

## ANALISA TITIK KRITIS GERAKAN ROLL KAPAL TRIMARAN UNTUK DIAPLIKASI PADA KAPAL IKAN PURSE SEINE

Fella Gaspersz<sup>1,\*</sup>, Ricard Benny Luhulima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

\*Email: [fella.gsp73@gmail.com](mailto:fella.gsp73@gmail.com)

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

Email: [richardluhulima26@gmail.com](mailto:richardluhulima26@gmail.com).

**Abstrak.** Industri penangkapan dan pengolahan perikanan laut merupakan industri yang rentan terhadap pengaruh cuaca ekstrim di laut. Efek pemanasan global serta dampak El-Nino dan La-Nina sangat berpengaruh pada proses upwelling yang berdampak pada pola hidup dan ekosistem biota laut termasuk ikan pelagis yang merupakan salah satu penyumbang terbesar dari sektor perkapalan. Perairan Maluku didominasi oleh kondisi cuaca ekstrim dengan ketinggian gelombang 1-5 meter. Pada kondisi laut ekstrim sebagian besar nelayan memilih untuk tidak melaut bukan karena tidak adanya ikan pada fishing ground tetapi untuk menghindari kecelakaan di laut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa titik kritis gerakan roll kapal serta stabilitas kapal, di mana bentuk lambung kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapal ikan monohull dan kapal ikan trimaran dengan deplasement yang sama yaitu 21,1 ton. Maxsurf software digunakan untuk menganalisa respon kapal khususnya titik kritis gerakan roll kapal pada kondisi cuaca ekstrim. Dalam perhitungan stabilitas kapal digunakan Standard IMO. Kecepatan kapal saat beroperasi digunakan  $v = 3$  knot dengan variasi sudut datang gelombang antara 00 - 1800. Untuk tinggi gelombang digunakan 1,0; 2,0; 3,0 dan 0,4 meter yang mewakili kondisi cuaca ekstrim yang terjadi pada daerah penangkapan di perairan Maluku. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kapal dengan tipe lambung trimaran memiliki stabilitas yang lebih baik di mana stabilitas kapal trimaran memiliki sudut oleng sebesar 480 sedangkan monohull sebesar 410. Kapal ikan trimaran mampu bertahan pada ketinggian gelombang 3 meter dengan sudut oleng 32,560 kapal ikan monohull mampu bertahan pada ketinggian gelombang 2 meter dengan sudut olehng 24,690. Kapal ikan monohull memiliki batas maksimal gerakan roll pada arah gelombang 82 dan 99 dengan ketinggian gelombang 3 m, pada ketinggian 4 meter kapal ikan monohull memiliki titik kritis pada sudut 43 dan 138. Sedangkan pada kapal ikan trimaran memiliki titik kritis pada sudut arah gelombang 760 dan 1000 dengan tinggi gelombang 4 meter. Pada daerah diantara dua sudut tersebut, kapal ikan monohull dan trimaran akan kehilangan keseimbangan (stabilitas) gerakan roll yang dapat mengakibatkan terjadinya capsized.

Kata kunci: Kapal Pukat Cincin, Gerakan Roll, Stabilitas

*Abstract. The marine fisheries catching and processing industry are considered vulnerable to the effects of extreme weather at sea. Global warming effects and El Nino and La Nina have a significant impact on the upwelling process, which impacts the lifestyle and environment of marine biota, including pelagic fish, which is one of the most important contributors to the shipping industry. Extreme weather conditions, with wave heights ranging from 1 to 5 meters, dominate the waters of Maluku. In extreme sea conditions, most fishers choose not to go fishing, not because there are no fish at the fishing grounds, but to avoid mishaps at sea. This research aimed to analyze the critical point of ship roll motion and ship stability. The hull shape employed in this study was a monohull fishing vessel and a trimaran fishing vessel with the same displacement of 21,1 tons. In extreme weather conditions, the Maxsurf software was used to analyze the ship's response, especially the critical point of the ship's roll motion. The I.M.O. Standard was utilized to calculate the ship's stability. The operational speed of the ship was  $v = 3$  knots, with*

