

**ANALISIS STABILITAS KAPAL *PURSE SEINE*
AKIBAT REDESAIN PALKA IKAN
PADA PERTIMBANGAN KEARIFAN LOKAL DI KABUPATEN
SINJAI**

TESIS

FINA FATWASARI



**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN
PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**ANALISIS STABILITAS KAPAL *PURSE SEINE*
AKIBAT REDESAIN PALKA IKAN
PADA PERTIMBANGAN KEARIFAN LOKAL DI KABUPATEN
SINJAI**

**FINA FATWASARI
L012 20 1004**

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN
PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Stabilitas Kapal *Purse Seine* Akibat Redesain Palka Ikan Pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai

Nama : Fina Fatwasari

Nomor Pokok : L012 20 1004

Program Studi : Ilmu Perikanan

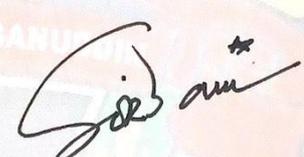
Fakultas : Ilmu Kelautan Dan Perikanan

Tesis ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,


Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 19690605 199303 2 002


Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT
NIP. 195912221991031001

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Ilmu Perikanan




Dr. Ir. Badreani, M.P.
NIP. 19651023 199102 1 001

Tanggal Lulus : 13, Maret 2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fina Fatwasari
NIM : L012 20 1004
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Tesis dengan Judul: "Analisis Stabilitas Statis Kapal *Purse Seine* Akibat Redesain Palka Ikan Pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 13 Maret 2023



Fina Fatwasari
L012 20 1004

PERNYATAAN AUTHORSHIP

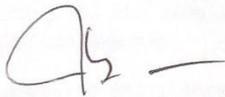
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fina Fatwasari
NIM : L012 20 1004
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 13 Maret 2023

Mengetahui,



D. Ir. Badreani, M.P.
NIP.19651023 199102 1 001

Penulis



Fina Fatwasari
Nim L012 20 1004

ABSTRAK

Fina Fatwasari. L012 20 1004. Analisis Stabilitas Statis Kapal *Purse Seine* Akibat Redesain Palka Ikan Pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai Dibimbing oleh **St. Aisjah Farhum** dan **Suandar Baso**.

Stabilitas merupakan indikator penting dalam sebuah pembangunan dan pengoperasian kapal, khususnya pada kapal *purse seine*. Di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan diperoleh informasi terkait desain kapal *purse seine* yang berada di Kabupaten Sinjai. Kapal *purse seine* yang berada di Kabupaten Sinjai terdapat palka ikan yang berada di atas deck kapal, hal itu dilakukan karena rendahnya draft kapal. Fenomena tersebut mengartikan bahwa stabilitas kapal yang ada di kabupaten sinjai masih kurang diperhitungkan. Penelitian ini bertujuan untuk meredesain kapal *purse seine* di Sinjai yang memiliki bangunan palka di atas deck kapal tanpa mengubah bentuk haluan, buritan serta lambung kapal *purse seine* tersebut agar kearifan lokal mengenai bentuk haluan dan buritan tetap dipertahankan dan memiliki stabilitas yang lebih baik dalam dua kondisi muatan yakni muatan kosong dan muatan penuh kapal. Waktu dan tempat penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-juni 2022 di Kabupaten Sinjai. Metode yang digunakan pada penelitian ini yakni studi kasus dengan mengambil data ukuran kapal yang sedang dok, kemudian dikelompokkan dalam tiga bagian ukuran yakni, ukuran kecil 18.30 m, sedang (21.19), dan besar (24.25 m). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai KG kapal sebelum redesain memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kapal setelah redesain yang artinya kapal *purse seine* setelah redesain memiliki nilai stabilitas yang lebih baik. Hal tersebut sesuai dengan *range stability* dari kurva GZ yang diperoleh. Terdapat perbedaan luas area di bawah kurva yang signifikan pada kapal *purse seine* setelah dengan kapal *purse seine* sebelum redesain. Kapal *purse seine* setelah redesain memiliki luas area kurva yang lebih lebar dibandingkan dengan kapal *purse seine* sebelum redesain. Semakin luas area di bawah kurva GZ maka periode oleng kapal akan semakin kecil atau lambat, sehingga kapal memiliki kemampuan pengembali yang lebih besar. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa muatan yang berada di atas dek kapal akan berpengaruh buruk terhadap stabilitas kapal, oleh karena itu stabilitas kapal setelah redesain lebih baik dibandingkan dengan kapal sebelum redesain.

Kata kunci: *Purse seine*, redesain, palka ikan, stabilitas

ABSTRACT

Fina Fatwasari. L012 20 1004. Stability Analysis of Purse seine Due to fish Hatch Redesign on Consideration of Local Wisdom in Sinjai Regency Supervised by **St. Aisjah Farhum** and **Suandar Baso**.

Stability is an important indicator in the construction and operation of ships, especially on *purse seine*. Information related to the design of purse seine is obtained in Sinjai Regency, South Sulawesi. The *purse seine* located in Sinjai Regency has a fish hatch on the deck of the ship. This is done because Sinjai Regency is still not taken into account. This study aims to design purse seine in Sinjai which has a hatch building on the deck without changing the shape of the bow, stern, and hull of the purse seine so that local wisdom regarding the shape of the bow and stern is maintained and has better stability in two cargo, namely empty cargo and full cargo of the ship. The time and place of this study was carried out in January-June 2022 in Sinjai Regency. The method used in this study is a case study by taking data on the size of a ship that is docked, then grouped into three parts of size, namely, small size (18.30 m), medium (21.19 m), and large (24.25 m). The results showed that the KG value of the ship before the redesign had a greater value compared to the ship after the redesign, which means that the purse seine ship after the redesign has a better stability value. This corresponds to the *range stability* of the GZ curve obtained. There is a significant difference in the area under the curve between the purse seine vessels after the purse seine before the redesign. The purse seine after the redesign has a wider curve area compared to the purse seine before the redesign. The wider the area under the GZ curve, the smaller or slower the ship's impact period, so that the ship has a greater returnability ability. From the results of the study, it can be concluded that the cargo above the deck of the ship will have a bad impact on the stability of the ship, therefore the stability of the ship after the redesign is better compared to the ship before the redesign.

Keywords: Purse seine, redesign, fish hatch, stability

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur sebesar-besarnya penulis panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Analisis Stabilitas Statis Kapal *Purse Seine* Akibat Redesain Palka Ikan Pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai” terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Tesis ini penulis persembahkan untuk kedua orangtua saya yang tercinta (Sudarman dan Normawati) yang telah tulus dan ikhlas memberikan kasih sayang, cinta, doa, perhatian, dukungan moral dan materi yang telah diberikan selama ini. Terima kasih telah sabar untuk mengasuh, mendidik, membimbing dan mengiringi perjalanan hidup penulis disertai dengan doa yang tiada henti agar penulis dapat sukses kedepannya. Untuk saudara (i) ku Fatima Rahayu Nensi, A.Md.Keb, Fitri Fadilla, Fuji Astuti, dan Firman Qurahman yang memberikan semangat dan dukungannya selama ini. Serta keluarga besarku, terimakasih atas dukungannya selama ini.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si selaku Ketua Komisi Penasihat dan Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT sebagai anggota komisi penasihat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan, mulai dari penyusunan proposal hingga selesainya penulisan tesis ini.
2. Tim penilai/ penguji, Prof. Dr. Ir. Najamuddin, M.Sc, Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D yang telah banyak memberikan masukan dan saran.
3. Dr. Ir. Badraeni, M.P. selaku ketua program studi Magister Ilmu Perikanan yang telah memberikan arahan.
4. Nurayu Pratiwi, S.Pi. sebagai partner seperjuangan penelitian yang telah banyak membersamai hingga pada tahap akhir penulisan tesis ini.
5. Teman-teman mahasiswa dari Fakultas Teknik Perkapalan yang telah banyak membantu selama proses penelitan.
6. Koeshariyanto Pratama, S.Pd, selaku partner berbagi keluh kesah dan selalu membersamai serta membantu dari segi materi hingga penulis di tahap ini.
7. Sahabat-sahabat saya Ummi Kalsum F, S.Pi, Andi Ishak, S.Pi, Maulidya Maulana, A.Md.Keb, yang selalu memberikan masukan dan suport untuk penulis dalam keadaan apapun.

