

PENGARUH VARIASI SEKAT PADA RUANG MUAT KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP TERHADAP STABILITAS KAPAL

Alamsyah¹, Suardi¹, Ade Abdurrahman¹

¹Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno-Hatta Km. 15, Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia

Email: alamsyah@lecturer.itk.ac.id¹, suardi@lecturer.itk.ac.id², ade120293@gmail.com³

Abstrak

Kapal pengangkut ikan hidup merupakan jenis kapal yang muatannya sebagian besar adalah muatan cair. Muatan cair pada pengangkutan ikan hidup biasanya tidak memenuhi palka secara keseluruhan sehingga menimbulkan permukaan bebas (*free surface*). Efek *free surface* pada kapal bermuatan cair sangat berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Tujuan penelitian ini menganalisa stabilitas statis berdasarkan variasi sekat ruang muat dan *loadcase* dengan bantuan *software Maxsurf Stability*. Data kapal digunakan pada penelitian ini adalah LOA 19 m, draft (d) 1.5 m, Lpp kapal 18 m, lebar kapal 3.3 m, tinggi kapal 1.9 m, Cb kapal 0.718, Cp 0.777. Berdasarkan hasil analisa dengan melakukan penambahan sekat dengan ruang muat 1 sekat dan 2 sekat nilai yang didapatkan semakin menjauhi syarat batas dibandingkan dengan kapal dengan ruang muat tanpa sekat. Untuk nilai parameter stabilitas yang dipengaruhi oleh penambahan sekat pada ruang muat kapal adalah nilai pada lengan penegak maximum (GZ) yaitu berada pada *heeling* 71,7° pada kapal tanpa sekat, 77° pada kapal 1 sekat dan 78° pada kapal 2 sekat. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan semakin banyak sekat yang ada di ruang muat, maka nilai GZ yang didapat semakin menjauhi syarat batas. Sedangkan nilai GM untuk palka tanpa sekat yakni 0,531~0,610 m, untuk palka dengan ruang muat 1 sekat sebesar 0,809~1,021 m, dan untuk palka dengan ruang muat 2 sekat sebesar 0,841~1,096 m di atas dari nilai minimum yang disyaratkan IMO yakni 0.15 meter.

Kata Kunci: Kapal Pengangkut Ikan Hidup, *Free surface*, Stabilitas

Abstract

Life fish transport vessel is one of cargo ship types that hold mostly liquid cargo. The liquid cargo on the transport of life fish usually not full filled or partially in tank compartment and resulting in a free surface on the liquid charge. The free surface causes the liquid in the tank compartment shifts to the lower side of the tank when the ship is inclined. The stability of a vessel has a worse stability due the center of gravity of that volume of liquid has shifted. This study performs static stability analysis based on variations of compartment bulkhead and load case with the help of software. The Data used in this research is LOA 19 m, draft (d) 1.5 m, Lpp of the ship 18 m, the width of the ship 3.3 m, draught 1.9 m, Cb ship 0,718, Cp 0,777. Based on the results of the analysis by performing the addition of the bulkhead with the cargo space 1 bulkhead and 2 bulkhead the values obtained further away from the boundary condition compared with a ship with cargo space without a bulkhead. To the value of the parameter stability is affected by the addition of a bulkhead on the cargo space of the ship is the value in the maximum arm of enforcement (GZ) that is heeling equal of 71,7° on a ship without bulkhead, 77° in the vessel 1 bulkhead and 78° on 2 ships bulkhead. From these results it can be concluded that with more and more bulkhead in cargo space, then the value of GZ obtained getting away from the boundary conditions. While the GM value for hold without bulkhead is 0.531 ~ 0.610 m, for hold with 1 bulkhead load space is 0.809 ~ 1.021 m, and for hold with 2 bulkhead load space is 0.841 ~ 1.096 m above the minimum required IMO of 0.15 meters .

Keywords: Life fish transport vessel, Free surface, Stability.

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan ikan laut hidup karena adanya paradigma kesadaran dari konsumen penggemar ikan laut di perkotaan besar menjauhkan konsumsi makanan yang mengandung bahan pengawet, sehingga mereka mengalihkan pilihannya dalam hal mengkonsumsi ikan laut dengan ikan yang kondisi hidup daripada kondisi mati, sebelum

dimasak. Dampak dari banyaknya permintaan ikan laut kondisi hidup ini menjadikan menjamurnya usaha resto yang menyajikan makanan siap saji ikan laut yang betul-betul ikan yang masih segar. Dengan kejadian tersebut diatas, maka banyak konsumen mempunyai kecenderungan beralih memilih membeli ikan laut dalam kondisi hidup dari pada kondisi mati [8].