*fluctuations in wave angle of incidence between  $0^{\circ}$  -  $180^{\circ}$ . Wave heights of 1,0; 2,0; 3,0, and 0,4 meters represent extreme weather conditions in Maluku waters' fishing grounds. The findings revealed that the trimaran hull type had better stability where the inclination angle of trimaran vessel stability was  $48^{\circ}$  while the monohull was  $41^{\circ}$ . The trimaran fishing vessel was able to withstand a wave height of 3 meters with an inclination angle of  $32,56^{\circ}$ . In comparison, the monohull fishing vessel was able to survive at a wave height of 2 meters with an inclination angle of  $24,69^{\circ}$ . Monohull fishing vessel had a maximum limit of roll motion at wave directions 82 and 99 with a wave height of 3 m, and it reached at the critical point at angles of 43 and 138, at the height of 4 m. Meanwhile, the trimaran fishing vessel had a critical point at a wave angle of  $76^{\circ}$  and  $100^{\circ}$  with a wave height of 4 meters. In the area between those two angles, monohull and trimaran fishing vessels will lose the balance (stability) of the roll motion, resulting in capsizing.*

*Keywords: Monohull, Trimaran, Roll Motion, Stability Parameter*

## 1. PENDAHULUAN

Industri penangkapan dan pengelolaan perikanan laut merupakan industri yang rentan terhadap pengaruh cuaca ekstrim di laut. Efek pemanasan global dan dampak dari El-nino dan La-nina sangat berpengaruh pada proses upwelling yang berdampak pada pola hidup dan ekosistem biota laut termasuk ikan pelagis yang merupakan salah satu penyumbang devisa terbesar dari sektor perikanan.

Sebagai provinsi kepulauan Provinsi Maluku memiliki luas lautan yang begitu besar, perairan Maluku memiliki kekayaan yang beranekaragam sumber daya ikan dan non ikan yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan sebagai pendapatan atau penghasil devisa bagi daerah maupun negara. Namun disisi lain kondisi perairan di Propinsi Maluku sangat dipengaruhi oleh faktor alam yang sangat mempengaruhi keadaan perairan dengan perubahan yang cukup cepat antara perubahan kondisi perairan tenang dan ekstrim. Maluku memiliki dua zona laut yang berbeda yaitu tipe perairan tertutup yang relatif tenang diantara pulau-pulau yang berdekatan dengan tinggi gelombang sekitar 1 meter (*sea state* 1 – 3) dan tipe perairan terbuka dengan kondisi perairan sangat bergelombang pada laut yang terbuka dengan jarak antar pulau yang cukup jauh dengan ketinggian gelombang antara 3 – 5 meter (*sea state* 5). Pada kondisi laut ekstrim sebagian besar nelayan memilih untuk tidak melaut bukan karena tidak ada ikan pada fishing ground tetapi untuk menghindari kecelakaan laut pada kondisi cuaca ekstrim hal ini tentu saja sangat berdampak pada pendapatan dan tingkat kesejahteraan nelayan pada kondisi cuaca ekstrim. Dengan demikian dirasakan perlunya suatu kajian tentang titik kritis gerakan roll kapal ikan pada kondisi cuaca ekstrim pada fishing ground di perairan Maluku sebagai solusi

bagi para nelayan untuk mengetahui operasional kapal ikan pada saat kondisi cuaca ekstrim.