8. Teman seperjuangan semasa S1 Sunarti, S.Pi dan Nurhikma, S.Pi, selalu menjadi support system dalam keadaan apapun.
9. Seluruh responden yang telah bersedia meluangkan waktunya kepada penulis untuk memberikan informasi dan data-data samai pada penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap agar tesis ini bermanfaat dan memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan. Atas segala doa, dukungan dan jasa dari pihak yang membantu penulis, semoga mendapat berkat-Nya, Aamiin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT karena telah melimpahkan rahmat beserta karuniaNya dan salawat beserta salam kita kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW. Sehingga dalam hal ini penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tesis dengan judul “Analisis Stabilitas Kapal *Purse Seine* Akibat Redesain Palka Ikan pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai” dengan tepat waktu.

Karya ilmiah tesis merupakan salah satu syarat dalam untuk memperoleh gelar Magister Perikanan (M.Si) pada Program Studi Ilmu Perikanan Program Pasca sarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritikan dan saran sangat diperlukan oleh penulis demi kesempurnaan karya ilmiah tesis ini. Penulis juga berharap semoga tulisan ini bisa bermanfaat kepada pembaca, serta kepada semua pihak khususnya bagi pihak akademisi ilmu perikanan di Indonesia.

BIODATA PENULIS



Fina Fatwasari lahir di Bulukumba tanggal 09 Februari 1998. Anak sulung dari pasangan Sudarman dan Normawati. Penulis pernah bersekolah di SDN Wanam Merauke tahun 2003 dan tamat pada tahun 2009. Pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 3 Bulukumba dan tamat pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikannya ditingkat menengah atas di Pesantren Al- Furqan Ereng – ereng Kabupaten Bantaeng selama 3 semester, kemudian berpindah di SMA KARYA SAHARI BULUKUMBA dan lulus pada tahun 2015. Penulis mendaftar di perguruan tinggi negeri. Penulis lolos bebas tes di jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Mengemban gelar mahasiswa, penulis aktif mengikuti perkuliahan dan mencari pengalaman organisasi. Pengalaman organisasi yang pernah diembannya sebagai Koordinator HUMAS di UKM Mapala Perikanan Green Fish UH. Penulis berhasil menyandang gelar Sarjana pada tahun 2019. Pada tahun 2020, penulis melanjutkan studi S2 di Universitas Hasanuddin pada program studi Ilmu Perikanan.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	6
A. Latar Belakang.....	6
B. Perumusan Masalah	8
C. Batasan Masalah.....	9
D. Tujuan Penelitian.....	9
E. Manfaat Penelitian	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kapal Perikanan	6
1. Pengertian Kapal Perikanan	6
2. Pengoperasian Kapal Ikan	7
B. Stabilitas Kapal.....	11
1. Pengertian Stabilitas	11
2. Titik-Titik Penting Dalam Stabilitas	13
3. Dimensi Pokok Stabilitas Kapal	13
4. Momen Penegak	16
C. Aplikasi Software Maxsurf.....	18
1. Maxsurf Pro	18
2. Program <i>Maxsurf Stability</i>	19
D. Model Kapal	20
E. Kerangka Pikir.....	21
III. METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Bahan dan Alat	22
C. Prosedur Penelitian.....	23

D. Analisis data.....	25
1. Redesain Kapal	25
2. Pemodelan Kapal Hasil Redesain	25
3. Analisis Stabilitas Kapal Hasil Redesain	25
4. Asesmen Kriteria Berdasarkan IMO	25
IV. HASIL	26
A. Redesain kapal.....	26
B. Besaran hidrostatik kapal <i>purse seine</i>	30
C. Kurva stabilitas kapal <i>purse seine</i> tradisional sebelum dan setelah redesain sesuai dengan kondisi muatan kapal	39
D. Perbandingan Nilai kriteria stabilitas kapal sampel <i>Purse seine</i> berdasarkan kriteria IMO.....	45
V. PEMBAHASAN	50
A. Redesain Kapal	50
B. Besaran hidrostatik kapal <i>purse seine</i>	53
C. Kurva stabilitas kapal <i>purse seine</i> sebelum dan setelah redesain sesuai dengan kondisi muatan kapal	57
D. Perbandingan Nilai kriteria stabilitas kapal sampel <i>Purse seine</i> berdasarkan kriteria IMO.....	58
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Bahan dan Alat yang digunakan pada saat mengukur kapal <i>purse seine</i>	22
2. Ukuran dimensi utama kapal sampel <i>purse seine</i> di TPI Lappa	26
3. Nilai rasio dimensi utama kapal sampel <i>purse seine</i> di TPI Lappa.....	26
4. Nilai hidrostatik kapal 1 sebelum redesain pada kondisi muatan kosong	31
5. Nilai hidrostatik kapal 1 sebelum redesain pada kondisi muatan 100%.....	31
6. Nilai hidrostatik kapal 1 setelah redesain pada kondisi muatan 0%	32
7. Nilai hidrostatik kapal 1 setelah redesain pada kondisi muatan 100%.....	32
8. Nilai hidrostatik kapal 2 sebelum redesain pada kondisi muatan 0%	33
9. Nilai hidrostatik kapal 2 sebelum redesain pada kondisi muatan 100%.....	33
10. Nilai hidrostatik kapal 2 setelah redesain pada kondisi muatan 0%	34
11. Nilai hidrostatik kapal 2 setelah redesain pada kondisi muatan 100%.....	34
12. Nilai hidrostatik kapal 3 sebelum redesain pada kondisi muatan 0%.....	35
13. Nilai hidrostatik kapal 3 sebelum redesain pada kondisi muatan 100%.....	35
14. Nilai hidrostatik kapal 3 setelah redesain pada kondisi muatan 0%	36
15. Nilai hidrostatik kapal 3 setelah redesain pada kondisi muatan 100%.....	36
16. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 1 sebelum redesain pada muatan 0%	45
17. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 1 sebelum redesain pada muatan 100%	45
18. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 1 setelah redesain pada muatan 0%	45
19. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 1 setelah redesain pada muatan 100%.....	46
20. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 2 sebelum redesain pada muatan 0%	46

Nomor	Halaman
21 Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 2 sebelum redesain pada muatan 100%.....	46
22. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 2 setelah redesain pada muatan 0%	46
23. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 2 setelah redesain pada muatan 100%.....	47
24. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 3 sebelum redesain pada muatan 0%.....	47
25. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 3 sebelum redesain pada muatan 100%	47
26. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 3 setelah redesain pada muatan 0%	47
27. Perbandingan nilai kriteria IMO kapal 3 setelah redesain pada muatan 100%.....	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Kapal <i>purse seine</i> di Kabupaten Sinjai	8
2. Proses <i>hauling</i> pada <i>purse seine</i>	9
3. Momen penegak	16
4. Contoh kurva lengan stabilitas	17
5. Tampilan <i>maxsurf stability advance</i>	20
6. Kerangka pikir penelitian	21
7. Peta Lokasi Penelitian	22
8. Diagram alur penelitian.....	24
9. <i>Lines plan</i> kapal 1 sebelum redesain	27
10. <i>Lines plan</i> kapal sampel 1 setelah redesain	28
11. <i>Lines plan</i> kapal sampel 2 sebelum redesain	28
12. <i>Lines plan</i> kapal sampel 2 setelah redesain	29
13. <i>Lines plan</i> kapal sampel 3 sebelum redesain	29
14. <i>Lines plan</i> kapal sampel 3 setelah redesain	30
15. Kurva stabilitas kapal sampel 1 sebelum redesain (a) 0% (b) 100%	39
16. Kurva stabilitas kapal sampel 1 setelah redesain (a) 0% (b) 100%	39
17. Kurva stabilitas kapal sampel 2 sebelum redesain (a) 0% (b) 100%	40
18. Kurva stabilitas sampel setelah kapal 2 redesain (a) 0% (b) 100%	40
19. Kurva stabilitas kapal sampel 3 sebelum redesain (a) 0% (b) 100%	41
20. Kurva stabilitas sampel setelah kapal 3 redesain (a) 0% (b) 100%	41
21. Perbandingan kurva GZ kapal 1 sebelum dan setelah redesain pada muatan 0%	42

