



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Stabilitas Kapal Ikan *Purse Seiner* Dengan Kondisi *Hauling* Untuk Perairan Laut Jawa

Mudrik Chandra Diwangkara¹⁾, Andi Trimulyono¹⁾, Ahmad Fauzan Zakki¹⁾

¹⁾Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}e-mail :mudrikchandra@students.undip.ac.id

Abstrak

Keselamatan awak kapal sangat dipengaruhi oleh stabilitas kapal, pada kapal ikan stabilitasnya dipengaruhi oleh bentuk lambung dan jenis alat tangkap yang digunakan. Di Indonesia masih banyak nelayan yang menggunakan alat tangkap tipe *purse seine*, dimana tipe alat tangkap ini dapat memberikan kondisi ekstrim terhadap stabilitas melintang kapal ketika *hauling*. Penelitian ini mengkaji stabilitas kapal ikan baik dalam kondisi normal maupun *hauling*. Perhitungan menggunakan metode *strip theory* pada *Maxsurf* dan dibandingkan dengan standar kriteria IMO 2008 dan Maritime & Coastguard Agency menghasilkan nilai stabilitas kapal ikan yang baik ketika kondisi normal. Kondisi *hauling* mempengaruhi stabilitas kapal secara signifikan, hingga mengalami kegagalan dalam kriteria GZ area $0^\circ - 30^\circ$ dengan nilai 0,0482 m.rad. Hal ini disebabkan oleh perubahan nilai KG yang signifikan dibandingkan dengan kondisi normal. Sehingga beban *hauling* maksimal yang dapat digunakan adalah 250 kg, dengan beban tersebut stabilitas kapal ikan masih tetap memenuhi standar kriteria.

Kata Kunci : Kapal Ikan, Stabilitas, *Purse Seine*, *Hauling*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu negara kepulauan yang memiliki lautan lebih luas dibandingkan dengan daratannya. Hal ini menjadikan lautan bukanlah pemisah antar wilayah, namun pemersatu wilayah negara Indonesia. Oleh karena itu lautan ini dapat menjadi potensi besar untuk perkembangan bangsa Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik luas perairan Indonesia yang mencapai 6.400.000 km² dapat menjadi potensi besar untuk perekonomian negara [1]. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, jumlah produksi perikanan sebesar 10,24 juta ton per Januari – Oktober 2024 dan masih dapat dikembangkan lebih lanjut [2].

Untuk mengembangkannya dibutuhkan sarana yang memadai, salah satunya jumlah armada kapal ikan. Setiap kapal ikan memiliki jenis dan ukuran yang berbeda-beda sehingga menghasilkan karakteristik tersendiri. Hal yang paling sederhana untuk menentukan karakteristik kapal didapat dari rasio ukuran utama kapal, perbandingan antara masing-masing ukuran berupa

panjang (L), lebar (B), dan kedalaman (D) akan berpengaruh terhadap kemampuan propulsi, kekuatan memanjang, dan stabilitas [3], [4].

Karakteristik yang cukup penting untuk kapal ikan berupa performa stabilitasnya. Stabilitas kapal ikan akan mempengaruhi aspek keselamatan dan kemampuan kapal ketika beroperasi, baik ketika kondisi menuju *fishing ground*, operasi penangkapan, serta ketika kembali ke daratan [5], [6].

Salah satu faktor utama yang menentukan performa stabilitas kapal ikan adalah penentuan jenis alat tangkap yang digunakan. Para nelayan di Indonesia masih banyak yang menggunakan alat tangkap tipe *purse seine* atau pukat cincin yang mencapai angka 28 ribu alat tangkap yang terdaftar per 2023 [7]. Sama seperti kapal *container* ketika kondisi *loading* atau *unloading*, terjadi sudut kemiringan pada kondisi ini dikarenakan pengangkutan beban, hal ini menghasilkan penurunan nilai stabilitas [8]. Namun untuk kapal ikan, penggunaan *purse seine* dapat memberikan kondisi kemiringan kapal yang lebih ekstrim [9].

Analisis terhadap stabilitas kapal ikan kecil berukuran kurang dari 24 meter telah banyak dilakukan, namun tidak banyak yang menganalisa kondisi ketika kapal ikan beroperasi di *fishing ground* dengan menggunakan alat tangkap, terutama alat tangkap *purse seine*. Frantzen telah menganalisa stabilitas kapal ikan *purse seiner* berukuran panjang 40-60 m ketika melakukan kondisi *hauling* dengan beban 60 dan 450 ton ikan [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu nilai-nilai stabilitas yang dihasilkan pada kapal ikan *purse seiner* berukuran kecil, baik ketika melakukan *hauling* maupun tidak, serta membandingkannya dengan kriteria standar yang berlaku.

2. METODE

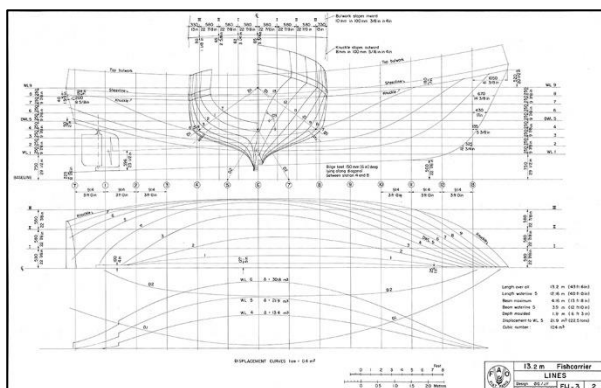
2.1. Objek Penelitian

Objek Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kapal *Fish Carrier* pada *Fishing Vessel Design Database* milik *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) yang dilakukan beberapa perubahan menjadi kapal penangkap ikan yang menggunakan alat tangkap *purse seine*.

