

Analisis Stabilitas Kapal Wisata Bahari Telocor Sidoarjo

Moh. Abdul Rozaq¹, Erifive Pranatal²
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya¹, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya²
e-mail: marozaq04@gmail.com¹, erifive@itats.ac.id²

ABSTRACT

Safety and comfort are important factors in the design of passenger ships, to protect passengers from seasickness and fear of the risk of falling into rivers and the sea. One of the factors that need to be considered when designing a ship regarding the safety and comfort of passengers is the stability of the ship, namely the period of the ship's heeling. This research was conducted to determine the period of ship heeling on the Telocor Maritime Tourism Ship. The initial stage is to create a 3D model of the ship so that stability analysis can be carried out. From the finished hull model, proceed with the placement of tanks and compartments as well as load distribution (loadcase), where the load distribution on the ship is varied into six types. Of the six variations, all of them meet the criteria in IMO A.749 (18) Instac Stability for all types of ship. Then the results of the heeling period are 1,739 seconds to 2,034 seconds, which is still categorized as a stiff ship.

Keywords: passenger ship, 3D modeling, stability, heeling period.

ABSTRAK

Keamanan serta kenyamanan menjadi faktor penting dalam desain kapal penumpang, guna menjaga penumpang dari mabuk laut dan ketakutan akan risiko terjatuh ke sungai dan laut. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam mendesain kapal terkait keamanan serta kenyamanan penumpang adalah stabilitas kapal yakni periode oleng kapal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui periode oleng kapal pada Kapal Wisata Bahari Telocor. Tahapan awal dengan membuat model 3D kapal untuk dapat dilakukan analisis stabilitas. Dari model lambung yang sudah jadi dilanjutkan dengan penempatan tanki dan kompartemen serta persebaran beban (*loadcase*), dimana persebaran beban pada kapal divariasikan menjadi enam macam. Dari keenam macam variasi semuanya telah memenuhi kriteria pada IMO A.749 (18) *Instac Stability for all types of ship*. Kemudian untuk hasil periode oleng bernilai nilai 1.739 detik hingga 2.034 detik yang mana masih dikategorikan sebagai kapal yang kaku.

Kata kunci : kapal penumpang, pemodelan 3D, stabilitas, periode oleng.

PENDAHULUAN

Selain terkenal dengan lumpur lapindonya, Sidoarjo juga mempunyai pariwisata air yang menarik perhatian, yakni Wisata Bahari Telocor dan Pulau Lusi. Dimana destinasi yang terletak di pesisir timur Sidoarjo ini menjadi perhatian setelah dinobatkan sebagai destinasi wisata terpopuler ke-2 di Indonesia setelah kawasan wisata Hutan Mangrove Kuala Langsa (Mangrove Forest Park) Kota Langsa – Aceh pada Anugerah Pesona Indonesia (API) Award (Pramesti, 2022). Dikutip dari website resmi kabupaten sidoarjo, Pj. Bupati Sidoarjo, Hudyono menggunakan perahu boat dibersamai Supari, humas Pokdarwis mengunjungi Pulau Lusi. Selain Hudyono, hadir juga anggota DPR RI Komisi X Rahmat Muhajirin, Wakil Ketua DPRD Sidoarjo Kayan, Wakil Ketua Komisi D Zahlul Yussar, serta anggota DPRD Mimik Idayana. Hasil daripada kunjungan ke Pantai Lusi, Pj. Bupati Hudyono melihat bahwasannya masih banyak potensi yang dapat dikembangkan lagi di Pulau Lusi. Adapun empat usulan yang diperhatikan Cak Hud, sapaan akrab terhadap Hudyono. Pertama terkait dengan pembangunan aliran listrik menuju Pulau Lusi, lalu dilakukannya pengerukan pada Sungai Telocor yang menuju Pulau Lusi, kemudian pelebaran pada akses jalan mulai dari jalan Raya Porong hingga Dermaga Telocor, serta adanya pembangunan sekolah perikanan yang terletak di tengah Pulau Lusi. Tak lupa juga sarana dan prasarana ke arah Pulau Lusi dinilai Cak Hud masih kurang fasilitas (Bakohumassidoarjo, 2020). Dimana hanya terdapat 3 perahu boat dan 4 bis air yang disediakan oleh Pokdarwis (kelompok sadar wisata) guna mengantar wisatawan yang akan berkunjung ke Pulau Lusi. Dengan jumlah pengunjung sebanyak 12 ribu hingga 19 ribu wisatawan setiap bulannya, satu perahu bisa mengantar wisatawan hingga 24 kali perjalanan ke Pulau Lusi, yang mana tarif per orangnya 25 ribu rupiah untuk dewasa, untuk anak-anak 15 ribu rupiah (Jannah, 2022). Salah satu upaya dalam pengembangan Wisata Bahari Telocor dengan destinasi Pulau Lusi yaitu dengan menambah jumlah kapal penghubung. Diperlukan beberapa kapal wisata sebagai sarana transportasi dari Pantai Telocor menuju Pulau Lusi. Pada tugas akhir Perancangan dan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal Wisata Penghubung

