



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Stabilitas Kapal Ikan *Trawler Net*

Ignasius Wisnu Anggara⁽¹⁾, Samuel⁽²⁾, Ahmad Fauzan Zakki⁽³⁾

¹⁾Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail :ignasiuswisnuanggara@student.undip.ac.id

Abstrak

Aspek keselamatan, khususnya stabilitas, merupakan parameter krusial bagi armada kapal ikan tipe trawler net dalam mendukung peningkatan produksi perikanan nasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai stabilitas statis kapal ikan tipe trawler net (LOA = 14,94 m; B = 3,96 m; D = 2,44 m) pada berbagai kondisi muatan (loadcase), serta mengevaluasi kelayakannya berdasarkan kriteria internasional Maritime & Coastguard Agency (MCA) dan International Maritime Organization (IMO). Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan komputasi, di mana pemodelan lambung 3D mengacu pada data kapal drifter trawler FAO menggunakan perangkat lunak Maxsurf Modeller. Analisis stabilitas statis disimulasikan menggunakan Maxsurf Stability terhadap lima skenario pemuatan (loadcase), yang mencakup variasi kondisi operasional dari kapal berangkat menuju fishing ground hingga kembali ke pelabuhan dengan kapasitas muatan ikan 100%, 75%, dan 50%. Berat kapal kosong (Lightweight Tonnage) dihitung menggunakan metode bagian per bagian, dengan menyertakan berat spesifik dari komponen jaring utama (net body) beserta perlengkapan alat tangkapnya. Hasil simulasi berupa kurva lengan penegak (kurva GZ) dievaluasi berdasarkan enam parameter standar keselamatan stabilitas, meliputi luasan di bawah kurva GZ (area 0°–30°, 0°–40°, dan 30°–40°), lengan kopel maksimum, sudut GZ maksimum, serta tinggi metasentra awal (\$GM_{1\%}\$). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis dan referensi desain kapal tangkap yang memenuhi standar keselamatan internasional untuk operasional penangkapan ikan..

Kata Kunci : Stabilitas Kapal, Trawler Net, Loadcase, Maxsurf, IMO.

1. PENDAHULUAN

Sektor perikanan merupakan pilar penting ekonomi Indonesia[1], Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, produksi perikanan nasional mencapai 7,812 juta ton pada periode 2024 dan masih berpotensi untuk terus dikembangkan [2]. Besarnya produksi tersebut menuntut ketersediaan sarana penangkapan yang memadai, salah satunya adalah armada kapal ikan. namun aktivitas penangkapan ikan di laut memiliki risiko kecelakaan yang tinggi, terutama terkait stabilitas kapal [3]. Kapal *trawler* sering menghadapi kondisi kritis.

Beberapa studi terdahulu telah membahas stabilitas kapal ikan, seperti penelitian oleh Oksal dkk. mengenai pengaruh *bilge keel* pada stabilitas kapal ikan [4], Kyoung Gun-oh yang membuat analisa tentang regulasi standar stabilitas terutama pada nilai GZ minimum[5], serta studi Nguyen

dkk. (2025) yang fokus pada gaya hidrodinamika jaring *trawl* [6]. Analisis stabilitas kapal ikan < 24 meter juga telah banyak dilakukan, namun kajian operasional kapal *trawler net* di *fishing ground* masih terbatas. Sebagai contoh, Diwangkara meneliti stabilitas kapal *purse seiner* 13,2 meter saat proses *hauling* dengan beban 200–300 kg [7]. Posisi penelitian ini berbeda karena secara spesifik mengkaji variasi beban muatan untuk tipe kapal *drifter trawler*

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung nilai stabilitas kapal ikan *trawler net* pada berbagai kondisi pemuatan, menganalisis pengaruh variasi beban muatan terhadap parameter stabilitas, dan mengevaluasi kesesuaian stabilitas kapal berdasarkan kriteria keselamatan internasional. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman teknis bagi nelayan dan pemangku kepentingan dalam meningkatkan standar keselamatan operasional kapal ikan di Indonesia.

2. METODE

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode simulasi numerik untuk menganalisis karakteristik stabilitas dan kemampuan jaga laut kapal penangkap ikan jenis *drifter trawler* melalui bantuan perangkat lunak Maxsurf [8]. Prosedur simulasi dilakukan dengan memodelkan lambung kapal berdasarkan data primer dari FAO, kemudian menguji lima variasi kondisi pemuatan yang berbeda mulai dari kondisi muatan kapal untuk mengevaluasi kepatuhan terhadap standar stabilitas internasional (IMO).

