3	0,12	0,875
Tanki Minyak	10	0,9	0,3	0,785

Dari data diatas maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan proses Analisa stabilitas statis. Dari proses tersebut, hasil akan dimasukan ke dalam kriteria IMO yang dapat disajikan sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 4,379 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,295 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 1,915 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,195 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $46,4^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,290 m.

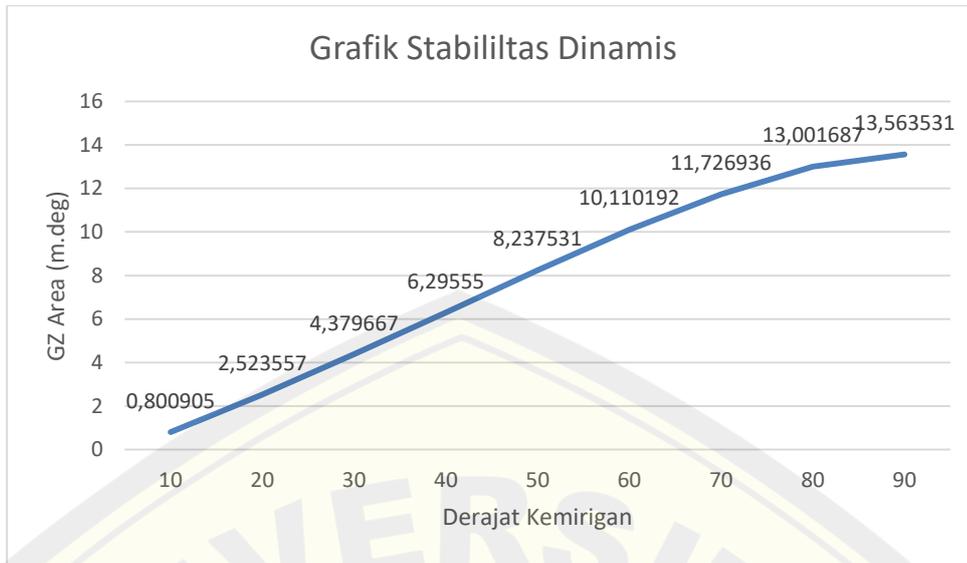
Dari data yang ditampilkan diatas dapat dilihat bahwa dalam enam kriteria IMO semuanya sudah melebihi nilai minimal kriteria terkecuali pada kriteria ke 4 yang memiliki nilai kurang 0,005 meter. Namun angka ini terhitung sangat kecil sehingga

dapat dikatakan memiliki stabilitas yang baik. Adapun grafik nilai stabilitas statis dan stabilitas dinamis dari analisis diatas adalah sebagai berikut:



Gambar 4.12 Grafik GZ Kondisi Beroperasi 2

Pada grafik diatas terlihat GZ maksimal berada pada sudut kemiringan 50°. maka dari itu desain dan pembebanan perahu pada kondisi ini sesuai dengan standar IMO pada point 5. Pada grafik diatas juga menunjukkan bahwa setelah sudut kemiringan 50°, terjadi penurunan GZ hingga pada titik kemiringan 90°. Hal ini berkaitan dengan pada kemiringan 50° memiliki titik BM tertinggi.



Gambar 4.13 Grafik Stabilitas Dinamis Muatan beroperasi 2

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi derajat kemiringan perahu, maka semakin besar pula GZ area pada perahu. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi besaran GZ maka nilai GZ area akan semakin membesar sampai nilai GZ menunjukkan angka minus. Pada grafik diatas pula dapat dilihat luas kuva stabilitas sudah sesuai dengan kriteria IMO pada kriteria 1 sampai 3.

4.3.4 Analisis Stabilitas pada Keadaan Pulang

Dalam proses ini dilakukan input data muatan yang sesuai dengan pemuatan berangkat nelayan dengan detail pemuatan sebagai berikut:

Tabel 4.12 Tabel Muatan Kondisi Pulang

Jenis Muatan	Berat (kg)	<i>Lonitudinal Arm</i>	<i>Transversal Arm</i>	<i>Vertical Arm</i>
<i>Lightship</i>	818	5,295	0,00	0,47
Mesin	60	0,8	0,2	1
Nelayan1	75	1,3	-0,12	0,875