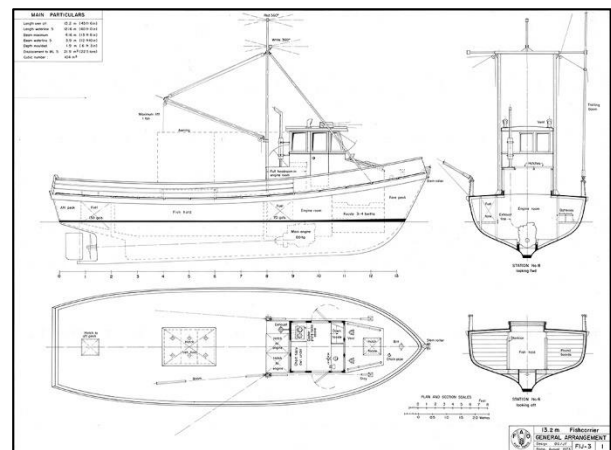
Data yang diperoleh dari *Fishing Vessel Design Database* FAO berupa ukuran utama kapal, *lines plan*, *general arrangement*, *construction*, dan *offset table* [11].

Tabel 1 Ukuran Utama Kapal

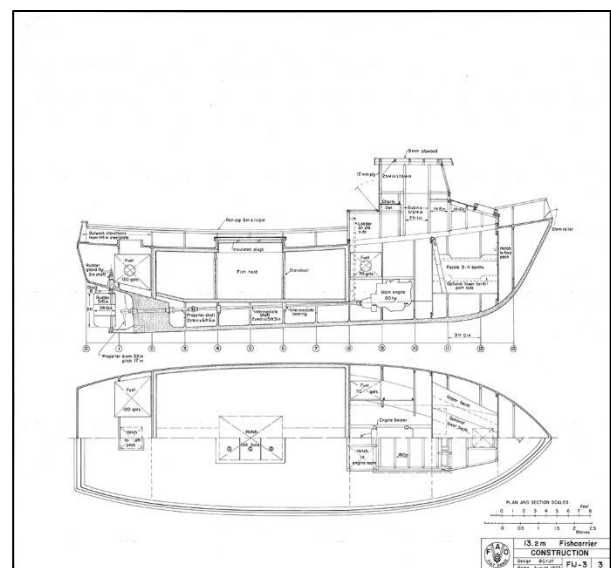
No	Dimensi	Nilai
1	Length Over All (LOA)	13,2 m
2	Length Water Line (LWL)	12,16 m
3	Beam (B)	4,16 m
4	Depth Moulded (D)	1,9 m
5	Displacement (Δ)	22,5 Ton



Gambar 1 Lines Plan Fish Carrier



Gambar 2 General Arrangement Fish Carrier



Gambar 3 Construction Fish Carrier

2.2. Perlakuan Pada Objek Penelitian

Perlakuan yang dilakukan pada objek penelitian berupa perubahan *layout general arrangement* serta menganalisis kemampuan stabilitas kapal *fish carrier* yang telah diubah menjadi *purse seiner* pada beberapa kondisi tertentu.

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal untuk kembali pada posisi *even keel*. Stabilitas kapal bergantung pada letak titik *buoyancy*, *gravity*, *keel*, dan *metacentre*. Pada posisi stabil, keempat titik ini berada pada 1 garis lurus. Ketika kapal mengalami oleng terjadi perpindahan titik *buoyancy*. *Buoyancy force* (gaya apung) baru yang dihasilkan ini tidak berada pada posisi *center line* kapal dan tidak sejajar dengan titik *gravity*. Sehingga titik *gravity* diproyeksikan pada garis gaya apung menjadi titik Z dan menghasilkan momen balik (RM) yang dapat mengembalikan kapal pada posisi *even keel*.

$$RM = \Delta \cdot GZ \quad (1)$$

Dimana Δ merupakan nilai *displacement* kapal dalam ton, dan GZ adalah lengan momen balik dalam meter. Perhitungan stabilitas kapal *Software Maxsurf Stability*.

2.3. Parameter dan Loadcase Scenario

Parameter tetap pada penelitian ini berupa ukuran utama kapal yang tetap, yaitu LOA, LWL, B, T, dan *Displacement*. Sedangkan untuk parameter peubah berupa jumlah muatan di kapal dan pengoperasian alat tangkap yang dijelaskan pada *loadcase scenario*.

Loadcase scenario yang dianalisis untuk kapal ikan berdasarkan pada *International Regulations for The Safety of Fishing Vessel* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 *Loadcase Scenario*

<i>Loadcase No.</i>	<i>Fish Hold %</i>	<i>Fuel Oil %</i>	<i>Fresh Water %</i>
1	50	100	100
2	100	60	70
3	100	10	10
4	60	10	10
5	70	10	10
6	50	80	80
7	50	80	80
8	50	80	80

Loadcase 1 kondisi kapal berangkat menuju *fishing ground*. *Loadcase 2* kondisi kapal kembali dari *fishing ground*. *Loadcase 3* kondisi kapal tiba di pelabuhan dengan muatan penuh. *Loadcase 4* dan 5 sama seperti *loadcase 3*, perbedaan terdapat pada jumlah hasil tangkapan yang berbeda yaitu 20% dan 40%. *Loadcase 6 – 8* menjadi kondisi *hauling* ketika kapal melakukan penangkapan ikan di *fishing ground* menggunakan alat tangkap.

2.4. Analisa dan Pengolahan Data

Proses penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

Pertama, pembuatan ulang model kapal dari *lines plan* menjadi model tiga dimensi.

Kedua, melakukan perubahan *layout general arrangement* pada kapal, serta memperhitungkan ukuran jaring ikan yang digunakan.

Ketiga, menganalisis stabilitas kapal berdasarkan kondisi-kondisi dalam *Loadcase Scenario*.