Perkembangan dalam teknologi perkapalan dewasa ini mengarah pada pemanfaatan kapal dengan tipe lambung banyak seperti katamaran (kapal dengan dua lambung) dan trimaran (kapal dengan tiga lambung) [1]. Hal ini disebabkan karena kapal dengan multi lambung lebih efisien dan lebih stabil jika dibandingkan dengan kapal satu lambung (monohull). Dalam penelitian ini akan diteliti titik kritis gerakan kapal ikan pukat cincin dengan tipe lambung satu lambung (monohull) dan tipe lambung kapal 3 lambung (trimaran). Adapun alasan pemilihan jenis kapal ikan pukat cincin dalam penelitian ini karena diantara jenis-jenis kapal ikan yang ada kapal ikan pukat cincin memiliki stabilitas melintang kapal yang buruk [2]. Penggunaan tipe lambung kapal yang dijadikan sebagai tipe kapal pembanding untuk diaplikasikan sebagai tipe lambung kapal purse seine adalah trimaran. Hal ini didasarkan pada pertimbangan, bahwa masyarakat Maluku sejak dahulu telah mengenal bentuk kapal dengan tipe 3 lambung yang sederhana dalam bentuk "kapal semang".

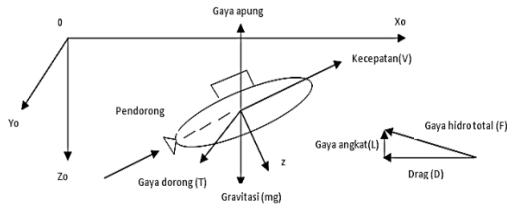
Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan titik kritis gerakan roll dan stabilitas kapal ikan pukat cincin pada operasional penangkapan ikan di fishing ground. Untuk tipe lambung kapal monohull dan trimaran. Kelompok sasaran dari penelitian ini adalah: kelompok usaha jasa transportasi laut dan pihak otoritas pelayaran.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Prosedur Penelitian dan Persamaan

Tinjauan titik kritis gerakan kapal ikan pukat cincin adalah gerakan roll, yang mana kapal ini akan berdampak pada operasional kapal [3].

Gerakan kapal di fluida bekerja seperti sistem sumbu orthogonal yaitu 3 (tiga) buah sumbu x, y, dan z, ditempatkan sedemikian rupa, pusat sumbu berimpit dengan titik berat kapal [4]. Bidang x, dan y satu bidang dengan permukaan bumi (sejajar).



Gambar 1. Gaya yang Bekerja Pada Kapal

Gerakan kapal dibebani 4 (empat) gaya yang tidak tergantung satu sama lainnya [5]:

- Gaya hidrostatis yaitu massa kali percepatan gravitasi bumi ( $mg$ ).
- Hambatan hidrostatis (gaya apung)  $F\Delta$  atau  $\gamma v$ . Seperti halnya  $mg$ , tekanan atau gaya ini selalu sejajar dengan  $Zo$ .
- Resultante gaya hidrodinamik ( $F$ ) yang didesakkan oleh air pada kapal sebagai akibat gerakan menerjang air tersebut. Gaya  $F$  dapat diuraikan dalam 2 (dua); komponen gaya angkat ( $L$ ) dan komponen tahanan (atau drag)  $R$  (atau  $D$ ). Dimana  $L$  tegak lurus terhadap kecepatan kapal dan  $R$  (atau  $D$ ) sejajar  $V$ .
- Gaya dorong ( $T$ ), yang di desakkan oleh air pada pendorong kapal, umumnya berlawanan arah dengan  $R$ .

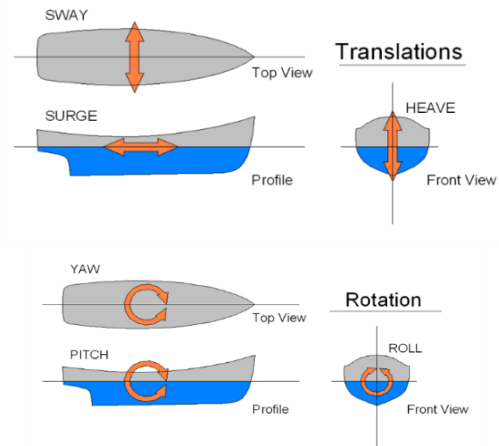
Gaya-gaya tersebut diatas timbul akibat adanya:

- Kecepatan kapal ( $V$ ), relatif terhadap air dan udara atau yang dilintasi oleh kapal tersebut.
- Gaya gravitasi bumi yang bekerja baik pada kapal maupun pada air yang dibebani oleh kapal itu.
- Aksi yang dilakukan pendorong kapal (Propeller).