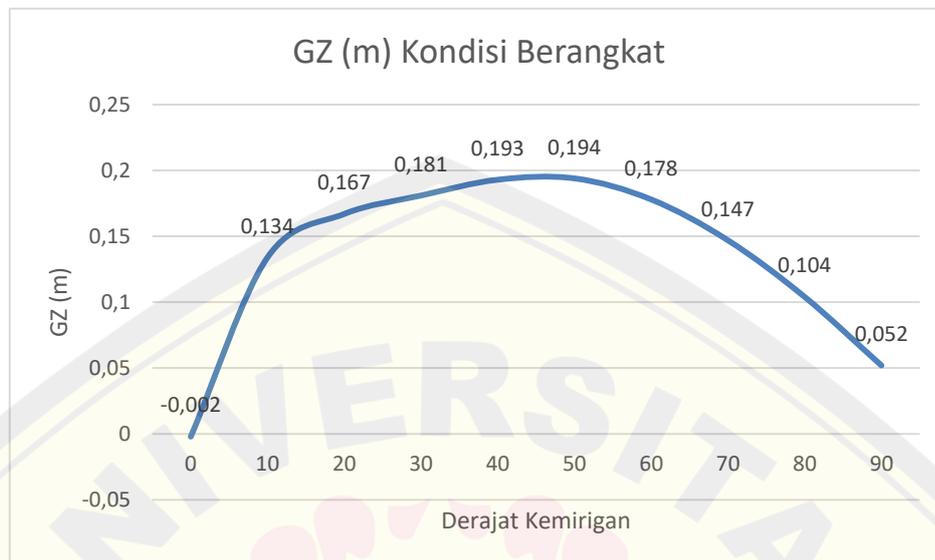
Nelayan2	75	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	75	2,5	0,12	0,875
30 Tong Ikan	1500	5,5	0,0	0,455
Jaring Ikan	10	9,1	0,440	0,6
Jaring Ikan	10	8,9	-0,440	0,58
Makanan dan Minuman	3	1,3	0,12	0,875
Tanki Minyak	5	0,9	0,3	0,785

Dari data diatas maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan proses Analisa stabilitas statis. Dari proses tersebut, hasil akan dimasukan ke dalam kriteria IMO yang dapat disajikan sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 4,034 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 5,912 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 1,878 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,195 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $46,4^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 2,757 m.

Dari data yang ditampilkan diatas dapat dilihat bahwa dalam enam kriteria IMO semuanya sudah melebihi nilai minimal kriteria terkecuali pada kriteria ke 4 yang memiliki nilai kurang 0,005 meter. Namun angka ini terhitung sangat kecil sehingga dapat dikatakan memiliki stabilitas yang baik sehingga dapat dikatakan sesuai dengan

standari stabilitas IMO. Adapun grafik nilai stabilitas statis dan stabilitas dinamis dari analisis diatas adalah sebagai berikut:



Gambar 4.14 Grafik GZ Kondisi Pulang

Pada grafik diatas terlihat GZ maksimal berada pada sudut kemiringan 50°. maka dari itu desain dan pembebanan perahu pada kondisi ini sesuai dengan standar IMO pada point 5. Pada grafik diatas juga menunjukkan bahwa setelah sudut kemiringan 50°, terjadi penurunan GZ hingga pada titik kemiringan 90°. Hal ini berkaitan dengan pada kemiringan 50° memiliki titik BM tertinggi.



Gambar 4.15 Grafik Stabilitas Dinamis Kondisi Muatan Pulang

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi derajat kemiringan perahu, maka semakin besar pula GZ area pada perahu. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi besaran GZ maka nilai GZ area akan semakin membesar sampai nilai GZ menunjukkan angka minus.

4.4 Analisis Stabilitas pada Kondisi Gelombang Tertentu

Analisis berikutnya adalah menganalisis stabilitas desain perahu pada ketinggian gelombang tertentu untuk melihat ketahanan perahu ketika dihadapkan dengan suatu keadaan bergelombang. Pada analisis ini peneliti menggunakan contoh muatan perahu pada kondisi berangkat, dikarenakan pada kondisi ini, perahu memiliki kondisi stabilitas yang terbaik dari ketiga kondisi yang lain. Hasil analisis sebagai berikut:

4.4.1 Analisis pada Ketinggian Gelombang 0,5 meter

Langkah pertama dalam analisis ini adalah menginput data yang diperlukan seperti desain, muatan perahu, tangki, dan lain lain. Setelah input data selesai maka selanjutnya adalah menginput ketinggian gelombang yang akan dipakai. Ketinggian

gelombang yang dipakai pertama adalah ketinggian 0,5 meter, dengan panjang gelombang menggunakan data sebagai berikut (BMKG, 2023):

Panjang gelombang : 20 meter

Tinggi gelombang : 0,5 meter

Setelah didapatkan ukuran panjang gelombang, data panjang gelombang diinput dengan data ketinggian gelombang. Kemudian Langkah terakhir adalah memulai proses analisis stabilitas. Didapatkan hasil dengan standarisasi IMO sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,549 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 9,132 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,583 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,268 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $19,1^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,261 m.

Jika dilihat pada tabel diatas maka semua kriteria sudah melebihi kriteria IMO atau sesuai dengan standari stabilitas IMO. Sehingga dapat diasumsikan bahwa desain perahu pada ketinggian gelombang 0,5 meter masih dikatakan aman.

