



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Kajian Teknis Stabilitas (*Intact & Damage*) Dan Olah Gerak Kapal Penangkap Ikan Tradisional Berbasis Peraturan *International Code on Intact Stability 2008*

Paramayuda Ilham Pratama¹⁾, Dedy Chrismianto¹⁾, Kiryanto¹⁾

Laboratorium Komputer dan Desain Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

^{*)}e-mail :paramayuda56@gmail.com, dedychrismianto@yahoo.co.id, kiryantodst@yahoo.com

Abstrak

Kapal penangkap ikan berbahan dasar kayu merupakan sarana yang digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk memperoleh hasil laut. Namun dalam pembuatan maupun pengoperasiannya masih kurang memperhatikan aspek stabilitas dan olah gerak secara keseluruhan. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang kesesuaian kapal penangkap ikan tradisional dengan peraturan internasional yang berlaku agar dapat dijadikan referensi dalam pembuatan regulasi untuk kapal-kapal berukuran kecil di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan software komputasi numerik, Maxsurf, dan software berbasis metode elemen hingga yaitu Ansys Aqwa dalam menganalisis olah gerak kapal. Hasil analisis intact stability pada kapal ikan 20 GT (17,17 m), 30 GT (15,45 m), 90 GT (25,50 m) telah memenuhi kriteria IS Code 2008 dengan nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut melebihi 25° pada tiga kondisi pemuatan. Hasil analisis damage stability pada ketiga kapal yaitu, kapal ikan 20 GT dengan indeks $R=0,3035$ dan indeks $A=0,72151$, kapal ikan 30 GT dengan indeks $R=0,3091$ dan indeks $A=0,99279$, kapal ikan 90 GT dengan indeks $R=0,3813$ dan indeks $A=0,90720$ telah memenuhi kriteria SOLAS 2009. Hasil analisis olah gerak telah memenuhi kriteria Tello 2009 ditinjau dari RMS Roll dan VA at Work Deck.

Kata Kunci : Kapal Penangkap Ikan, Intact Stability, Damage Stability, Olah Gerak Kapal, IS Code 2008

1. PENDAHULUAN

Kegiatan penangkapan ikan di laut merupakan salah satu pekerjaan yang membahayakan di dunia. Profesi pelaut kapal penangkap ikan memiliki karakteristik pekerjaan “3d” yaitu: membahayakan (*dangerous*), kotor (*dirty*), dan sulit (*difficult*) [1]. Kapal penangkap ikan merupakan sarana umum yang digunakan masyarakat pesisir Indonesia untuk menangkap hasil laut.

Keselamatan kapal penangkap ikan merupakan interaksi faktor-faktor yang kompleks, yakni *human factor* (nahkoda dan Anak Buah Kapal), *machines* (kapal dan peralatan keselamatan) dan *environmental* (cuaca dan skema pengelolaan perikanan). Permasalahan keselamatan atau kecelakaan akan timbul apabila minimum kegagalan atau tidak berfungsi [2].

Beberapa penelitian terkait stabilitas statis kapal penangkap ikan telah dilakukan. Hasilnya

menyatakan bahwa salah satu kapal ikan di Pelabuhan Aertembaha Bitung, Sulawesi Utara tidak terlalu stabil karena memiliki sudut oleng yang kecil [3]. Namun tidak sedikit juga peneliti yang menyatakan bahwa stabilitas statis pada kapal penangkap ikan telah sesuai dengan standar internasional milik IMO (International Maritime Organization), seperti kapal penangkap ikan 20 GT di Pelabuhan Ratu perairan selatan Pulau Jawa yang dinyatakan telah memenuhi kriteria IMO [4].

Sedangkan untuk *damage stability* yang mana telah diatur oleh IMO sejak tahun 2009 belum secara menyeluruh diterapkan di Indonesia. Namun beberapa penelitian telah membuktikan bahwa kapal-kapal yang beroperasi di perairan Indonesia telah memenuhi kriteria SOLAS *Consolidated Edition* 2009 tentang *damage stability* seperti yang dilakukan terhadap kapal ro-ro berukuran 500, 600, dan 750 GT milik ASDP dengan nilai indeks A pada tiap-tiap kapal bernilai lebih dari indeks R [5].

Berdasarkan tinjauan literatur yang dicontohkan dapat disimpulkan bahwa belum semua kapal penangkap ikan yang dibangun di Indonesia telah memenuhi kriteria *intact stability*. Sedangkan analisis *damage stability* sendiri belum pernah dilakukan sebelumnya terhadap kapal penangkap ikan tradisional di Indonesia.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan ada penjabaran spesifik terkait stabilitas, olah gerak, dan terutama stabilitas bocor atau *damage stability* dari kapal penangkap ikan yang beroperasi di perairan Laut Jawa. Dengan harapan penelitian ini bisa dijadikan referensi dalam pembuatan regulasi terkait stabilitas secara menyeluruh bagi kapal-kapal tradisional berukuran kecil di Indonesia.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