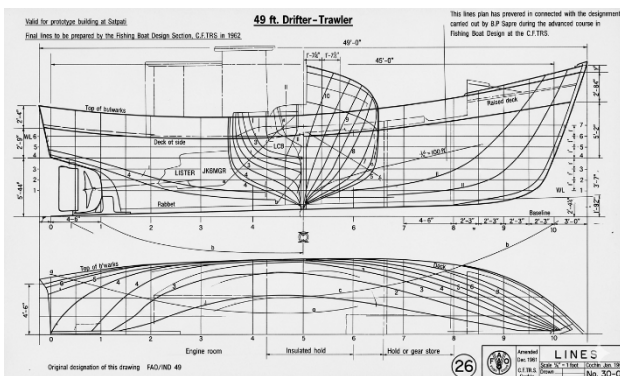
2.2. Objek Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah sebuah kapal penangkap ikan jenis *drifter trawler* berbahan *marine wood* (kayu).

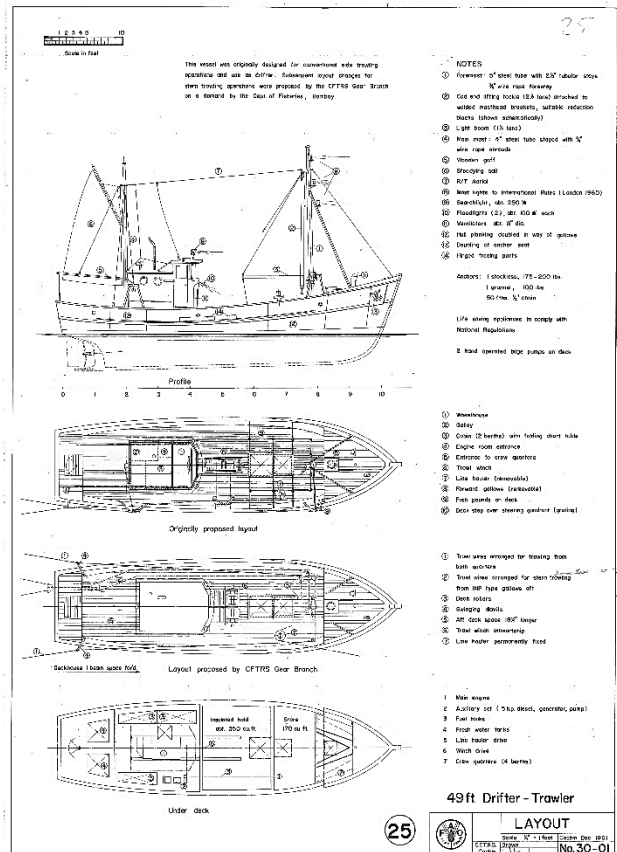
Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

Tipe Kapal	Fishing Vessel
Panjang Keseluruhan (LOA)	14,94 m
Panjang Garis Air (LWL)	13,72 m
Lebar (B)	3,96 m
Sarat (T)	1,64 m
Tinggi (H)	2,44 m
Displacement	22,50 T
Material	Kayu

Pemilihan kapal ini didasarkan pada ketersediaan data teknis yang komprehensif dari *Fishing Vessel Design Database* (FVDD) FAO, yang mencakup dokumen *lines plan*, *general arrangement*, hingga detail konstruksi kapal.



Gambar 1. Linesplan Fishing Vessel



Gambar 2. General Arrangement Fishing Vessel

2.3. Parameter Penelitian

Parameter dalam penelitian ini ditentukan untuk memberikan batasan yang jelas dalam proses simulasi dan analisis stabilitas kapal. Parameter tersebut diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu parameter tetap dan parameter peubah. Parameter tetap merupakan nilai dimensi utama kapal yang tidak mengalami perubahan selama proses penelitian, yang meliputi Length Over All (LOA), Breadth (B), dan Depth (D). Dimensi ini menjadi acuan dasar dalam pemodelan lambung kapal pada perangkat lunak agar representasi visual dan perhitungan hidrostatis tetap konsisten.