4.4.2 Analisis pada Ketinggian Gelombang 1 meter

Langkah pertama dalam analisis ini adalah menginput data yang diperlukan seperti desain, muatan perahu, tangki, dll. Setelah input data selesai maka selanjutnya

adalah menginput ketinggian gelombang dengan panjang gelombang menggunakan data sebagai berikut (BMKG, 2023):

Panjang gelombang : 20 meter

Tinggi gelombang : 1 meter

Setelah didapatkan ukuran panjang gelombang, data panjang gelombang diinput dengan data ketinggian gelombang. Kemudian Langkah terakhir adalah memulai proses analisis stabilitas. Didapatkan hasil dengan standarisasi IMO sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,452 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 9,029 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,577 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,267 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $22,7^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,188 m.

Jika dilihat pada tabel diatas maka semua kriteria sudah melebihi kriteria IMO atau sesuai dengan standari stabilitas IMO. Sehingga dapat diasumsikan bahwa desain perahu pada ketinggian gelombang 1 meter masih dikatakan aman.

4.4.3 Analisis pada Ketinggian Gelombang 1,5 meter

Langkah pertama dalam analisis ini adalah menginput data yang diperlukan seperti desain, muatan perahu, tangki, dll. Setelah input data selesai maka selanjutnya

adalah menginput ketinggian gelombang dengan panjang gelombang menggunakan data sebagai berikut (BMKG, 2023):

Panjang gelombang : 20 meter

Tinggi gelombang : 1,5 meter

Setelah didapatkan ukuran panjang gelombang, data panjang gelombang diinput dengan data ketinggian gelombang. Kemudian Langkah terakhir adalah memulai proses analisis stabilitas. Didapatkan hasil dengan standarisasi IMO sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,298 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 8,853 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,555 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,263 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $27,3^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 1,145 m.

Jika dilihat pada tabel diatas maka semua kriteria sudah melebihi kriteria IMO atau sesuai dengan standari stabilitas IMO, terkecuali pada kriteria no.6 dimana nilai GM pada gelombang 1,5 meter tidak mencapai 0,15m. Namun angka ini masih terhitung kecil sehingga dapat diasumsikan bahwa desain perahu pada ketinggian gelombang 1,5 meter masih dikatakan aman.

4.4.4 Analisis pada Ketinggian Gelombang 2 meter

Langkah pertama dalam analisis ini adalah menginput data yang diperlukan seperti desain, muatan perahu, tangki, dll. Setelah input data selesai maka selanjutnya adalah menginput ketinggian gelombang dengan panjang gelombang menggunakan data sebagai berikut (BMKG, 2023):

Panjang gelombang : 20 meter

Tinggi gelombang : 2 meter

Setelah didapatkan ukuran panjang gelombang, data panjang gelombang diinput dengan data ketinggian gelombang. Kemudian Langkah terakhir adalah memulai proses analisis stabilitas. Didapatkan hasil dengan standarisasi IMO sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,149 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 8,647 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,498 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,257 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $29,1^\circ$
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,118 m.

Jika dilihat pada table diatas maka semua kriteria sudah melebihi kriteria IMO atau sesuai dengan standari stabilitas IMO terkecuali pada kriteria no. 6 dimana nilai GM pada gelombang 2 meter tidak mencapai 0,15m. Angka ini sudah terhitung cukup

besar sehingga dapat diasumsikan bahwa desain perahu pada ketinggian gelombang 2 meter dapat dikatakan tidak aman.

4.4.5 Analisis pada Ketinggian Gelombang 2,5 meter

Langkah pertama dalam analisis ini adalah menginput data yang diperlukan seperti desain, muatan perahu, tangki, dll. Setelah input data selesai maka selanjutnya adalah menginput ketinggian gelombang dengan panjang gelombang menggunakan data sebagai berikut (BMKG, 2023):

Panjang gelombang : 20 meter

Tinggi gelombang : 2,5 meter

Setelah didapatkan ukuran panjang gelombang, data panjang gelombang diinput dengan data ketinggian gelombang. Kemudian Langkah terakhir adalah memulai proses analisis stabilitas. Didapatkan hasil dengan standarisasi IMO sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 6,024 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 8,438 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,414 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,248 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° memiliki nilai hasil sebesar $29,1^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,105 m.

Jika dilihat pada table diatas maka semua kriteria sudah melebihi kriteria IMO atau sesuai dengan standari stabilitas IMO terkecuali pada kriteria no. 6 dimana nilai

GM pada gelombang 2,5 meter tidak mencapai 0,15m. Angka ini sudah terhitung cukup besar sehingga dapat diasumsikan bahwa desain perahu pada ketinggian gelombang 2,5 meter dapat dikatakan tidak aman.

