



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Beban Muatan Maksimum Yang Diperbolehkan Untuk Keselamatan Penumpang Pada Kapal Kharisma Jaya

Anggit Andilala¹⁾, Wilma Amiruddin¹⁾, Ari Wibawa Budi S¹⁾

¹⁾Laboratorium Hidrodinamika.

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Email: anggitandilala@gmail.com, wisilmiw@yahoo.com

Abstrak

Kharisma Jaya merupakan kapal tradisional yang digunakan untuk penyebrangan wisatawan diperaian Teluk Penyu – Nusakambangan Cilacap Jawa Tengah, kapal ini dibuat secara tradisional dan dirancang dengan cadik sebagai penyeimbang, dalam pengoperasiannya sering dimuati melebihi kapasitas yang ditentukan dinas terkait yang dapat membahayakan wisatawan yang akan menyebrang, sehingga faktor teknis kapal seperti *stabilitas* dan olah gerak menjadi penting untuk dianalisa guna mencegah kecelakaan yang disebabkan karena kelebihan muatan, untuk menentukan beban muatan maksimal yang dapat dimuat kapal. Perhitungan *stabilitas* kapal menggunakan standar yang ditetapkan oleh IMO (*International Maritime Organization*). Dalam perhitungan stabilitasnya, dianalisa dengan cadik dan tanpa cadik. Analisa dengan cadik menunjukkan hasil muatan 16,18, 20 penumpang masih memenuhi standar IMO *code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships*. Analisa tanpa cadik menghasilkan batas maksimal muatan yang dapat di muat adalah 8 penumpang. Olah gerak kapal dianalisa untuk memperlihatkan gerakan *heaving, rolling dan pitching* kapal pada saat kondisi beroperasi ($V_s = 8$ knots) ditinjau dari berbagai sudut masuk gelombang dan ketinggian gelombang sebesar 0,6 meter, dengan hasil RMS *Roll* kapal memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *beam* (90°), dengan nilai RMS *Roll* terbesar yaitu 1.94 deg dan RMS *Pitch* kapal memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *head* (0°), dengan nilai RMS *Pitch* terbesar yaitu 0.83 deg yang masih memenuhi Kriteria yang ditetapkan oleh Tello, 2009.

Kata Kunci : Teluk Penyu, Cadik, *Stabilitas*, Olah Gerak, Kapal Penyebrangan Tradisional

1. PENDAHULUAN

Cilacap adalah salah satu wilayah yang sangat potensial untuk berkembangnya sektor pariwisata di bidang bahari khususnya penyebrangan, salah satunya yaitu wisata yang ada di teluk penyu dan pulau nusakambangan yang satu - satunya jalur wisatanya menggunakan kapal sebagai alat transportasi penyebrangan dari teluk penyu menuju pulau nusa kambangan. Kapal penyebrangan yang ada di teluk penyu masih berupa kapal penyebrangan tradisional yaitu kapal jenis Jukung Katir yang berbahan *Fiberglass*, yang masih menggunakan desain satu lambung (*monohull*). Saat ini permasalahan yang berkembang adalah kapal – kapal penyebrangan

tradisional disana mengangkut muatan penumpang melebihi kapasitas dari jumlah muatan dari kapal tersebut, dikarenakan mengangkut muatan yang berlebih dari batas muat muatan yang sudah di tentukan tentunya juga akan berpengaruh terhadap stabilitas kapal itu sendiri, terlebih lagi letak geografis teluk penyu yang langsung berhadapan dengan Samudera Hindia membuat gelombang yang datang dapat berpengaruh besar terhadap *stabilitas* kapal. Yang apabila di paksakan mengangkut muatan yang berlebih guna mendapatkan untung yang banyak maka kapal dapat mengalami stabilitas negative yang akan mengakibatkan kapal terbalik dan

mengancam keselamatan dan kenyamanan para wisatawan yang akan menyebrang.

Guna mencegah terjadinya kecelakaan yang disebabkan karena kelebihan muatan yang di angkut melebihi kapasitas kapal. maka perlu dilakukannya analisa beban muatan maksimum yang diperbolehkan untuk keselamatan penumpang dari kapal penyebrangan wisatawan tradisional dari Teluk Penyau menuju pulau Nusakambangan. Berdasarkan uraian di atas maka, dalam tugas akhir ini akan di bahas mengenai analisa beban muatan maksimum yang diperbolehkan untuk keselamatan penumpang kapal penyebrangan tradisional sehingga dapat memberikan pengetahuan kepada nahkoda kapal agar lebih menjunjung keselamatan dalam mengangkut penumpang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kapal

Menurut pasal 309 ayat (1) KUHD, “kapal” adalah semua alat berlayar, apapun nama dan sifatnya.

