



2580-2798 (e)
2588-6225 (p)

Inovtek Polbeng: Jurnal Inovasi Teknologi Politeknik Negeri Bengkalis
(Bengkalis State Polytechnic Technology Innovation Journal)

journal homepage: <https://jurnal.polbeng.ac.id/index.php/IP/index>

ANALISI STABILITAS KAPAL RISET POLBENG DI PERAIRAN SEA-STATE 3

Muhammad Sidik Purwoko¹⁾, Jamal^{1,*}, Budhi Santoso¹⁾, Siswandi B¹⁾, Romadhoni¹⁾, Fazrian¹⁾, Dasril²⁾, Ali Rahman Hakim²⁾, Juanda³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia 28734

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia 28734

³⁾Perusahaan Desain dan Pembangunan Kapal Fiberglass, CV. Fatih Bahari Engineering, Bengkalis, Indonesia 28734

Corresponding Author: m.sidikpurwoko@polbeng.ac.id jamal@polbeng.ac.id

Article Info

Abstract

Keywords:

Stabilitas Kapal,
Kapal HDPE, Kapal Riset

Article history:

Received: 18/10/24
Last revised: 19/10/24
Accepted: 28/11/24
Available online: 29/11/24
Published: 30/11/24
DOI: <https://10.35314/42vwet48>

Abstrak

Kapal Riset Polbeng merupakan kapal yang akan di bangun oleh Politeknik Negeri Bengkalis (Polbeng) bekerjasama dengan CV. Fatih bahari Engineering. Kapal ini berbahan *Plastic High Density Polyethylene* (HDPE), dengan ukuran utama kapal: Panjang LOA adalah 9 meter, Lebar B adalah 2.2 meter, Tinggi H adalah 1.2 meter, dan menggunakan mesin outboat 85 HP. Studi kenyamanan kapal ini dilakukan untuk melihat performa kapal terhadap peralatan dan manusia dalam menunjang kegiatan Riset yang dilakukan oleh pihak Polbeng. Stabilitas adalah hal wajib yang harus terpenuhi karena untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan. Pada penelitian ini di kondisikan pada 2 loadcase kapal yaitu pada kondisi kapal penuh dan kondisi kapal kosong kemudian mengacu pada regulasi IMO. Analisa perhitungan stabilitas kapal dengan kondisi *lightship*, serta *fullload*. Hasil analisa pada kondisi *lightship* dengan 8 penumpang diperoleh nilai lengan penegak GZ max sebesar 0,82 meter pada kemiringan 50⁰, (kualifikasi IMO tidak boleh kurang atau sama dengan 25⁰ (deg). Sedangkan buat periode oleng tertinggi pada kondisi muatan fullload dengan respon saat 0,482 second, memenuhi kriteria IMO Code A.749 (18) Ch 3 - *design criteria applicable to all ship*.

Abstract

The Polbeng Research Ship is a ship that will be built by Politeknik Negeri Bengkalis (Polbeng) in collaboration with CV. Fatih bahari Engineering. This ship is made from High Density Polyethylene (HDPE) Plastic, with the main size of the ship: LOA length is 9 meters, B width is 2.2 meters, H height is 1.2 meters, and uses an 85 HP outboat engine. This ship comfort study was conducted to see the ship's performance against equipment and people in supporting Research activities carried out by Polbeng. Stability is a mandatory thing that must be fulfilled because it ensures safety and comfort. In this study, it is conditioned on 2 ship loadcases, namely in full ship conditions and empty ship conditions then referring to IMO regulations. Analysis of ship stability calculations with lightship conditions, as well as fullload. The results of the analysis under lightship conditions with 8 passengers obtained a GZ max enforcement arm value of 0.82 meters at a slope of 500, (IMO qualifications should not be less or equal to 25⁰ (deg). While for the highest period of sway in fullload conditions with a response time of 0.482 seconds, it meets the criteria of IMO Code A.749 (18) Ch 3 - design criteria applicable to all ships.