4.4.6 Analisis pada Ketinggian Gelombang 3 meter

Langkah pertama dalam analisis ini adalah menginput data yang diperlukan seperti desain, muatan perahu, tangki, dll. Setelah input data selesai maka selanjutnya adalah menginput ketinggian gelombang dengan panjang gelombang menggunakan data sebagai berikut (BMKG, 2023):

Panjang gelombang : 20 meter

Tinggi gelombang : 3 meter

Setelah didapatkan ukuran panjang gelombang, data panjang gelombang diinput dengan data ketinggian gelombang. Kemudian Langkah terakhir adalah memulai proses analisis stabilitas. Didapatkan hasil dengan standarisasi IMO sebagai berikut:

1. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 30° adalah sebesar 0,055 m.rad (3,151 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 5,914 m.deg.
2. Luas dibawah kurva stabilitas sampai sudut kemiringan 40° adalah sebesar 0,09 m.rad (5,157 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 8,244 m.deg.
3. Luas dari sudut $30^\circ - 40^\circ$ adalah sebesar 0,03 m.rad (1,719 m.degree) memiliki nilai hasil sebesar 2,329 m.deg.
4. Besarnya lengan stabilitas pada sudut kemiringan 30° adalah 0,2 m. Memiliki nilai hasil sebesar 0,239 m.
5. Sudut maksimum kurva GZ harus lebih dari 15° , memiliki nilai hasil sebesar $16,4^\circ$.
6. Tinggi metacentra (GM) minimum adalah 0,15 m memiliki nilai hasil sebesar 0,084 m.

Jika dilihat pada table diatas maka semua kriteria sudah melebihi kriteria IMO atau sesuai dengan standari stabilitas IMO terkecuali pada kriteria no. 6 dimana nilai GM pada gelombang 3 meter tidak mencapai 0,15m. Angka ini sudah terhitung cukup besar sehingga dapat diasumsikan bahwa desain perahu pada ketinggian gelombang 3 meter dapat dikatakan tidak aman.



BAB 5 PENUTUP**5.1 Kesimpulan**

Adapun beberapa kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang ada, dan diambil dari penelitian peneliti, adalah sebagai berikut:

1. Perahu ikan 2 GT produksi Cilacap pada kondisi muatan ketika berangkat (muatan ikan sebanyak 0%) mengalami keadaan stabilitas yang baik berdasarkan dengan kriteria IMO. Dimana pada setiap kriterianya sudah memenuhi standar minimal kriteria IMO.
2. Perahu ikan 2 GT produksi Cilacap pada kondisi muatan ketika beroperasi 1 (muatan ikan sebanyak 50%) mengalami keadaan stabilitas yang baik berdasarkan dengan kriteria IMO. Dimana pada setiap kriterianya sudah memenuhi standar minimal kriteria IMO. Dan pada perahu ikan 2 GT produksi Cilacap pada kondisi muatan ketika beroperasi 2 (muatan ikan sebanyak 75%) mengalami keadaan stabilitas yang kurang baik, dikarenakan memiliki nilai kurang pada salah satu kriteria yaitu pada kriteria 4 dimana nilai minimal kriteria adalah 0,200 sedangkan nilai analisis memiliki nilai 0,195 . Hal ini dikarenakan bobot perahu yang dimuat semakin berat. Namun angka tersebut masih terhitung sangat kecil. Maka dapat diasumsikan pada keadaan ini stabilitas perahu baik, berdasarkan dengan kriteria IMO.
3. Perahu ikan 2 GT produksi Cilacap pada kondisi muatan ketika pulang (muatan ikan sebanyak 100%) mengalami keadaan stabilitas yang kurang baik, dikarenakan memiliki nilai kurang pada salah satu kriteria yaitu pada kriteria 4 dimana nilai minimal kriteria adalah 0,200 sedangkan nilai analisis memiliki nilai 0,195 . Hal ini dikarenakan bobot perahu yang dimuat semakin berat. Namun angka tersebut masih terhitung sangat kecil. Maka dapat diasumsikan pada keadaan ini stabilitas perahu baik, berdasarkan dengan kriteria IMO.