Pantai Telocor dan Pulau Lusi Kabupaten Sidoarjo karya Mochammad Nur Halim telah dilakukan perencanaan penambahan armada penghubung ke Pulau Lusi dengan kapasitas penumpang yang lebih besar (Halim, 2022). Dalam tugas akhir tersebut sudah direncanakan kapal wisata yang punya kapasitas lebih besar sehingga dapat membawa wisatawan yang lebih banyak dalam sekali jalan. Dalam tugas akhir tersebut juga sudah dibuatkan rancangan mulai dari linesplan, general arrangement, hingga nilai ekonomis pembuatannya. Namun dalam tugas akhir tersebut belum membahas penuh terkait stabilitas kapal dan periode olengnya perihal kenyamanan kapal saat beroperasi yang mana pada saran penulisan penulis menyarankan untuk dilakukan perhitungan terkait periode olengnya (Halim, 2022). Dimana kenyamanan olah gerak kapal menjadi poin yang penting guna menjaga keselamatan penumpang, muatan, dan kapal itu sendiri (Maria Listyo Yulianti, 2017), apalagi pada kapal wisata atau kapal penumpang, sehingga diharapkan wisatawan aman dan nyaman saat menggunakan kapal menuju Pulau Lusi. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis akan menganalisis bagaimana stabilitas kapal yang sudah direncanakan pada tugas akhir sebelumnya perihal stabilitas menurut regulasi yang ada yakni IMO A.749 (18) *Instac Stability for all types of ship* serta menganalisis periode oleng dari kapal tersebut. Sehingga harapannya didapatkan hasil stabilitas kapal yang bagus sesuai dengan regulasi guna menjaga keamanan serta kenyamanan wisatawan Wisata Bahari Telocor dan Pulau Lusi..

TINJAUAN PUSTAKA

Stabilitas

Menurut (suzuki, 2024), Stabilitas merupakan suatu kemampuan dari benda yang melayang atau mengapung, yang miring kemudian kembali berkedudukan tegak lagi maupun kembali ke posisi semula. Stabilitas kapal ialah perhitungan terkait dengan olah gerak dari kapal. Adapun hal yang berpengaruh terhadap stabilitas kapal dapat disebabkan oleh adanya gaya eksternal ataupun dari gaya internal. Ada 3 (tiga) jenis atau tipe stabilitas menurut (INAMEQ, 2024) pertama ada stabilitas positif mengacu pada keadaan kapal dalam keadaan rolling, pitching, maupun yawing dalam jangka waktu tertentu, kemudian kapal dapat kembali ke posisi semula. Saat keadaan stabilitas positif, posisi titik M (*metasenta*) ada di atas titik berat kapal atau titik G (*gravity*). Kemudian yang kedua stabilitas netral ialah kondisi yang terjadi karena ada gaya eksternal ataupun gaya internal hingga terjadi gerak kapal pada jangka waktu tertentu, yang mana setelah itu kapal tidak bisa kembali ke keadaan atau posisi sebelumnya. Saat berada pada stabilitas netral, letak dari titik M (*metasenta*) berimpit atau pada satu titik dengan titik berat kapal atau titik G (*gravity*). Dan yang ketiga ialah stabilitas negatif yakni keadaan dimana setelah kapal mengalami olah gerak kapal atau oleng, kapal tidak bisa kembali ke keadaan semula serta kapal cenderung berada dalam keadaan titik kritis atau terbalik. Saat berada pada kondisi stabilitas negatif, letak titik M (*metasenta*) ada di bawah dari titik berat kapal atau titik G (*gravity*).