Keempat, melakukan verifikasi hasil analisa stabilitas pada setiap kondisi terhadap nilai kriteria minimal yang telah ditetapkan

Kelima, membuat kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisa stabilitas.

2.5. Standar Kriteria

Standar kriteria yang digunakan mengacu pada peraturan IMO *International Regulations for the Safety of Fishing Vessel* dalam 2008 *Intact Stability Code* dan peraturan kelas *The Code of Practice for the Safety of Small Fishing Vessels of less than 15m Length Overall* milik Maritime & Coastguard Agency yang direkap pada Tabel 3.

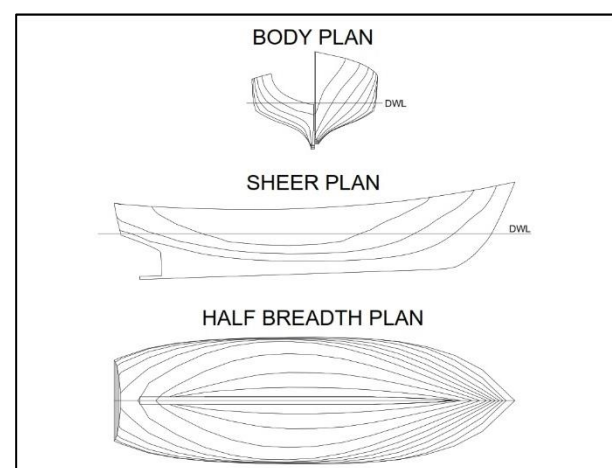
Tabel 3 Standar Kriteria

No	Kriteria	Nilai	Unit
1	Area under GZ curve up to 30 deg	$\geq 0,055$	m.rad
2	Area under GZ curve up to 40 deg	$\geq 0,090$	m.rad
3	Area under GZ curve for 30-40	$\geq 0,030$	m.rad
4	GZ at 30 deg or greater	≥ 200	mm
5	Maximum GZ occur	≥ 25	degree
6	Initial GM	≥ 350	mm

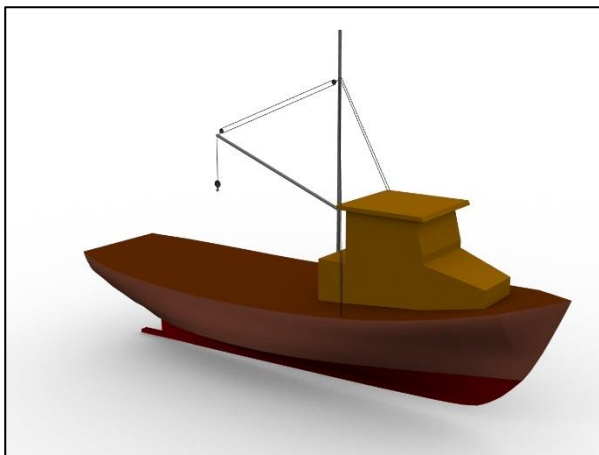
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Permodelan 3D Kapal

Pembuatan ulang model 3D kapal berdasarkan data *lines plan* dan *offset table* yang telah diperoleh, lalu dilakukan pada *software Maxsurf Modeler*. Hasil *lines plan* dan 3D model kapal yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 *Lines Plan*



Gambar 5 3D Model

Sebelum dilanjutkan analisa stabilitas, model kapal perlu diverifikasi untuk memastikan keakuratan model terhadap data acuan. Verifikasi model berupa membandingkan setiap aspek ukuran utama kapal.

Tabel 4 Perbandingan Nilai Ukuran Utama

No	Aspek Ukuran Utama	Nilai Acuan	Nilai Model	Perbedaan (%)
1	Length Over All (LOA)	13,20 m	13,18 m	-0,16
2	Length Water Line (LWL)	12,16 m	12,20 m	0,31
3	Beam (B)	4,16 m	4,17 m	0,24
4	Depth Moulded (D)	1,90 m	1,87 m	-1,58
5	Displacement (Δ)	22,5 Ton	22,47 Ton	-0,13

Berdasarkan Tabel 4 perbedaan nilai terbesar senilai 1,57% pada bagian *depth moulded*, dimana nilai ini masih kurang dari 5% sehingga dapat diasumsikan model sudah valid dan dapat dilakukan analisa stabilitas.

3.2. Perhitungan LWT Kapal

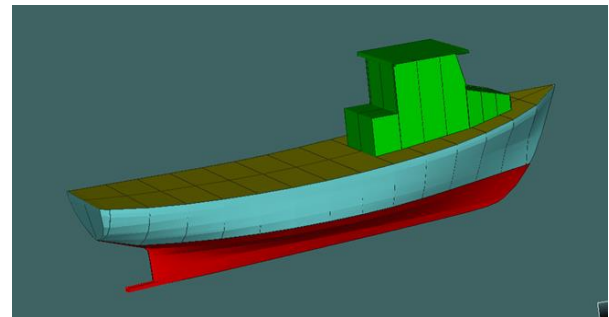
Perhitungan LWT kapal dilakukan untuk mengetahui nilai dan letak titik berat kapal kosong. LWT kapal dihitung dengan membentuk model struktur kapal secara 3 dimensi yang dianalisis berdasarkan jenis material yang digunakan.

Material yang digunakan pada kapal *purse seiner* ini berupa *marine grade plywood* dengan massa jenis 720 kg/m^3 dan ketebalan yang berbeda-beda bergantung pada letaknya.

Pada bagian gading menggunakan tebal kayu 150 mm, untuk gading yang menjadi sekat menggunakan tebal kayu 200 mm. Pada bagian kulit lambung menggunakan tebal 40 mm untuk bagian di atas sarat dan 60 mm untuk bagian di bawah sarat. Bagian geladak menggunakan tebal

kayu 25 mm dan bagian *deckhouse* menggunakan tebal kayu 15 mm dan 12 mm.