Di Indonesia sendiri banyak masyarakat pesisir yang membudidayakan ikan air laut dengan menggunakan metode keramba jaring apung untuk memenuhi permintaan. Jenis ikan yang banyak dibudidayakan yaitu ikan kerapu yang merupakan salah satu komoditas perikanan yang digemari baik dari dalam dan luar negeri. Jenis ikan kerapu meliputi kerapu lumpur, kerapu macan, kerapu batu, kerapu tikus, kerapu merah dan kerapu dewa. Keberlanjutan dan keberhasilan usaha budidaya ikan kerapu sangat ditentukan oleh ketersediaan benih ikan kerapu itu sendiri secara tepat waktu, tepat jumlah, tepat mutu dan tepat harga. Oleh karena itu, membuka akses kepada benih merupakan solusi[1].

Letak panti benih dengan lokasi pembesaran biasanya sangat jauh sehingga dibutuhkan teknik pengiriman yang tepat agar benih dapat hidup sehat sampai tempat tujuan dan pasca transportasi. Lokasi yang berjauhan tersebut mengakibatkan perlu adanya mekanisme yang tepat dalam mendistribusikan benih-benih ikan tersebut dari lokasi budidaya pembenihan ke lokasi budidaya pembesaran. Akan tetapi media transportasi yang khusus untuk mengangkut benih ikan kerapu, khususnya benih ikan kerapu dalam jumlah besar dan dengan risiko kematian yang rendah belum tersedia[6].

Penyebab kematian ikan kurangnya konsentrasi oksigen terlarut, dan tingginya konsentrasi amoniak di dalam air. Selain itu, perubahan suhu air yang ekstrim dan terjadinya *stress* pada ikan akibat perubahan kondisi lingkungan juga menjadi faktor yang menyebabkan terjadinya kematian ikan dalam transportasi[2]. Dampak *free surface effect* diduga akan mengakibatkan benih ikan *stress* pada saat terjadinya pergerakan air laut saat kapal melakukan gerakan *rolling*[5]. Permasalahan transportasi benih ikan yang harus ditemukan solusi yang tepat pada desain ruang muat kapal pengangkut ikan dengan mempertimbangkan aspek stabilitas kapal.

2. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari data ukuran utama kapal beserta lines plan dan model kapal. Adapun data-data yang diperoleh dari buku literatur yang ada hubungannya dengan pokok permasalahan, didapatkan sebagai berikut[7]:

1. Ukuran Utama

Jenis Kapal : Kapal Pengangkut Ikan Hidup
Rute Pelayaran : Gondol (Bali) ke Kepulauan Seribu (Jakarta)

Tabel 1. Ukuran utama kapal

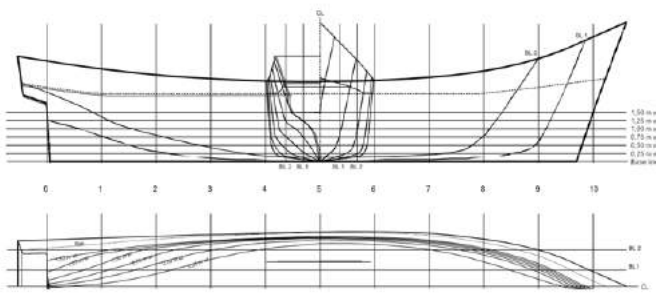
Parameter	Ukuran
<i>Length Over All</i> (L_{OA})	19.00 m
<i>Length of Water Line</i> (L_{WL})	17.06 m
<i>Length Between Perpendicular</i> (L_{BP})	18.05 m
Lebar Kapal (<i>Breadth</i> , B)	3.33 m
Tinggi Kapal (<i>Depth</i> , D)	1.95 m
<i>Draft</i> (d)	1.50 m
<i>Lightship</i>	19 ton
<i>Displacement Volume</i> (\tilde{N})	50,30 m ³
Perkiraan Gross Tonnage	$\pm 30,00$ GT