Periode Oleng

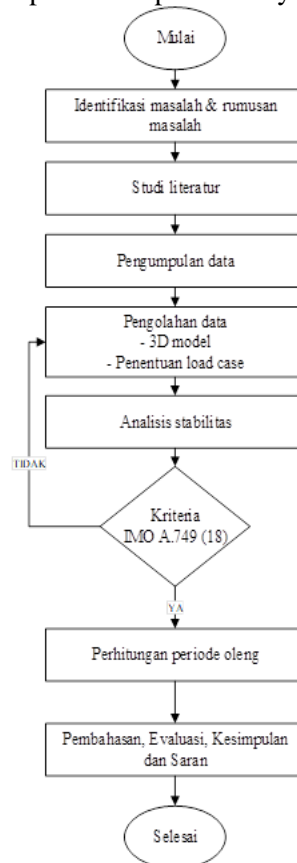
Periode oleng adalah sejumlah waktu yang dibutuhkan oleh kapal untuk kembali tegak setelah kapal miring karena gaya yang bekerja pada kapal (Andi Ana Humaerah Amran, 2023). Perhitungan periode oleng kapal dilakukan agar dapat diketahui nilai atau waktu yang dibutuhkan oleh kapal untuk melakukan olah gerak kapal. Hal ini juga berhubungan dengan kenyamanan dari penumpang ataupun kru kapal. Adapun perhitungan untuk periode oleng dapat menggunakan rumus $T=(2 \cdot C \cdot B)/(\sqrt{GM})$ (Aviorish, 2020)

Maxsurf

Maxsurf adalah serangkaian *software* berbasis NURB (*Non Uniform, 28 Rational B-spline Surface*) yang dapat digunakan untuk memudahkan proses desain kapal. Menurut Karyono, dalam (taufiqurrahman, 2021) *Maxsurf* adalah sistem pemodelan permukaan tiga dimensi untuk merancang bentuk lambung kapal. *Software Maxsurf* terdiri dari beberapa bagian berdasarkan fungsinya yaitu *Maxsurf Modeler*, *Maxsurf Stability*, *Maxsurf Motion*, *Maxsurf Resistance*, dan *Maxsurf Structure*. Dalam penulisan ini akan menggunakan dua model *maxsurf* yakni *modeler* dan *stability*. *Maxsurf modeler* digunakan untuk membuat rancangan kapal atau bentuk model kapal yang direncanakan berupa sebuah model 3D. kemudian untuk *maxsurf stability* digunakan untuk menganalisis stabilitas dari kapal yang sudah direncanakan dari model yang dibuat pada *maxsurf modeler* sebelumnya.

METODE

Pada tahap awal dilakukan identifikasi terhadap masalah yakni analisis periode oleng pada kapal Wisata Bahari Telocor dan Pulau Lusi guna memastikan keamanan serta kenyamanan pada penumpang. Studi literatur dimaksudkan untuk menimba informasi serta mengumpulkan data – data yang ada di lapangan terhadap obyek yang akan dibahas guna mengetahui dan memahami obyek. Studi literatur menunjang penelitian dalam memberi referensi didapat dari jurnal, artikel, maupun buku. Kemudian dilakukan pengumpulan data – data pendukung yang dibutuhkan untuk proses analisis. Data yang dibutuhkan adalah data terkait desain dan model kapal seperti ukuran utama kapal, lineplan, rencana umum, dll. Data yang didapat digunakan untuk pembuatan 3D modelling kapal menggunakan bantuan dari software Maxsurf Modeling. Setelah pembuatan 3D model kapal selesai dilanjutkan dengan input data mengenai loadcase yang direncanakan. Setelah loadcase diinput dilanjutkan dengan perhitungan stabilitas terhadap kapal dengan model 3D yang sudah jadi pada software Maxsurf Stability. Hasil dari perhitungan disesuaikan dengan kriteria yang direncanakan. Dari hasil perhitungan stabilitas muncul nilai GM, dimana nilai ini akan digunakan untuk perhitungan periode oleng. Nilai GM yang didapat dari perhitungan stabilitas digunakan untuk menghitung periode oleng menggunakan rumus pendekatan sesuai pada rules. Dari hasil perhitungan tersebut dapat ditarik benang merah kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

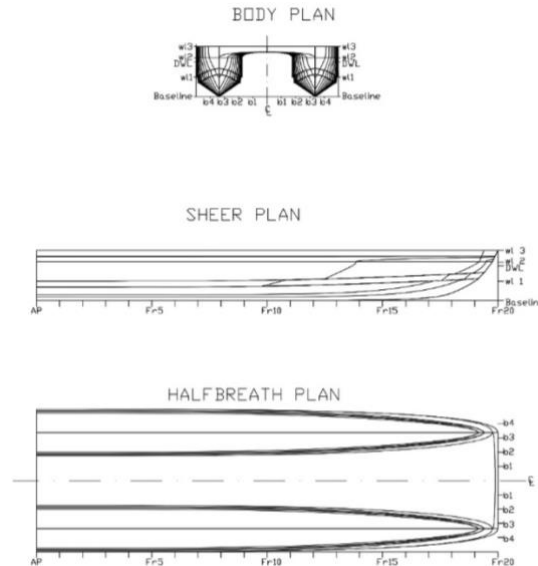
Data Kapal

Data yang diperlukan tentu dari ukuran utama, rencana garis, dan rencana umum kapal, yang mana nanti akan digunakan sebagai dasar untuk pemodelan sebelum dilakukan analisis. Adapun ukuran kapal yang akan di analisis sebagai berikut.