1. PENDAHULUAN

Kapal riset memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan penelitian kelautan, seperti pemantauan kualitas air, eksplorasi sumber daya laut, dan pengembangan teknologi kelautan. Stabilitas kapal riset menjadi salah satu aspek yang sangat krusial karena berpengaruh langsung pada

keselamatan operasional dan keberlanjutan penelitian yang dilakukan di laut. Dalam kondisi cuaca yang bervariasi, terutama pada perairan dengan tingkat keparahan gelombang seperti Sea-State 3 (dengan tinggi gelombang signifikan antara 0,5 hingga 1,25 meter), evaluasi terhadap stabilitas kapal menjadi lebih kompleks. Penetapan perairan Sea-State 3 ini dilakukan karena kapal riset Politeknik Negeri Bengkalis (Polbeng) ini di rancang untuk di gunakan di perairan selat Malakka. Sea-State 3 merupakan kondisi laut dengan tingkat gangguan yang cukup signifikan, di mana gelombang dapat memengaruhi kestabilan kapal secara dinamis. Dalam kondisi ini, kapal riset dituntut untuk tetap stabil agar aktivitas di atas kapal, seperti pengumpulan data, pengoperasian peralatan, dan pergerakan awak kapal, dapat berlangsung dengan aman. Ketidakstabilan yang terjadi pada kapal dapat mengakibatkan kesulitan dalam manuver, risiko terguling, hingga kerusakan pada peralatan riset.

Kapal riset Polbeng merupakan kapal yang diDesain dan akan digunakan oleh Politeknik Negeri Bengkalis (Propinsi Riau – Indonesia) Sebagai kapal penelitian dan kapal latih mahasiswa program studi Diploma 3 Nautika, program studi ini merupakan milik Politeknik negeri Bengkalis. Kapal ini menggunakan bahan plastic High Density Polyethylene (HDPE) [1-2]. Kapal ini termasuk kapal cepat dengan kecepatan lebih dari 15 knot (Daya mesin 85 HP). Ukuran utama kapal terdiri dari panjang LOA adalah 9 meter, Lebar B adalah 2,2 meter, dan Tinggi H adalah 11,2 meter. Fasilitas yang dimiliki kapal Riset Polbeng ini antara lain adalah mengembangkan sistem AI yang akan terintegrasi dengan sistem navigasi kapal, sistem pendeteksi kontur bawah laut, monitor kualitas air, pendeteksi benda logam bawah laut, dan survei pipa bawah laut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas kapal riset Politeknik Negeri Bengkalis (Polbeng) di perairan Sea-State 3 [3-4]. Kapal riset Polbeng dirancang untuk beroperasi di wilayah perairan yang bervariasi, sehingga penting untuk memahami performa stabilitasnya dalam kondisi laut yang dinamis. Analisis stabilitas ini akan mencakup evaluasi stabilitas statis (stability at rest) dan stabilitas dinamis (stability under motion) menggunakan parameter-parameter standar yang sesuai dengan peraturan internasional, seperti International Maritime Organization (IMO) [5]. Studi ini juga penting untuk memberikan masukan terkait desain dan operasional kapal riset di masa mendatang. Dengan memahami bagaimana kapal berinteraksi dengan kondisi perairan Sea-State 3, akan memungkinkan pengembangan strategi operasional yang lebih aman dan efisien. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam peningkatan keselamatan maritim dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang desain kapal riset.