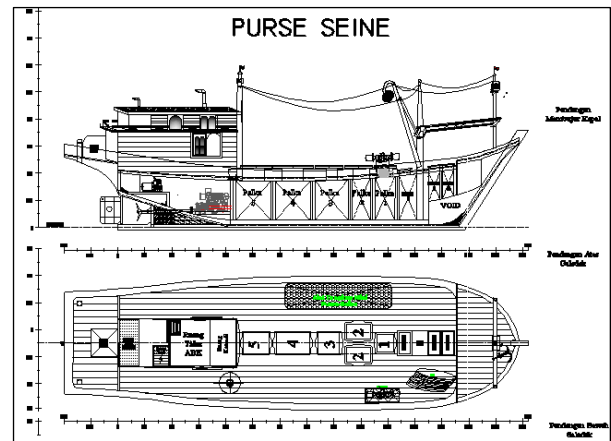
Objek pada penelitian ini adalah kapal penangkap ikan yang beroperasi di perairan Laut Jawa dengan variasi ukuran 20 GT, 30 GT, dan 90 GT. Rentang ukuran ini bermaksud untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas dari pengaruh ukuran kapal terhadap hasil penelitian.

2.2. Ukuran Utama Kapal

Data ukuran utama pada tabel 1 dan Rencana Umum diperoleh dari Balai Besar Penangkapan Ikan Semarang (BPPI). Sedangkan data ukuran utama dan Rencana Umum kapal ikan 30 GT pada tabel 2 dan Gambar 2 serta 90 GT pada tabel 3 dan gambar 3 diperoleh dari galangan CV. Ginantos Putra Jateng Batang.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal 20 GT

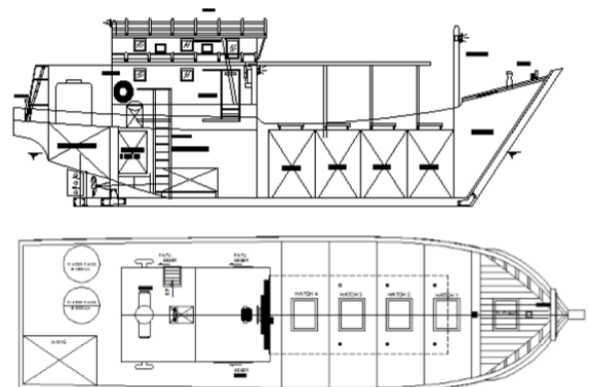
No	Nama	Ukuran
1.	Length Over All	17,17 m
2.	Length of Waterline	13,245 m
3.	Breadth	4,96 m
4.	Draft	1,2 m
5.	Depth	2,68 m
6.	Displacement	38,11 ton
7.	Vs	6 knots



Gambar 1. Rencana Umum Kapal Ikan 20 GT

Tabel 2. Ukuran Utama Kapal 30 GT

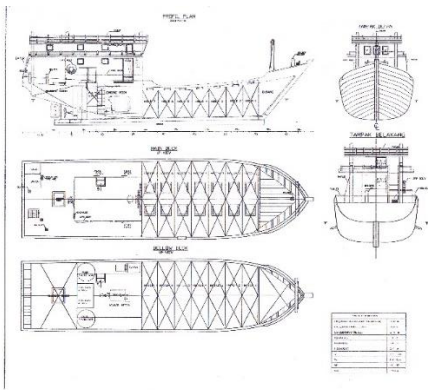
No	Nama	Ukuran
1.	Length Over All	15,45 m
2.	Length of Waterline	13,00 m
3.	Breadth	4,25 m
4.	Draft	1,5 m
5.	Depth	1,9 m
6.	Displacement	41,55 ton
7.	Vs	7 knots



Gambar 2. Rencana Umum Kapal Ikan 30 GT

Tabel 3. Ukuran Utama Kapal 90 GT

No	Nama	Ukuran
1.	Length Over All	25,50 m
2.	Length of Waterline	23,00 m
3.	Breadth	7,2 m
4.	Draft	2,4 m
5.	Depth	3,0 m
6.	Displacement	194,9 ton
7.	Vs	8 knots



Gambar 3. Rencana Umum Kapal Ikan 90 GT

2.3 Stabilitas Kapal

Stabilitas pada kapal ikan adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah dimiringkan oleh gaya eksternal, seperti angin, gelombang, maupun dari tegangan alat tangkap yang ada. Stabilitas ditentukan oleh karakteristik kapal, seperti bentuk lambung, penyebaran beban, dan bagaimana kapal itu sendiri beroperasi. Stabilitas pada kapal ikan tidak pernah dalam kondisi yang sama, perbedaan kondisi ini berubah selama kapal beroperasi. Stabilitas kapal yang awalnya stabil berubah menjadi tidak stabil apabila mengalami terpaan cuaca, perubahan cara pengoperasian maupun pemuatan, dan perubahan *layout* atau peletakan peralatan [6].