4. Pada penambahan gelombang dari ketinggian 0,5 m sampai dengan 1 m, perahu ikan 2 GT sudah memenuhi semua kriteria IMO dan dapat dikatakan pada gelombang tersebut, keadaan perahu masih sangat stabil. Pada ketinggian gelombang 1,5 m perahu ikan 2 GT ini mengalami nilai dibawah kriteria No.6 yaitu tinggi GM harus diatas 0,15 m. Pada kriteria ini memiliki nilai kurang sebesar 0,005 m. Namun angka ini masih terhitung cukup kecil sehingga pada ketinggian gelombang 1,5 masih bisa diasumsikan lebih baik tidak berlayar. Kemudian pada kondisi gelombang dengan ketinggian 2 m sampai 3 m, perahu memiliki nilai kriteria yang tidak tercukupi pada kriteria IMO No. 6 yaitu tinggi GM harus diatas 0,15 m. pada ketinggian gelombang tersebut memiliki nilai kurang sebesar 0,032, 0,045 , 0,066. Nilai tersebut sudah terhitung cukup besar sehingga pada tinggi gelombang tersebut, perahu ini sudah tidak boleh berlayar.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dari peneliti untuk penelitian kedepannya, adalah sebagai berikut:

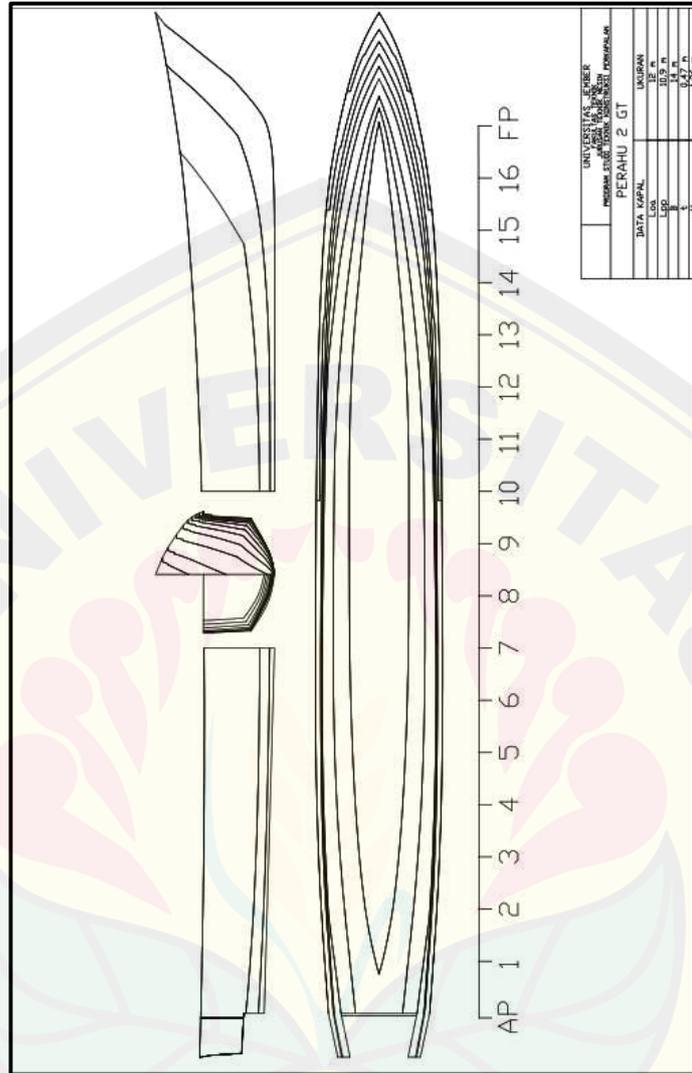
1. Menghitung dan menganalisis *seakeeping* dan gerak *manuevering* pada paerahu.
2. Melakukan analisis penambahan *ballast* perahu untuk kestabilan.
3. Melakukan analisis variasi cadik untuk stabilitas terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, W., & Ali, B., Danang, A. (2019). Station-keeping Performance Prediction of BPPT's Design of Decommissioning Offshore Platform Vehicle. Proceedings of The 4th International Conference on Marine Technology.
- Ichsan, O. (2013). Kriteria Stabilitas Kapal Yang Beroperasi Di Perairan Indonesia. Universitas Hasanuddin, 48-124.
- Mahdiana, I. A., Dewanti, L. P., dan Zidni, I. (2017). Karakteristik Dimensi Utama Kapal Perikanan Pukat Pantai (Beach Seine) Di Pangandaran. Universitas Padjajaran. 6(2), 48-53.
- Manullang, S., Ricky D., (2014). Kajian Stabilitas Kapal Ikan Muroami Pada Tiga Kondisi Muatan Kapal Di Kepulauan Seribu Dengan Menggunakan Metode Pgz (Lanjutan). Universitas Darma Persada.
- Muntaha, A., Sumarno., Sahri M., Slamet, W. (2013). Kajian Kecepatan Kapal Purse Seiner Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Di Perairan Probolinggo, Universitas Brawijaya. 6(1).
- Nur, I., Purwo J., & Amir M. (2019). Rancangan Konstruksi Kapal Penangkap Ikan 60 Gt Untuk Nelayan Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu Kota Serang. Jurnal Ilmiah Giga. 22(2), 85-92.
- Palembag, S., Alfret., F. (2013). Kajian Rancang Bangun Kapal Ikan Fibreglass Multifungsi 13 Gt Di Galangan Kapal Cv Cipta Bahari Nusantara Minahasa Sulawesi Utara. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan Tangkap. 1(3),87-92.
- Paroka, D., Asri, S., Mislihah, Sarna, M. A., & Haswar (2012). Pengaruh Karakteristik Geometri Terhadap Stabilitas Kapal. Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan. 10,1-8.
- Purwangka, F., Sugeng., Budhi., John. (2013). Kebijakan Internasional Mengenai Keselamatan Nelayan. Buletin PSP. 21(1),51-65.