LOA	=	12	meter
B	=	3,7	meter
H	=	1,3	meter
T	=	0,9	meter

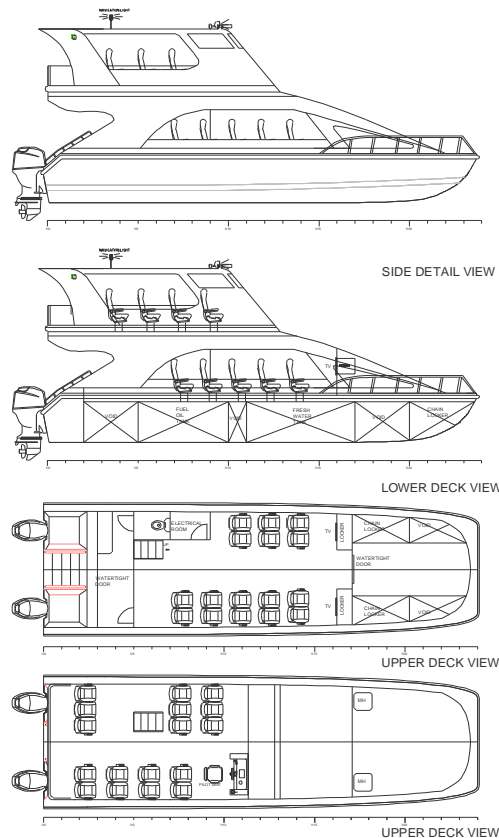
$$V_s = 20 \text{ Kn}$$

Selain data ukuran utama kapal di atas juga perlu gambar terkait rencana garis, dimana dari gambar tersebut kita dapat menentukan bagaimana bentuk dari lambung yang akan kita analisis, berikut gambar rencana garis.



Gambar 2. Rencana Garis

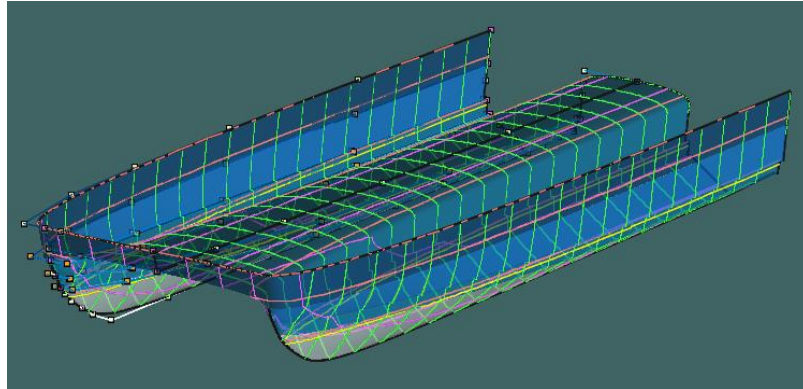
Dari gambar rencana garis dapat tergambar bagaimana bentuk lambung kapal yang akan di analisis, kemudian juga diperlukan gambar terkait rencana umum kapal sebagai acuan penempatan tanki dan kompartemen, yang mana nanti akan digunakan dalam analisis stabilitas. Adapun gambar rencana umum sebagai berikut:



Gambar 3. Rencana Umum

Pemodelan Kapal

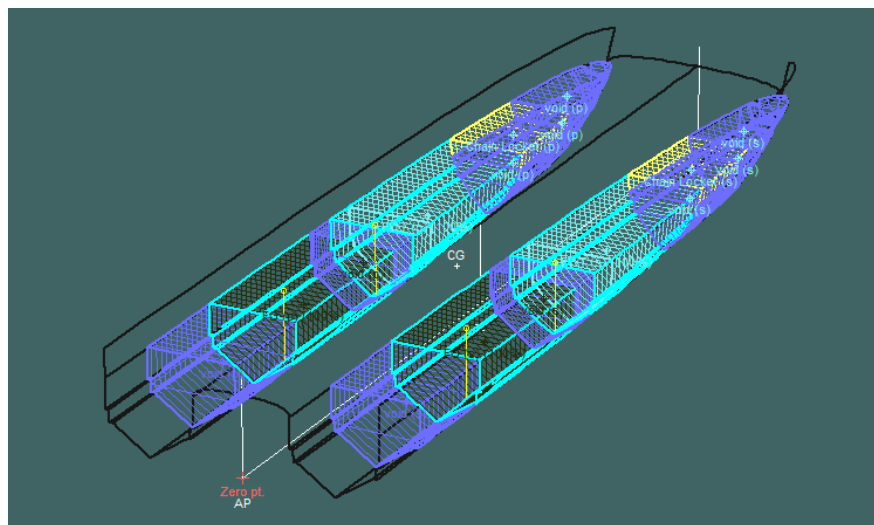
Dari data yang sudah didapatkan di atas, dilakukan pemodelan kapal menggunakan bantuan dari Software Maxsurf Modeler dengan metode memasukkan ukuran control poin pada *table offset*. Berikut model dari kapal yang akan dianalisis.