2.3. Kondisi Pemuatan

Dalam menghitung *intact stability* diperlukan untuk membagi variasi muatan dan tangki menjadi beberapa kondisi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kriteria stabilitas sesuai pada masing-masing kondisi pemuatan. Kondisi pemuatan menurut IMO adalah sebagai berikut:

1. Kondisi I, kapal dengan muatan kosong dan *consumable* 100 %
2. Kondisi II, kapal berada di *fishing ground* dengan muatan palka masih 50 % dan *consumable* 50 %
3. Kondisi III, kapal telah berada di dermaga dengan muatan palka penuh 100 % dan *consumable* 10 %

2.4 Kriteria Stabilitas

Kriteria *intact stability* yang digunakan sebagai alat validasi dalam penilitan ini adalah *International Code on Intact Stability 2008* yang dijelaskan dalam Tabel 4 [7]:

Tabel 4. Kriteria *Intact Stability*

No	Kriteria	Limits	Units
----	----------	--------	-------

1.	Area 0 to 30	> 3,151	m.deg
2.	Area 0 to 40	> 5,157	m.deg
3.	Max GZ at 30 or greater	≥ 0,200	m
4.	Angle of Maximum GZ	≥ 25,0	deg
5.	Initial GMt	≥ 0,150	m

2.5 Nilai Indeks R

Perhitungan nilai indeks R pada kapal penangkap ikan disesuaikan dengan perhitungan kapal dengan muatan kargo lainnya yang mengacu pada *SOLAS Consolidated edition 2009 Chapter II-1 part B-1*[8]. Formula yang digunakan dijabarkan dalam Persamaan 1 dan 2.

$$Ro = 1 - \frac{128}{Ls + 152} \quad (1)$$

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \frac{Ls}{100} + \frac{Ro}{1 - Ro}} \quad (2)$$

Dimana :

Ls : Panjang subdivisi kapal (meter)

2.6 Nilai Indeks A

Nilai indeks A diperoleh menggunakan rumus dengan beberapa faktor yang dijabarkan pada Persamaan 3. Nilai indeks A yang dicapai (*Attained Subdivision Index*) sebuah kapal tidak boleh kurang dari nilai indeks R.

$$A = \sum p_i \cdot r_i \cdot v_i \cdot s_i \text{ (overall damages)} \quad (3)$$

Dimana :

pi : kompartemen yang diasumsikan bocor

ri : zona kebocoran transversal

vi : zona kebocoran vertikal

si : probabilitas kapal bertahan saat bocor

Sedangkan indeks total A diperoleh melalui penjumlahan indeks A *partial*, *deepest*, dan *lightship*, seperti dijabarkan pada Persamaan 4.

$$A = 0.4As + 0.4Ap + 0.2Al \quad (4)$$

Dimana :

A : *Attained Subdivision Index*

As : Indeks A *deepest*

Ap : Indeks A *partial*

Al : Indeks A *lightship*

2.7 Permeabilitas

Permeabilitas merupakan perbandingan antara volume air yang masuk ke dalam

kompartemen dengan volume kompartemen itu sendiri. Dalam perhitungan *damage stability*, permeabilitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah permeabilitas pada gudang, ruang mesin, ruang mesin, dan *void* seperti yang dijabarkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Permeabilitas tiap kompartemen

No	Kompartemen	Permeabilitas
1.	Gudang	0,60
2.	Ruang akomodasi	0,95
3.	Ruang mesin	0,85
4.	Void	0,95
5.	Ruangan untuk zar cair	0 or 0,95

2.8 Zona Kebocoran Memanjang

Berdasarkan SOLAS *Consolidated Edition* 2009 zona kebocoran memanjang diatur sesuai dengan letak sekat melintang tiap-tiap kapal seperti yang dijelaskan pada tabel 7, 8, dan 9. Kolom *after* menyatakan jarak tangki atau palkah bagian belakang terhadap ceruk buritan. Sedangkan kolom *fore* menyatakan jarak tangki atau palkah bagian depan terhadap ceruk buritan.

Tabel 6. Zona Memanjang 20 GT

Zona	Aft (m)	Fore (m)	Length (m)	Center (m)
1	0,00	4,5	4,500	2,250
2	4,5	5,93	1,431	5,216
3	5,93	7,2	1,269	6,566
4	7,2	8,4	1,200	7,800
5	8,4	9,16	0,760	8,780
6	9,16	9,92	0,760	9,540
7	9,92	10,565	0,645	10,243
8	10,565	12,1	1,535	11,333

Tabel 7. Zona Memanjang 30 GT

Zona	Aft (m)	Fore (m)	Length (m)	Center (m)
1	-1,5	0,8	2,3	-0,35
2	0,8	4,0	3,2	2,4
3	4,0	5,5	1,5	4,75
4	5,5	6,8	1,3	6,15
5	6,8	8,5	1,7	7,65
6	8,5	10,5	2,0	9,5
7	10,5	12,0	1,5	11,25

Tabel 8. Zona memanjang 90 GT

Zona	Aft (m)	Fore (m)	Length (m)	Center (m)
1	0,00	3,348	3,348	1,674
2	3,348	8,336	4,988	5,842
3	8,336	9,940	1,604	9,138
4	9,940	11,547	1,607	10,744
5	11,547	13,154	1,607	12,351
6	13,154	14,761	1,607	13,958
7	14,761	16,368	1,607	15,564
8	16,368	17,795	1,427	17,081

9	17,795	19,32	1,525	18,558
10	19,32	20,582	1,262	19,951

Kolom *length* pada tabel 7, 8, dan 9 menunjukkan panjang kompartemen yang diasumsikan bocor untuk nantinya dihitung dengan menggunakan metode *probabilistic damage assessment* pada *software Maxsurf Stability Enterprise*.