Secara sederhana, seakeeping suatu kapal diilustrasikan pada Gambar 2 [6]. Semua gerakan kapal dapat digolongkan menjadi 3 jenis gerakan linear dan 3 jenis gerakan rotasional seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Secara umum hal hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar, yaitu [7]:

- Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan.
- Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

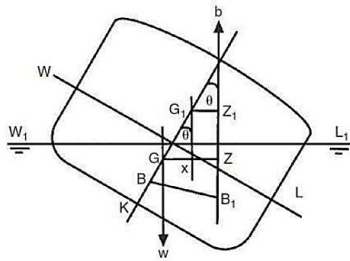


Gambar 2. Derajat kebebasan pada kapal

Sebagai persyaratan yang wajib, tentunya stabilitas kapal harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh Marine Authority seperti International Maritime Organisation (IMO). Jadi proses analisa stabilitas yang dilakukan harus berdasarkan dengan standar IMO (International Maritime Organization) Code A.749(18) Ch 3 - *design criteria applicable to all ships* yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut [8]:

- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^\circ - 30^\circ$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg,
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^\circ - 40^\circ$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg,
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $30^\circ - 40^\circ$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
- Nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut  $30^\circ - 180^\circ$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
- Sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan  $25^\circ$  (deg).
- Nilai GM awal pada sudut  $0^\circ$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

Analisis kesetimbangan yang memungkinkan pengguna menentukan draft, heel dan trim lambung kapal akibat dari beban yang ditentukan, dimana analisa dapat dilakukan pada kondisi perairan datar (flat water) dan bergelombang [9].

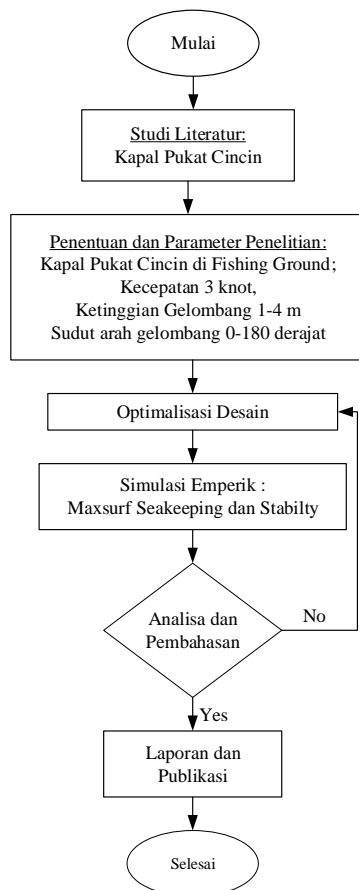


Gambar 3. Stabilitas Melintang Kapal

$$GG' = \frac{w}{d} = GM_0 \tan \theta$$

Dimana :

- GG' = Lengan Titik Gravitasi
- GM<sub>0</sub> = Tinggi Titik Metacenter
- Δ = displasmen
- d = lengan displasmen
- θ = Sudut kemiringan kapal
- w = Berat muatan



Gambar 4. Diagram alur penelitian

## 2.2. Metodologi

Penelitian ini digunakan untuk memecahkan masalah dibagi dalam 2 tahapan utama, yaitu :

1. Optimasi desain Kapal Pukat Cincin
2. Perhitungan simulasi numerik (Maxsurf Seakeeping dan Stability) [10]

Kajian titik kritis kapal pukat cincin dilakukan pada operasioanal di fishing ground dengan kecepatan 3 knot dengan sudut arah gelombang 0<sup>0</sup> sampai 180<sup>0</sup> dengan step 45<sup>0</sup> dengan ketinggian gelombang 1 m sampai 4 meter.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Gambar dan Tabel

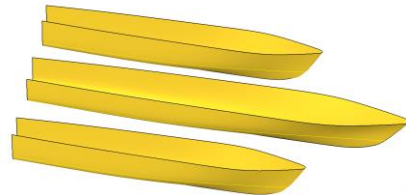
Pemodelan Kapal dilakukan dengan bantuan software maxsurf dengan variasi lambung monohull dan trimaran. Ukuran kapal ditunjukkan pada Tabel 1 bentuk lambung kapal diperlihatkan pada gambar 5 dan 6.