Dalam penerapannya, stabilitas kapal adalah aspek fundamental yang menentukan kemampuan kapal untuk tetap berada dalam posisi tegak meskipun menghadapi gangguan eksternal. Kapal dikatakan stabil apabila tidak mengalami kemiringan ke kanan atau ke kiri (rolling) maupun perubahan trim ke arah buritan atau haluan (pitching) yang signifikan. Dengan kata lain, kapal yang stabil mampu mengatasi gaya eksternal, seperti tekanan dari ombak atau angin, dan kembali ke posisi keseimbangannya setelah gangguan tersebut hilang [6]. Stabilitas ini sangat penting untuk memastikan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi operasional kapal di berbagai kondisi laut. Salah satu penyebab utama kecelakaan kapal yang sering terjadi di lautan lepas adalah kurangnya perhatian terhadap aspek stabilitas kapal, baik saat perancangan maupun selama operasi. Banyak kasus menunjukkan bahwa kecelakaan kapal terjadi akibat kelalaian awak kapal dalam memperhatikan dan memahami kondisi stabilitas kapal. Kesalahan dalam perhitungan stabilitas atau pengabaian prosedur yang terkait dengan distribusi muatan dan kondisi operasional sering kali mengakibatkan terganggunya keseimbangan kapal secara keseluruhan. Akibatnya, kapal dapat kehilangan kendali, menjadi tidak stabil, dan dalam kasus yang lebih parah, tenggelam. Dampak dari insiden semacam ini tidak hanya merugikan dari segi material, seperti kerusakan kapal dan kargo, tetapi juga menyebabkan hilangnya nyawa manusia, termasuk awak kapal dan penumpang, yang menimbulkan kerugian moral dan sosial yang tidak ternilai.

Untuk mencegah risiko-risiko tersebut, stabilitas kapal harus menjadi prioritas utama dalam proses desain, konstruksi, dan operasional kapal. Dalam tahap pembangunan kapal baru, simulasi stabilitas menjadi langkah yang sangat penting untuk memastikan bahwa kapal mampu beroperasi dengan aman dalam berbagai kondisi. Simulasi ini biasanya mencakup analisis stabilitas dalam kondisi sarat kosong, di mana kapal membawa beban minimal, serta dalam kondisi sarat penuh, ketika kapal membawa beban maksimal. Analisis ini memungkinkan perancang untuk mengidentifikasi potensi masalah stabilitas dan mengoptimalkan desain kapal agar mampu menghadapi berbagai kondisi laut, termasuk kondisi ekstrem. Keselamatan dan kenyamanan pelayaran sangat bergantung pada kemampuan kapal untuk tetap stabil dalam berbagai kondisi. Oleh karena itu, analisis stabilitas yang komprehensif, perhatian terhadap faktor operasional, dan pengawasan ketat selama pelayaran menjadi hal yang tidak dapat diabaikan. Dengan memastikan kapal memiliki stabilitas yang memadai, risiko kecelakaan dapat diminimalkan, sehingga keselamatan manusia dan efisiensi operasional kapal dapat tercapai

2. METODE

Metode yang digunakan pada analisa stabilitas kapal riset polbeng adalah metode numerik. Aplikasi perhitungan stabilitas yang digunakan adalah Maxsurf stability [7] student version. Adapun kriteria yang digunakan adalah International Maritime Organization (IMO) [5]. IMO sebagai salah satu badan otoritas di bidang maritim telah menetapkan standar stabilitas kapal yang diakui secara internasional. Standar ini mencakup berbagai aspek, salah satunya adalah mengenai lengan stabilitas (GZ). Kriteria stabilitas kapal yang ditetapkan oleh IMO berdasarkan IMO Resolution A.749(18) [8] adalah sebagai berikut:

2.1 Section A.749(18), Chapter 3.1.2.1

Kriteria mengenai luas area di bawah kurva GZ untuk berbagai sudut kemiringan kapal: (i) Luas area di bawah kurva GZ pada sudut oleng 0° – 30° tidak boleh kurang dari $3,101 \text{ m}^{\circ}$ (meter derajat). (ii) Luas area di bawah kurva GZ pada sudut oleng 0° – 40° tidak boleh kurang dari $5,157 \text{ m}^{\circ}$. (iii) Luas area di bawah kurva GZ pada sudut oleng 30° – 40° tidak boleh kurang dari $1,719 \text{ m}^{\circ}$.

2.2 Section A.749(18), Chapter 3.1.2.2

Nilai lengan pengembali maksimum (GZ maksimum): GZ maksimum yang terjadi pada sudut oleng antara 30° – 180° tidak boleh kurang dari 0,2 meter.

2.3 Section A.749(18), Chapter 3.1.2.3

Sudut kemiringan pada saat GZ mencapai nilai maksimum: Sudut kemiringan pada GZ maksimum tidak boleh kurang dari 25° .