22. Perbandingan kurva GZ kapal 1 sebelum dan setelah redesain pada muatan 100%	42
23. Perbandingan kurva GZ kapal 2 sebelum dan setelah redesain pada muatan 0%	43
24. Perbandingan kurva GZ kapal 2 sebelum dan setelah redesain pada muatan 100%	43
25. Perbandingan kurva GZ kapal 3 sebelum dan setelah redesain pada muatan 0%	44
26. Perbandingan kurva GZ kapal 3 sebelum dan setelah redesain pada muatan 100%	44

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. <i>Load case</i> kapal <i>purse siene</i> sebelum redesain muatan 0%	63
2. <i>Load case</i> kapal <i>purse siene</i> setelah redesain muatan 0%	63
3. <i>Load case</i> kapal <i>purse siene</i> sebelum redesain muatan 100%	63
4. <i>Load case</i> kapal <i>purse siene</i> setelah redesain muatan 100%	64
5. <i>Key point</i> kapal <i>purse siene</i> sebelum dan setelah redesain muatan 0%.....	64
6. <i>Key point</i> kapal <i>purse siene</i> sebelum dan setelah redesain muatan 100%.....	64

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Proses Pembangunan kapal ikan utamanya di Indonesia telah dilakukan berdasarkan kebiasaan pengrajin secara turun-temurun tanpa mengadopsi kaidah-kaidah ataupun aturan arsitektur perkapalan serta standar IMO (Internasional Maritim Organization). Oleh karena itu, proses pembangunan kapal ikan yang bangun berdasarkan kebiasaan pengrajin perlu dilakukan pendekatan pada ilmu perkapalan dan juga aturan-aturan yang terkait dengan keselamatan kapal. Faktor keselamatan kapal maupun nelayan merupakan hal yang utama untuk menunjang kesuksesan suatu operasi penangkapan. Kapal perikanan salah satunya yakni kapal *purse seine* merupakan kapal yang mengoperasikan jenis alat tangkap aktif dan bersifat *encircling* yang mengejar gerombolan ikan. Untuk menunjang pengoperasian alat tangkap jenis *purse seine*, kapal yang dibangun harus sesuai dengan teknik pengoperasian dan standar kapal perikanan yang berlaku utamanya di Indonesia sangat dibutuhkan. Menurut IMO, 80% dari kecelakaan, disebabkan oleh kesalahan manusia dan sebagian besar kesalahan ini dapat dihubungkan dengan kekurangan manajemen yang menciptakan pra-kondisi untuk terjadinya kecelakaan (Blanc, 2006). Selain aspek keselamatan, aspek hidrodinamika khususnya pada nilai stabilitas untuk kapal perikanan dalam hal ini adalah kapal *purse seine* juga menjadi perhatian serius dalam proses pembangunannya walaupun dibangun secara tradisional.

Beberapa riset terkait stabilitas kapal perikanan telah banyak dilakukan di antaranya, Desain Dan Stabilitas Kapal Purse Seine Di Kabupaten Tanah Laut, dimana stabilitas sebuah kapal dipengaruhi oleh letak ketiga titik konsentrasi gaya yang bekerja pada kapal tersebut. Ketiga titik tersebut adalah titik B (*centre of bouyancy*), titik G (*centre of gravity*), dan titik M (*metacentre*). perubahan nilai KG pada kapal mengakibatkan perubahan jarak tinggi metacenter (GM), semakin tinggi nilai KG, maka nilai metacenter akan menurun (Aminah & Wahab, 2020). Kajian Stabilitas Kapal *Purse Seine* berdasarkan ukuran 30-50 GT juga telah dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas pada dua kondisi muatan yaitu, pada saat kapal bermuatan kosong, dan muatan penuh. Penempatan bobot atau muatan yang tinggi secara vertikal pada kapal akan memberikan pengaruh besar terhadap perubahan nilai KG, demikian sebaliknya. Penambahan tinggi *draft* kapal mempengaruhi nilai *waterplan area*, pada kapal *purse seine* nilai *waterplan area* meningkat seiring dengan penambahan tinggi *draft* (Lendri & Husniati, 2020). Pendistribusian muatan berpengaruh terhadap stabilitas kapal ikan hasil modifikasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal *purse seine* modifikasi

memiliki nilai KG yang rendah pada semua kondisi muatan. Nilai KG kapal *purse seine* modifikasi yang rendah disebabkan oleh konsentrasi muatan yang besar berada di bawah geladak kapal (Nurdin *et al.*, 2017). Hidrodinamika kapal perikanan tradisional ukuran 30 GT meliputi penentuan dimensi utama kapal, tahanan dan kekuatan kapal, stabilitas dan manuver kapal telah dikaji (Muhammad *et al.*, 2016).

Selain kajian aspek hidrodinamika pada kapal perikanan tradisional yang sudah ada, perubahan dan penambahan komponen desain kapal ikan tradisional juga menjadi hal penting pada kajian aspek hidrodinamika. Kapal nelayan tradisional Jawa Timur telah dianalisis dari segi kinerja gerak kapal (*seakeeping*) dimana lunas lambung kapal (*bilge keel*) telah dirancang untuk mengurangi gerakan oleng (*rolling motion*). Dengan desain lunas lambung tersebut, tahanan dan gerakan olengan kapal dapat berkurang (Liu *et al.*, 2015). Pendekatan yang disarankan untuk merancang kapal penangkap ikan untuk komunitas nelayan tertentu di Indonesia adalah dengan menggunakan kapal penangkapan ikan tradisional sebagai titik awal dalam tahap desain awal, mempertahankan dan mengadaptasi fitur pada kapal tradisional, memastikan bahwa identitas lokal dipertahankan (Wibawa *et al.*, 2015). Namun, pengembangan desain kapal perikanan tradisional dengan pendekatan keilmuan harus tetap dikaji pada aspek hidrodinamikanya utamanya, stabilitas kapal.

Penelitian terdahulu telah mengemukakan permasalahan utama kapal perikanan tradisional untuk dapat bertahan, berkembang, dan berkelanjutan di masa depan, dimana kapal perikanan tradisional selayaknya harus mempertimbangkan aspek hidrodinamika di antaranya aspek stabilitas kapal, dan aspek redesain dengan pertimbangan kearifan lokal. Namun sangat sedikit dilakukannya penelitian mengenai stabilitas dari hasil redesain palka ikan. Di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan, telah dilakukan pra survei dan diperoleh informasi terkait desain kapal *purse seine* yang berada di Kabupaten Sinjai. Kapal *purse seine* yang berada di Kabupaten Sinjai memiliki desain kapal yang memiliki desain penempatan palka ikan yang berada di atas deck kapal, hal itu dilakukan karena rendahnya draft kapal. Fenomena tersebut menjelaskan bahwa stabilitas kapal yang dibangun di kabupaten Sinjai belum cukup memahami mengenai pengaturan tata ruang muat yang sangat mempengaruhi stabilitas kapal. Dari penelitian (Ramadhanti, 2017) mengutarakan bahwa peletakan hasil tangkapan di atas *deck* kapal menyebabkan stabilitas kapal menurun.



Gambar 1. Kapal *purse seine* di Kabupaten Sinjai

Untuk dapat menggunakan ruang di bawah geladak utama sebagai ruang palka ikan, maka kapal perikanan tersebut akan mengalami perubahan hidrostatik kapal. Selanjutnya, sebagai redesain kapal *purse seine* tradisional yang mempertimbangkan kearifan lokal dalam hal mempertahankan bentuk dimensi awal kapal *purse seine* tanpa mengubah nilai ukuran dimensi utama kapal, aspek hidrodinamika kapal terutama pada aspek stabilitas kapal juga menjadi fokus penting bagi pemilik kapal yang mana akan berimplikasi pada keselamatan kerja pada pegerasian kapal tersebut. Oleh karena itu, studi ini mengusulkan kajian terkait aspek stabilitas kapal *purse seine* di Kabupaten Sinjai dikarenakan perubahan bentuk atau redesain kapal akibat adanya pemindahan ruang muat. Tahapan pertama studi yang dilakukan yakni redesain kapal *purse seine* berdasarkan kearifan lokal dan skenario pemuatan, tahapan selanjutnya yakni prediksi stabilitas kapal hasil redesain melalui pengujian model dengan menggunakan program aplikasi (*software*) *Maxsurf Stability*.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan masalah pada latar belakang di atas maka didapatkan perumusan masalahnya sebagai berikut