Tabel 1. Ukuran kapal

Dimensi	Satuan	Monohull	Trimaran
Panjang	m	18	18
Lebar	m	2,22	8,6
Sarat	m	1,22	0,91
Tinggi	m	2,4	2,4
Displasmen	ton	21,1	21,1



Gambar 5. Kapal Ikan Monohull



Gambar 6. Kapal Ikan Trimaran

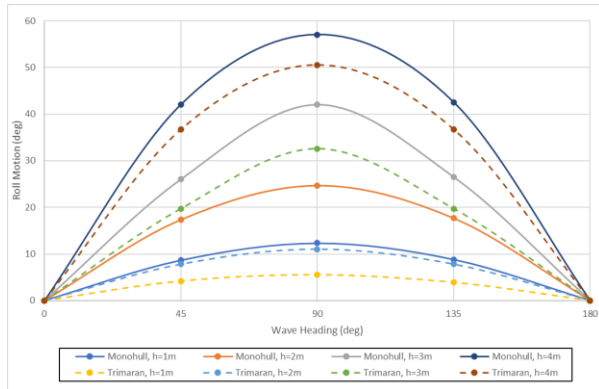
### 4.2 Perhitungan Olah Gerak Kapal (Seakeeping)

Perhitungan Olah gerak dilakukan pada saat kapal beroperasi di Ground Fishing dengan kecepatan operasional 3 knot. Kapal Monohull dan Trimaran akan memperoleh gaya gelombang dengan ketinggian 1-4 meter secara regular pada arah sudut gelombang 0-180 derajat. Hasil perhitungan olah gerak kapal ditunjukkan pada Tabel 2.

Gerakan Roll paling besar terjadi pada sudut 90<sup>0</sup> dengan ketinggian gelombang 4 m. Kapal monohull memiliki gerakan roll terbesar = 57,04<sup>0</sup> sedangkan pada kapal trimaran sebesar 50,56<sup>0</sup>. Gerakan roll terkecil atau sama dengan 0<sup>0</sup> (nol) terjadi pada arah gelombang 0<sup>0</sup> (following sea) dan 180<sup>0</sup> (head sea). Grafik perbedaan gerakan roll pada masing-masing kondisi ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 2. Perhitungan Gerakan Roll (derajat)

Sudut Datang (deg)	Tinggi Gelombang, h = 1 m		Tinggi Gelombang, h = 2 m		Tinggi Gelombang, h = 3 m		Tinggi Gelombang, h = 4 m	
	Mono hull	Tri maran	Mono hull	Tri maran	Mono hull	Tri maran	Mono hull	Tri maran
	0	0	0	0	0	0	0	0
45	8,68	4,19	17,36	7,81	26,03	19,71	42,03	36,71
90	12,35	5,52	24,69	11,04	42,04	32,56	57,04	50,56
135	8,83	3,9	17,67	7,81	26,5	19,71	42,5	36,71
180	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 7. Gerakan roll pada kapal monohull dan trimaran

4.3 Perhitungan Stabilitas Kapal

Stabilitas adalah kemampuan dari suatu benda yang melayang, yang miring untuk kembali berkedudukan tegak lagi atau kembali pada posisi semula. Untuk mengetahui bahwa stabilitas kapal dalam kondisi baik maka Stabilitas Kapal harus memenuhi persyaratan dari IMO (*International Maritime Organization*) yang mensyaratkan beberapa kondisi oleng (miring) beberapa derajat. IMO dalam regulasi yang dituangkan dalam IMO regulation A. 749 (18) memberikan kriteria stabilitas yang berlaku untuk seluruh jenis kapal, sebagai berikut [10]:

- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0° – 30° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg,
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0° – 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg,
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30° – 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
- Nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30° – 180° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
- Sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg).
- Nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

Perhitungan stabilitas kapal harus membuat variasi muatan penumpang pada beberapa kondisi

sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisinya, seperti berikut ini [10]:

- Kondisi I, Kapal Kosong dengan muatan 0%
- Kondis II, Kapal dengan muatan 50 %
- Kondisi III, Kapal dengan muatan penuh (100%)

Hasil Perhitungan Stabilitas Kapal Ikan Monohull dan Trimaran ditunjukkan pada Tabel 3 – Tabel 8.

Tabel 3. Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria daerah bawah GZ dengan sudut oleng 0<sup>0</sup>-30<sup>0</sup>

Kondisi	Kriteria				
	Area 0 <sup>0</sup> to 30 <sup>0</sup>				
	Req	Monohull	Status	Trimaran	Status
I	3,151 m.deg	4,233	Pass	5.002	Pass
II	3,151 m.deg	3,636	Pass	3.978	Pass
III	3,151 m.deg	3,256	Pass	3.592	Pass

Tabel 4. Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria daerah bawah GZ dengan sudut oleng 30<sup>0</sup>-40<sup>0</sup>

Kondisi	Kriteria				
	Area 0 <sup>0</sup> to 30 <sup>0</sup>				
	Req	Monohull	Status	Trimaran	Status
I	1,719 m.deg	2,985	Pass	3,282	Pass
II	1,719 m.deg	2,250	Pass	2,441	Pass
III	1,719 m.deg	1,986	Pass	2,050	Pass

Tabel 5. Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria daerah bawah GZ dengan sudut oleng 0<sup>0</sup>-40<sup>0</sup>

Kondisi	Kriteria				
	Area 0 <sup>0</sup> to 30 <sup>0</sup>				
	Req	Monohull	Status	Trimaran	Status
I	5,157 m.deg	7,893	Pass	8,285	Pass
II	5,157 m.deg	5,759	Pass	6,149	Pass
III	5,157 m.deg	5,265	Pass	5,643	Pass



Tabel 6. Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria nilai GZ

Kondisi	Kriteria				
	Area 0° to 30°				
	Req	Monohull	Status	Trimaran	Status
I	0,200 m	0,287	Pass	0,373	Pass
II	0,200 m	0,226	Pass	0,254	Pass
III	0,200 m	0,204	Pass	0,215	Pass

Tabel 7. Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria sudut pada nilai GZ Maksimum

Kondisi	Kriteria				
	Area 0° to 30°				
	Req	Monohull	Status	Trimaran	Status
I	25 deg	27	Pass	34	Pass
II	25 deg	35	Pass	41	Pass
III	25 deg	41	Pass	48	Pass

Tabel 8. Hasil perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18) Ch3 kriteria nilai GM

Kondisi	Kriteria				
	Area 0° to 30°				
	Req	Monohull	Status	Trimaran	Status
I	0,150 m	0,587	Pass	0,759	Pass
II	0,150 m	0,478	Pass	0,638	Pass
III	0,150 m	0,356	Pass	0,568	Pass

Dari analisa kriteria pada tabel-tabel di atas menerangkan bahwa hasil perhitungan stabilitas untuk Kapal Ikan Pukat Cincin pada kondisi I (kosong) sampai kondisi III (Full Load) dinyatakan memenuhi (*pass*) standar persyaratan IMO yang ditetapkan.