- Sianturi, D. S. A., Permana, S. M., 2013. Analisis Stabilitas Terhadap Operasional Desain Kapal Ikan 20 GT Di Palabuhanratu, Jurnal Kelautan Nasional, 8(3),120-126.
- Siti., Aulia A., 2020. Desain Dan Stabilitas Kapal Purse Seine Di Kabupaten Tanah Laut, Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat, 5(1),55-60.
- Setiawan, A., 2018. Analisis Karakteristik Gerakan dan Stabilitas Dinamis KMP SMS Swakarya di Perairan Selat Bali. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 21-48.
- Suardi, W. Setiawan, R. J. Ikhwan, H. D. Salma. 2018. Desain Kapal Penangkap Ikan Multipurpose 70 GT. Jurnal Inovtek Polbeng. 8(2),175-180.
- Wibawa, A., Analisa Devinisi Kapal Ikan Purse Seine 109 Gt Km. Surya Redjek. Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN



Lines Plan Perahu 2 GT

Tabel loadcase perahu pada keadaan berangkat

<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass</i>	<i>Total Mass</i>	<i>Long. Arm</i>	<i>Trans. Arm</i>	<i>Vert. Arm</i>
<i>Lightship</i>	100%	0,813	0,813	5	0	0,4
Mesin	1	0,06	0,06	0,8	0,2	1
Nelayan1	1	0,075	0,075	1,3	-0,12	0,875
Nelayan2	1	0,075	0,075	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	1	0,075	0,075	2,5	0,12	0,875
Tong Ikan 1	1	0,001	0,001	3,1	0,17	0,455
Tong Ikan 2	1	0,001	0,001	3,1	-0,17	0,455
Tong Ikan 3	1	0,001	0,001	3,8	0,17	0,455
Tong Ikan 4	1	0,001	0,001	3,8	-0,17	0,455
Tong Ikan 5	1	0,001	0,001	4,3	0,17	0,455
Tong Ikan 6	1	0,001	0,001	4,3	-0,17	0,455
Tong Ikan 7	1	0,001	0,001	4,9	0,17	0,305
Tong Ikan 8	1	0,001	0,001	4,9	0,52	0,305
Tong Ikan 9	1	0,001	0,001	4,9	-0,17	0,305
Tong Ikan 10	1	0,001	0,001	4,9	-0,52	0,305
Tong Ikan 11	1	0,001	0,001	5,5	0,17	0,305
Tong Ikan 12	1	0,001	0,001	5,5	0,52	0,305
Tong Ikan 13	1	0,001	0,001	5,5	-0,17	0,305
Tong Ikan 14	1	0,001	0,001	5,5	-0,52	0,305
Tong Ikan 15	1	0,001	0,001	6,1	0,17	0,305
Tong Ikan 16	1	0,001	0,001	6,1	0,52	0,305
Tong Ikan 17	1	0,001	0,001	6,1	-0,17	0,305
Tong Ikan 18	1	0,001	0,001	6,1	-0,52	0,305
Tong Ikan 19	1	0,001	0,001	6,7	0,17	0,405
Tong Ikan 20	1	0,001	0,001	6,7	0,52	0,405

Tong Ikan 21	1	0,001	0,001	6,7	-0,17	0,405
Tong Ikan 22	1	0,001	0,001	6,7	-0,52	0,405
Tong Ikan 23	1	0,001	0,001	7,3	0,17	0,505
Tong Ikan 24	1	0,001	0,001	7,3	-0,17	0,505
Tong Ikan 25	1	0,001	0,001	7,9	0,17	0,505
Tong Ikan 26	1	0,001	0,001	7,9	-0,17	0,505
Tong Ikan 27	1	0,001	0,001	8,5	0,17	0,605
Tong Ikan 28	1	0,001	0,001	8,5	-0,17	0,605
Tong Ikan 29	1	0,001	0,001	9,1	0,17	0,605
Tong Ikan 30	1	0,001	0,001	9,1	-0,17	0,605
Jaring Ikan	1	0,01	0,01	8,9	0,44	0,6
Jaring Ikan	1	0,01	0,01	8,9	-0,44	0,58
Makanan dan Minuman	1	0,003	0,003	1,3	0,12	0,875
Tank Minyak	100%	0,02	0,02	0,988	0,3	0,785
<i>Total Loadcase</i>			1,171	4,223	0,008	0,533
<i>FS correction</i>						0
<i>VCG fluid</i>						0,533