1. Bagaimana meredesain kapal *purse seine* tradisional berdasarkan kearifan lokal di Kabupaten Sinjai dengan adanya pemindahan ruang palka di bawah geladak utama?
2. Seberapa besar pengaruh hidrostatik kapal *purse seine* setelah redesain?
3. Bagaimana kurva lengan stabilitas kapal *purse seine* sebelum dan setelah redesain berdasarkan kondisi muatan yang terdiri dari :

- a. Kondisi muatan penuh.
 - b. Kondisi muatan kosong.
4. Apakah nilai stabilitas kapal sampel setelah redsain berdasarkan kondisi muatan kapal sudah memenuhi kriteria IMO?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini di antaranya:

1. Kapal *purse seine* yang berada di TPI Lappa Kabupaten Sinjai
2. Menggunakan aplikasi *Maxsurf Modeler* dan *Maxsurf Stability*
3. Aktivitas bongkar muat tidak termasuk dalam analisis redesain
4. *Loadcase* muatan yang di ujikan yaitu: saat kondisi muatan kosong dan kondisi muatan penuh

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis redesain kapal *purse seine* tradissional berdasarkan kearifan lokal di Kabupaten Sinjai dengan adanya pemindahan ruang palka di bawah geladak utama.
2. Menganalisis besaran hidrostatis kapal *purse seine* setelah redesain.
3. Menganalisis lengan stabilitas kapal *purse seine* tradisional setelah redesain sesuai dengan kondisi muatan kapal yang terdiri dari :
 - a. Kondisi muatan pada saat kosong
 - b. Kondisi muatan penuh.
4. Menganalisis nilai stabilitas kapal sampel setelah redsain berdasarkan kondisi muatan kapal menggunakan standar kriteria IMO

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menyediakan informasi pada para pengrajin kapal dan nelayan tentang pentingnya parameter stabilitas kapal (khususnya kapal *purse seine*) pada saat pengoperasian di laut.
2. Sebagai rujukan bagi perancang kapal dalam membuat desain kapal yang optimal sehingga stabilitas (sudut oleng) yang dihadapi oleh kapal tersebut dapat direduksi menjadi sekecil mungkin untuk mengatasi hal-hal yang tidak di inginkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapal Perikanan

1. Pengertian Kapal Perikanan

Pengertian Kapal Perikanan Kapal perikanan menurut Undang-Undang RI No. 31 tahun 2004 tentang perikanan adalah kapal, perahu atau alat apung lainnya yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian atau eksplorasi perikanan.

Menurut (Ayodhya, 1972) kapal ikan adalah kapal yang digunakan dalam usaha menangkap atau mengumpulkan sumberdaya perairan, pekerjaan-pekerjaan riset, *guidance*, *training*, kontrol dan sebagainya yang berhubungan dengan usaha tersebut diatas.

Menurut (Nomura & Yamazaki, 1977), kapal perikanan adalah suatu fasilitas apung yang digunakan dalam aktivitas perikanan seperti kegiatan penangkapan ikan di laut lepas serta perairan pedalaman, kegiatan penelitian, pemanduan, latihan dan pengawasan. Kapal perikanan mempunyai karakteristik khusus dalam hal kecepatan, olah gerak kapal, tahanan, kemampuan jelajah, mesin, konstruksi, fasilitas penyimpanan dan pengolahan. Syarat-syarat umum kapal ikan adalah kekuatan struktur badan kapal, menunjang keberhasilan operasi penangkapan ikan, mempunyai stabilitas yang tinggi dan fasilitas yang lengkap untuk penyimpanan.

Fyson (1985) mendefinisikan kapal ikan sebagai kapal yang dibangun untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan usaha penangkapan ikan dengan ukuran, rancangan bentuk dek, kapasitas muat, akomodasi, mesin serta berbagai perlengkapan yang secara serta berbagai perlengkapan yang secara keseluruhan disesuaikan dengan fungsi dalam rencana operasi.

Dari beberapa definisi di atas, maka dapat disimpulkan definisi kapal ikan yaitu sebuah media apung yang dibangun untuk mempermudah melakukan aktivitas atau pekerjaan perikanan.

(Nomura & Yamazaki, 1977) juga mengemukakan bahwa kapal ikan berbeda dengan jenis kapal lainnya, sehingga memiliki beberapa keistimewaan yaitu :

- a. Kecepatan kapal; membutuhkan kecepatan yang tinggi untuk mengamati dan mengejar kelompok ikan serta membawa hasil tangkapan yang segar dalam waktu yang relatif singkat.
- b. Kemampuan olah gerak kapal; membutuhkan olah gerak khusus yang baik pada saat pengoperasian, seperti kemampuan kemudi (*steerability*) yang baik, radius

putaran (*turning cycle*) yang kecil dan daya dorong mesin (*propulsion engine*) yang dapat dengan mudah bergerak maju dan mundur.

- c. Kelaiklautan; laik laut digunakan dalam operasi penangkapan ikan dan cukup tahan untuk melawan kekuatan angin, gelombang, stabilitas yang tinggi dan daya apung yang cukup diperlukan untuk menjamin keamanan dalam pelayaran.
- d. Lingkup area pelayaran; lingkup area pelayaran harus luas karena pelayarannya ditentukan oleh pergerakan kelompok ikan, daerah musim ikan dan migrasi ikan.
- e. Kontruksi badan kapal yang kuat; konstruksi harus kuat karena dalam operasi penangkapan ikan akan menghadapi keadaan yangberubah-ubah. Disamping itu konstruksi kapalpun harus dapat menahan beban getaran mesin yang ditimbulkan.
- f. Daya dorong mesin; kapal ikan membutuhkan daya dorong mesin yang cukup besar dengan sebisa mungkin volume mesin yang kecil dan getaran yang kecil pula.
- g. Fasilitas penyimpanan dan pengolahan ikan; umumnya kapal ikan dilengkapi dengan fasilitas penyimpanan hasil tangkapan dalam ruang tertentu (palka) berpendingin terutama untuk kapal-kapal yang memiliki trip cukup lama, terkadang bahkan ada yang dilengkapi dengan ruang pembekuan dan pengolahan.
- h. Mesin-mesin bantu perlengkapan; umumnya kapal ikan dilengkapi dengan mesin-mesin bantu ini seperti *winch*, *power block*, *line hauler*, dan sebagainya. Desain dan konstruksi kapal ikan untuk ukuran tertentu harus dapat menyediakan tempat yang sesuai untuk hal ini.

Salah satu kapal perikanan yakni kapal *purse seine*, merupakan kapal yang mengangkut dan mengoperasikan *purse seine* untuk mengejar atau menangkap gerombolan ikan pelagis. *Purse seine* mulai digunakan pada kawasan pesisir di timur tropis Atlantik pada awal tahun 1960-an. Sebagian besar wilayah lepas pantai Atlantik Equatorial tetap bebas dari alat tangkap permukaan sampai 1975, tapi perikanan *purse seine* yang dikembangkan antara tahun 1975 hingga 1990, target konsentrasi *monospecific* tuna kuning besar (*Thunnus albacares*). Sejak tahun 1991, penangkapan gerombolan tuna menggunakan rumpon telah menyebar luas. Di Atlantik Equatorial khususnya berkembang menjadi FAD musiman zona perikanan utama untuk cakalang (*Katsuwonus pelamis*), tuna sirip kuning dan runa mata besar (Ménard, 2013).

2. Pengoperasian Kapal Ikan

Pengoperasian kapal ikan dilakukan berdasarkan karakteristik alat tangkap yang digunakan, sifat alat tangkap ada dua yaitu alat tangkap yang bersifat aktif dan pasif. Alat tangkap yang aktif merupakan alat tangkap yang mengejar target tangkapan sedangkan alat tangkap yang bersifat pasif merupakan alat tangkap yang diam atau

menunggu kedatangan target tangkapan, dan biasanya menggunakan alat bantu penangkapan. Salah satu alat tangkap yang menggunakan kapal di antaranya ialah *ala purse seine*.