**4.4 Titik Kritis Gerakan Roll Kapal**

Perhitungan titik kritis sangat penting dilakukan untuk menjaga kapal tetap dapat mengapung dan menjaga keselamatan awak. Parameter titik kritis gerakan roll berdasarkan pertimbangan perhitungan stabilitas kapal dan Olah Gerak Kapal. Perhitungan olah gerak kapal ditunjukkan pada Tabel 9, yang memiliki nilai maksimum pada gelombang 4 m dengan arah sudut 90°. Kapal monohull memiliki nilai gerakan roll maksimal dengan sudut 57,04° sedangkan Kapal Trimaran memiliki nilai roll maksimal sebesar 50, 56°.

Tahap selanjutnya adalah dengan menggabungkan perhitungan Gerak roll dan stabilitas kapal seperti ditunjukkan pada gambar 8. Kapal monohull memiliki stabilitas yang

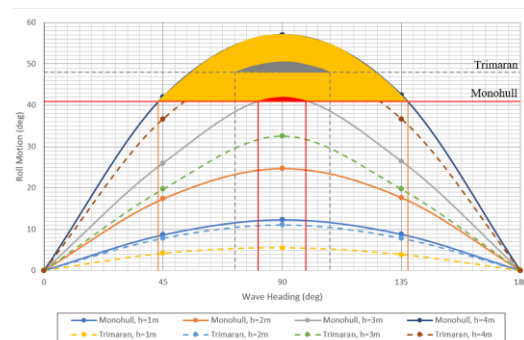
memenuhi kriteria IMO dengan sudut oleng sebesar 41° dan 48° maksimal sudut oleng (kemiringan) pada kapal Trimaran.

Tabel 9. Perhitungan Gerak Roll

Sudut Datang (deg)	Tinggi Gelombang, h = 1 m		Tinggi Gelombang, h = 2 m		Tinggi Gelombang, h = 3 m		Tinggi Gelombang, h = 4 m	
	Mono hull	Tri maran	Mono hull	Tri maran	Mono hull	Tri maran	Mono hull	Tri maran
	0	0	0	0	0	0	0	0
45	8,68	4,19	17,36	7,81	26,03	19,71	42,03	36,71
90	12,35	5,52	24,69	11,04	42,04	32,56	57,04	50,56
135	8,83	3,9	17,67	7,81	26,5	19,71	42,5	36,71
180	0	0	0	0	0	0	0	0

Kapal Monohull memiliki kemampuan untuk bertahan (stabil) pada gelombangan 1-2 meter dengan sudut kemiringan 12,25° dan 24,69° karena pada gelombang 3 dan 4 meter kapal monohull memiliki sudut kemiringan 42,04° dan 57,04° dimana kapal tidak akan bisa kembali pada posisi semula ketika kapal mengalami kemiringan lebih dari 41°.

Batas kemiringan kapal trimaran dapat dicapai pada gelombang maksimal 3 m yang memiliki sudut kemiringan 32,56°. Nilai ini memiliki harga yang lebih kecil daripada batas maksimal kemiringan kapal trimaran yaitu 48°. Selanjutnya Kapal Trimaran akan mengalami tenggelam (capsize) jika berlayar dengan ketinggian gelombang 4 m, hal ini karena kapal trimaran memiliki sudut oleng lebih dari 48° yaitu sebesar 50,56°



Gambar 8. Stabilitas Kapal Monohull dan Trimaran

Titik kritis gerakan roll disajikan pada Gambar 4.4, dimana kapal ikan monohull memiliki batas maksimal gerakan roll pada arah gelombang 81° dan 99° dengan tinggi gelombang 3 m, selanjutnya pada tinggi gelombang 4 meter, kapal ikan monohull memiliki titik kritis pada sudut 43° dan 138°. Sedangkan pada kapal ikan trimaran memiliki titik kritis pada sudut arah gelombang 76° dan 100° dengan tinggi gelombang 4 meter. Bagian yang diarsir merupakan daerah dimana kapal ikan

monohull dan trimaran akan kehilangan keseimbangan (stabilitas) gerakan roll yang dapat mengakibatkan terjadinya *capsize*.