Gambar 4. 3D Model Kapal

Pemodelan Letak Tanki dan Kompartemen

Setelah dibuat bentuk dari lambung kapal dilanjutkan dengan pembuatan tanki dan kompartemen yang mana akan menggambarkan letak atau posisi tanki atau kompartemen tersebut di kapal. Penempatan tanki serta kompartemen berdasarkan acuan pada gambar rencana umum di atas.



Gambar 5. Pemodelan Tanki dan Kompartemen

Penentuan Pembebanan (Loadcase)

Pembebanan dibuat kondisi mirip dengan kemungkinan yang akan terjadi saat kapal beroperasi terkait kapasitas penumpang serta isi dari tanki bahan bakar. Dimana ada 1 pilot dan 33 penumpang yang bisa dibawa oleh kapal dengan kapasitas maksimumnya, dimana terdapat 2 deck atas dan bawah masing – masing 17 penumpang di deck bawah dan 16 penumpang di deck atas. Adapun pembagian loadcase bisa dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Pembagian Loadcase

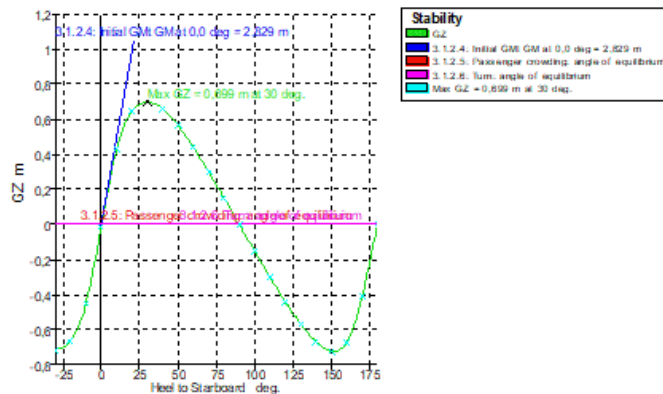
	Loadcase					
	1	2	3	4	5	6
Bahan Bakar	100%	50%	100%	50%	100%	50%
Deck Bawah	100%	0	100%	100%	50%	50%
Deck Atas	100%	0	0	0	50%	50%

Analisis Stabilitas

Berdasar pada pembagian pembebanan di atas, kemudian dilakukan pengujian stabilitas menggunakan software maxsurf stability pada masing – masing loadcase. Adapun kriteria yang digunakan yaitu *IMO instrument resolution A.749 (18) Instac Stability for all types of ship*. Adapun hasil analisis dari masing – masing loadcase seperti berikut:

Loadcase 1

Kondisi kapal pada loadcase 1 ialah bahan bakar terisi penuh 100% serta penumpang penuh 100% pada deck 1 dan deck 2 yakni 33 penumpang serta 1 pilot. Hasil *running* dari loadcase 1 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Kurva Stabilitas pada Loadcase 1

dari grafik di atas didapatkan bahwasannya maksimum GZ yang didapat 0.699 m Pada kemiringan 30 deg serta nilai GM 2.829 m. kemudian dari kriteria yang digunakan hasil dari analisis pada loadcase 1 sebagai berikut:

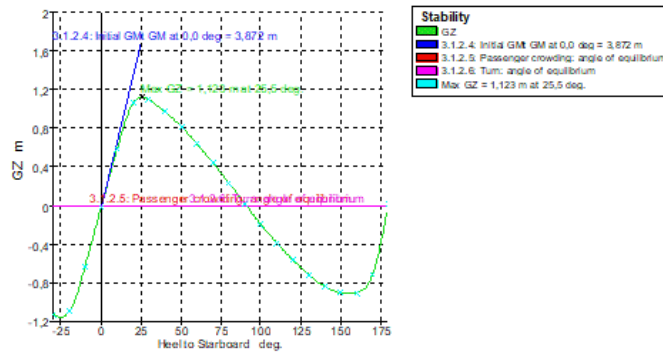
Tabel 2. Hasil Pengujian pada Loadcase 1

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	14,6081	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	21,4694	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,8613	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,699	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,0	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,829	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,2	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,2	Pass

dari beberapa kriteria yang disyaratkan IMO pada tabel 2, dapat dikatakan bahwa semua kriteria terpenuhi.