Tabel 2. Volume palka

Palka	Volume air (liter)	Berat air (ton)
1	3,778	3,873
2	3,778	3,873
3	3,998	4,098
4	3,998	4,098
5	3,955	4,054
6	3,955	4,054
7	3,594	3,684
8	3,594	3,684

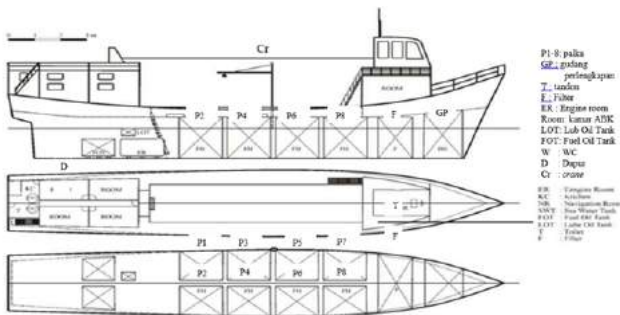
2. *Lines Plan* dan *Tank Arrangement*

Lines Plan dari desain awal kapal pengangkut ikan hidup diperlukan untuk melakukan pemodelan 3D pada software maxsurf modeler agar bentuk dari model yang akan dibuat tidak berbeda dengan bentuk desain asli. Berikut adalah *lines plan* yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lines Plan

Tank Arrangement diperlukan untuk melakukan pemodelan tangki-tangki dan kompartemen. Tank Arrangement seperti terlihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Tank Arrangement

2.2 Pembuatan Model Kapal pada Maxsurf Modeler

Untuk dapat membuat simulasi stabilitas dari desain awal kapal pengangkut ikan hidup ini maka pertama-tama dibutuhkan model kulit terluar dari desain awal kapal ini. Dikarenakan data dari Lines Plan dan Tank Arrangement yang di dapatkan telah berbentuk softcopy sehingga dapat langsung digunakan sebagai input pemodelan kulit terluar dari Lines Plan desain awal kapal pengangkut ikan hidup pada software Maxsurf Modeler [4].

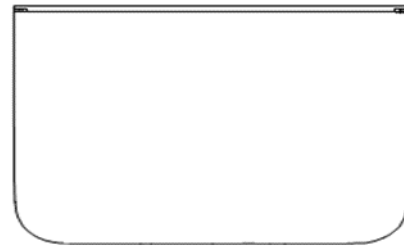
2.3 Pembuatan Model Ruang Muat Kapal

Pembuatan model ruang muat kapal dibuat menjadi 3 variasi yaitu:

a. Ruang Muat Tanpa Sekat

Pada ruang muat tanpa sekat tidak terdapat sekat memanjang pada bagian ruang muat kapal. Penampang ruang muat

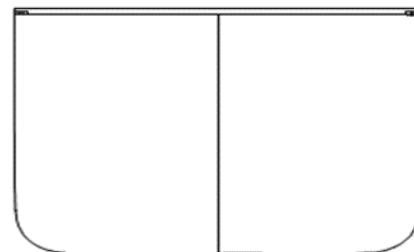
kapal tanpa sekat terlihat pada Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Ruang muat tanpa sekat

b. Ruang Muat 1 Sekat

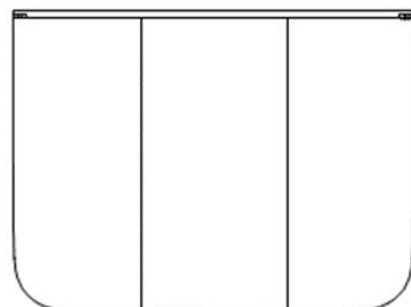
Pada ruang muat 1 sekat terdapat 1 sekat memanjang pada bagian ruang muat kapal. Penampang ruang muat kapal dengan 1 sekat terlihat pada Gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Ruang muat 1 sekat

c. Ruang Muat 2 Sekat

Pada ruang muat 2 sekat terdapat 2 sekat memanjang pada bagian ruang muat kapal. Penampang ruang muat kapal dengan 2 sekat terlihat pada Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5. Ruang muat 2 sekat