Tabel Kriteria IMO pada Kondisi Berangkat

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin (%)
A.749(18)	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
Ch3 – Design criteria applicable	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		

to all ships	angle of vanishing stability	90,9	deg			
	shall not be less than (\geq)	3,1513	m.deg	6,9253	Pass	119,76
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	90,9	deg			
	shall not be less than (\geq)	5,1566	m.deg	9,8173	Pass	90,38
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	90,9	deg			
	shall not be less than (\geq)	1,7189	m.deg	2,892	Pass	68,25
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg	90		

	angle of max. GZ	27,3	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	0,296	Pass	48
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30		
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	27,3	Pass	9,09
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt spec. heel angle	0	deg		Pass	
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	0,363	Pass	142

Tabel Kriteria IMO Perahu Pada Keadaan Beroperasi 1

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin (%)
A.749(18) Ch3 -	3.1.2.1: Area 0 to 30 from the greater of				Pass	

Design criteria applicable to all ships	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	98,5	deg			
	shall not be less than (\geq)	3,1513	m.deg	5,0952	Pass	61,68
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	98,5	deg			
	shall not be less than (\geq)	5,1566	m.deg	7,3386	Pass	42,31
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg			

	angle of vanishing stability	98,5	deg			
	shall not be less than (\geq)	1,7189	m.deg	2,2434	Pass	30,51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	48,2	deg	48,2		
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	0,229	Pass	14,5
	Intermediate values angle at which this GZ occurs		deg	48,2		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	48,2	Pass	92,73
A.749(18) Ch3 -	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			

Design criteria applicable to all ships	shall not be less than (\geq)	0,15	m	0,358	Pass	138,67
---	-----------------------------------	------	---	-------	------	--------

Tabel Loadcase Perahu Pada Keadaan Beroperasi 2

Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Long. Arm	Trans. Arm	Vert. Arm
Lightship	1	0,813	0,813	5	0	0,4
Tank Minyak	50%	0,02	0,01	1,004	0,301	0,763
Mesin	1	0,06	0,06	0,8	0,2	1
Nelayan1	1	0,075	0,075	1,3	-0,12	0,875
Nelayan2	1	0,075	0,075	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	1	0,075	0,075	2,5	0,12	0,875
Tong Ikan 1	1	0,035	0,035	3,1	0,17	0,45
Tong Ikan 2	1	0,035	0,035	3,1	-0,17	0,45
Tong Ikan 3	1	0,035	0,035	3,8	0,17	0,45
Tong Ikan 4	1	0,035	0,035	3,8	-0,17	0,45
Tong Ikan 5	1	0,035	0,035	4,3	0,17	0,45
Tong Ikan 6	1	0,035	0,035	4,3	-0,17	0,45
Tong Ikan 7	1	0,035	0,035	4,9	0,17	0,3
Tong Ikan 8	1	0,035	0,035	4,9	0,52	0,3
Tong Ikan 9	1	0,035	0,035	4,9	-0,17	0,3
Tong Ikan 10	1	0,035	0,035	4,9	-0,52	0,3
Tong Ikan 11	1	0,035	0,035	5,5	0,17	0,3
Tong Ikan 12	1	0,035	0,035	5,5	0,52	0,3
Tong Ikan 13	1	0,035	0,035	5,5	-0,17	0,3

Tong Ikan 14	1	0,035	0,035	5,5	-0,52	0,3
Tong Ikan 15	1	0,035	0,035	6,1	0,17	0,3
Tong Ikan 16	1	0,035	0,035	6,1	0,52	0,3
Tong Ikan 17	1	0,035	0,035	6,1	-0,17	0,3
Tong Ikan 18	1	0,035	0,035	6,1	-0,52	0,3
Tong Ikan 19	1	0,035	0,035	6,7	0,17	0,4
Tong Ikan 20	1	0,035	0,035	6,7	0,52	0,4
Tong Ikan 21	1	0,035	0,035	6,7	-0,17	0,4
Tong Ikan 22	1	0,035	0,035	6,7	-0,52	0,4
Tong Ikan 23	1	0,035	0,035	7,3	0,17	0,5
Tong Ikan 24	1	0,035	0,035	7,3	-0,17	0,5
Tong Ikan 25	1	0,035	0,035	7,9	0,17	0,5
Tong Ikan 26	1	0,035	0,035	7,9	-0,17	0,5
Tong Ikan 27	1	0,035	0,035	8,5	0,17	0,6
Tong Ikan 28	1	0,035	0,035	8,5	-0,17	0,6
Tong Ikan 29	1	0,035	0,035	9,1	0,17	0,6
Tong Ikan 30	1	0,035	0,035	9,1	-0,17	0,6
Jaring Ikan	1	0,05	0,05	8,9	0,44	0,6
Jaring Ikan	1	0,05	0,05	8,9	-0,44	0,58