2.4 Section A.749(18), Chapter 3.1.2.4

Nilai GM (metacentric height) awal pada sudut 0° : Nilai GM awal tidak boleh kurang dari 0,15 meter.

Standar-standar yang telah ditetapkan oleh International Maritime Organization (IMO) dirancang untuk memastikan bahwa kapal memiliki kemampuan stabilitas yang memadai dalam menghadapi berbagai kondisi operasional, baik saat kapal berada dalam kondisi diam (stabilitas statis) maupun saat terkena pengaruh eksternal, seperti gelombang, angin, atau arus (stabilitas dinamis). Pemenuhan kriteria ini sangat penting untuk menjamin keselamatan pelayaran, baik bagi awak kapal, penumpang, maupun kargo yang diangkut. Selain itu, kepatuhan terhadap standar stabilitas juga bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan fatal yang diakibatkan oleh ketidakstabilan kapal, seperti terguling (*capsizing*), hilangnya kendali, atau bahkan tenggelamnya kapal. Penelitian tentang stabilitas kapal tidak hanya ditujukan untuk mengevaluasi apakah kapal telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, tetapi juga untuk menganalisis perilaku kapal dalam berbagai kondisi muatan. Kondisi muatan yang dimaksud meliputi variasi jumlah muatan serta posisi distribusi muatan di atas kapal. Kedua faktor ini memiliki pengaruh signifikan terhadap stabilitas kapal. Posisi muatan yang tidak tepat, seperti konsentrasi muatan di salah satu sisi atau di bagian atas kapal, dapat meningkatkan risiko kemiringan (*listing*) atau mengurangi kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah terkena gangguan. Melalui analisis yang mendalam, penelitian stabilitas ini memberikan wawasan kepada awak kapal (ABK) mengenai batas-batas operasional kapal, termasuk perkiraan beban maksimum yang dapat diangkut serta strategi penempatan muatan yang optimal. Informasi ini sangat berguna dalam perencanaan pelayaran, terutama untuk memastikan distribusi beban yang seimbang dan menjaga pusat gravitasi kapal tetap berada di posisi yang aman. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi tidak hanya pada keselamatan dan efisiensi operasional kapal, tetapi juga pada peningkatan pemahaman awak kapal tentang pentingnya menjaga stabilitas selama pelayaran [9].

Periode oleng dapat digunakan untuk menilai ukuran stabilitas kapal, karena berkaitan erat dengan tinggi metasentrik (*GM*). Satu periode oleng lengkap mencakup waktu yang diperlukan kapal untuk bergerak dari posisi tegak, miring ke kiri, kembali tegak, miring ke kanan, dan kembali ke posisi tegak. Hal ini mencerminkan hubungan langsung antara periode oleng dan tinggi metasentrik. Stabilitas yang baik jika besarnya tinggi metasentra (*metacentric height - GM*) positif [10-11].

$$Tr = \frac{2\pi \times c \times B}{\sqrt{g} \times MG} \quad (1)$$

Untuk menghitung besarnya *GM* dapat menggunakan Persamaan dibawah ini

$$GM = CB + \frac{I}{V} CG \quad (2)$$

Dimana: *CB* adalah *Center Of Bouyancy*, *I* adalah Momen Inersia Penampang, *V* adalah *Voume*, dan *CG* adalah *Center Of Gravity*