Adapun parameter peubah dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Kondisi Muatan Kapal

Loadcase	Fish Hold	Fuel Oil	Fresh Water
Loadcase 1	100 %	100 %	100 %
Loadcase 2	100 %	30 %	20 %
Loadcase 3	75 %	10 %	10 %
Loadcase 4	50 %	10 %	10 %
Loadcase 5	50 %	10 %	10 %

Skenario pemuatan dalam penelitian ini diklasifikasikan ke dalam delapan *loadcase* yang merepresentasikan berbagai fase operasional kapal, logistik penuh dan palka kosong (*loadcase 1*),

hingga kondisi kepulauan dan tiba di pelabuhan dengan variasi muatan hasil tangkapan antara 50% sampai 100% (*loadcase 2-5*).

2.4. Kriteria Penelitian

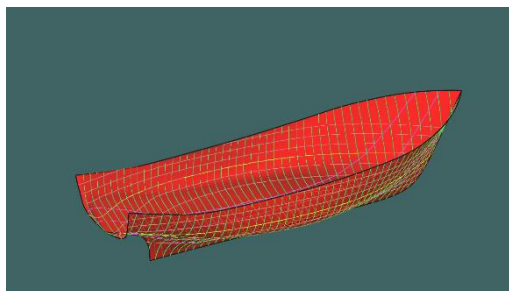
Standar kriteria stabilitas kapal ikan mengacu pada regulasi *Maritime & Coastguard Agency* (untuk kapal < 15 m) dan IMO. Enam poin kriteria standar yang harus dipenuhi yaitu [9]:

1. Luasan di bawah kurva GZ minimal 0,055 m.rad hingga sudut 30°.
2. Luasan di bawah kurva GZ minimal 0,090 m.rad hingga sudut 40°.
3. Luasan di bawah kurva GZ minimal 0,030 m.rad antara sudut 30° – 40°.
4. Lengan penegak (GZ) minimal 200 mm pada sudut 30° atau lebih.
5. Lengan penegak (GZ) maksimum terjadi pada sudut minimal 25° (atau 15° untuk kapal < 24 m).
6. Tinggi metasentra awal (GM) melintang minimal 150 mm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemodelan 3D Kapal

Pemodelan kapal secara 3D dilakukan pada aplikasi *Maxsurf Modeler* [10]. Menggunakan hasil *linesplan* yang telah didapat pada tahap sebelumnya. Hasil pemodelan bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Fishing boat design*

Verifikasi dilakukan untuk hasil pemodelan agar dapat dinyatakan sesuai. Model dinyatakan layak dan sesuai ketika nilai verifikasi perbedaan kurang dari 5%.

Tabel 3. Tabel perbandingan desain

Type of Ships	Fishing vessel	Hasil desain	Margin
LOA	14,94 m	14,975 m	0.23 %
Lwl	13,72 m	13,715 m	0.04 %
B	3,96 m	4,00 m	1.01 %
D	1,64 m	1,64 m	0.00 %
H	2,44 m	2,46 m	0.82 %

Tabel 6.

3.2. Perhitungan LWT Kapal

Perhitungan LWT kapal dilakukan dengan metode partisi. Lambung kapal dipecah menjadi 7 kategori. Perhitungan dilakukan pada setiap kategori sesuai dengan desain struktur yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Perhitungan dilakukan dengan mengkalikan tebal dan luas area panel untuk mendapatkan volume dari panel. Kemudian dicari besaran momen pada setiap panel, dijumlahkan dan dibagi dengan berat total sehingga ditemukan titik berat *longitudinal, transversal* dan *vertical*.

Tabel 4. Hasil perhitungan LWT

Kategori	Luas area <i>m</i> ³	Berat Ton	Massa jenis Ton/ <i>m</i> ³
<i>Kulit</i>	7,171	5,737	0.8
<i>Backbone</i>	1,777	1,422	
<i>Rangka</i>	7,788	6,230	
<i>Penguat</i>	0,302	0,242	
<i>Geladak</i>	0,937	0,750	
<i>Bangunan atas</i>	2,253	1,802	
<i>Interior dan sekat</i>	3,513	2,811	
<i>Total</i>	23,742	18,994	

Tabel 5. Hasil perhitungan titik berat

LWT	18,994	Ton
LCG	6,850	m
VCG	1,727	m
TCG	0,000	m

3.3. Perhitungan Alat Tangkap *Trawler Net*

Perhitungan alat tangkap *trawler net* dilakukan dengan pendekatan komponen. Adapun komponen yang digunakan dalam alat tangkap *trawler net* adalah :