2.9 Zona Kebocoran Melintang

Pembagian zona kebocoran secara melintang pada kapal ikan 20, 30 dan 90 GT dilakukan berdasarkan letak sekat memanjang seperti yang dijabarkan pada tabel 10, 11, dan 12.

Tabel 9. Zona melintang 20 GT

Zones	Shell Half-beam (m)	Num L.Bhd
1 adjacent zone		
Zone 1,1	0	0
Zone 2,1	0	0
Zone 3,1	0	0
Zone 4,1	0	0
Zone 5,1	0	0
Zone 6,1	0	0
Zone 7,1	0	0
Zone 8,1	0	0

Tabel 10. Zona melintang 30 GT

Zones	Shell Half-beam (m)	Num L.Bhd
1 adjacent zone		
Zone 1,1	0	0
Zone 2,1	0	0
Zone 3,1	0	0
Zone 4,1	0	0
Zone 5,1	0	0
Zone 6,1	0	0
Zone 7,1	0	0

Tabel 11. Zona melintang 90 GT

Zones	Shell Half-beam (m)	Num L.Bhd	b1 (m)
1 adjacent zone			
Zone 1,1	0	0	n/a
Zone 2,1	0	0	n/a
Zone 3,1	3,6	1	3,6
Zone 4,1	3,6	1	3,6
Zone 5,1	3,6	1	3,6
Zone 6,1	3,6	1	3,6
Zone 7,1	3,6	1	3,6
Zone 8,1	3,6	1	3,6
Zone 9,1	3,6	1	3,6
Zone 10,1	0	0	n/a

Kolom *shell half-beam* pada ketiga tabel 9, 10, dan 11 menggambarkan jarak dari kulit terluar

kapal terhadap sekat memanjang kapal. Sedangkan kolom *number longitudinal bulkhead* menyatakan jumlah pembatas atau sekat memanjang yang tersedia di antara kompartemen. Nilai 0 memberi informasi bahwa tidak tersedianya sekat memanjang di dalam kompartemen yang tergabung dalam zona kebocoran melintang, hal ini terjadi pada kompartemen kamar mesin, palka, dan ruang kosong (*void*) pada kapal. Nilai pada kolom *b1* mengindikasikan panjang kompartemen pada zona kebocoran secara melintang dalam kapal.

2.9 Zona Kebocoran Vertical

Penentuan kebocoran secara vertikal dibagi berdasarkan tinggi masing-masing kompartemen atau ada tidaknya dek kedap air yang membatasi bagian atas kompartemen. Kolom *h* menunjukkan ketinggian kompartemen dari batas bawah hingga dek kedap air. Perincian lebih detail berada pada tabel 12, 13, dan 14.

Tabel 12. Zona vertikal 20 GT

Zones	Jumlah Deck	h1 (m)	h2 (m)
1 adjacent zone			
1,1	1	2.1	n/a
2,1	1	1,65	n/a
3,1	1	1,63	n/a
4,1	1	1,67	n/a
5,1	1	1,67	n/a
6,1	1	1,67	n/a
7,1	1	1,67	n/a
8,1	1	1,034	2

Tabel 13. Zona vertikal 30 GT

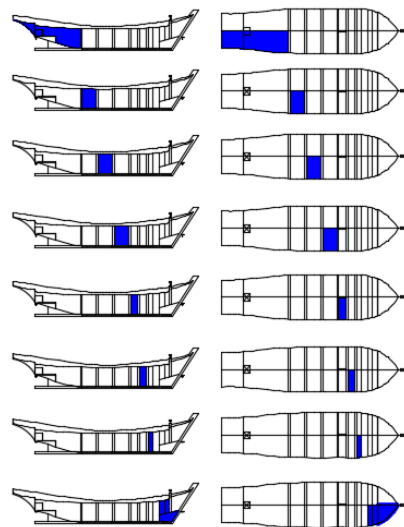
Zones	Jumlah Deck	h1 (m)
1 adjacent zone		
1,1	1	1,9
2,1	1	1,9
3,1	1	1,9
4,1	1	1,9
5,1	1	1,9
6,1	1	1,9
7,1	1	1,9