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, “kapal” adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.

2.2. Stabilitas

Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar (Rubianto, 1996)[1].

Stabilitas sebuah kapal dipengaruhi oleh letak ketiga titik konsentrasi gaya yang bekerja pada kapal tersebut. Ketiga titik tersebut adalah titik B (*centre of bouyancy*), titik G (*centre of gravity*) dan titik M (*metacentre*).

1. Titik berat kapal (G / Gravity)

Titik berat kapal (*center of grafitiy*) merupakan titik tangkap dari sebuah titik pusat dari sebuah gaya berat yang menekan ke bawah.

2. Titik apung (B / Bouyancy)

Titik apung = titik tekan = *Centre of buoyancy* merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang tercelup.

3. Titik metasentra (M / Metacentre)

Titik Metasentrum merupakan sebuah titik temu dari batas dimana G tidak boleh melewati di

atasnya agar kapal selalu mempunyai *stabilitas* yang *positif*[2].

Proses analisa *stabilitas* yang dilakukan oleh penulis adalah sesuai dengan *Stability criteria* yang tercantum pada IMO *code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships* yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

(A) Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1:

1. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $0^{\circ} - 30^{\circ}$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg,
2. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $0^{\circ} - 40^{\circ}$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg,
3. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng $30^{\circ} - 40^{\circ}$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.

(B) Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2

nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut $30^{\circ} - 180^{\circ}$ (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.

(C) Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3

sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg).

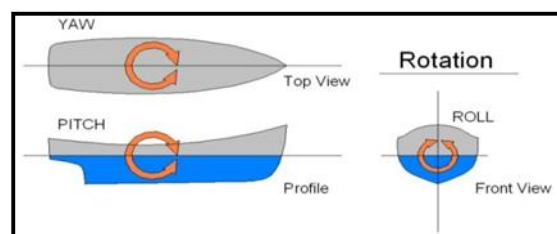
(D) Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4

nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

2.3. Olah Gerak Kapal

Pada dasarnya kapal yang berada diatas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya external yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*). Gerakan kapal ini disebabkan adanya faktor dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu,

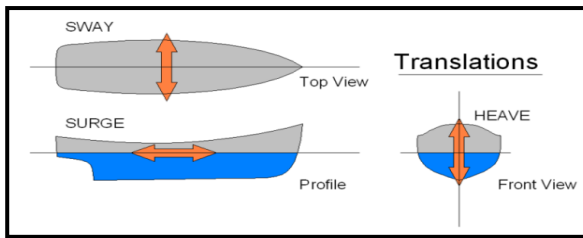
1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi:



Gambar 1. Macam gerak kapal rotasi

- *Rolling* : gerakan bersudut sesuai dengan sumbu X berupa olengan ke arah *starboard-portside*
- *Pitching*: gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Y berupa anggukan *by the bow-by the stern*

- *Yawing* : gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Z berupa putaran.
2. Gerakan linear, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbu meliputi:



Gambar 2. Macam gerak kapal *translasi*.

- *Surging* : gerakan linear terhadap sumbu X
- *Swaying* : gerakan linear terhadap sumbu Y
- *Heaving* : gerakan linear terhadap sumbu Z[3]

Dalam hal ini penulis hanya mengkaji olahgerak yang mampu di respon oleh kapal yaitu : *Rolling, Heaving, Pitching*

3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang di gunakan adalah :

3.1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan beberapa metode seperti pengukuran langsung dan wawancara terhadap pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini. Pengukuran langsung dilakukan terhadap kapal yang digunakan untuk mengetahui ukuran utama kapal meliputi panjang (L), lebar (B), sarat (T), tinggi (H), dan lain-lain. Metode wawancara dilakukan untuk mendapatkan data jumlah muatan penumpang yang di bawa menyebrang. Peralatan yang di butuhkan:

- a. Meteran (alat ukur)
- b. Penggaris
- c. Buku
- d. Spidol
- e. Bolpoint
- f. Kamera.

Data – data yang di dapat setelah pengukuran:

1. Data Ukuran Utama Kapal :

Length (OA)	:	10.30	m
Breadth (OA)	:	1.20	m
Height (H)	:	0.90	m
Sarat (T)	:	0.4	m
Speed (Vs)	:	8	knots
2. Data – Data bersifat Skunder :

Nama Kapal	:	Kharisma Jaya
Lebar Cadik	:	5 m
Panjang cadik	:	3 m
Diameter cadik	:	8 inch

3.2. Pembuatan Model Kapal

Membuat rencana garis kapal uji (redrawing) dengan memasukkan data-data Iambung kapal sesuai pembagian searah sumbu x, y, z menggunakan program *Delftship version 4.38*. dan pembuatan cadik menggunakan *Rhinoceros Version 5.0*. Hasil hull form kapal tersebut diekspor ke dalam bentuk format file IGES yang dapat dijalankan di program *Maxsurf Pro Version 11.1.2*.