Loadcase 2

Kondisi kapal pada loadcase 2 ialah bahan bakar tersisa 50% serta penumpang kosong hanya 1 pilot. Hasil *running* dari loadcase 2 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Kurva Stabilitas pada Loadcase 2

dari grafik di atas didapatkan bahwasannya maksimum GZ yang didapat 1.123 m Pada kemiringan 25.5 deg serta nilai GM 3.872 m. kemudian dari kriteria yang digunakan hasil dari analisis pada loadcase 2 sebagai berikut:

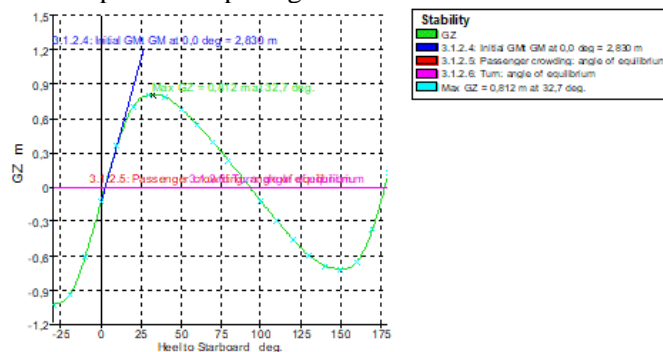
Tabel 2. Hasil Pengujian pada Loadcase 2

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	22,516 2	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	32,888 6	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	10,372 4	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,095	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	25,5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	3,872	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,3	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,3	Pass

dari beberapa kriteria yang disyaratkan IMO pada table 2, dapat dikatakan bahwa semua kriteria terpenuhi.

Loadcase 3

Kondisi kapal pada loadcase 3 ialah bahan bakar terisi penuh 100% serta penumpang separuh kapasitas maksimum 50% dimana pada deck 1 terisi penuh 17 penumpang dengan pilot namun pada deck 2 kosong. Hasil *running* dari loadcase 3 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Kurva Stabilitas pada Loadcase 3

dari grafik di atas didapatkan bahwasannya maksimum GZ yang didapat 0.812 Pada kemiringan 32.7 deg serta nilai GM 2.830 m. kemudian dari kriteria yang digunakan hasil dari analisis pada loadcase 3 sebagai berikut:

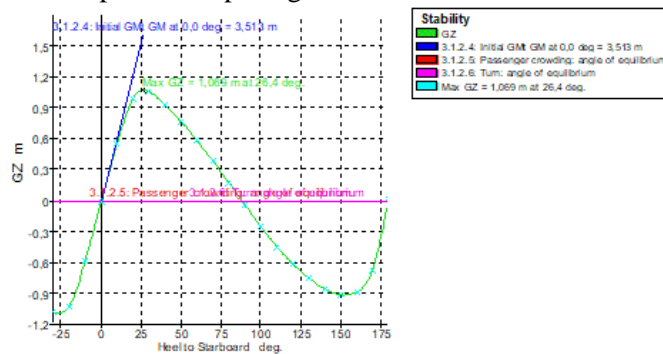
Tabel 3. Hasil Pengujian pada Loadcase 3

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	14,513 1	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	22,582 9	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	8,0698	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,812	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	32,7	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,830	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	2,5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	2,5	Pass

dari beberapa kriteria yang disyaratkan IMO pada table 3, dapat dikatakan bahwa semua kriteria terpenuhi.

Loadcase 4

Kondisi kapal pada loadcase 4 ialah bahan bakar terisi separuh 50% serta penumpang separuh kapasitas maksimum 50% dimana pada deck 1 terisi penuh 17 penumpang dengan pilot namun pada deck 2 kosong. Hasil *running* dari loadcase 4 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9. Kurva Stabilitas pada Loadcase 4

dari grafik di atas didapatkan bahwasannya maksimum GZ yang didapat 1.069 m Pada kemiringan 26.4 deg serta nilai GM 3.513 m. kemudian dari kriteria yang digunakan hasil dari analisis pada loadcase 4 sebagai berikut:

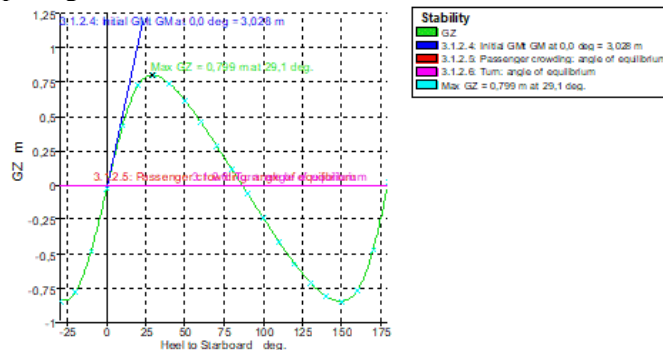
Tabel 4. Hasil Pengujian pada Loadcase 4

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	21,175 2	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	31,141 5	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	9,9663	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,056	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	26,4	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	3,513	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,3	Pass
A.749(18) Ch3 – Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,3	Pass

dari beberapa kriteria yang disyaratkan IMO pada table 4, dapat dikatakan bahwa semua kriteria terpenuhi.