2.4 Simulasi Model Ruang Muat Kapal.

Hasil pemodelan kapal pengangkut ikan hidup secara 3 dimensi yang telah dilakukan dengan *software Maxsurf Modeler* selanjutnya di analisa stabilitas statisnya menggunakan *software Maxsurf Stability*. Simulasi model kapal dilakukan pada program *maxsurf stability*[4]. Analisa stabilitas sesuai dengan peraturan yang berlaku pada *IMO chapter 3 Section A.749 (18) tahun 1978*[3]. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan desain ruang muat kapal yang memiliki stabilitas yang baik. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Melakukan input data tangki di *software maxsurf stability* pada menu *Large Angle Stability*
2. Melakukan input data *loadcase*. *Loadcase* yang akan disimulasikan ada 4 yaitu:
 - a. *Loadcase I* adalah kondisi kapal dengan muatan air dan muatan ikan pada palka sebanyak 25%.
 - b. *Loadcase II* adalah kondisi kapal dengan muatan air dan muatan ikan pada palka sebanyak 50%.
 - c. *Loadcase III* adalah kondisi kapal dengan muatan air dan muatan ikan pada palka sebanyak 75%.
 - d. *Loadcase IV* adalah kondisi kapal dengan muatan air dan muatan ikan pada palka sebanyak 100%.
3. Melakukan simulasi stabilitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Stabilitas

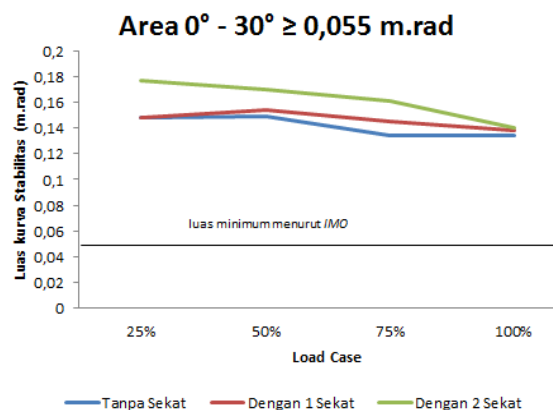
Analisa stabilitas dalam hal ini adalah untuk mengetahui karakteristik kapal pada saat oleng karena pengaruh muatan. Sehingga tidak ada pengaruh dari faktor luar seperti angin, ombak, arus dan badai. Ketika beroperasi, kapal tidak hanya beroperasi dalam satu kondisi pemuatan saja. Namun tentunya ada kondisi dimana kapal dalam kondisi muatan penuh atau kosong dan setiap kondisi pemuatan akan mengakibatkan karakteristik keseimbangan yang berbeda.

Pada *maxsurf stability* analisis kriteria stabilitas dapat diatur melalui menu *analysis criteria* yang berisikan kriteria-kriteria yang mengacu pada *Intact Stability* [3]. Dari hasil *running maxsurf* didapatkan kondisi spesifik kapal dan grafik stabilitas seperti terlihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil perhitungan stabilitas pada kriteria Area $0^\circ - 30^\circ \geq 0,055$ m.rad

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
25%	0,1476	0,1479	0,1765	m.rad	ok
50%	0,1488	0,1539	0,1701	m.rad	ok
75%	0,1346	0,1447	0,1613	m.rad	ok
100%	0,1345	0,1379	0,1402	m.rad	ok

Dari Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa luas pada kriteria $0\sim 30^\circ$ untuk kapal dengan ruang muat tanpa sekat memiliki luas sebesar $0.1345\sim 0.1476$ m.rad, untuk kapal dengan ruang muat 1 sekat memiliki luas sebesar $0.1379\sim 0.1539$ m.rad, dan untuk kapal dengan ruang muat 2 sekat memiliki luas sebesar $0.1402\sim 0.1765$ m.rad. Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi sekat kapal yang telah disimulasikan menunjukkan kapal memiliki stabilitas yang baik dan seluruh kriteria telah memenuhi standar *IMO*. Berdasarkan Tabel 3 maka didapatkan grafik yang terlihat pada Gambar 6 sebagai berikut:



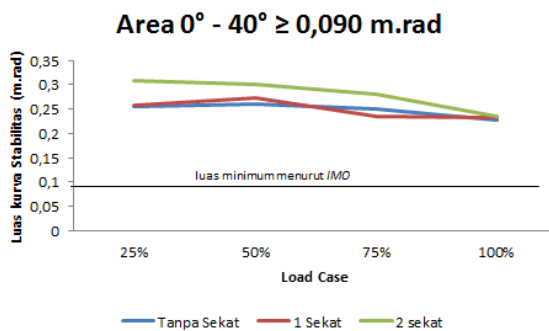
Gambar 6. Grafik stabilitas pada kriteria *Area* $0^\circ\sim 30^\circ$