3.2. Perhitungan Stabilitas

Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 11.12* dijalankan di program *Maxsurf Stability* untuk kemudian dilakukan perhitungan stabilitas kapal

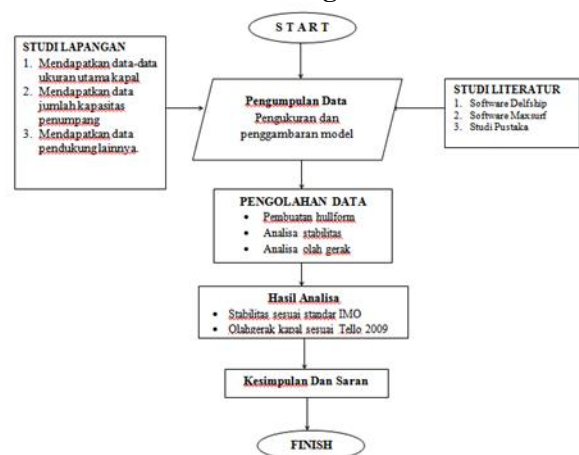
3.4. Perhitungan Olah Gerak

Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 11.12* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Sea Keeper version 11.12* untuk kemudian dilakukan perhitungan olah gerak kapal

3.5. Tools yang Digunakan

Untuk pembuatan hull form menggunakan software *DelftShip Version 4.38* dan *Rhinoceros Version 5.0*, untuk menganalisa *Stabilitas* kapal menggunakan software *Maxsurf Stability*, sedangkan untuk menganalisa olah gerak menggunakan software *Maxsurf Sea Keeper version 11.12*

3.6. Flow Chart Metodologi Penelitian

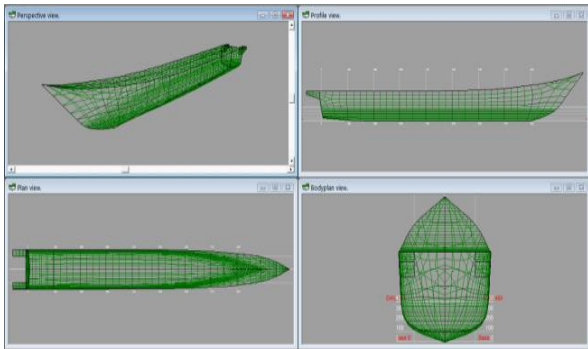


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

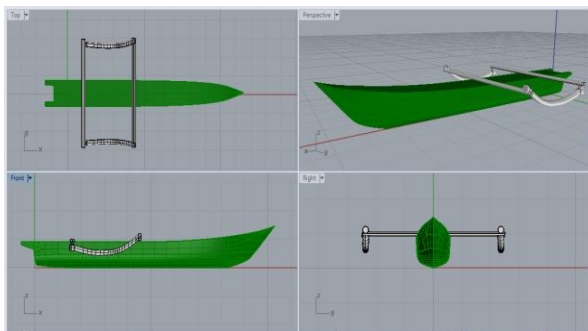
4.1. Pembuatan Model

Kapal tradisional dibuat tidak berdasarkan gambar rancang-bangun (*design*) dan spesifikasi teknis yang lengkap. Untuk mendapatkan bentuk *hullform* kapal maka diperlukan pengukuran secara langsung di lapangan.

Setelah didapatkan ukuran bagian-bagian kapal yang dibutuhkan maka selanjutnya adalah tahap pembuatan model di Perangkat Lunak *DelftShip Version 4.38* dan *Rhinoceros 5.0* untuk mendapatkan bentuk kapal.



Gambar 3. Permodelan Kapal dengan *software DelftShip*



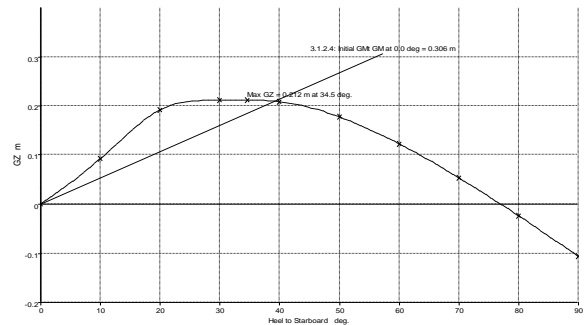
Gambar 4. Permodelan Kapal dan Cadik dengan *software Rhinoceros 5.0*