Tabel 14. Zona vertikal 90 GT

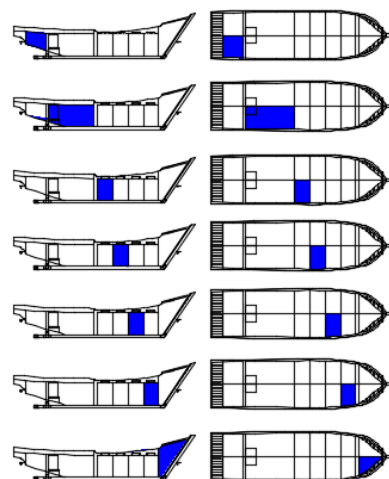
Zones	Jumlah Deck	h1 (m)
1 adjacent zone		
1,1	1	3,0
2,1	1	3,0
3,1	1	3,0
4,1	1	3,0
5,1	1	3,0
6,1	1	3,0
7,1	1	3,0
8,1	1	3,0
9,1	1	3,0
10,1	1	3,0

2.9 Perencanaan Kebocoran

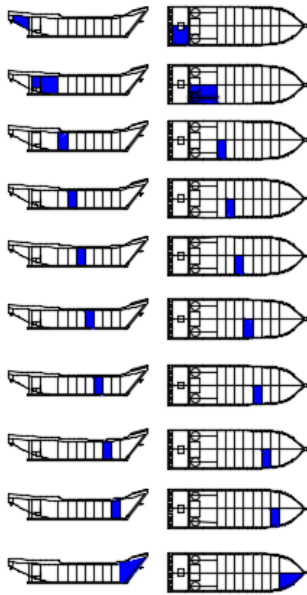
Perencanaan kebocoran merupakan penentuan kompartemen yang dianggap bocor pada masing-masing zona. Zona yang dimaksud dapat terdiri dari satu atau lebih kompartemen yang berdekatan, tergantung dari banyaknya kompartemen yang dimiliki oleh kapal tersebut. Dalam penelitian ini kapal ikan 20 dan 90 GT dibagi menjadi lima zona kebocoran, sedangkan kapal ikan 30 GT dibagi menjadi empat zona kebocoran. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan waktu simulasi dengan tetap mempertahankan akurasi hasil simulasi.



Gambar 4. Visualisasi kebocoran kapal ikan 20 GT



Gambar 5. Visualisasi kebocoran kapal ikan 30 GT



Gambar 6. Visualisasi kebocoran kapal ikan 90 GT

Pada gambar 4, 5 dan 6 kotak berwarna merupakan panjang sesuai dengan pembagian zona berdasarkan letak kompartemen dalam kapal. Pada kotak berwarna biru menunjukkan asumsi kebocoran secara memanjang, melintang dan vertikal dalam kompartemen kapal. Untuk kebocoran melintang dibatasi hingga pada separuh lebar kapal atau pada bagian *starboard* saja dengan mempertimbangkan letak sekat memanjang kapal.

2.10 Response Amplitude Operator (RAO)

Respon gerakan kapal terhadap gelombang reguler dinyatakan dalam RAO. RAO untuk gerakan translasi merupakan perbandingan langsung antara amplitudo gerakan kapal dengan amplitudo gelombang yang keduanya dalam satuan panjang (lihat Persamaan 5). Sedangkan gerakan rotasi merupakan perbandingan antara amplitudo gerakan rotasi (dalam radian) terhadap kemiringan gelombang yang merupakan perkalian angka gelombang, $k_w = \omega^2/g$ dengan amplitudo gelombang (lihat persamaan 6) [9].

$$RAO = \frac{Z_0}{\zeta_0} \text{ (m/m)} \quad (5)$$

$$RAO = \frac{\theta_0}{k_w \zeta_0} = \frac{\theta_0}{(\omega^2/g)\zeta_0} \text{ (rad/rad)} \quad (6)$$

Respon gerakan kapal terhadap gelombang acak dapat digambarkan menggunakan spektrum respon dengan mengalikan RAO dengan spektrum gelombang seperti pada Persamaan 7.

$$S_{\zeta r}(\omega) = RAO^2 \times S_{\zeta}(\omega) \quad (7)$$

2.11 Kriteria Olah Gerak

Olah gerak kapal pada penelitian ini menggunakan bantuan *software Ansys Aqwa* dengan maksud mendapatkan nilai RAO *heaving*, *pitching*, dan *rolling* pada sudut masuk gelombang 0° , 45° , 90° , 135° , dan 180° untuk nantinya diolah menjadi sudut saat *rolling* dan RMS (*Root Mean Square*) saat *Vertical Acceleration at Work Deck*. Sedangkan kriteria olah gerak yang digunakan sebagai acuan adalah *Tello 2009* untuk olah gerak kapal penangkap ikan berukuran kecil seperti yang digambarkan pada tabel 15 [10].