1. Jaring utama
2. Papan pembuka
3. Tali ris bawah
4. Tali ris atas
5. Pemberat
6. Pelampung
7. *Bridles & sweeplines*
8. Kabel penarik
9. *Trawler winch*

Jaring didesain menggunakan *mesh size* 1 inch (25,4 mm) dengan spesifikasi utama adalah nilon tipe PA 210/6, PA 210/9, dan PA 210/12. Adapun spesifikasi jaring yang akan digunakan bisa dilihat pada

Tabel 6. Perhitungan jaring utama

Bagian	Material	Panjang/ Dalam (m)	Berat/ Luas	Berat (kg)
Body	PA 210/6	130/35	5,85	26,63
Right wing	PA 210/6	40/35	5,85	8,19
Bunt	PA 210/12	40/10	12,50	5,00
Middle	PA 210/9	40/10	9,10	3,64
Bottom	PA 210/6	40/10	5,85	2,34
Total				45,81

Tabel 7. Perlengkapan *trawler net*

Barang	Jumlah	Berat/satuan	Berat
Tali ris atas	60 m	0,12 kg/m	7,20
Pelampung	25 pcs	0,25 kg/pcs	6,25
Tali ris bawah	65 m	0,2 kg /m	13,00
Pemberat	65 m	0,65 kg/m	42,25
Papan pembuka	2 unit	30 kg/unit	60,00
Briddle lines	120 m	0,1 kg/m	12,00
Warp lines	200 m	0,1 kg/m	20,00
Total			160,70

Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7, maka didapatkan berat komponen jaring adalah 45,810 kg, dan berat komponen *trawler net* adalah 160,70 kg. Sehingga berat total dari alat tangkap *trawler net* adalah 206.51 kg.

3.4. Pemodelan *Loadcase*

Pada sub-bab pemodelan *loadcase* (kasus muatan), analisis dilakukan menggunakan aplikasi *Maxsurf Stability* dengan meng-analisis model kapal yang telah dibuat sebelumnya. Tahapan awal proses ini dimulai dengan pemodelan tangki yang disesuaikan berdasarkan gambar *General Arrangement* melalui *input* batasan longitudinal, transversal, dan vertikal tangki terhadap lambung kapal. Setelah konfigurasi tangki sesuai, proses dilanjutkan dengan pengisian data *loadcase* dengan cara memasukkan beban-beban yang telah ditentukan sebelumnya ke dalam *tab loadcase* pada aplikasi untuk kemudian dilakukan analisis stabilitas lebih lanjut. *Loadcase* dibuat beragam sesuai dengan Tabel 8.

Tabel 8. Kondisi muatan kapal

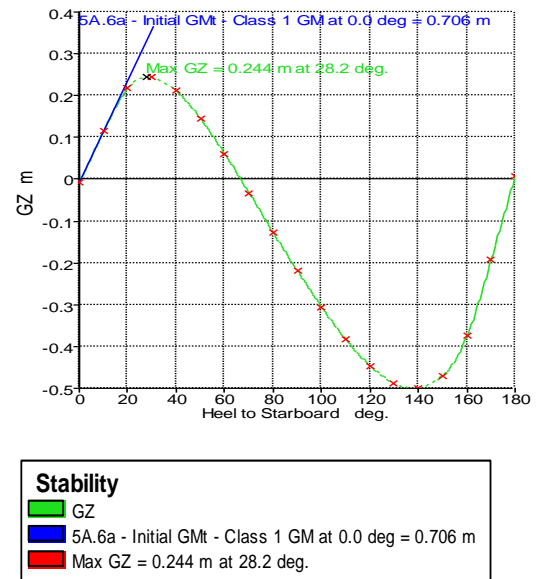
Loadcase	Fish hold	Fuel oil	Fresh water
Loadcase 1	0 %	95 %	95 %
Loadcase 2	90 %	30 %	20 %
Loadcase 3	90 %	10 %	10 %
Loadcase 4	75 %	10 %	10 %
Loadcase 5	50 %	10 %	10 %

3.5. Hasil Analisa Stabilitas

Hasil analisis stabilitas disajikan dalam bentuk kurva stabilitas statis yang mengilustrasikan hubungan antara lengan momen penegak (GZ) dan sudut oleng kapal.