4.2. Stabilitas Kapal

Perhitungan *stabilitas* dilakukan dengan menggunakan *Maxsurf Stability*. Perhitungan *stabilitas* dihitung dalam kondisi kapal tanpa cadik dan kapal menggunakan cadik, dengan berbagai kondisi pembebanan. Beberapa kondisi yang diperhitungkan dalam analisis, adalah sebagai berikut :

1. Di analisa dengan cadik dengan penumpang awal atau dianggap muatan penuh 16 orang dengan berat masing – masing di asumsikan 75kg.
2. Di analisa dengan cadik dengan penambahan 2 orang menjadi 18 penumpang dengan berat masing – masing di asumsikan 75kg.
3. Di analisa dengan cadik dengan penambahan 4 orang menjadi 20 penumpang dengan berat masing – masing di asumsikan 75kg.
4. Di analisa dengan cadik dengan penumpang 21 orang dengan berat masing – masing orang di asumsikan 75 kg
5. Di analisa tanpa cadik untuk melihat beban muatan maksimal penumpang yang bisa di muat bila di operasikan tanpa cadik.

Berikut adalah grafik analisa Kapal menggunakan Cadik dengan penumpang 16 orang.

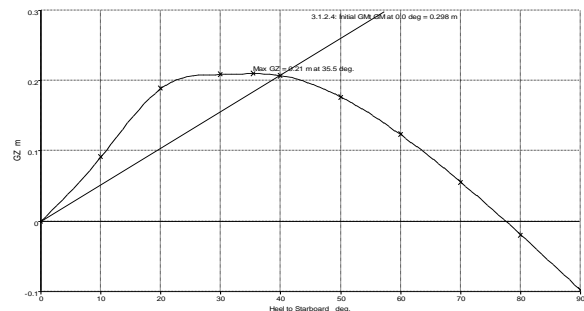


Grafik 1. Perhitungan *stabilitas* kapal menggunakan cadik beban 16 orang

Tabel 1. Hasil analisa *stabilitas* kapal dengan penumpang 16 orang

Criteria	Value	Units	Actual	Status
3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	3.9769	Pass
3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	6.0884	Pass
3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	2.1115	Pass
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	M	0.212	Pass
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	Deg	35.5	Pass
3.1.2.4: Initial GMt	0.150	M	0.306	Pass

Berikut adalah grafik analisa Kapal menggunakan Cadik dengan penumpang 18 orang

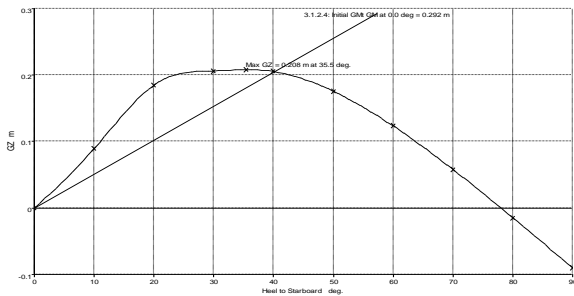


Grafik 2. Perhitungan *stabilitas* kapal menggunakan cadik beban 18 orang

Tabel 2. Hasil analisa *stabilitas* kapal dengan penumpang 18 orang

Criteria	Value	Units	Actual	Status
3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	3.9094	Pass
3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	6.0024	Pass
3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	2.0930	Pass
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.210	Pass
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	35.5	Pass
3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	0.298	Pass

Berikut adalah grafik analisa Kapal menggunakan Cadik dengan penumpang 20 orang.

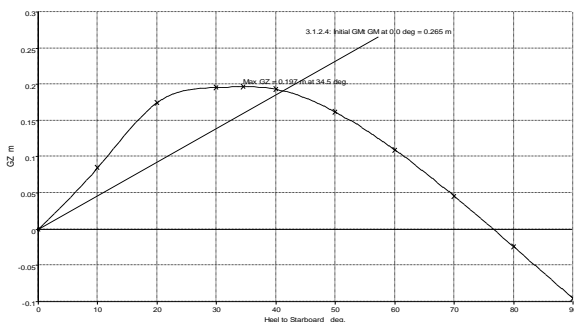


Grafik 3. Perhitungan *stabilitas* kapal menggunakan cadik beban 20 orang

Tabel 3. Hasil analisa *stabilitas* kapal dengan penumpang 20 orang

Criteria	Value	Units	Actual	Status
3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	3.8397	Pass
3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	5.9119	Pass
3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	2.0722	Pass
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	M	0.208	Pass
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	Deg	35.5	Pass
3.1.2.4: Initial GMt	0.150	M	0.292	Pass

Berikut adalah grafik analisa Kapal menggunakan Cadik dengan penumpang 21 orang.