Penangkapan ikan menggunakan *purse seine* dapat dilakukan dengan beberapa tahapan kerja. Ada tiga faktor yang penting dalam metode penangkapan dengan *purse seine* yaitu pengamatan ikan (*searching of fishing*), pengumpulan ikan (*luring fish*), pengoperasian jaring (*operation of net*), penarikan jaring dan pengangkatan hasil tangkapan.

a. Persiapan Penangkapan

Penempatan alat tangkap di atas kapal ini disesuaikan arah putaran baling - baling kapal. Pada kapal dengan baling-baling kapal putar kiri (dilihat dari buritan kapal) biasanya pukot cincin diletakan di sisi kiri, pada kapal dengan baling-baling putar kanan alat tangkap diletakan di sisi kanan kapal, sedangkan penyusunan di buritan kapal dapat dilakukan pada kapal baling-baling putar kiri maupun kanan

b. Waktu Penurunan

Penangkapan dengan *purse seine* biasanya dilakukan pada sore hari (setelah matahari terbenam sampai dengan pagi hari (menjelang matahari terbit), kadang kala dilakukan siang hari. Waktu penangkapan ini berhubungan dengan berkumpulnya ikan di alat pengumpul ikan (rumpon dan lampu). Pada malam hari ikan-ikan pelagis yang menjadi target penangkapan biasanya kumpul bergerombol di daerah sekitar rumpon, sehingga pada saat ini paling tepat *purse seine* dioperasikan. Tetapi ada pula operasi penangkapan tidak menggunakan rumpon tetapi mencari gerombolan ikan yang ada dengan menggunakan alat bantu pencari Ikan atau *sonar (Sound Navigation and Ranging)* yaitu suatu alat yang dapat dipergunakan untuk mengetahui keberadaan gerombolan ikan di dalam laut.

Pada umumnya nelayan mengoperasikan 2 sampai dengan 4 kali sehari, hal ini tergantung dari jumlah ikan yang tertangkap. Bila hasilnya banyak maka operasi penangkapan sampai dengan penyimpanan hasil ke dalam palka relatif membutuhkan waktu yang lama, sehingga dalam satu hari hanya melakukan dua kali penangkapan. Demikian sebaliknya bila hasil tangkapan sedikit maka operasi penangkapan sampai dengan penyimpanan memerlukan waktu yang sedikit pula, sehingga dalam satu hari dapat dioperasikan *purse seine* lebih dari empat kali (Mallawa., 2012).

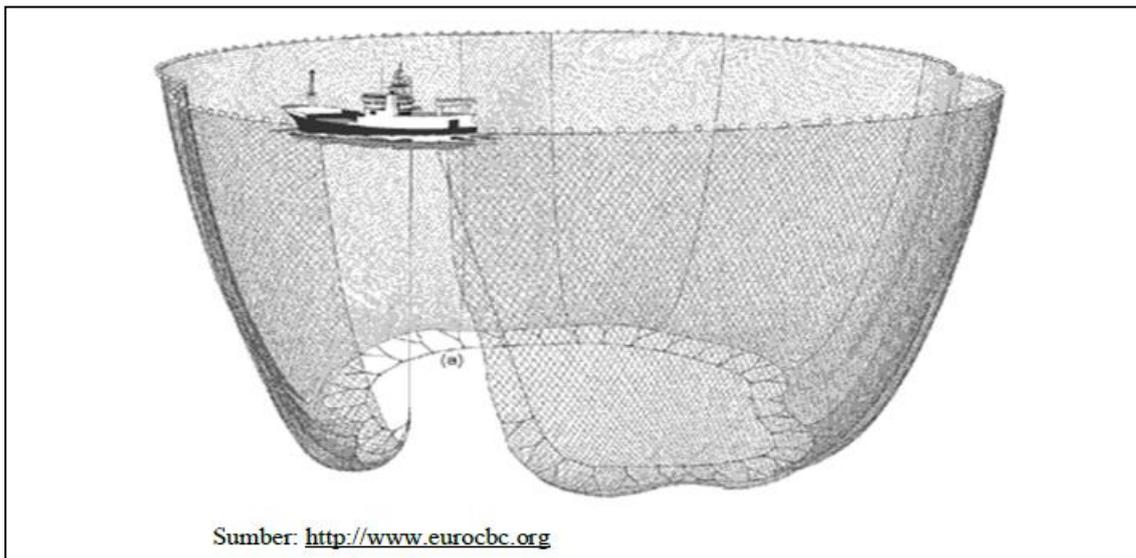
(Nurnaningsih., 2003) juga menyebutkan cara pengoperasian *purse seine* dan penanganan sementara hasil tangkapan di laut adalah sebagai berikut:

1) *Setting*

Setting dimulai dengan menurunkan pelampung tanda, sayap dan badan jaring sehingga melingkari gerombolan ikan. Setelah ikan berada dalam lingkaran jaring, maka ABK menarik tali selambar kemudian menarik tali kolor dengan bantuan gardan. Gardan adalah alat yang mempunyai sepasang capstan dan berfungsi sebagai alat penarik tali kolor sebelum jaring ditarik ke atas kapal.

2) *Hauling*

Hauling dilakukan bila semua cincin bersatu dan jaring berbentuk menyerupai mangkuk. Pada waktu penarikan tali kolor, semua nelayan membantu dengan pembagian tugas yang jelas. Adapun Pembagian tugas tersebut adalah enam orang nelayan berdiri di sebelah kiri kapal dan bertugas untuk menarik jaring dan pelampung ke atas kapal dan dua orang nelayan menata kembali alat tangkap setelah cincin diangkat seluruhnya. Selanjutnya adalah penarikan badan jaring yang ditarik sedikit demi sedikit hingga ke bagian kantong. Setelah itu hasil tangkapan diangkat dan diletakkan di dek kapal. Lama waktu *Hauling* sekitar 45 – 50 menit, tergantung hasil tangkapan yang diperoleh. Setelah semua jaring diangkat ke atas kapal, maka seluruh nelayan menata jaring kembali untuk melakukan *setting* berikutnya



Gambar 2. Proses *hauling* pada *purse seine*

Kegiatan operasi penangkapan ikan adalah kegiatan penangkapan ikan sejak persiapan di *fishing base* sampai kembali ke *fishing base*. Ditinjau dari tahapan kegiatannya, operasi penangkapan ikan yang dilakukan pada unit penangkapan *mini purse seine* dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

- a. Kegiatan saat di *fishing base*

- 1) Memeriksa alat tangkap atau jaring *mini purse seine*;
 - 2) Memeriksa mesin penggerak;
 - 3) Memeriksa mesin penarik tali kolor atau gardan;
 - 4) Memeriksa lampu petromak;
 - 5) Penyediaan perbekalan seperti makanan, air tawar, dan es;
 - 6) Penyediaan bahan bakar; dan
 - 7) Memeriksa keadaan kapal.
- b. Kegiatan menuju *fishing ground*
- 1) Penentuan daerah penangkapan ikan dilakukan oleh juragan atau nahkoda berdasarkan pengalaman;
 - 2) Daerah penangkapan yang dituju mempunyai arus dan angin yang sedang atau tidak terlalu kencang serta air laut yang cerah; dan
 - 3) Memeriksa dan memperbaiki lampu petromak yang akan digunakan, meliputi mengganti kaos lampu, mengisi minyak tanah, dan memperbaiki lampu petromak yang rusak.
- c. Kegiatan saat di *fishing ground*
- 1) *Setting*, kegiatan yang dilakukan meliputi:
 - a) Melingkarkan jaring secepat mungkin agar kawanan ikan tidak dapat lolos ke arah horizontal;
 - b) Penarikan tali kolor *purse seine* secepat mungkin agar kawanan ikan tidak dapat lolos ke arah vertikal dengan menggunakan gardan sebelum jaring ditarik ke atas kapal; dan
 - c) Melakukan upaya agar kawanan ikan tidak dapat lolos dari celah antara kedua ujung jaring yang belum tertutup rapat, sehingga kawanan ikan terkurung oleh jaring yang berbentuk seperti mangkuk.
 - 2) *Hauling*, kegiatan yang dilakukan meliputi:
 - a) Mengangkat *float line*, *lead line*, dan badan jaring ke atas kapal oleh nelayan dan bagian bunt tetap berada di air agar ikan-ikan tetap terjaga; dan
 - b) Memindahkan ikan dari bunt ke palka.
- d. Kegiatan saat kembali ke *fishing base*
- Kegiatan yang dilakukan saat kembali ke *fishing base* adalah menyortir ikan menurut jenisnya kemudian diletakkan ke dalam keranjang dan sampai ke *fishing base* ikan diturunkan dari atas kapal. Kapal dibersihkan oleh nelayan yang bertugas membersihkan kapal, setelah semua hasil tangkapan diturunkan.