Perhitungan LWT dilakukan pada *Software Maxsurf Structure* seperti pada Gambar 6 menghasilkan nilai berat LWT kapal sebesar 7.583,37 kg dengan letak titik berat memanjang (LCG) pada 6,375 m dari AP dan letak titik berat vertikal (VCG) pada 1,896 m dari *keel*.



Gambar 6 Konstruksi Kapal

3.3. Perhitungan Alat Tangkap *Purse Seine*

Alat tangkap *purse seine* yang dirancang berdasarkan pendekatan perhitungan setiap komponen alat tangkap. Komponen utama pada alat tangkap *purse seine* berupa *fishing net* yang dibagi menjadi 3 bagian yaitu *body*, *left wing*, dan *right wing*. Komponen pendukung lainnya berupa *floats*, *floatline*, *leadline*, *purse ring*, *bridle chain*, *purse line*, dan *tow line*.

Fishing net menggunakan ukuran *mesh size* sebesar 25,4 mm dengan material nilon tipe PA (210/6), PA (210/9), dan PA (210/12). Terkhusus untuk PA (210/9) dan PA (210/12) hanya digunakan untuk bagian *left wing*, yang bertujuan untuk memperkuat jaring ketika ditarik. Komponen-komponen pendukung dihitung berdasarkan ukuran *fishing net* yang dirancang. *Purse seine* yang telah dirancang digambarkan pada Gambar 7.

Purse Seine Design					
E2 = 0,75	E1 = 0,6 Floatline : 200 m				
	50 Floats 40 m	50 Floats 40 m	50 Floats 40 m	50 Floats 40 m	50 Floats 40 m
	PA (210/12)	PA (210/6)	PA (210/6)	PA (210/6)	PA (210/6)
	PA (210/12)				
	PA (210/9)				
	PA (210/6)				
	PA (210/6)				
4 Ringsinkers 4 Ringsinkers 4 Ringsinkers 4 Ringsinkers 4 Ringsinkers					
Leadline : 200 m					

Gambar 7 *Purse Seine Design*

Tabel 5 Perhitungan Berat Jaring (Net)

Bagian	Panjang Dalam (m)	Panjang (m)	Berat		Berat (kg)
			per Luasan (gr/m ²)	Luas (m ²)	
Body	120	30	5,85	3600	21,06
Right Wing	40	30	5,85	1200	7,02
Bunt	40	10	12,50	400	5,00
(Left Wing)					
Middle	40	10	9,10	400	3,64
(Left Wing)					
Bottom	40	10	5,85	400	2,34
(Left Wing)					

Tabel 6 Perhitungan Berat Total Alat Tangkap

No	Barang	Jumlah	Berat Total (kg)
1	Jaring	1 pcs	39,08
2	Floatline	200 m	12,00
3	Floats	250 pcs	6,25
4	Leadline	250 m	18,00
5	Bridle Chain	6 m	0,60
6	Purse Ring	20 pcs	10,00
7	Purse Line	240 m	14,40
8	Tow Line	20 m	1,20

Perhitungan berat alat tangkap dijelaskan pada Tabel 5 dan 6. Berat total *purse seine* yang dirancang sebesar 101,53 kg, dengan berat jaring 39,08 kg dan komponen pendukung 62,45 kg.

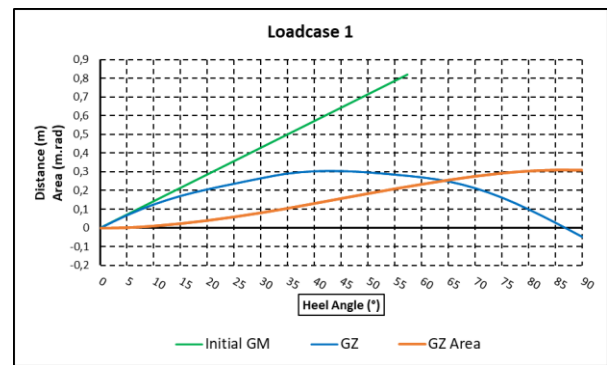
3.4. Hasil Analisa Stabilitas

Analisa stabilitas kapal ikan yang dilakukan pada *software Maxsurf Stability* menghasilkan lengkung stabilitas statis (*curves of static stability*) yang menggambarkan lengan momen penegak (GZ) pada setiap sudut oleng.

Loadcase 1 merupakan kondisi keberangkatan kapal dengan seluruh perbekalan dan *fuel oil* penuh beserta dengan 50% volume *fish hold* yang berisi es untuk pendinginan ikan.

Kondisi awal *equilibrium* kapal mengalami trim haluan sebesar 1,34° dengan sarat bagian depan 1,729 m dan sarat bagian belakang 1,444 m. Untuk KG setinggi 2,094 m dan KM setinggi 2,915 m.

Gambar 8 menunjukkan hasil pada *loadcase 1* dengan nilai GM awal sebesar 0,821 m dan lengan GZ maksimum sebesar 0,303 m pada sudut 42,7°.

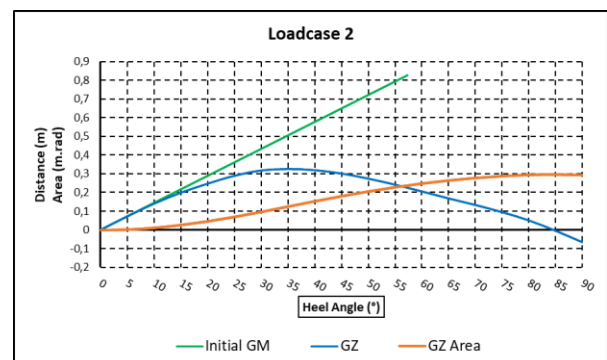


Gambar 8 Kurva Stabilitas *Loadcase 1*

Loadcase 2 merupakan kondisi kembali dari *fishing ground* dengan sisa perbekalan 70%, *fuel oil* 60%, dan *fish hold* penuh dengan tangkapan ikan dan sisa es.