Grafik 4. Perhitungan *stabilitas* kapal menggunakan cadik beban 21 orang

Tabel 4. Hasil analisa *stabilitas* kapal dengan penumpang 21 orang

Criteria	Value	Units	Actual	Status
3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	3.6354	Pass
3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	5.5954	Pass
3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.9599	Pass
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	M	0.197	Fail
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	34.5	Pass
3.1.2.4: Initial GMt	0.150	M	0.265	Pass

Berikut adalah table rekapitulasi nilai *stabilitas* kondisi pembebanan dengan muatan 16 orang, 18 orang, 20 orang dan 21 orang dengan beban masing – masing penumpang 75 kg.

Tabel 5. Rekapitulasi analisa *stabilitas*.

No	Kriteria	IMO	Units	Kondisi			
				Muatan 16	Muatan 18	Muatan 20	Muatan 21
1	Area 0 to 30	>3.151	m.de	3.9769	3.9094	3.8397	3.6354
2	Area 0 to 40	>5.157	m.de	6.0884	6.0024	5.9119	5.5954
3	Area 30 to 40	>1.719	m.de	2.1115	2.0930	2.0722	1.9599
4	GZ pada 30 atau lebih	>0.2	m	0.212	0.210	0.208	0.197
5	Sudut GZ Maksimum	>25	deg	35.5	35.5	35.5	34.5
6	Nilai Awal GMt	>0.15	m	0.306	0.298	0.292	0.265
STATUS				<i>Pass</i>	<i>Pass</i>	<i>Pass</i>	<i>fail</i>

Hasil table 5. menunjukkan rekapitulasi nilai *stabilitas* kondisi pembebanan dengan muatan 16 orang, 18 orang, 20 orang dan 21 orang dengan beban masing – masing penumpang 75 kg. Hasil analisis yang tertera pada kapal tersebut menunjukkan *fail* pada meban muatan 21 penumpang, yaitu pada *criteria imo 3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater* (Panjang lengan GZ area 30 atau lebih) yang menunjukkan hasil 0.198 m. Nilai ini tidak memenuhi kriteria yaitu sebesar tidak boleh kurang atau sama dengan 0.2 m.

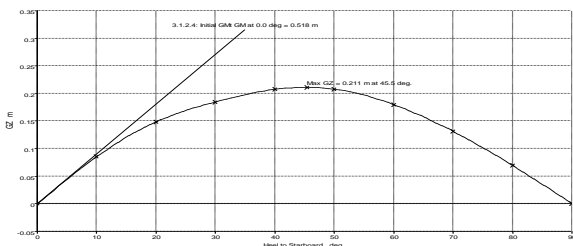
Penambahan berat dan posisi penumpang pada kapal tersebut berpengaruh pada titik gravitasi (titik G). Dikutip dari buku *Stabilitas & Bangunan Kapal* (Politeknik Pelayaran Surabaya, 2014) dikatakan bahwa titik G merupakan titik tangkap dari semua gaya – gaya yang menekan kebawah terhadap kapal. Letak titik G ini dapat diketahui dengan meninjau pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakan dibagian atas maka makin tinggilah letak titik G nya. Dengan demikian semakin berat muatan maka titik gravitasi akan semakin tinggi yang mengakibatkan nilai GM yang semakin kecil. Karena GZ merupakan fungsi dari GM maka GM pun dapat dijadikan ukuran *stabilitas* awal. Apabila GM kapal bernilai besar maka nilai GZ akan besar pula sehingga moment penegaknya juga akan besar sebaliknya apabila nilai GM kapal kecil maka nilai GZ akan kecil pula sehingga moment penegaknya akan kecil[4]. Hasil perhitungan *stabilitas* kapal dengan Cadik tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi kapal di muat dengan jumlah bobot penumpang yang semakin banyak mengakibatkan nilai MG yang

semakin kecil yang membuat nilai GZ semakin kecil pila sehingga moment penegaknya juga semakin kecil. Dapat dilihat pada tabel bahwa pada *criteria 3.1.2.1: Area 0 to 30*. Luas area dibawah kurva GZ pada muatan 16 orang bernilai 3.9769 m.deg. pada muatan penumpang 18 orang bernilai 3.9094 m.deg. pada muatan penumpang 20 orang kurva GZ bernilai 3.8397 m.deg. sedangkan pada muatan penumpang 21 orang nilai kurve GZ bernilai 3.6354 m.deg. hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi kapal di muat dengan jumlah bobot penumpang yang semakin banyak mengakibatkan nilai MG yang semakin kecil yang membuat nilai GZ semakin kecil.