Selanjutnya dilakukan analisa stabilitas dengan kriteria Area $0^{\circ}\sim 40^{\circ} \geq 0,090$ m.rad seperti terlihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil perhitungan pada kriteria Area $0^{\circ} - 40^{\circ} \geq 0,090$ m.rad

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
25%	0,2554	0,2574	0,3089	m.rad	ok
50%	0,2609	0,2731	0,3018	m.rad	ok
75%	0,2505	0,2345	0,2799	m.rad	ok
100%	0,2261	0,2328	0,2355	m.rad	ok

Dari Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa luas pada kriteria $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$ untuk kapal dengan ruang muat tanpa sekat memiliki luas sebesar 0,2261~0,2609 m.rad, untuk kapal dengan ruang muat 1 sekat memiliki luas sebesar 0,2328~0,2731 m.rad, dan untuk kapal dengan ruang muat 2 sekat memiliki luas sebesar 0,2355~0,3089 m.rad. Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi sekat kapal yang telah disimulasikan menunjukkan kapal memiliki stabilitas yang baik dan seluruh kriteria telah memenuhi standar *IMO*. Berdasarkan Tabel 4 maka dapat digambarkan grafik yang terlihat pada Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik stabilitas pada kriteria Area $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$

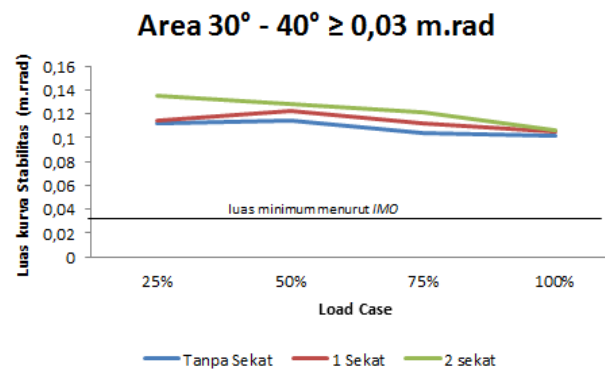
Selanjutnya dilakukan analisa stabilitas dengan kriteria Area $30^{\circ} - 40^{\circ} \geq 0,03$ m.rad seperti terlihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil perhitungan pada kriteria Area $30^{\circ} - 40^{\circ} \geq 0,03$ m.rad

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
25%	0,1122	0,1144	0,1349	m.rad	ok
50%	0,114	0,1223	0,1286	m.rad	ok
75%	0,1044	0,1124	0,1215	m.rad	ok
100%	0,1013	0,1048	0,1057	m.rad	ok

Dari Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa luas pada kriteria $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ untuk kapal dengan ruang muat tanpa sekat memiliki luas sebesar 0,1013~0,1140 m.rad, untuk kapal dengan ruang muat 1 sekat memiliki luas sebesar 0,1048~0,1223 m.rad, dan untuk kapal dengan ruang muat 2 sekat memiliki luas sebesar 0,1057~0,1349 m.rad. Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi sekat kapal yang telah disimulasikan menunjukkan kapal memiliki stabilitas yang baik dan seluruh kriteria telah memenuhi standar *IMO*.

Berdasarkan Tabel 5 maka didapatkan hasil berupa grafik yang terlihat pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik stabilitas pada kriteria Area $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$

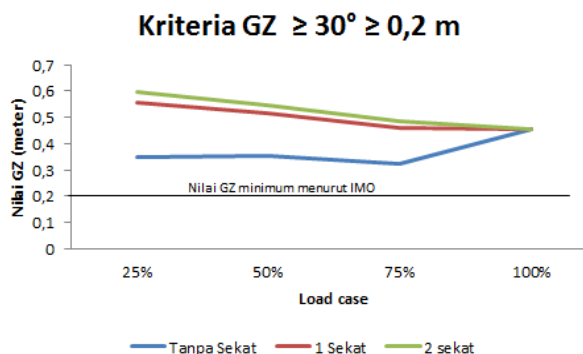
Selanjutnya dilakukan analisa stabilitas dengan kriteria $GZ \geq 30^{\circ} \geq 0,2$ m seperti terlihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil perhitungan pada kriteria $GZ \geq 30^\circ \geq 0,2 \text{ m}$