Tabel Kriteria IMO Perahu Pada Keadaan Beroperasi 2

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Margin (%)
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				

	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	99,3	deg		
	shall not be less than (\geq)	3,1513	m.deg	4,635	47,08
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	99,3	deg		
	shall not be less than (\geq)	5,1566	m.deg	6,7236	30,39
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	99,3	deg		

	shall not be less than (\geq)	1,7189	m.deg	2,0886	21,51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg		
	angle of max. GZ	48,2	deg	48,2	
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	0,216	8
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48,2	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				
	shall not be less than (\geq)	25	deg	48,2	92,73
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	0,968	545,33

Tabel Loadcase Perahu Pada Keadaan Pulang

Lightship	1	0,813	0,813	5	0	0,4
Tank Minyak	25%	0,02	0,005	1,016	0,301	0,751
Mesin	1	0,06	0,06	0,8	0,2	1
Nelayan1	1	0,075	0,075	1,3	-0,12	0,875
Nelayan2	1	0,075	0,075	2,2	-0,12	0,875
Nelayan3	1	0,075	0,075	2,5	0,12	0,875
Tong Ikan 1	1	0,05	0,05	3,1	0,17	0,455
Tong Ikan 2	1	0,05	0,05	3,1	-0,17	0,455
Tong Ikan 3	1	0,05	0,05	3,8	0,17	0,455
Tong Ikan 4	1	0,05	0,05	3,8	-0,17	0,455
Tong Ikan 5	1	0,05	0,05	4,3	0,17	0,455
Tong Ikan 6	1	0,05	0,05	4,3	-0,17	0,455
Tong Ikan 7	1	0,05	0,05	4,9	0,17	0,305
Tong Ikan 8	1	0,05	0,05	4,9	0,52	0,305
Tong Ikan 9	1	0,05	0,05	4,9	-0,17	0,305
Tong Ikan 10	1	0,05	0,05	4,9	-0,52	0,305
Tong Ikan 11	1	0,05	0,05	5,5	0,17	0,305
Tong Ikan 12	1	0,05	0,05	5,5	0,52	0,305
Tong Ikan 13	1	0,05	0,05	5,5	-0,17	0,305
Tong Ikan 14	1	0,05	0,05	5,5	-0,52	0,305
Tong Ikan 15	1	0,05	0,05	6,1	0,17	0,305
Tong Ikan 16	1	0,05	0,05	6,1	0,52	0,305
Tong Ikan 17	1	0,05	0,05	6,1	-0,17	0,305
Tong Ikan 18	1	0,05	0,05	6,1	-0,52	0,305
Tong Ikan 19	1	0,05	0,05	6,7	0,17	0,405
Tong Ikan 20	1	0,05	0,05	6,7	0,52	0,405
Tong Ikan 21	1	0,05	0,05	6,7	-0,17	0,405

Tong Ikan 22	1	0,05	0,05	6,7	-0,52	0,405
Tong Ikan 23	1	0,05	0,05	7,3	0,17	0,505
Tong Ikan 24	1	0,05	0,05	7,3	-0,17	0,505
Tong Ikan 25	1	0,05	0,05	7,9	0,17	0,505
Tong Ikan 26	1	0,05	0,05	7,9	-0,17	0,505
Tong Ikan 27	1	0,05	0,05	8,5	0,17	0,605
Tong Ikan 28	1	0,05	0,05	8,5	-0,17	0,605
Tong Ikan 29	1	0,05	0,05	9,1	0,17	0,605
Tong Ikan 30	1	0,05	0,05	9,1	-0,17	0,605
Jaring Ikan	1	0,055	0,055	8,9	0,44	0,4
Jaring Ikan	1	0,055	0,055	8,9	-0,44	0,4
Makanan dan Minuman	1	0,003	0,003	1,3	0,12	0,875

Tabel Kriteria IMO Perahu pada Kondisi Pulang

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Margin (%)
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	102,5	deg		
	shall not be less than (\geq)	3,1513	m.deg	4,2102	33,6

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	102,5	deg		
	shall not be less than (\geq)	5,1566	m.deg	6,2165	20,55
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	102,5	deg		
	shall not be less than (\geq)	1,7189	m.deg	2,0063	16,72
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg		

	angle of max. GZ	47,3	deg	47,3	
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	0,211	5,5
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	47,3	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				
	shall not be less than (\geq)	25	deg	47,3	89,09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	2,745	1730