Hasil perhitungan *stabilitas* kapal dengan Cadik tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi kapal di muat dengan muatan 16 orang, 18 orang, 20 orang masih memenuhi kriteria standart IMO *code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships*. Sedangkan pada perhitungan *stabilitas* dengan 21 orang penumpang terdapat kriteria yang tidak masuk kedalam standart IMO yaitu pada *criteria 3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater*.

Proses analisa kondisi kapal tanpa cadik di lakukan untuk mengetahui kondisi *stabilitas* dan jumlah muatan yang di perbolehkan jika dioperasikan tanpa menggunakan cadik.

Berikut adalah grafik analisa Kapal tanpa Cadik dengan penumpang 8 orang.



Grafik 5. perhitungan stabilitas kapal menggunakan cadik beban 16 orang

Berikut adalah tabel hasil rekapitulasi nilai *stabilitas* dengan kondisi pembebanan tanpa menggunakan cadik.

Tabel 6. Hasil analisa stabilitas kapal tanpa menggunakan Cadik

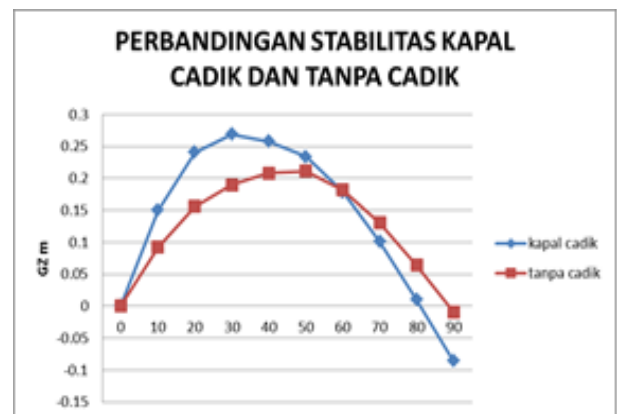
Criteria	Value	Units	Actual	Status
3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	3.3138	Pass
3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	5.2869	Pass
3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.9731	Pass
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.211	Pass
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	45.5	Pass
3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	0.518	Pass

Hasil analisa kondisi kapal tanpa cadik diperoleh hasil bahwa kapal memiliki *stabilitas* yang baik dan memenuhi standar persyaratan IMO *code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships* dengan beban maksimal penumpang sebanyak 8 orang.

Pengaruh cadik terhadap *stabilitas* kapal dapat dilihat pada grafik perbandingan kapal dengan cadik dan tanpa cadik.

Tabel 7. Nilai perbandingan *stabilitas* kapal cadik dan tanpa cadik

Heel to Starboard deg	GZ m (kapal cadik)	GZ m (kapal tanpa cadik)
0	0	0
10	0.115	0.092
20	0.241	0.156
30	0.269	0.19
40	0.258	0.208
50	0.234	0.213
60	0.179	0.182
70	0.101	0.13
80	0.01	0.064
90	-0.086	-0.009



Grafik 6. Perbandingan grafik kapal dengan cadik dan tanpa cadik

Hasil diatas merupakan grafik perbandingan *stabilitas* kapal cadik dan tanpa cadik, garis yang berwarna biru merupakan grafik untuk kapal dengan menggunakan cadik sedangkan garis berwarna merah adalah kapal tanpa menggunakan cadik. Untuk grafik kapal cadik tinggi GZ (lengan penagak) maksimum adalah 0,269 m-rad dan terjadi pada sudut 30°. Sementara untuk kapal tanpa cadik tinggi GZ maksimum adalah 0,213 m- rad dan terjadi pada sudut 50°. Keduanya sudah memenuhi standart *criteria imo 3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater* (Panjang lengan GZ area 30 atau lebih) yaitu sebesar tidak boleh kurang atau sama dengan 0.2 m. dari data tersebut kapal cadik memiliki nilai GZ yang lebih besar dibandingkan yang tidak memakai cadik. Hal ini menunjukkan bahwa cadik berpengaruh terhadap *stabilitas* kapal sehingga kapal cadik memiliki *stabilitas* yang lebih baik.

Perbedaan tersebut disebabkan oleh penambahan cadik pada kapal karena, kapal yang menggunakan cadik memiliki daya apung cadangan yang terdapat pada cadik kapal tersebut (Syafriadi,2013). Dari perhitungan *stabilitas* yang dilakukan juga menunjukkan bahwa kapal yang menggunakan cadik memiliki kemampuan *stabilitas* yang jauh lebih baik dibandingkan jika kapal tersebut tidak menggunakan cadik[5], hal ini dapat dilihat pada kurva di atas.

Menurut (Prastowo, 2012), kapal yang menggunakan cadik memiliki pengaruh yang positif yaitu berkurangnya respon gerakan kapal terhadap gelombang baik untuk gerak *heave*, *roll*, ataupun *pitch*. Sehingga dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa cadik memiliki pengaruh yang baik terhadap kapal[6].