Kondisi awal *equilibrium* kapal mengalami trim buritan sebesar 0,75° dengan sarat bagian depan 1,642 m dan sarat bagian belakang 1,801 m. Untuk KG setinggi 2,061 m dan KM setinggi 2,887 m.

Gambar 9 menunjukkan hasil pada *loadcase 2* dengan nilai GM awal sebesar 0,826 m dan lengan GZ maksimum sebesar 0,324 m pada sudut 35°.

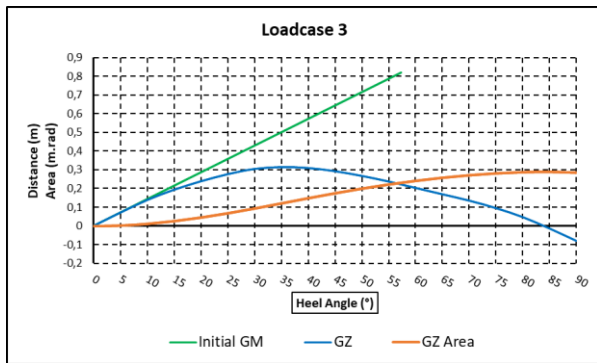


Gambar 9 Kurva Stabilitas *Loadcase 2*

Loadcase 3 merupakan kondisi tiba di pelabuhan dengan sisa perbekalan dan *fuel oil* 10% beserta *fish hold* penuh dengan ikan dan es.

Kondisi awal *equilibrium* kapal mengalami trim buritan sebesar 0,92° dengan sarat bagian depan 1,588 m dan sarat bagian belakang 1,782 m. Untuk KG setinggi 2,084 m dan KM setinggi 2,903 m.

Gambar 10 menunjukkan hasil pada *loadcase 3* dengan nilai GM awal sebesar 0,819 m dan lengan GZ maksimum sebesar 0,314 m pada sudut 35,5°.



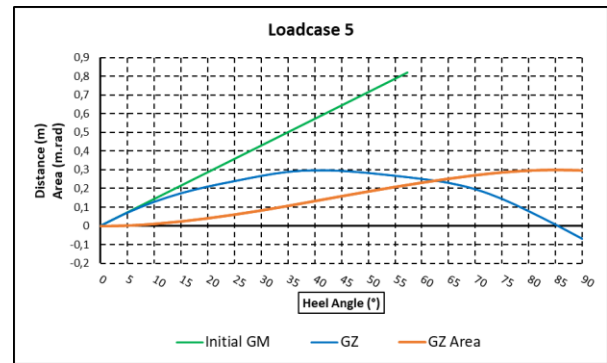
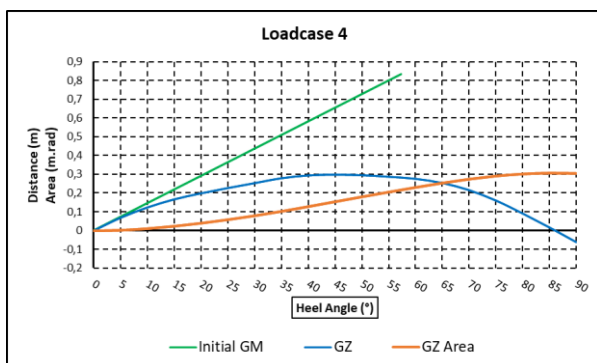
Gambar 10 Kurva Stabilitas *Loadcase 3*

Loadcase 4 dan *5* merupakan kondisi yang mirip dengan *loadcase 3*, yang membedakan hanya hasil tangkapan yang didapat tidak maksimal, yakni hanya 20% atau 40% dari total daya tampung pada *fish hold*. Perbekalan dan *fuel oil* masing-masing tersisa 10%.

Kondisi *equilibrium* kapal pada *loadcase 4* mengalami trim haluan sebesar $0,88^\circ$ dengan sarat bagian depan 1,65 m dan sarat bagian belakang 1,464 m. Untuk KG setinggi 2,111 m dan KM setinggi 2,943 m.

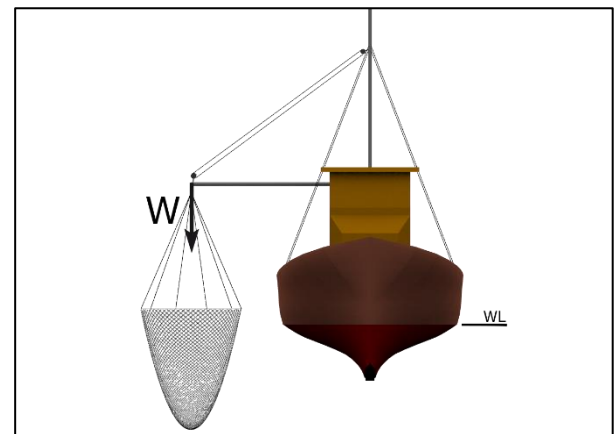
Kondisi *equilibrium* kapal pada *loadcase 5* mengalami trim haluan sebesar $0,07^\circ$ dengan sarat bagian depan 1,627 m dan sarat bagian belakang 1,555 m. Untuk KG setinggi 2,108 m dan KM setinggi 2,927 m.

Gambar 11 menunjukkan hasil stabilitas pada *loadcase 4* dan *5*. Pada *loadcase 4* menghasilkan nilai GM awal sebesar 0,832 m dengan lengan GZ maksimal sebesar 0,297 m pada sudut 45° . Sedangkan untuk *loadcase 5* menghasilkan nilai GM awal sebesar 0,819 m dengan lengan GZ maksimum sebesar 0,297 m pada sudut $40,9^\circ$.