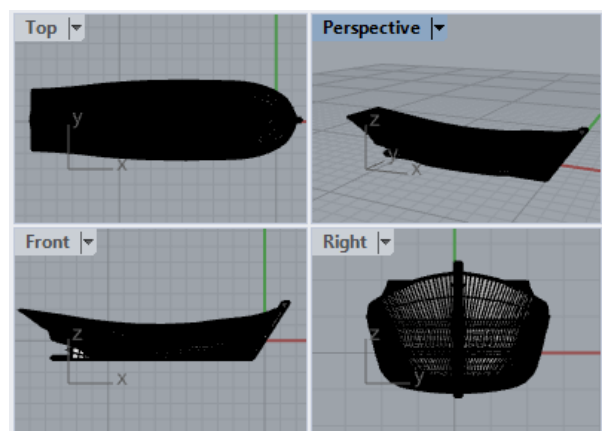
Tabel 15. Kriteria *Seakeeping*

Kriteria	Nilai
VA at bridge	0,2 g (rms)
LA at bridge	0,1 g (rms)
VA at workdeck	0,2 g (rms)
LA at work deck	0,1 g (rms)
Roll	6°
Pitch	3°
Slamming	3 % (prob)

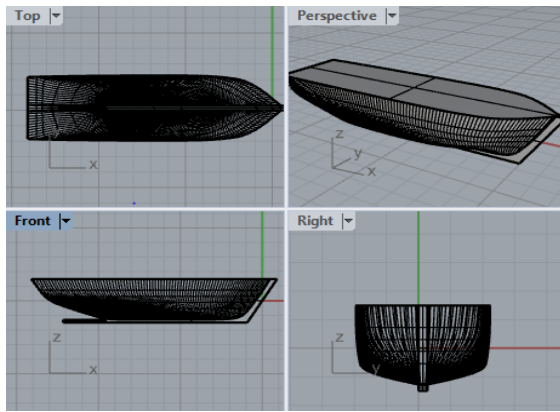
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Model Kapal

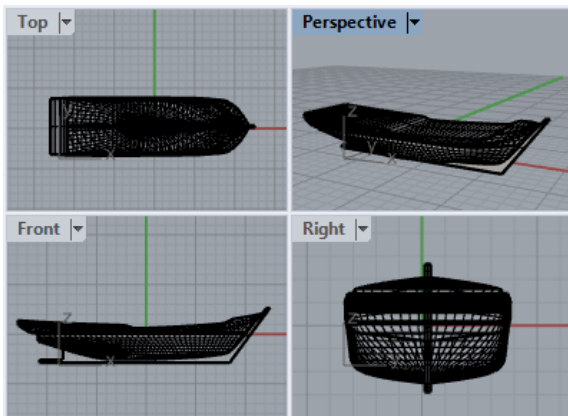
Model kapal untuk penelitian ini dirancang menggunakan *software Rhinoceros 3D* dengan ukuran asli. Setelah itu kapal di *export* dengan format *.IGES* untuk dianalisis stabilitas dan olah geraknya menggunakan *software Maxsurf* dan *Ansys Aqwa*. Pada gambar 7, 8 dan 9 menggambarkan model 3D dimensi kapal yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 7. Model 3D Kapal Ikan 20 GT



Gambar 8. Model 3D Kapal Ikan 30 GT



Gambar 9. Model 3D Kapal Ikan 90 GT

3.2 Intact Stability

Analisis stabilitas dilakukan untuk memperoleh besarnya GZ maksimum, area di bawah kurva GZ, dan panjang GM awal menggunakan *software Maxsurf* dengan pembebanan yang telah dikalkulasi seperti yang dijabarkan dalam Tabel 16.

Tabel 16. Perhitungan Pembebanan

Kapal	LCG (m)	VCG (m)
20 GT	1.3707	2,3099
30 GT	-1,111	2,5001
90 GT	-1,517	2,9701

Tabel 17. Hasil Analisis *Intact Stability* Kapal Ikan 20 GT

Kriteria	IMO	Units	Kondisi		
			I	II	III
Area 0°-30°	≥ 3,151	m.deg	3,337	4,139	4,867
Area 0°-40°	≥ 5,156	m.deg	5,168	7,657	8,193
GZ at 30° or greater	≥ 0,2	m	0,201	0,219	0,340
Initial GMt	≥ 0,15	m	0,590	0,507	0,673
Angle of max GZ	≥ 25	m	30	32,7	34,5

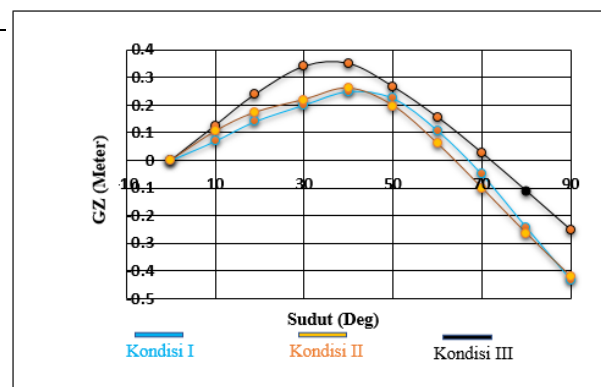
Tabel 18. Hasil Analisis *Intact Stability* Kapal Ikan 30 GT

Kriteria	IMO	Units	Kondisi		
			I	II	III
Area 0°-30°	≥ 3,151	m.deg	3,856	5,011	5,324
Area 0°-40°	≥ 5,156	m.deg	6,067	8,199	5,324
GZ at 30° or greater	≥ 0,2	m	0,223	0,322	0,335
Initial GMt	≥ 0,15	m	0,188	0,265	0,307
Angle of max GZ	≥ 25	m	37,3	34,5	38,2