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
25%	0,3472	0,5576	0,5953	m	ok
50%	0,3547	0,5141	0,5446	m	ok
75%	0,3207	0,4584	0,484	m	ok
100%	0,4566	0,4566	0,4566	m	ok

Dari Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa nilai GZ pada sudut 30° ke atas untuk kapal dengan ruang muat tanpa sekat memiliki nilai GZ sebesar 0,3207~0,4566 m, untuk kapal dengan kapal dengan ruang muat 1 sekat memiliki nilai GZ sebesar 0,4566~0,5576 m, dan untuk kapal dengan kapal dengan ruang muat 2 sekat memiliki nilai GZ sebesar 0,4566~0,5953 m. Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi sekat kapal yang telah disimulasikan menunjukkan kapal memiliki stabilitas yang baik dan seluruh kriteria telah memenuhi standar IMO.

Berdasarkan Tabel 6 maka didapatkan grafik seperti terlihat pada Gambar 9 sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik kriteria GZ pada *heeling* 30°

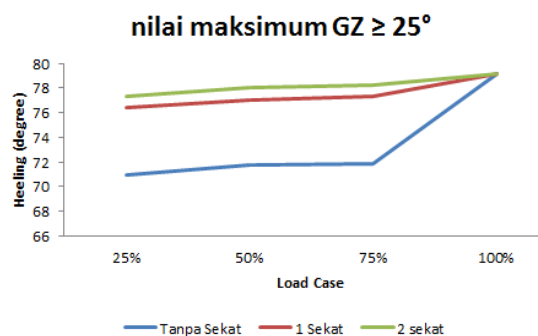
Selanjutnya dilakukan analisa stabilitas dengan kriteria nilai maksimum $GZ \geq 25^\circ$ seperti terlihat pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil perhitungan pada kriteria nilai maksimum $GZ \geq 25^\circ$

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
25%	70,9	76.04.00	77.03.00	deg	ok
50%	71,7	77	78	deg	ok
75%	71,8	77.03.00	78.02.00	deg	ok

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
100%	79,1	79.01.00	79,1	deg	ok

Dari Tabel 7 di atas menunjukkan bahwa nilai GZ maksimum untuk kapal dengan ruang muat tanpa sekat memiliki nilai GZ sebesar $70,9^\circ \sim 79,1^\circ$, untuk kapal dengan ruang muat 1 sekat memiliki nilai GZ sebesar $76,4^\circ \sim 79,1^\circ$, dan untuk kapal dengan ruang muat 2 sekat memiliki nilai GZ sebesar $77,3^\circ \sim 79,1^\circ$. Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi sekat kapal yang telah disimulasikan menunjukkan kapal memiliki stabilitas yang baik dan seluruh kriteria telah memenuhi standar IMO. Berdasarkan Tabel 7 maka didapatkan grafik seperti pada Gambar 10 sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik stabilitas pada kriteria nilai maksimum $GZ \geq 25^\circ$

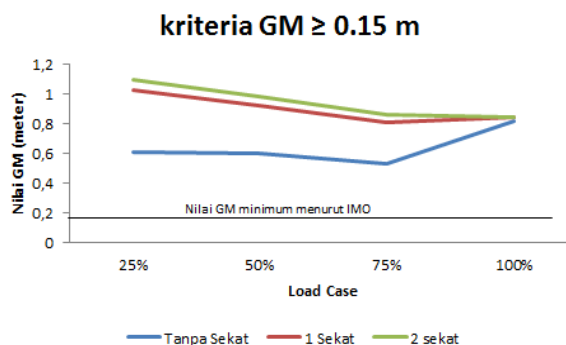
Selanjutnya analisa kriteria $GM \geq 0,15 \text{ m}$ seperti terlihat pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil perhitungan stabilitas pada kriteria $GM \geq 0.15 \text{ m}$

Kondisi Muatan	Tanpa Sekat	1 Sekat	2 sekat	Unit	Status
25%	0,61	1,021	1,096	m	ok
50%	0,599	0,915	0,976	m	ok
75%	0,531	0,809	0,861	m	ok
100%	0,817	0,841	0,841	m	ok