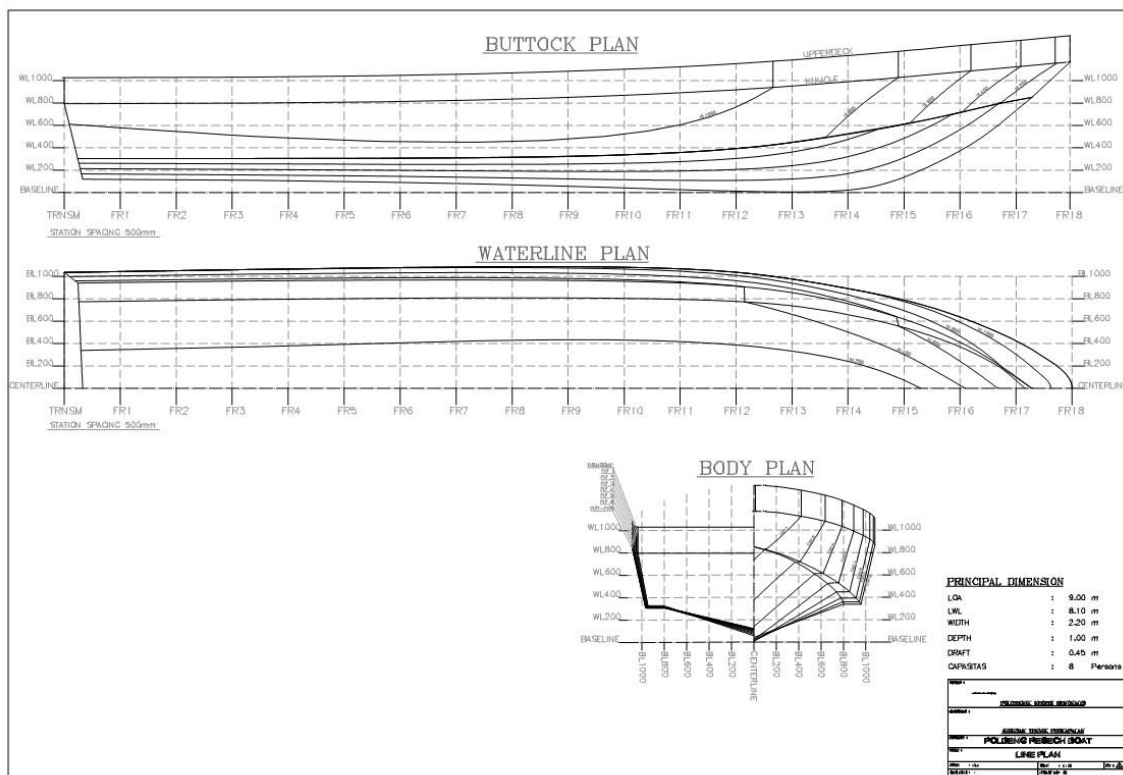
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan *rule class* material *plastic* HDPE dapat dijadikan sebuah kapal. *Rule class* yang mengatur diantaranya Det Norske Veritas [12] dan Turk Loydu [13]. Ukuran utama kapal yang telah didapatkan maka dilakukan pemodelan kapal yang baru menggunakan *software maxsurf modeler student version*[14] yang telah di tunjukkan oleh gambar 2 diatas dan juga diusahakan bentuknya

presisi dengan lambung yang lama serta pembuatan banguan atas, dimensi kapal menjadi pertimbangan berhubungna penggunaan kapal yang akan dibangun dikarenakan nilai dimensi utama atau ukuran utama kapal akan mentukan kapasitas dan kemampuan suatu kapal [15].

3.1 Gambar Desain Lambung Kapal

Lines plan merupakan elemen fundamental dalam desain lambung kapal yang berperan penting dalam keseluruhan proses perancangan kapal. Sebagai representasi geometri lambung kapal dalam tiga tampilan utama (body plan, sheer plan, dan half-breadth plan), gambar lines plan memberikan informasi mendetail tentang bentuk lambung yang menjadi dasar pengembangan desain kapal secara keseluruhan. Dari lines plan, berbagai gambar desain penting lainnya dapat dihasilkan, termasuk: (i) Gambar Rencana Umum (General Arrangement): Mengatur tata letak ruang-ruang di atas kapal untuk memastikan efisiensi operasional dan kenyamanan. (ii) Konstruksi Profil (Profile Construction): Memberikan panduan tentang struktur longitudinal kapal, seperti penempatan tulang-tulang lunas dan elemen struktural lainnya. (iii) Konstruksi Melintang (Midship Section): Menyediakan informasi tentang kekuatan struktural kapal di bagian tengah. (iv) Perhitungan Stabilitas (Stability Calculation): Menggunakan geometri lambung untuk menilai stabilitas kapal dalam berbagai kondisi operasional. (v) Perhitungan Tahanan Kapal (Resistance Calculation): Menganalisis bagaimana bentuk lambung memengaruhi hambatan kapal terhadap air, yang berkontribusi pada efisiensi energi dan performa kapal.