Loadcase 5

Kondisi kapal pada loadcase 5 ialah bahan bakar terisi penuh 100% serta penumpang separuh kapasitas maksimum 50% dimana pada deck 1 terisi separuh dan pada deck 2 juga terisi separuh. Hasil *running* dari loadcase 5 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Kurva Stabilitas pada Loadcase 5

dari grafik di atas didapatkan bahwasannya maksimum GZ yang didapat 0.799 m Pada kemiringan 29.1 deg serta nilai GM 3.028 m. kemudian dari kriteria yang digunakan hasil dari analisis pada loadcase 5 sebagai berikut:

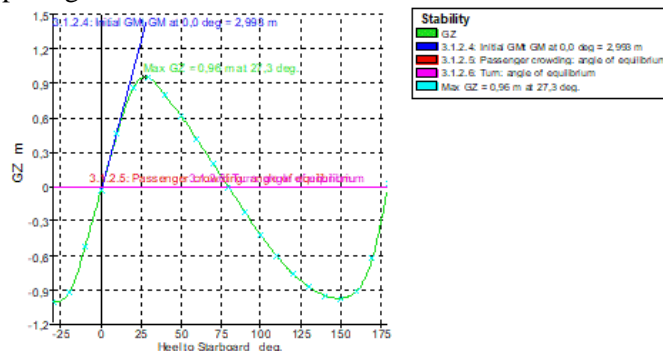
Tabel 5. Hasil Pengujian pada Loadcase 5

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.d eg	15,855 5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.d eg	23,620 5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.d eg	7,7650	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,798	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,1	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	3,028	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,6	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,6	Pass

dari beberapa kriteria yang disyaratkan IMO pada table 5, dapat dikatakan bahwa semua kriteria terpenuhi.

Loadcase 6

Kondisi kapal pada loadcase 6 ialah bahan bakar terisi separuh 50% serta penumpang separuh kapasitas maksimum 50% dimana pada deck 1 terisi separuh dan pada deck 2 juga terisi separuh. Hasil *running* dari loadcase 6 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 11. Kurva Stabilitas pada Loadcase 6

dari grafik di atas didapatkan bahwasannya maksimum GZ yang didapat 0.960 m Pada kemiringan 27.3 deg serta nilai GM 2.993 m. kemudian dari kriteria yang digunakan hasil dari analisis pada loadcase 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian pada Loadcase 6

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	18,327 6	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	27,168 9	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	8,8413	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,952	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	27,3	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,993	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,6	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,6	Pass

dari beberapa kriteria yang disyaratkan IMO pada table 6, dapat dikatakan bahwa semua kriteria terpenuhi.

Dari 6 model atau variasi loadcase, didapatkan hasil analisis stabilitas dari masing – masing loadcase sudah memenuhi kriteria yang di syaratkan oleh IMO A.749 (18) terkait *instact stability for all types of ships*, sehingga dapat dikatan stabilitas kapal wisata bahari telocor baik.

Perhitungan Periode Oleng

Setelah didapatkan hasil analisis stabilitas didapatkan nilai GM dari masing – masing loadcase, yang selanjutnya dilakukan perhitungan terkait nilai periode oleng kapal. Pada perhitungan periode oleng kapal menggunakan rumus dari IMO A.749 (18) dimana nilai periode oleng didapatkan dari.

$$T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} \dots (1)$$

Dimana : $C = 0.373 + 0.023 (B/d) - 0.043 (L/100)$

Berikut tabulasi perhitungan periode oleng dari keenam variasi loadcase.

Tabel 7. Tabulasi hasil perhitungan periode oleng

Loadcase	L	B	d	GM	C	T
						second
1	12	3.7	0.9	2,829	0.462	2,034
2	12	3.7	0.9	3,872	0.462	1,739
3	12	3.7	0.9	2,830	0.462	2,034
4	12	3.7	0.9	3,513	0.462	1,826
5	12	3.7	0.9	3,028	0.462	1,966
6	12	3.7	0.9	2,993	0.462	1,978

Dilihat dari hasil perhitungan periode oleng pada tabel 7 di masing – masing loadcase nilanya berkisar antara 1.739 sampai 2.034 detik, dimana menurut buku *Ship Stability for Master and Mates* periode oleng dibawah 8 detik dikatakan bahwa kapal dikategorikan kaku, sehingga pada saat di kapal akan terasa terhentak saat terjadi oleng, sehingga kapal bisa dikatakan masih kurang nyaman.