1. *Loadcase 1*

Kapal mengalami *trim* depan sebesar 1,82° dengan nilai sarat haluan 1,39 m, sarat buritan 1,827 m, dan tinggi titik KM sebesar 2,568 m.

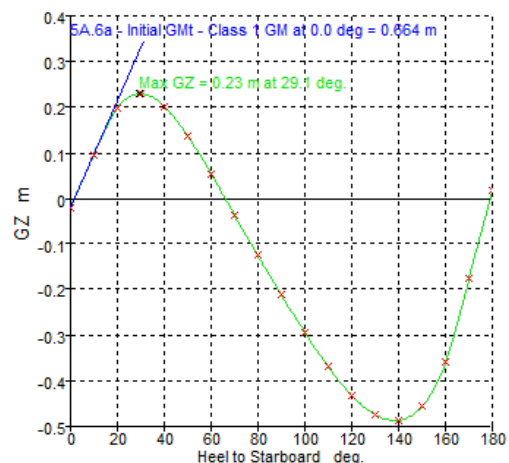


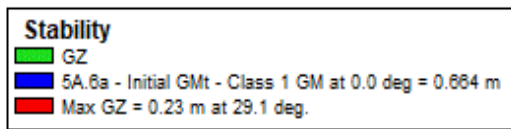
Gambar 4. Grafik stabilitas *loadcase 1*

Berdasarkan grafik stabilitas kondisi keberangkatan (*Loadcase 1*), diperoleh nilai GM awal sebesar 0,706 m, serta nilai GZ maksimum sebesar 0,244 m yang terjadi pada sudut keolengan 28,2°.

2. *Loadcase 2*

Kapal mengalami *trim* depan sebesar 0,42° dengan nilai sarat haluan 1,58 m, sarat buritan 1,68 m, dan tinggi titik KM sebesar 2,53 m.



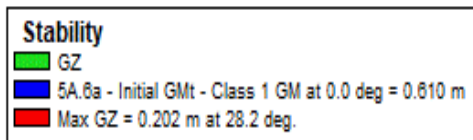
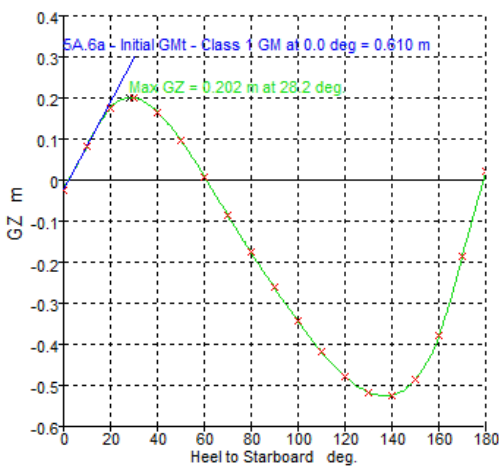


Gambar 5. Grafik stabilitas *loadcase 2*

Berdasarkan grafik stabilitas kondisi keberangkatan (*Loadcase 2*), diperoleh nilai GM awal sebesar 0,66 m, serta nilai GZ maksimum sebesar 0,23 m yang terjadi pada sudut keolengan 29,1°.

3. *Loadcase 3*

Kapal mengalami *trim* depan sebesar 0,25° dengan nilai sarat haluan 1,60 m, sarat buritan 1,66 m, dan tinggi titik KM sebesar 2,53 m.

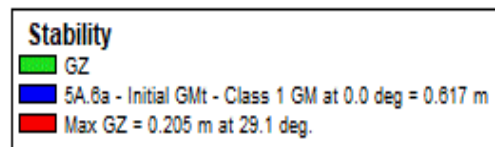
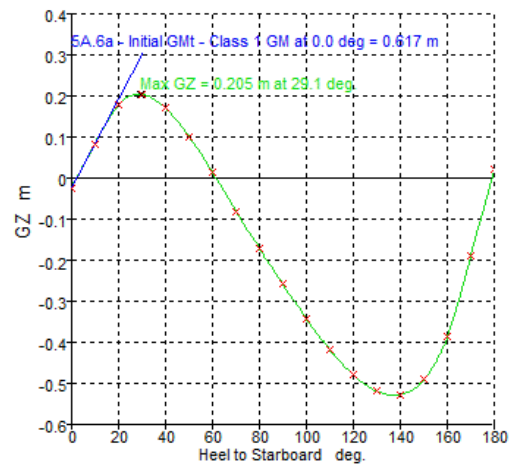


Gambar 6. Grafik stabilitas *loadcase 3*

Berdasarkan grafik stabilitas kondisi keberangkatan (*Loadcase 3*), diperoleh nilai GM awal sebesar 0,61 m, serta nilai GZ maksimum sebesar 0,20 m yang terjadi pada sudut keolengan 28,2°.