Dari Tabel 8 di atas menunjukkan bahwa nilai GM untuk kapal dengan ruang muat tanpa sekat sebesar 0,531~0,610 m, untuk kapal dengan ruang muat 1 sekat sebesar 0,809~1,021 m, dan untuk kapal dengan ruang muat 2 sekat sebesar 0,841~1,096 m. Dari data diatas

dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi sekat kapal yang telah disimulasikan menunjukkan kapal memiliki stabilitas yang baik dan seluruh kriteria telah memenuhi standar IMO. Berdasarkan Tabel 8 maka didapatkan grafik seperti terlihat pada Gambar 11 sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik stabilitas pada kriteria tinggi GM \geq 0.15

Dari Gambar 11 di atas menunjukkan bahwa dengan melakukan penambahan sekat dimana dapat dilihat pada kapal dengan ruang muat 1 sekat nilai GM semakin menjauhi syarat batas dibandingkan dengan kapal dengan ruang muat tanpa sekat, begitu juga pada kapal dengan ruang muat 2 sekat nilai GM yang didapatkan semakin menjauhi syarat batas dibandingkan dengan kapal dengan ruang muat tanpa sekat dan kapal dengan ruang muat 1 sekat.

4. KESIMPULAN

Analisa stabilitas kapal pengangkut ikan hidup dengan 3 variasi sekat dan 4 variasi *loadcase* berdasarkan kriteria *International Maritime Organisation* (IMO) 1978 diperoleh kesimpulan dengan penambahan 1 sekat dan 2 sekat nilai semua kriteria yang didapatkan semakin menjauhi syarat batas, dibandingkan dengan kapal dengan ruang muat tanpa sekat. Untuk nilai parameter stabilitas yang dipengaruhi oleh penambahan sekat pada ruang muat kapal adalah nilai pada lengan penegak maximum (GZ) yaitu berada pada *heeling* $71,7^\circ$ pada kapal tanpa sekat, 77° pada kapal 1 sekat dan 78° pada kapal 2 sekat. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan semakin banyak sekat yang ada di ruang muat, maka nilai yang didapat semakin menjauhi syarat batas (semakin aman). Sedangkan untuk nilai GM untuk palka tanpa sekat 0,531~0,610 m, untuk

kapal dengan ruang muat 1 sekat sebesar 0,809~1,021 m, dan untuk kapal dengan ruang muat 2 sekat sebesar 0,841~1,096 m di atas dari nilai minimum yang disyaratkan IMO yakni 0.15 meter

UCAPAN TERIMAKASIH

Ungkapan terimakasih kepada Dinas Kelautan Dan Perikanan UPTD Balai Benih Sentral Air Payau Dan Air Laut Manggar kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur serta Program Studi Teknik Perkapalan Institut Teknologi Kalimantan yang telah membeli *license academic version software Maxurf 21* sehingga makalah ini bisa dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunarto., A. "Pengembangan Sea Farming Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA). *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, Volume 4, Nomor 1 Maret 2003, UT 2003
- [2] Harianto. "Pengujian Kinerja Prototipe Alat Pengangkutan Darat Ikan Kerapu Hidup". *Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri 2003*, Vol. III, hal. 88 – 93.
- [3] Intac Stability (IS) code. *Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A.749(18)*, 1978.
- [4] Maxurf 21., "Maxurf modeler & Stability, license academic version software Maxurf 21, Bentley, 2018.
- [5] Novita, Y., "Pengaruh Free Surface Terhadap Stabilitas Kapal Pengangkut Ikan Hidup", Bandung : Nuansa Aulia. 2011.
- [6] Novita, Y., "Pengaruh Sirip Peredam Terhadap Stabilitas Kapal Pengangkut Ikan Hidup". Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2011.
- [7] Santosa, A., Amiruddin, W., Pribadi, C., A., P., "Studi Perancangan Kapal Pengangkut Ikan Dari Kepulauan Seribu ke Jakarta". *Jurnal KAPAL-* Vol. 10, No.3 Oktober 2013.

- [8] Suroso, H., Setiawan, B., T., Perencanaan Ruang Muat Ikan Hidup Pada Kapal Penangkap Ikan di TPI Brondong Lamongan Jawa Timur”. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jurnal KAPAL - Vol. 10, No.1 Februari UNDIP. 2013.