B. Stabilitas Kapal

1. Pengertian Stabilitas

Stabilitas adalah persyaratan utama desain setiap kapal. Pada kapal besar, seringkali stabilitas memanjang tidak seberapa perlu untuk diperhitungkan karena biasanya dianggap cukup besar. Hal yang paling perlu mendapat perhatian pada waktu merencanakan kapal adalah stabilitas melintangnya (Wempi, 2011). Stabilitas kapal dibagi dalam stabilitas statis dan stabilitas dinamis. *Initial stability* (stabilitas statis) adalah stabilitas kapal yang diukur pada kondisi air tenang dengan beberapa sudut keolengan pada nilai *ton displacement* yang berbeda. Nilai stabilitas statis kapal ditunjukkan oleh nilai lengan penegak (GZ). Stabilitas dinamis adalah stabilitas kapal yang diukur dengan jalan memberikan suatu “usaha” pada kapal sehingga membentuk sudut keolengan tertentu (Farhum, 2010).

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

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/*cargo*, bentuk ukuran kapal
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Oleh karena itu maka stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, *draft*, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M (*Metacentre*) hampir tetap sesuai dengan *style* kapal, pusat *buoyancy* B (*Bouyancy*) digerakkan oleh *draft* sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi *Metacentre* bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas.

Menurut pendapat (Wakidjo, 1972), stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal miring karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya. Stabilitas dibedakan atas 2 yaitu stabilitas memanjang dan stabilitas melintang. Stabilitas melintang adalah kemampuan suatu kapal untuk kembali tegak setelah mengalami kemiringan secara melintang.

Stabilitas ditentukan oleh interaksi antara gaya berat dan gaya tekan dengan titik *metacentre*. Titik berat (*center of gravity*) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G.

$$KG_T = \frac{M}{W} \quad (1)$$

Dimana:

KG_T = Jarak vertikal titik berat kapal terhadap garis lunas

M = Statis momen terhadap garis lunas

W = Berat benda di kapal

Titik apung (*center of buoyancy*) dikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Menurut Normand dalam buku "*Ship Design For Efficiency And Economic*" halaman 19, rumus untuk mencari KB adalah.

$$KB = T \left(\frac{5}{6} - \frac{1}{3} \frac{C_b}{C_w} \right) \quad (2)$$

Dimana :

KB = Jarak vertikal titik berat kapal terhadap garis lunas

T = Sarat Kapal

C_w = Koefisien *water line*

C_b = Koefisien blok

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada 3 (tiga) yaitu Stabilitas Positif (*stable equilibrium*), Stabilitas Netral (*Neutral equilibrium*) dan Stabilitas Negatif (*Unstable equilibrium*).

a. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik M berada di atas titik G, sehingga sebuah kapal yang memiliki keseimbangan mantap mesti sewaktu miring memiliki kemampuan untuk tegak kembali.

b. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan seimbang dengan titik G berhimpit dengan titik M. maka momen penegak kapal memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu miring. Dengan kata lain bila kapal miring tidak ada momen pengembali maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut oleng yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan dibagian atas kapal.

c. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan seimbang dengan titik G berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu miring tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut olengnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bias terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan *Heeling moment* sehingga kapal bertambah miring.

2. Titik-Titik Penting Dalam Stabilitas

Stabilitas kapal ditentukan oleh 3 (tiga) titik yang digunakan untuk mengetahui besarnya momen yang terjadi pada kapal pada saat terjadi trim dan oleng, yaitu titik berat (*Center of Gravity*), titik apung (*Center of Bouyancy*) dan titik Metasentra.

a. Titik Berat (*Center of Grafity*)

Titik berat (*Center of Grafity*) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan kebawah terhadap kapal. Letak titik G inidikapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan dibagian atas maka makin tinggilah letak titik G.

b. Titik Apung (*Center of Bouyancy*)

Titik Apung (*Center of Bouyancy*) dikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam didalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat kapal.

c. Titik Metasentra (*Metacentre*)

Titik metasentra atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas di mana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentra dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut oleng.

Setelah kapal mengalami kemiringan akibat gaya atau momen dari luar atau dari dalam kapal, stabilitas atau keseimbangan sangat ditentukan oleh interaksi antara gaya berat dan gaya tekan.

3. Dimensi Pokok Stabilitas Kapal

a. KM (Tinggi titik metasentra di atas *keel*)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentra (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus :

$$KM = KB + BM \quad (3)$$

Dimana :

KM = Jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M

KB = Jarak titik apung ke lunas kapal

BM = Jarak titik apung ke metasentra

Diperoleh dari diagram metasentra atau *hydrostatical curve* untuk setiap sarat (*draft*) saat ini.

b. KB (Tinggi titik apung dari keel)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972).

Nilai KB dapat dicari :

$$\begin{aligned} \text{Untuk Kapal Tipe Plat Bottom, } KB &= 0,50d \\ \text{Untuk Kapal Tipe V Bottom, } KB &= 0,67d \\ \text{Untuk Kapal Tipe U Bottom, } &= 0,53d \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana:

d = Draft kapal

Dari diagram metasentra atau lengkung hidrostatik, dimana nilai KB dapat dicari pada setiap sarat kapal saat itu (Wakidjo, 1972).

c. BM (Jarak titik apung ke metasentra)

BM dinamakan jari-jari metasentra atau metacentras radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran di mana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100 -150):

$$M = b^2/10d \quad (5)$$

Dimana:

M = Titik Metasentra

b = Lebar kapal (m)

d = Draft kapal (m)

d. KG (Tinggi titik berat dari keel)

Nilai KG untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas *inclining experiment*, selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut

sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

$$KG \text{ Total} = \frac{VM}{VW} \quad (6)$$

Dimana:

VM = Jumlah momen (ton)

VW = Jumlah perkalian titik berat dengan bobot benda (m ton)

a) GM (Tinggi metasentra)

Tinggi metasentra (GM) yaitu jarak tegak antara titik G dan titik M. Dari rumus disebutkan :

$$\begin{aligned} GM &= KM - KG \\ GM &= (KB + BM) - KG \end{aligned} \quad (7)$$

Dimana:

GM = Jarak tegak antara titik G dan titik M

KM = Jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M

KB = Jarak titik apung ke lunas kapal

BM = Jarak titik apung ke metasentra

KG = Jarak Titik berat ke lunas

Nilai GM inilah yang menunjukkan keadaan stabilitas awal kapal atau keadaan stabilitas kapal selama pelayaran nanti.

e. Periode Oling (*Rolling Period*)

Periode oling dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas. Periode oling berkaitan dengan tinggi metasentra. Satu periode oling lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali tegak kembali. (Wakidjo, 1972), menggambarkan hubungan antara tinggi metasentra (GM) dengan periode oling adalah dengan rumus:

$$T = \frac{0,75 B}{\sqrt{GM}} \quad (8)$$

Dimana:

T = Periode oling dalam detik

B = Lebar kapal dalam meter

GM = Jarak antara titik metasentra ke titik berat

Yang dimaksud dengan periode oling disini adalah periode oling alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal air yang tenang.

f. Pengaruh Permukaan Bebas (*Free Surface Effect*)