4.3. Olah Gerak

Kapal Kharisma Jaya beroperasi di perairan teluk penyu cilacap (perairan selatan jawa tengah) dengan tinggi 0.6 m dan periode 7,5s[7]. Jenis spektrum gelombang yang dipergunakan adalah spectrum JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project*). Penelitian ini hanya mengkaji olah gerak yang mampu di respon oleh kapal yaitu : *Rolling*, *Heaving*, *Pitching*[8]. Dengan kecepatan kapal 8 knots.

Analisa olah gerak dilakukan untuk sudut :

1. 0° (*stern*).
2. 45° (*stern quartering*).
3. 90° (*beam*).
4. 135° (*bow quartering*).
5. 180° (*Head*).

Perhitungan olah gerak Kapal Kharisma Jaya didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 8. Nilai *Amplitudo, Velocity, Acceleration* untuk muatan 16 orang

Item	Wave Heading (deg)	Kapal Kharisma Jaya		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0.146 m	0.071 m/s	0.036 m/s ²
	45	0.147 m	0.083 m/s	0.050 m/s ²
	90	0.150 m	0.118 m/s	0.136 m/s ²
	135	0.151 m	0.156 m/s	0.282 m/s ²
	180	0.151 m	0.166 m/s	0.309 m/s ²
Rolling	0	0 deg	0 rad/s	0 rad/s/s
	45	0.67 deg	0.00808 rad/s	0.00608 rad/s/s
	90	1.94 deg	0.05803rad/s	0.1084rad/s/s
	135	0.92deg	0.02625 rad/s	0.0532 rad/s/s
	180	0 deg	0 rad/s	0 rad/s/s
Pitching	0	0.78 deg	0.00632 rad/s	0.00344 rad/s/s
	45	0.63 deg	0.00788 rad/s	0.00596 rad/s/s
	90	0.32 deg	0.01192 rad/s	0.02955rad/s/s
	135	0.59 deg	0.02668 rad/s	0.09149 rad/s/s
	180	0.79 deg	0.03116 rad/s	0.1003 rad/s/s

Tabel 9. Nilai *Amplitudo, Velocity, Acceleration* untuk muatan 18 orang

Item	Wave Heading (deg)	Kapal Kharisma Jaya		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0.146 m	0.071 m/s	0.036 m/s ²
	45	0.147 m	0.083 m/s	0.050 m/s ²
	90	0.150 m	0.118 m/s	0.135 m/s ²
	135	0.151 m	0.156 m/s	0.284 m/s ²
	180	0.151 m	0.167 m/s	0.312 m/s ²
Rolling	0	0 deg	0 rad/s	0 rad/s/s
	45	0.67 deg	0.00807 rad/s	0.00607 rad/s/s
	90	1.94 deg	0.05836 rad/s	0.1095 rad/s/s
	135	0.92 deg	0.02640 rad/s	0.05370 rad/s/s
	180	0 deg	0 rad/s	0 rad/s/s
Pitching	0	0.79 deg	0.00648 rad/s	0.00344 rad/s/s
	45	0.65 deg	0.00804 rad/s	0.00608 rad/s/s
	90	0.33 deg	0.01204 rad/s	0.02964 rad/s/s
	135	0.59 deg	0.02652 rad/s	0.09099 rad/s/s
	180	0.75 deg	0.03082 rad/s	0.09907 rad/s/s

Tabel 10. Nilai *Amplitudo, Velocity, Acceleration* untuk muatan 20 orang

Item	Wave Heading (deg)	Kapal Kharisma Jaya		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0.146 m	0.071 m/s	0.036 m/s ²
	45	0.147 m	0.083 m/s	0.050 m/s ²
	90	0.150 m	0.118 m/s	0.133 m/s ²
	135	0.151 m	0.157 m/s	0.289 m/s ²
	180	0.151 m	0.168 m/s	0.318 m/s ²
Rolling	0	0 deg	0 rad/s	0 rad/s/s
	45	0.67 deg	0.00803 rad/s	0.00605 rad/s/s
	90	1.94 deg	0.05889 rad/s	0.1114 rad/s/s
	135	0.92 deg	0.02670 rad/s	0.05473 rad/s/s
	180	0 deg	0 rad/s	0 rad/s/s
Pitching	0	0.83 deg	0.00685 rad/s	0.00386 rad/s/s
	45	0.67 deg	0.00837 rad/s	0.00635 rad/s/s
	90	0.34 deg	0.01227 rad/s	0.02981 rad/s/s
	135	0.58 deg	0.02611 rad/s	0.08952 rad/s/s
	180	0.74 deg	0.03004 rad/s	0.09650 rad/s/s

Perhitungan olah gerak kapal Kharisma Jaya dengan menggunakan pendekatan *software Maxsurf Mseakeeper* didapat hasil analisa paling berbahaya dengan muatan 20 orang penumpang dengan hasil :

1. *Heaving Motion*, *velocity*, dan *acceleration* kapal memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *head sea* (180°)
2. *Roll Motion*, *velocity*, dan *acceleration* kapal memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *beam* (90°)
3. *Pitch Motion* kapal memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *head* (0°).