4. *Loadcase 4*

Kapal mengalami *trim* depan sebesar 0,32° dengan nilai sarat haluan 1,58 m, sarat buritan 1,66 m, dan tinggi titik KM sebesar 2,53 m.

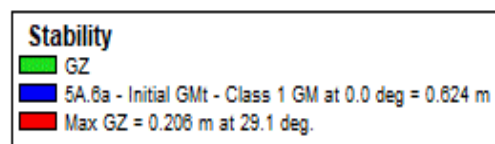
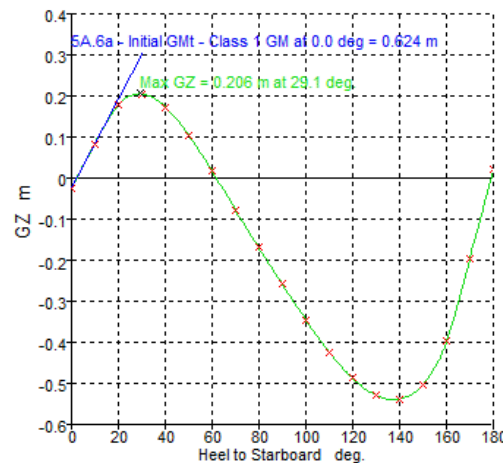


Gambar 7. Grafik stabilitas *loadcase 4*

Berdasarkan grafik stabilitas kondisi keberangkatan (*Loadcase 4*), diperoleh nilai GM awal sebesar 0,61 m, serta nilai GZ maksimum sebesar 0,20 m yang terjadi pada sudut keolengan 29,1°.

5. *Loadcase 5*

Kapal mengalami *trim* depan sebesar 0,44° dengan nilai sarat haluan 1,55 m, sarat buritan 1,65 m, dan tinggi titik KM sebesar 2,54 m.



Gambar 8. Grafik stabilitas *loadcase 5*

Berdasarkan grafik stabilitas kondisi keberangkatan (*Loadcase 5*), diperoleh nilai GM awal sebesar 0,62 m, serta nilai GZ maksimum sebesar 0,20 m yang terjadi pada sudut keolengan 29,1°.

3.6. Hasil Analisa Stabilitas Terhadap Kriteria

Berdasarkan evaluasi standar IMO 2008 dan Maritime & Coastguard Agency, kinerja stabilitas kapal ikan *trawler net* secara umum berkategori baik, meskipun masih terdapat beberapa kondisi pemuatan yang belum memenuhi kriteria.

Tabel 9. Hasil analisa stabilitas terhadap kriteria Max GZ

<i>Loadcase</i>	<i>Required</i>	<i>Value</i>	<i>Margin</i>	<i>Status</i>
1	15	28,2	88%	Pass
2	15	29,1	94%	Pass
3	15	28,2	88%	Pass
4	15	28,2	88%	Pass
5	15	29,1	94%	Pass

Tabel 9. Hasil analisa stabilitas terhadap kriteria area 0 - 30

<i>Loadcase</i>	<i>Required</i>	<i>Value</i>	<i>Margin</i>	<i>Status</i>
1	3,2034	4,1763	30%	Pass
2	3,2034	3,8954	22%	Pass
3	3,2034	3,2207	1%	Pass
4	3,2034	3,4396	7%	Pass
5	3,2034	3,4473	8%	Pass

Tabel 10. Hasil analisa stabilitas terhadap kriteria area 0 - 40

<i>Loadcase</i>	<i>Required</i>	<i>Value</i>	<i>Margin</i>	<i>Status</i>
1	5,1623	6,9293	34%	Pass
2	5,1623	6,2951	22%	Pass
3	5,1623	5,4611	6%	Pass
4	5,1623	5,5376	7%	Pass
5	5,1623	5,5696	8%	Pass