KESIMPULAN

Dari analisis serta perhitungan yang sudah didapatkan, dari aspek stabilitas ada 6 variasi loadcase atau pembebanan sudah memenuhi kriteria yang disyaratkan pada IMO A.749 (18) *Instac Stability for all types of ship*, sehingga kapal wisata bahari telocor dapat dikatakan memiliki stabilitas yang baik sesuai regulasi.

Namun pada hasil perhitungan periode oleng dimana hasilnya berkisar antara 1.739 hingga 2.034 detik yang mana masih dikategorikan sebagai kapal yang kaku, sehingga kenyamanan penumpang masih kurang dan akan terasa lebih terhentak ketika kapal oleng. Maka dari itu perlu adanya tinjauan ulang terhadap design sehingga semua kriteria bisa terpenuhi dan periode oleng bisa lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi Ana Humaerah Amran, I. A. (2023). *Stabilitas Kapal*. Solok: PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA.
- [2] Aviorish. (2020, Oktober 14). *standar GM dan rolling period*. Retrieved from facebook: https://web.facebook.com/aviorish/posts/standargm-dan-rolling-periodsetiap-deck-officer-khususnya-kelas-3-ke-atas-pasti-/795629374604384/?_rdc=1&_rdr
- [3] Bakohumassidoarjo. (2020, November 3). *Omzet Wisata Tlocor Pulau Lusi Capai 300 Juta dalam Sebulan, Pj Bupati Hudiyono Mendorong Pemenuhan Fasilitas Pengunjung*. Retrieved from BAKOHUMAS: [https://bakohumassidoarjo.wordpress.com/2020/11/03/omzet-wisata-tlocor-pulau-lusi-capai-300-juta-dalam-sebulan-pj-bupati-hudiyono-mendorong-pemenuhan-fasilitas-pengunjung/#:~:text=Minggu%20\(1/11\),\(Ir/kominfo\)](https://bakohumassidoarjo.wordpress.com/2020/11/03/omzet-wisata-tlocor-pulau-lusi-capai-300-juta-dalam-sebulan-pj-bupati-hudiyono-mendorong-pemenuhan-fasilitas-pengunjung/#:~:text=Minggu%20(1/11),(Ir/kominfo)).
- [4] Desi Selvi Ningrum, S. N. (2023, april 17). *Jenis-jenis Kapal berdasarkan Fungsinya*. Retrieved from KOMPAS.com: <https://www.kompas.com/skola/read/2023/04/17/160000669/jenis-jenis-kapal-berdasarkan-fungsinya?page=all>
- [5] Halim, M. N. (2022). *Perancangan dan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal Wisata Penghubung Pantai Telocor dan Pulau Lusi Kabupaten Sidoarjo*. 2.
- [6] INAMEQ. (2024). *Jenis-jenis stabilitas kapal*. Retrieved from INAMEQ: <https://inameq.com/hull-and-outfitting/pipa-pembuangan-udara/>
- [7] Jannah, N. I. (2022, September 27). *Lokasi, Rute dan Harga Tiket Wisata Bahari Tlocor, Tempat Wisata di Sidoarjo Terhubung ke Pulau Lusi*. Retrieved from Tribun Jatim travel.com: <https://tribunjatimtravel.tribunnews.com/2022/09/27/lokasi-rute-dan-harga-tiket-wisata-bahari-tlocor-tempat-wisata-di-sidoarjo-terhubung-ke-pulau-lusi>
- [8] Pramesti, M. A. (2022, Desember 10). *Wisata Hidden Gem di Kabupaten Sidoarjo*. Retrieved from Kompasiana: <https://www.kompasiana.com/myrna2002/6394349b0d6a9d0fea2d74d3/wisata-hidden-gem-di-kabupaten-sidoarjo#:~:text=Dilansir%20dari%20berita%20online%20Surabaya,Award%202019%20hingga%20tahun%202021>.
- [9] Suzuki. (2024, Mei 28). *Mengenal Pengertian dan Dasar Stabilitas Kapal*. Retrieved from SUZUKI: <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/mengenal-pengertian-dan-dasar-stabilitas-kapal?pages=all>
- [10] UURI. (1992). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 21 TAHUN 1992 TENTANG PELAYARAN*. INDONESIA: DPRRI.