Dari hasil analisa olah gerak dengan muatan 16 orang, 18 orang, dan 20 orang didapat hasil bahwa RMS *Roll* dan RMS *Pitch* kapal paling besar terdapat pada analisa dengan muatan 20 orang, yaitu dengan RMS *Roll* terbesar yaitu 1.94 deg pada sudut 90° dan RMS *Pitch* kapal dengan nilai terbesar pada *head wave* 0°, dengan nilai RMS *Pitch* terbesar yaitu 0.83 deg.

Berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Tello 2009. sudut gerakan *rolling* masih dibawah syarat maksimum yaitu 6 derajat, sudut gerakan *pitching* juga masih di bawah batas maksimum yaitu 3 derajat[10]. Dengan demikian olah gerak kapal kharisma jaya memenuhi Kriteria yang ditetapkan oleh Tello, 2009.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah mengetahui kondisi *stabilitas* kapal pada saat memuat penumpang melebihi kapasitas muat, serta menentukan jumlah maksimal penumpang yang diperbolehkan untuk kapal Kharisma Jaya. Dan mengetahui olah gerak kapal pada saat memuat penumpang melebihi kapasitas muat. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Hasil perhitungan *Stabilitas* kapal dengan Cadik menunjukkan bahwa kapal memiliki stabilitas yang baik dan memenuhi standar persyaratan IMO *code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships* pada beban maksimal penumpang sebanyak 20 orang dengan berat masing - masing penumpang 75 kg
2. Hasil analisa kondisi kapal tanpa cadik diperoleh hasil bahwa kapal memiliki stabilitas yang baik dan memenuhi standar persyaratan IMO *code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships* dengan beban maksimal penumpang sebanyak 8 orang dengan berat masing – masing penumpang seberat 75 kg.
3. Perhitungan olah gerak kapal Kharisma Jaya dapat di simpulkan bahwa RMS *Roll* dan RMS *Pitch* kapal paling besar terdapat pada analisa dengan muatan 20 orang, yaitu dengan RMS *Roll* terbesar yaitu 1.94 deg pada sudut 90⁰ dan RMS *Pitch* terbesar yaitu 0.83 deg pada sudut 0⁰.

5.2. Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi bentuk dan ukuran cadik.
2. Perlu di lakukan analisa terhadap daya apung yang dimiliki cadik yang berpengaruh terhadap *stabilitas* kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wasimun. 2013. *Static Stability (Stabilitas Statis)*.<http://www.maritimeworld.web.id/2013/12/static-stability-stabilitas-statis.html>

- diakses pada tanggal 24 Desember 2016.
- [2] Rio Wiendargo Y. s. 2015. *Analisa Teknis Dan Ekonomis Kapal Nelayan Tradisional Type outboard Engine Setelah Penambahan Mesin penarik Bubu Di Perairan Rembang*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Omar yaakob.2015. *stability seakeeping and safety assessment of small fishing boats operating in southern coast of peninsular malaysia*. *Marine Technology Centre, Universiti Teknologi Malaysia, 81310, UTM Skudai, Johor, Malaysia*.
- [4] Anonim.2014. *Buku Stabilitas dan Bangunan Kapal*. *Politeknik Pelayaran Surabaya – Indonesia*
- [5] Syafriadi, 2013. *Comparison Of The Stability Of The Boat With And Without The Use Of Cadik*. *Student of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Riau*.Riau
- [6] Prastowo. A. 2012. *Analisa Penggunaan Cadik Dengan Tanpa Cadik Pada Kapal Ikan Caraka Baruna Ditinjau Dari Seakeeping*, ITS. Surabaya
- [7] Fax, T. F., & Sinoptik, I. I. K. 2017. *Badan meteorologi klimatologi dan geofisika stasiun meteorologi maritim tanjung priok*, (4), 20–22.
- [8] Robert. F.B. 1988, *Motion In Waves and Controllability*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA
- [9] Tello, M., Ribeiro E Silva, S., & Guedes Soares, C. 2009. *Seakeeping performance of fishing vessels in irregular waves*. *Ocean Engineering*, 38(5–6), 763–773. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2010.12.0>