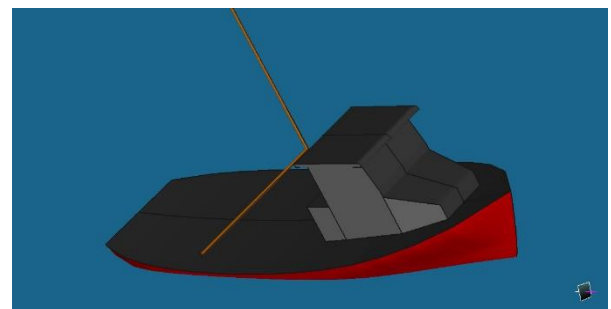


Gambar 11 Kurva Stabilitas *Loadcase 4* dan *5*

Loadcase 6 – 8 merupakan kondisi tiba di *fishing ground* dan melakukan operasi penangkapan ikan (*hauling condition*) dengan berat tangkapan yang berbeda-beda, untuk *loadcase 6 hauling* seberat 200 kg, *loadcase 7 hauling* seberat 250 kg, dan *loadcase 8 hauling* seberat 300 kg. Gambar 12 dan 13 merupakan ilustrasi penggunaan alat tangkap *purse seine*, dimana pusat gaya yang terjadi berada pada ujung lengan tarik jaring (titik W). Pada *software Maxsurf* tidak dapat memperhitungkan geometri jaring secara detail, sehingga diasumsikan terjadi beban pada ujung lengan tarik dengan jarak maksimum 4 m dari *center line* kapal. Untuk perbekalan, *fuel oil*, dan isi *fish hold* bernilai sama pada *loadcase 6 – 8* ini, yaitu 80%, 80%, dan 50% yang keseluruhan berisi dengan es.

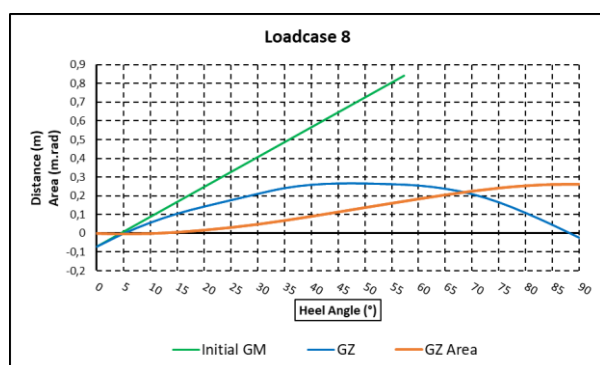
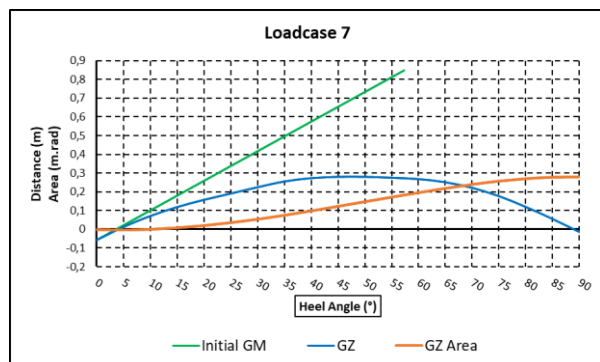
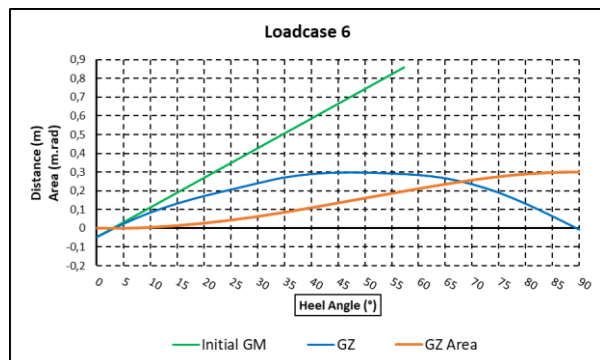


Gambar 12 Ilustrasi Penggunaan Alat Tangkap *Purse Seine*



Gambar 13 Ilustrasi Kondisi *Hauling* Pada *Software Maxsurf*

Pada kondisi *hauling* untuk kondisi awal *equilibrium* kapal mengalami trim haluan sebesar $1,45^\circ$ (*loadcase* 6), $1,48^\circ$ (*loadcase* 7), dan $1,51^\circ$ (*loadcase* 8). Pada *loadcase* 6 untuk sarat depan sebesar 1,732 m dan sarat belakang 1,423 m. Pada *loadcase* 7 untuk sarat depan sebesar 1,735 m dan sarat belakang 1,42 m. Pada *loadcase* 8 untuk sarat depan sebesar 1,739 m dan sarat belakang 1,416 m. Untuk KG setinggi 2,055 m (*loadcase* 6), 2,062 m (*loadcase* 7), dan 2,069 m (*loadcase* 8). Untuk nilai KM setinggi 2,862 m (*loadcase* 6), 2,837 m (*loadcase* 7), dan 2,811 m (*loadcase* 8).



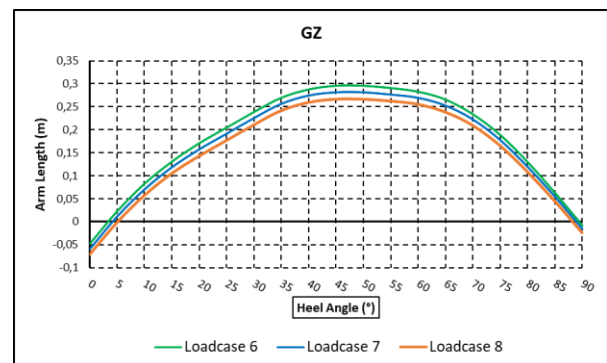
Gambar 14 Kurva Stabilitas *Loadcase* 6 – 8

Pengaruh penambahan kondisi *hauling* yang digambarkan pada Gambar 14 terjadi kecenderungan penurunan nilai stabilitas.