Tabel 11. Hasil analisa stabilitas terhadap kriteria area 30 - 40

<i>Loadcase</i>	<i>Required</i>	<i>Value</i>	<i>Margin</i>	<i>Status</i>
1	1,7189	2,309	34%	Pass
2	1,7189	2,1909	27%	Pass
3	1,7189	1,8742	9%	Pass
4	1,7189	1,9122	11%	Pass
5	1,7189	1,935	13%	Pass

Tabel 12. Hasil analisa stabilitas terhadap kriteria *Angel* Max GZ

<i>Loadcase</i>	<i>Required</i>	<i>Value</i>	<i>Margin</i>	<i>Status</i>
1	0,2	0,244	22%	Pass
2	0,2	0,23	15%	Pass
3	0,2	0,201	1%	Pass
4	0,2	0,204	2%	Pass
5	0,2	0,206	3%	Pass

4. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi standar IMO 2008 dan *Maritime & Coastguard Agency*, stabilitas kapal ikan *trawler net* pada seluruh skenario (*Loadcase 1 s.d. 5*) dinyatakan aman dan lolos kriteria (PASS). *Loadcase 3* menjadi kondisi paling kritis karena nilai luas area stabilitas dinamis 0°–30° (3,220 m.°) dan GZ maksimum (0,201 m) berada dekat batas minimum dengan margin terkecil 1%. Meskipun sudut GZ maksimum terkecil berada pada 28,2° (*Loadcase 1, 3, dan 4*) dengan margin 88%, nilai tinggi metasentra awal (*Initial GM*) di seluruh kondisi tetap sangat aman dengan nilai terendah 0,61 m (margin surplus 307%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan YME atas segala petunjuk-Nya hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, Bapak Kristianus Yulianto (alm) dan Ibu Lintang Patria, yang senantiasa membantu, mendukung, serta mendoakan saya hingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khuliah, B. H. S, and I. Setiyanto, "Kapal Perikanan," *Fak. Perikan. dan Ilmu Kelaut. Univ. Diponegoro*, 2007.
- [2] Direktorat Statistik Ketahanan Sosial, "STATISTIK SUMBER DAYA LAUT DAN PESISIR 2025," *Badan Pus. Stat.*, vol. 22, 2025.
- [3] F. F. Lungari, J. F. Wuatén, I. Bawias, Y. V. Tatontos, and H. J. Palawe, "STABILITAS KAPAL IKAN," *Professorline*, 2025.
- [4] J. Hasil, K. Ilmiah, A. Oksal, N. Susanto, S. Hadi, and A. Firdhaus, "JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Pengaruh Penambahan Bilge Keel Pada Kapal Ikan KM HMJ 4 Terhadap Stabilitas Dan Gerakan Rolling," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 12, no. 4, p. 1, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [5] K.-G. Oh and N.-K. Im, "Analysis of Domestic Fishing Vessel Stability Regulations and Research on their Criteria Amendment for Improvement," *J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf.*, vol. 28, no. 2, pp.

290–296, Apr. 2022, doi:

10.7837/kosomes.2022.28.2.290.

- [6] T. T. D. Nguyen, H. T. Vu, and H. K. Yoon, “Effect of Trawl Net on Hydrodynamic Forces Acting on a Fishing Vessel,” *Ind. Strateg. Technol. Dev. Progr.*, 2025.
- [7] M. C. Diwangkara, “ANALISA STABILITAS KAPAL IKAN PURSE SEINER DENGAN KONDISI HAULING UNTUK PERAIRAN LAUT JAWA,” 2025, *Departemen Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*.
- [8] M. Aqilla Ananta Setia, A. Deah Lestari, and M. Meddy Danial, “DESAIN DAN STABILITAS KAPAL WISATA GALAHERANG MENGGUNAKAN SOFTWARE MAXSURF,” 2025.
- [9] International Maritime Organization, “INTERNATIONAL CODE ON INTACT STABILITY 2008,” *CPI Gr. Ltd, Croydon CR0 4YY*, vol. Fourth Edition, 2020.
- [10] Z. Laut, A. I. Ramadhani, A. Murtono, and A. D. Halimi, “Literature Review: Mapping Maxsurf Software Implementation on Marine Vehicle Simulation,” 2025. [Online]. Available: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/zonalaut>