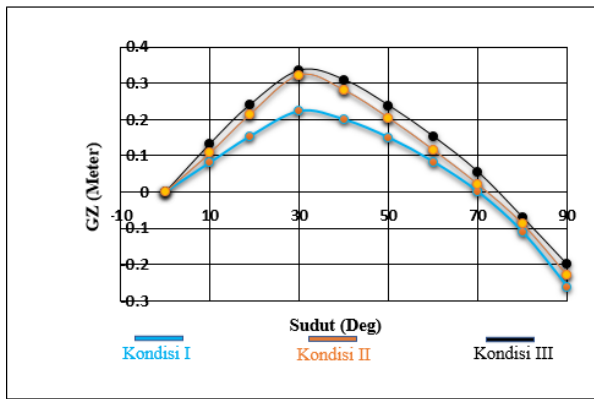
Tabel 19. Hasil Analisis *Intact Stability* Kapal Ikan 90 GT

Kriteria	IMO	Units	Kondisi		
			I	II	III
Area 0°-30°	≥ 3,151	m.deg	9,941	10,673	12,618
Area 0°-40°	≥ 5,156	m.deg	16,78	16,86	19,92
GZ at 30° or greater	≥ 0,2	m	0,596	0,621	0,735
Initial GMt	≥ 0,15	m	1,439	1,445	1,875
Angle of max GZ	≥ 25	m	35,5	32,7	33,5

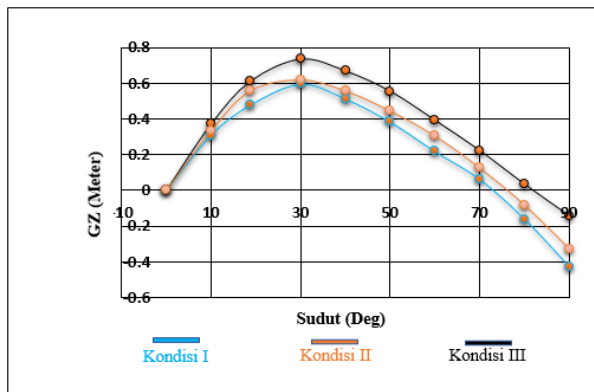
Berdasarkan tabel 17, 18, dan 19 perubahan kondisi pemuatan yang mana berpengaruh terhadap *displacement* kapal sangat memengaruhi hasil akhir analisis stabilitas. Selain itu peletakan peralatan seperti alat tangkap di atas kapal juga dapat memengaruhi nilai stabilitas kapal. Namun apabila ditinjau secara keseluruhan kapal penangkap ikan 20, 30, dan 90 GT telah memenuhi setiap kriteria *International Code on Intact Stability 2008*.



Gambar 10. Kurva GZ Kapal Ikan 20 GT



Gambar 11. Kurva GZ Kapal Ikan 30 GT



Gambar 12. Kurva GZ Kapal Ikan 90 GT

Kurva pada gambar 10, 11, dan 12 menunjukkan bahwa perubahan kondisi pemuatan selama beroperasi sangat berpengaruh terhadap lengan GZ yang dihasilkan dengan nilai lengan GZ maksimum yang berbeda pada tiap kondisi pemuatan.

3.3 Damage Stability

Berdasarkan ketentuan SOLAS (Safety of Life at Sea), untuk menghitung indeks A harus mempertimbangkan tiga kondisi pemuatan. Kondisi sarat kapal tanpa muatan (*lightweight*), kondisi sarat kapal dengan muatan setengah penuh (*partial*), dan kondisi sarat kapal muatan penuh (*deepest*). Hasil perhitungan *damage stability* berdasarkan SOLAS *Consolidated Edition 2009 Chapter II-1 part B-1* tentang *Subdivision and Damage Stability* ditunjukkan pada tabel 20.

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Damage Stability*

Kapal	Indeks R	Indeks A
20 GT	0,30357	0,72151
30 GT	0,30918	0,99279
90 GT	0,38130	0,90720
Status		Pass

Berdasarkan tabel 20 tiap-tiap kapal telah memenuhi kriteria SOLAS *Consolidated Edition*

2009 *Chapter II-1 part B-1* tentang *Subdivision and Damage Stability* dengan nilai indeks A yang bernilai melebihi indeks R.

3.4 Olah Gerak Kapal

Evaluasi olah gerak kapal penangkap ikan pada penelitian dengan lima sudut *heading* yaitu 0 derajat, 45 derajat, 90 derajat, 135 derajat, 180 derajat ini menggunakan kriteria Tello 2009.