#### 4. KESIMPULAN

Kapal Ikan memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan diperairan Maluku di mana kepulauan Maluku memiliki potensi perikanan yang cukup besar. Pengembangan Kapal ikan Trimaran memiliki kelebihan area geladak yang luas. Selain itu, memiliki stabilitas yang sangat baik dengan pertimbangan berdasarkan hasil analisa di atas :

1. Gerakan Roll terbesar terjadi pada sudut  $90^{\circ}$  (Beam Seas)
2. Kapal Ikan dengan Lambung trimaran memiliki Stabilitas yang baik jika dibandingkan dengan kapal monohull, dimana stabilitas kapal trimaran memiliki sudut oleng (kemiringan) sebesar  $48^{\circ}$  sedangkan pada kapal monohull sebesar  $41^{\circ}$
3. Kapal Trimaran mampu bertahan pada gelombang setinggi 3 meter dengan sudut oleng sebesar  $32,56^{\circ}$  sedangkan kapal monohull mampu bertahan pada gelombang 2 meter dengan sudut oleng  $24,69^{\circ}$
4. Kapal ikan monohull memiliki batas maksimal gerakan roll pada arah gelombang  $81^{\circ}$  dan  $99^{\circ}$  dengan tinggi gelombang 3 m, selanjutnya pada tinggi gelombang 4 meter, kapal ikan monohull memiliki titik kritis pada sudut  $43^{\circ}$  dan  $138^{\circ}$ . Sedangkan pada kapal ikan trimaran memiliki titik kritis pada sudut arah gelombang  $76^{\circ}$  dan  $100^{\circ}$  dengan tinggi gelombang 4 meter. Pada daerah diantara dua sudut tersebut, kapal ikan monohull dan trimaran akan kehilangan keseimbangan (stabilitas) gerakan roll yang dapat mengakibatkan terjadinya *capsize*
5. Pengembangan Kapal Trimaran untuk penangkap ikan perlu dipertimbangkan karena memiliki aspek hidrodinamika yang baik, namun perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk memperoleh perhitungan dengan akurasi yang baik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Pattimura untuk dana penelitian ini melalui dana PNBK Fakultas Teknik Tahun Anggaran 2020

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Couser, P R, Wellicome, J.F., Molland, A F. (1998), "An Improve Method for the Theoretical Prediction of the Wave Resistance of Transom-Stern Hulls Using A Slender

Body Approach", *International Shipbuilding Progress*, Vol. 45, No. 444.

- [2] Bhattacharyya, Rameswar (1978). Dynamics of Marine Vehicles. John Wiley and Sons. U.S.A.
- [3] Hughes, G (1954), "Friction and Form Resistance in Turbulent Flow and a Proposed Formulation for Use in Model and Ship Correlation", *Trans I.N.A.*, Vol. 96.
- [4] Kurultay, A.A.: 2003. Sensitivity analysis of the seakeeping behavior of trimaran ships. MSc Thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California (U.S.A.) (2003).
- [5] Schneekluth, V. Bertram. 1998. *Ship Design for Efficiency and Economy* (second edition). Reed Educational and Professional Publishing Ltd . Great Britain;
- [6] Luhulima R.B, Utama, I.K.A.P. Selecting Mono- And Multi-Hull Passenger Vessels For Moluccas Waters: Resistance/Powering And Seakeeping Evaluation. The 13<sup>th</sup> International Conference on QiR, 25-28 June 2013. Jogjakarta. Indonesia (2013).
- [7] Luhulima, R.B. Studi Karakteristik Hambatan Dan Seakeeping Kapal Trimaran Pada Perairan Tenang Dan Bergelombang. Buku Disertasi-S3 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.Surabaya.2016
- [8] Schneekluth, V. Bertram. 1998. *Ship Design for Efficiency and Economy* (second edition). Reed Educational and Professional Publishing Ltd . Great Britain;
- [9] Taggart, R. 1980. *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers;
- [10] Maxsurf Manual, 2018.