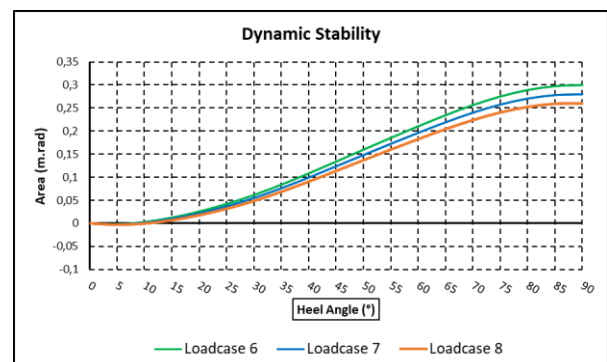
Nilai GM awal pada setiap kondisinya menghasilkan nilai 0,859 m (*loadcase* 6), 0,85 m (*loadcase* 7), dan 0,841 m (*loadcase* 8). Kemudian nilai maksimum GZ pada setiap kondisinya menghasilkan nilai 0,296 m (*loadcase* 6), 0,282 m

(*loadcase* 7), dan 0,268 m (*loadcase* 8) dengan sudut GZ maksimum tetap berada pada $47,3^\circ$ untuk setiap *loadcase*.

Penurunan nilai-nilai stabilitas ini didasarkan dengan adanya peningkatan nilai KG pada setiap *loadcase* yang merupakan akibat dari penambahan beban untuk *hauling*. Nilai KG yang lebih tinggi mengakibatkan penurunan nilai GZ dan GM pada setiap kondisinya, yang akhirnya akan menghasilkan nilai stabilitas dinamis (*GZ Area*) yang kurang baik.



Gambar 15 GZ *Loadcase* 6 – 8



Gambar 16 Stabilitas Dinamis *Loadcase* 6 – 8

3.5. Hasil Analisa Stabilitas Terhadap Kriteria

Hasil analisa stabilitas kapal ikan *purse seine* berdasarkan kriteria IMO 2008 dan *Maritime & Coastguard Agency* memiliki kategori performa yang baik, hal ini dapat dilihat pada Tabel 7 – 12. Namun, berdasarkan kriteria ini terdapat juga kondisi yang tidak mencapai kriteria.

Tabel 7 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Ikan Terhadap Standar *GZ Area* $0^\circ - 30^\circ$

Loadcase No.	Required Minimum	Area $0^\circ - 30^\circ$	Status
		Value	
1	0,055	0,082	PASS
2	0,055	0,097	PASS
3	0,055	0,094	PASS
4	0,055	0,079	PASS
5	0,055	0,084	PASS
6	0,055	0,062	PASS
7	0,055	0,055	PASS

8	0,055	0,048	FAIL
---	-------	-------	------

Tabel 7 merupakan hasil *GZ area* pada sudut $0^{\circ} - 30^{\circ}$. Terdapat 1 kondisi yang tidak memenuhi kriteria minimum, yaitu untuk *loadcase* 8 yang merupakan kondisi ketika *hauling* dengan beban 300 kg. Kegagalan ini disebabkan oleh peningkatan nilai KG yang mengakibatkan penurunan nilai GZ secara keseluruhan sudut oleng. Selain itu untuk *loadcase* 1 – 7 telah memenuhi standar kriteria minimum dengan nilai terendah pada *loadcase* 7 bernilai 0,055 m.rad.

Tabel 8 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Ikan Terhadap Standar *GZ Area* $0^{\circ} - 40^{\circ}$

Loadcase No.	Required Minimum	Area $0^{\circ} - 40^{\circ}$ Value	Status
1	0,09	0,13	PASS
2	0,09	0,15	PASS
3	0,09	0,15	PASS
4	0,09	0,13	PASS
5	0,09	0,13	PASS
6	0,09	0,11	PASS
7	0,09	0,10	PASS
8	0,09	0,09	PASS

Tabel 8 merupakan hasil *GZ area* pada sudut $0^{\circ} - 40^{\circ}$. Pada setiap kondisi yang dianalisis, nilai-nilai yang dihasilkan telah memenuhi kriteria dengan nilai minimum 0,09 m.rad pada *loadcase* 8.

Tabel 9 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Ikan Terhadap Standar *GZ Area* $30^{\circ} - 40^{\circ}$

Loadcase No.	Required Minimum	Area $30^{\circ} - 40^{\circ}$ Value	Status
1	0,03	0,05	PASS
2	0,03	0,06	PASS
3	0,03	0,05	PASS
4	0,03	0,05	PASS
5	0,03	0,05	PASS
6	0,03	0,05	PASS
7	0,03	0,04	PASS
8	0,03	0,04	PASS

Tabel 9 merupakan hasil *GZ area* pada sudut $30^{\circ} - 40^{\circ}$. Hasilnya secara keseluruhan telah memenuhi standar minimum dengan nilai terendah 0,04 m.rad pada *loadcase* 7 dan 8, dimana nilai ini sudah melebihi 0,03 m.rad untuk kriterianya.

Tabel 10 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Ikan Terhadap Standar *Maximum GZ*

Loadcase No.	Required Minimum	Maximum GZ Value	Status
1	0,20	0,30	PASS
2	0,20	0,32	PASS
3	0,20	0,31	PASS
4	0,20	0,30	PASS

5	0,20	0,30	PASS
6	0,20	0,30	PASS
7	0,20	0,28	PASS
8	0,20	0,27	PASS

Untuk nilai maksimum GZ yang terjadi dijelaskan pada Tabel 10, dimana nilai terendah terjadi pada *loadcase* 8 dengan nilai GZ maksimum 0,27 m. Sehingga untuk keseluruhan *loadcase* telah memenuhi standar kriteria yaitu 0,2 m.