Tabel 21. Evaluasi VA at Work Deck

Kriteria VA at Work Deck	Wave Heading (deg)	Kapal 20 GT	Kapal 30 GT	Kapal 90 GT
0,2 g	0	0,054 g	0,066 g	0,032 g
0,2 g	45	0,051 g	0,076 g	0,033 g
0,2 g	90	0,082 g	0,114 g	0,040 g
0,2 g	135	0,118 g	0,166 g	0,052 g
0,2 g	180	0,128 g	0,182 g	0,057 g
Status		Pass	Pass	Pass

Tabel 22. Evaluasi RMS Roll

Kriteria RMS Roll	Wave Heading (deg)	Kapal 20 GT	Kapal 30 GT	Kapal 90 GT
6°	0	$3,7 \times 10^{-4}$	7×10^{-4}	$1,4 \times 10^{-3}$
6°	45	$7,5 \times 10^{-1}$	$4,9 \times 10^{-1}$	$4,9 \times 10^{-2}$
6°	90	$4,9 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^{-1}$	$2,9 \times 10^{-2}$
6°	135	$5,1 \times 10^{-3}$	1×10^{-2}	$2,7 \times 10^{-2}$
6°	180	$1,1 \times 10^{-5}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-5}$
Status		Pass	Pass	Pass

Respon gerak kapal tiap perubahan sarat akan berubah seiring dengan pertambahan panjang gelombang [11]. Berdasarkan data yang dipaparkan dalam Tabel 21 dan 22 tiap-tiap kapal penangkap ikan telah memenuhi kriteria Tello 2009 dengan nilai RMS Roll masih berada di bawah 6 derajat dan nilai VA at work deck masih di bawah 0,2 g.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini disimpulkan bahwa kapal penangkap ikan yang dibangun secara tradisional telah memenuhi kriteria internasional yang berlaku. Letak pembebanan pada kapal sangat memengaruhi hasil analisis stabilitas. Yang perlu diperhatikan adalah pada hasil analisis *intact stability* kapal penangkap ikan 20 GT dengan nilai lengan GZ maksimum 0,201 m yang terlalu mendekati standar minimum yaitu 0,2 m pada kondisi I (*lightship*).

Sedangkan untuk analisis *damage stability* dapat disimpulkan bahwa nilai indeks A yang terhitung sangat dipengaruhi jumlah kompartemen

yang bocor. Pada masing-masing kapal diasumsikan memiliki satu sekat memanjang dan melintang yang memisahkan antar ruang muat. Perhitungan nilai indeks A pada kapal ikan 20 GT bernilai 0,72151 dengan indeks R sebesar 0,30357. Kapal ikan 30 GT memiliki nilai indeks A sebesar 0,99279 dengan indeks R sebesar 0,30918. Kapal ikan 90 GT memiliki nilai indeks A sebesar 0,90720 dengan indeks R sebesar 0,38130. Sehingga dapat disimpulkan ketiga kapal ikan telah memenuhi kriteria SOLAS *Consolidated Edition 2009 Chapter II-1 part B-1 tentang Subdivision and Damage Stability*.

Berdasarkan hasil analisis olah gerak tiap-tiap kapal telah memenuhi kriteria Tello 2009 dengan tetap memperhatikan nilai VA *at work deck* kapal penangkap ikan 30 GT dengan nilai 0,182 g pada saat menerima gelombang dari arah 180 derajat. Sedangkan untuk evaluasi RMS *Roll* tiap-tiap kapal masih tergolong aman dengan nilai RMS *Roll* yang masih cukup jauh di bawah 6 derajat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] FAO, "The State of World Fisheries and Aquaculture," *FAO Fisheries Department*, vol 50, no.10. 2002.
- [2] J.M. Lincoln, D.S. Hudson, G.A. Conway, and W. Hole, "Proceeding of The International Fishing Industry Safety and Health Edited by Rachel Pescatore," *Saf. Heal*, 2002.
- [3] F.P.T. Pangalila, "Stabilitas Statis Kapal Pole and Line KM Aldeis di Pelabuhan Perikanan Aertembaga Bitung Sulawesi Utara," *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, vol. 7, no. 1, pp. 21-26, 2011.
- [4] Daud S.A. Sianturi and Sofiyani M. Permana, "Analisis Stabilitas Terhadap Operasional Desain Kapal Ikan 20 GT di Palabuhanratu," *Jurnal Kelautan Nasional*, vol. 8, no. 3, 2013.
- [5] Lily Muzdalifah, Deddy Chrimianto, Eko Sasmito Hadi, "Analisa Keselamatan Kapal Ferry Ro-Ro Ditinjau dari Damage Stability Probabilistik," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [6] Ari Gudmundsson, "Safety Practices Related to Small Fishing Vessel Stability," *Fisheries and Aquaculture Department Fish Product and Industry Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nation*, 2009.
- [7] International Maritime Organization (IMO), "Adoption of the International Code on Intact Stability," 2008
- [8] IMO, "Explanatory Notes to the SOLAS Chapter II-1 Subdivision and Damage Stability Regulations," 2008
- [9] R. Bhattacharyya, *Dynamics of Marine Vehicles*, 1st ed. New York: A Wiley Interscience Publication, 1978.
- [10] M.Tello, S. Riberio e Silva, C. Guedes Soares, "Seakeeping Performance of Fishing Vessels in Irregular Waves," Elsevier, 2010.
- [11] Rosmani, Lukman Bochary, "Studi Pengaruh Perubahan Sarat Terhadap Olah Gerak Kapal Di Atas Gelombang," *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, vol. 14, no. 1, 2016.