Permukaan bebas terjadi di dalam kapal bila terdapat suatu permukaan cairan yang bergerak dengan bebas, bila kapal mengoleng di laut dan cairan di dalam tanki bergerak-gerak akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada di tempatnya semula. Titik G dari cairan tadi kini berada di atas cairan tadi, gejala ini disebut dengan kenaikan semu titik berat, dengan demikian perlu adanya koreksi terhadap nilai GM yang kita perhitungkan dari kenaikan semu titik berat cairan tadi pada saat kapal mengoleng sehingga diperoleh nilai GM yang efektif. Perhitungan untuk koreksi permukaan bebas dapat mempergunakan rumus:

$$gg_1 = r \cdot \frac{1 \cdot b^3}{12 \cdot 35 \cdot W} \quad (9)$$

$$gg_1 = r \cdot \frac{1 \cdot b^3}{12 \cdot 35 \cdot W} \quad (10)$$

Dimana:

gg_1 = Pergeseran tegak titik G ke G1

r = Berat jenis di dalam tanki dibagi berat jenis cairan di luar kapal

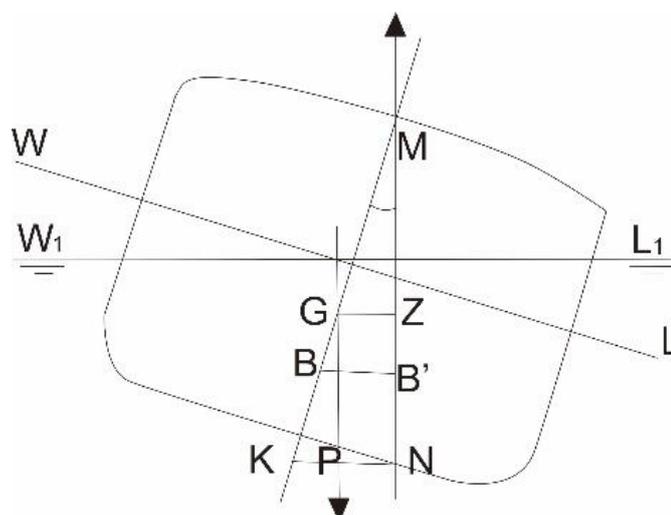
l = Panjang tanki

b = Lebar tanki

W = Displasemen kapal

4. 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. Untuk gambar kerja Momen Penegak dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Momen penegak

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

$$KN = KP + PN$$

$$PN = GZ$$

$$\sin \theta = KP/KG \quad (11)$$

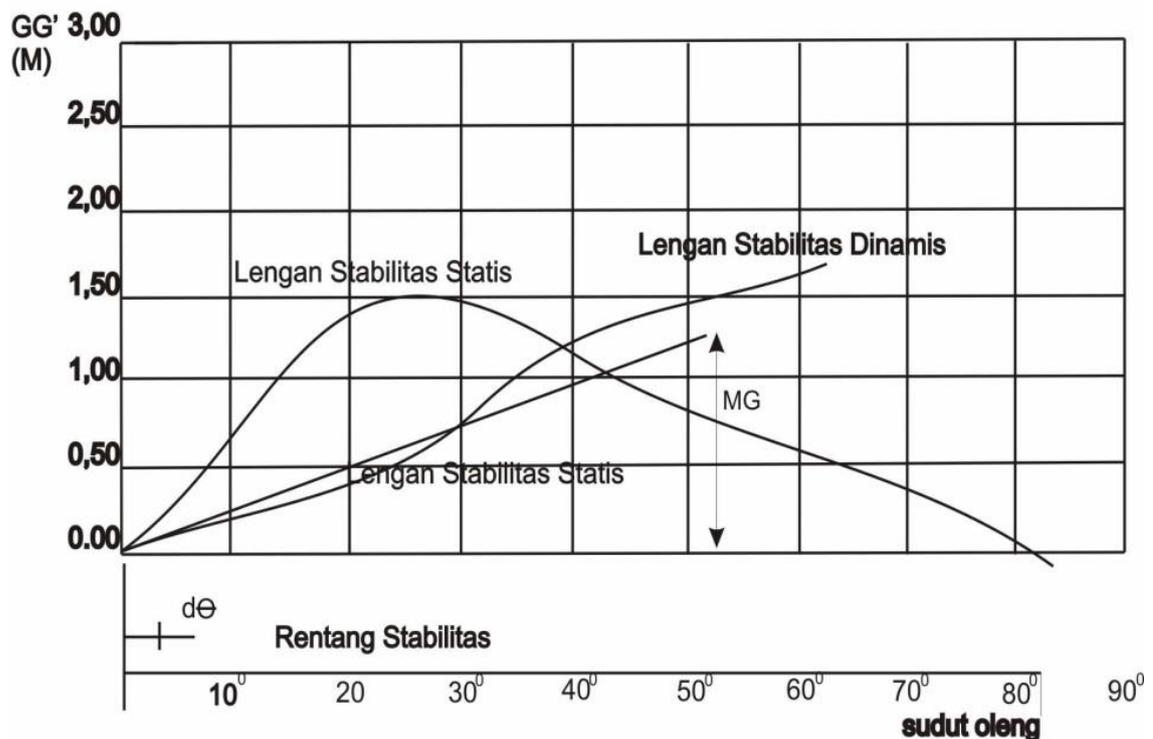
$$KP = KG \cdot \sin \theta$$

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

$$KG = KM - GM$$

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.

Kurva GZ menunjukkan hubungan antara lengan penegak GZ pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat yang konstan. Kurva stabilitas statis sebuah kapal memuat nilai lengan pengembali (GZ) yang dibandingkan terhadap sudut kemiringan. Untuk contoh kurva stabilitas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh kurva lengan stabilitas

Dari kurva stabilitas statis GZ dapat diperoleh informasi mengenai kondisi beberapa kriteria stabilitas, antara lain:

- a. *The range of stability*, yaitu sudut selang dimana kapal memiliki nilai GZ positif;
- b. *The angel of vanishing stability*, Yaitu sudut kemiringan dimana nilai GZ kembali nol atau sebesar sudut dimana nilai GZ berubah dari positif menjadi negative;
- c. *The maximum GZ* merupakan nilai pada sumbu x pada puncak tertinggi pada kurva stabilitas;
- d. Tinggi metacentra (GM), pada gambar di atas ditunjukkan oleh tinggi YZ. Dimana titik Z bernilai 1 rad ($180/\pi$);
- e. Area di bawah kurva menggambarkan kemampuan kapal untuk menyerap energi yang diberikan oleh angin, gelombang dan gaya eksternal lainnya.
- f. Luas dibawah kurva merupakan merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula atau stabil. Semakain besar luas dibawah kurva maka semakin besar pula kemampuan kapal untuk mengatasi gaya-gaya yang membuat kapal terbalik.
- g. Lengan *koppel* maksimum merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi stabil pada sudut oleng tertinggi.

C. Aplikasi Software Maxsurf

1. Maxsurf Pro

Maxsurf Pro adalah program spesialis dalam bidang *Naval Architect*, teknologi lepas pantai dan rekayasa struktur. Program ini dapat memvisualisasikan dan mengoptimalkan desain kapal dengan pengaturan lengkap yang telah diintegrasikan. *Maxsurf Pro* terdiri dari beberapa *sub – program*, yaitu :

- a. *Maxsurf Modeller*
- b. *Maxsurf Motion*
- c. *Maxsurf Resistance*
- d. *Maxsurf Stability*
- e. *Maxsurf Structure*
- f. *Maxsurf Fitting*
- g. *Maxsurf Link*
- h. *Maxsurf VPP*

Beberapa fungsi pada program ini seperti membuat bentuk lambung yang seimbang sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, seakeeping dan kekuatan kapal. Setelah data ukuran utama kapal didapatkan untuk pembuatan model *lines plan*, data ukuran dari *lines plan* akan dibuat lagi dalam bentuk model 3D (tiga

dimensi) menggunakan program *Maxsurf Modeller*. *Lines plan* ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan analisa hidrodinamika, kekuatan struktur dan pendetailan lebih lanjut, Dasar pembangunan model pada *Maxsurf Modeller* menggunakan *surface* (seperti karpet) yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bias menjadi model yang utuh .

Model kapal yang telah dibuat pada *Maxsurf Modeller* dapat dihitung performanya seperti tahanan kapal, stabilitas dan gerak kapal. Untuk menghitung stabilitas kapal cukup dengan mengimport model ke sub-program *Maxsurf* bernama *Maxsurf stability*.