Tabel 11 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Ikan Terhadap Standar *Angle of Maximum GZ*

Loadcase No.	Required Minimum	Angle of Maximum GZ Value	Status
1	25,0	42,7	PASS
2	25,0	35,0	PASS
3	25,0	35,5	PASS
4	25,0	45,0	PASS
5	25,0	40,9	PASS
6	25,0	47,3	PASS
7	25,0	47,3	PASS
8	25,0	47,3	PASS

Tabel 11 merupakan hasil sudut GZ maksimum yang terjadi pada setiap *loadcase*. Nilai terendah terdapat pada *loadcase* 2 dengan sudut GZ maksimal terjadi pada 35° . Pada sudut tersebut sudah memenuhi standar kriteria dengan minimal 25° , dan disarankan melebihi 30° . Sehingga untuk *loadcase* lainnya juga telah memenuhi standar kriteria.

Tabel 12 Hasil Analisa Stabilitas Kapal Ikan Terhadap Standar *Initial GM*

Loadcase No.	Required Minimum	Initial GM Value	Status
1	0,35	0,82	PASS
2	0,35	0,83	PASS
3	0,35	0,82	PASS
4	0,35	0,83	PASS
5	0,35	0,82	PASS
6	0,35	0,86	PASS
7	0,35	0,85	PASS
8	0,35	0,84	PASS

Tabel 12 merupakan nilai initial GM yang terjadi pada setiap *loadcase*. Nilai terendah yang dihasilkan sebesar 0,82 m pada *loadcase* 1, 3 dan 5. Dimana nilai minimal yang dibutuhkan sebesar 0,35 m. Sehingga untuk kriteria ini untuk seluruh *loadcase* telah memenuhi standar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketika kondisi *non hauling*, kapal ikan *purse seiner* berukuran kecil ini telah

memiliki performa stabilitas yang baik dengan kriteria yang telah memenuhi standar, baik pada nilai GM awal, nilai maksimum GZ yang terjadi, serta nilai stabilitas dinamis.

Kondisi *hauling* sangat mempengaruhi hasil stabilitas yang terjadi pada kapal ikan *purse seiner* ini. Penambahan beban *hauling* mulai dari 200 kg, 250 kg, dan 300 kg memberikan efek peningkatan nilai KG dan penurunan nilai GM secara keseluruhan. Sehingga pada hasil kurva GZ terjadi penurunan nilai pada seluruh sudut kemiringan yang mengakibatkan penurunan nilai GZ maksimum dan nilai luasan kurva GZ atau yang disebut juga nilai stabilitas dinamis.

Hasil performa stabilitas kapal ikan dengan standar IMO 2008 *Intact Stability Code* dan *The Code of Practice for the Safety of Small Fishing Vessels of less than 15m Length Overall*, pada *loadcase* 1 – 7 telah memenuhi kriteria secara keseluruhan. Pada *loadcase* 8 terjadi kegagalan pada kriteria GZ area 0° – 30° . Hal ini disebabkan oleh penurunan nilai GZ yang cukup signifikan pada setiap sudut kemiringan dibandingkan dengan kondisi *non hauling*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Statistik Ketahanan Sosial, *Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir 2024*, vol. 21. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2024.
- [2] M. Harianto, “KKP: Produksi perikanan dan rumput laut 18,26 juta ton hingga Oktober,” *Antara*, Jakarta, 2024.
- [3] A. Susanto, B. H. Iskandar, dan M. Imron, “Evaluasi Desain dan Stabilitas Kapal Penangkap Ikan Di Palabuhanratu (Studi Kasus Kapal PSP 01),” *Mar. Fish. J. Mar. Fish. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 2, hlm. 213, 2013.
- [4] Y. Purwanto, B. H. Iskandar, M. Imron, dan B. Wiryawan, “Aspek Keselamatan Ditinjau Dari Stabilitas Kapal dan Regulasi Pada Kapal Pole And Line Di Bitung, Sulawesi Utara,” *Mar. Fish. J. Mar. Fish. Technol. Manag.*, vol. 5, no. 2, hlm. 181–191, 2016.
- [5] E. Eliopoulou, A. Alissafaki, dan A. Papanikolaou, “Statistical Analysis of Accidents and Review of Safety Level of Passenger Ships,” *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 11, no. 2, hlm. 410, 2023.
- [6] I. Bačkalov *dkk.*, “Ship Stability, Dynamics and Safety: Status and Perspectives From a Review of Recent STAB Conferences and ISSW Events,” *Ocean Eng.*, vol. 116, hlm. 312–349, 2016.
- [7] Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, “Jumlah Alat Penangkapan Ikan Perikanan Laut.” Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2023.
- [8] Y. Wang, G. Shi, dan X. Sun, “Effect of Loading and Unloading Heavy Cargo on a Heavy-lift Ship Stability,” dalam *2018 3rd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)*, Singapore: IEEE, 2018.
- [9] J. L. Mantari, S. Ribeiro E Silva, dan C. Guedes Soares, “Intact Stability of Fishing Vessels Under Combined Action of Fishing Gear, Beam Waves and Wind,” *Ocean Eng.*, vol. 38, no. 17–18, hlm. 1989–1999, 2011.
- [10] J. Schuler Frantzen, M. A. Celis Carbajal, dan M. R. Manco Rivera, “Fishing Ship Stability During Purse Seining: Industrial Anchovy Fishing in Peru,” *Mar. Syst. Ocean Technol.*, vol. 20, no. 2, hlm. 23, 2025.
- [11] FAO, “Fishing Vessel Design Database (FVDD). Fish Carrier - 13.2m,” *Fish. Aquac.*, 2025.