2. Program *Maxsurf Stability*

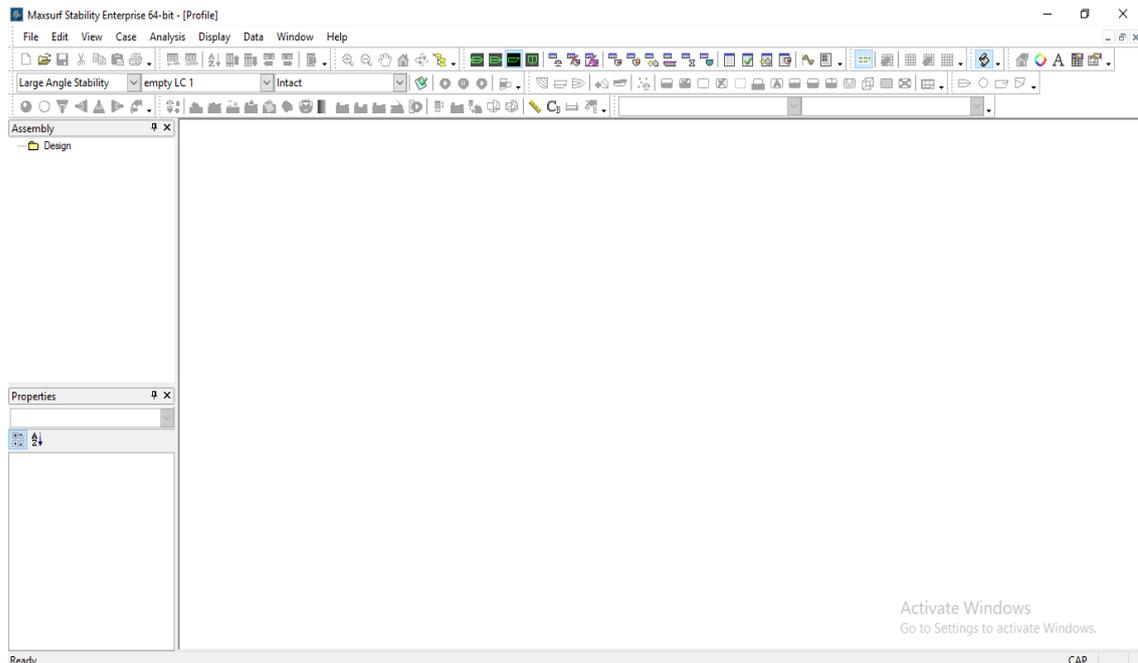
Maxsurf Stability adalah program hidrostatis, stabilitas, dan kekuatan memanjang yang dirancang khusus untuk bekerja dengan *Maxsurf*. Stabilitas *Maxsurf* menambahkan informasi tambahan ke model *Surface Maxsurf*. Ini termasuk: kompartemen dan poin utama seperti titik downflooding dan garis margin.

Tools analisis *Maxsurf stability* memungkinkan berbagai karakteristik hidrostatis dan stabilitas ditentukan untuk desain *maxsurf* Anda. Sejumlah opsi pengaturan lingkungan dan pengubah menambah kemampuan analisis lebih lanjut untuk *maxsurf stability*.

Maxsurf Stability dirancang secara logis, yang membuatnya mudah digunakan. Langkah-langkah berikut diikuti ketika melakukan analisis:

1. Input Model
2. Pemilihan Jenis Analisis
3. Pengaturan analisis
4. Pengaturan Lingkungan
5. Spesifikasi dan Pemilihan Kriteria
6. Menjalankan Analisa
7. Hasil

Maxsurf stability beroperasi dalam lingkungan grafis yang sama dengan *maxsurf*; model dapat ditampilkan menggunakan garis kontur lambung, rendering atau rendering transparan. Ini memungkinkan pemeriksaan visual kompartemen dan menunjukkan orientasi kapal selama analisis Untuk tampilan *maxsurf stability* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan *maxsurf stability advance*

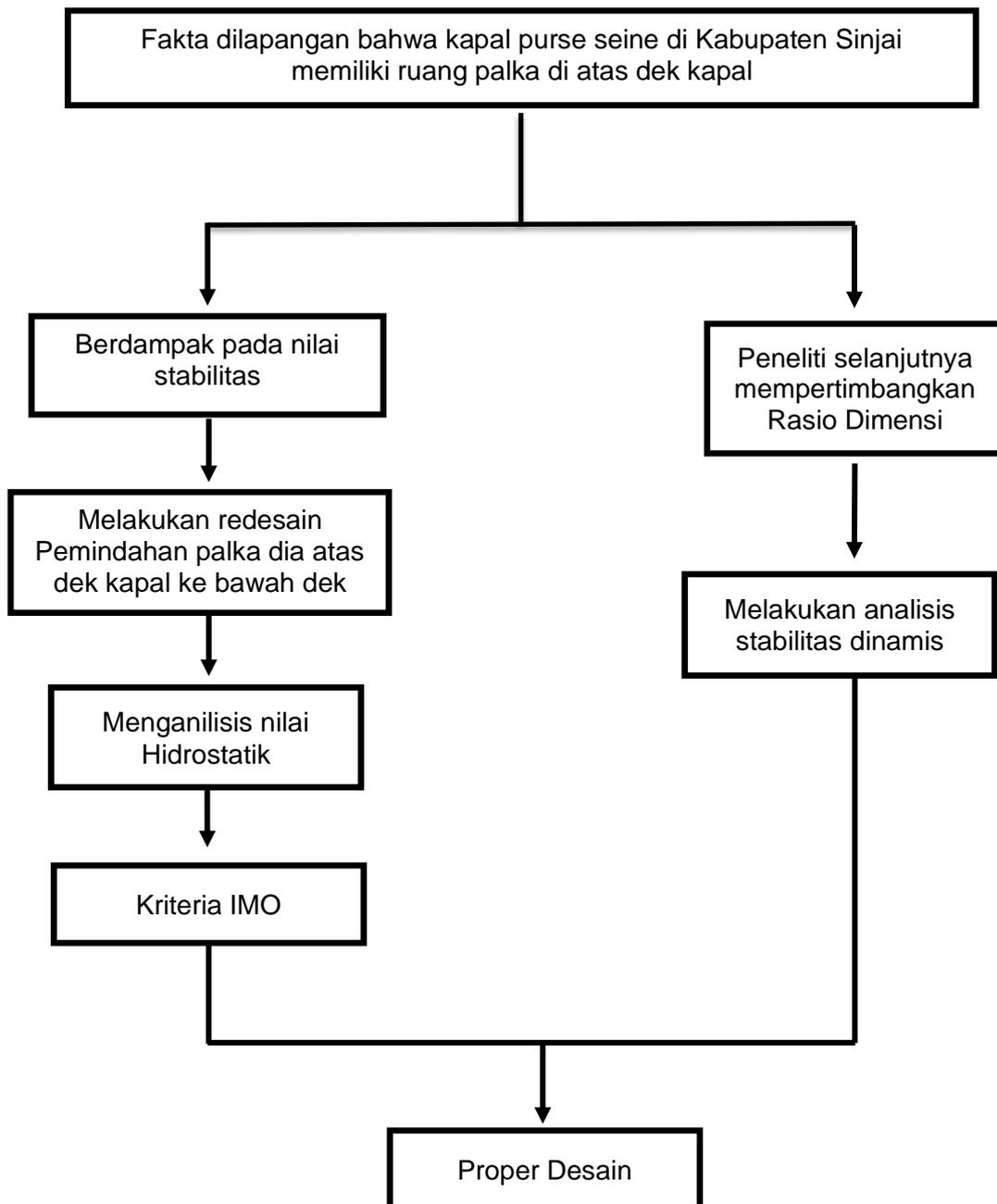
D. Model Kapal

Sebelum membuat model, ukuran model merupakan prioritas utama yang perlu diperhatikan karena dalam hal ini besarnya ukuran model haruslah sesuai dengan tempat melakukan pengujian model sehingga diperlukan penetapan skala terhadap ukuran kapal sampel untuk mendapatkan ukuran model.

Beberapa parameter yang digunakan pada saat pembuatan model kapal di antaranya sebagai berikut:

<i>AE</i>	Luas irisan (m ²)
<i>A0</i>	<i>Propeller disk area</i> (m ²)
<i>AE / A0</i>	rasio luas irisan
<i>AP</i>	Setelah tegak lurus
<i>B</i>	Luas (m)
<i>C</i>	panjang akord (m)
<i>D</i>	Diameter propeller (m)
<i>Dh</i>	<i>Boss</i> atau <i>hub</i> diameter (m)
<i>FP</i>	<i>Forward perpendicular</i>
<i>P</i>	<i>Propeller pitch</i> (m)
<i>LPP</i>	Panjang antara tegak lurus (m)
<i>LWL</i>	Panjang <i>water line</i> (X) (m)
<i>T</i>	<i>Draught</i> (m)
<i>T</i>	ketebalan bagian irisan (m)
<i>x, x, y, z</i>	Koordinat arah
Δm	Massa perpindahan (kg)

E. Kerangka Pikir



Gambar 6. Kerangka pikir penelitian