Gambar 1. Lines Plan Kapal Riset HDPE

Lines plan tidak hanya memberikan panduan untuk desain dua dimensi tetapi juga menjadi dasar dalam pembuatan model tiga dimensi (3D) kapal. Model 3D ini membantu dalam visualisasi

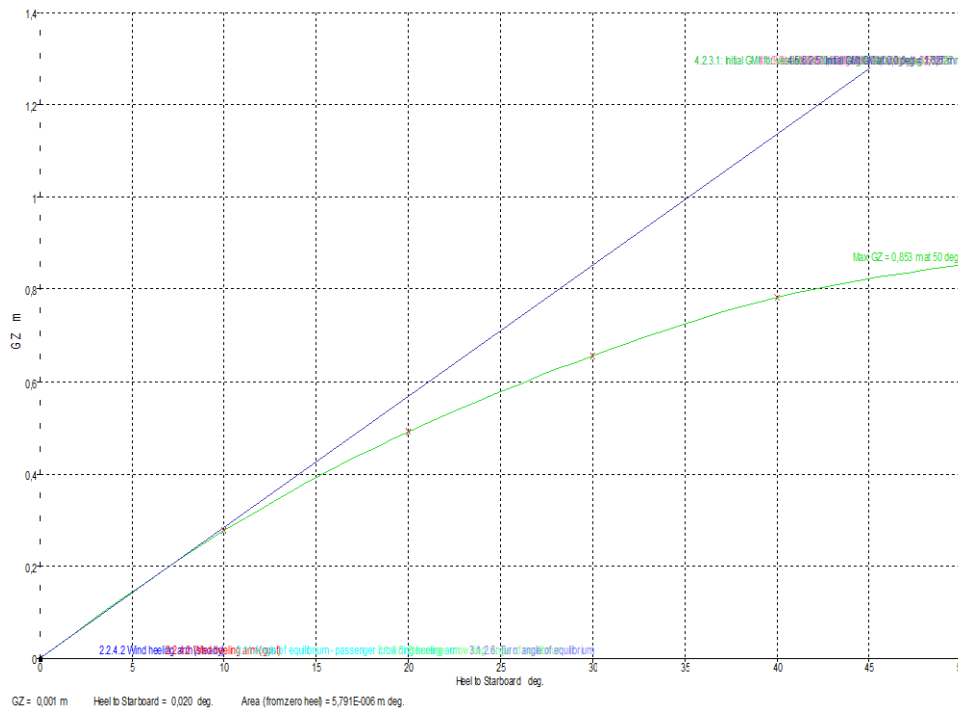
lebih detail bentuk lambung kapal dan berfungsi sebagai alat validasi untuk simulasi numerik, seperti analisis stabilitas, tahanan, atau manuver. Pada kapal riset ini, gambar lines plan kapal dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan bentuk tiga dimensi (3D) dari desain kapal ditampilkan pada Gambar 2. Dengan keberadaan lines plan yang akurat, proses perancangan kapal dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan terintegrasi, memastikan bahwa kapal memenuhi kriteria teknis dan operasional yang telah ditetapkan [12].



Gambar 2. Model 3D Kapal Riset HPDE

3.2 Analisa stabilitas kapal

Dari hasil perhitungan simulasi stabilitas kapal menggunakan software *maxsurf stability student versi* yang telah dilakukan variasi jumlah penumpang dan bahan bakar menunjukkan bahwa stabilitas kapal Riset HPDE memenuhi persyaratan dari kualifikasi dari *International Maritime Organization* (IMO). Pada kondisi LWT atau pada kondisi kapal kosong merupakan kondisi kapal dimana tidak ada muatan dan hanya ada berat mesin berat kapal bedasarkan hasil simulasi yang didapatkan bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik GZ kondisi kapal kosong

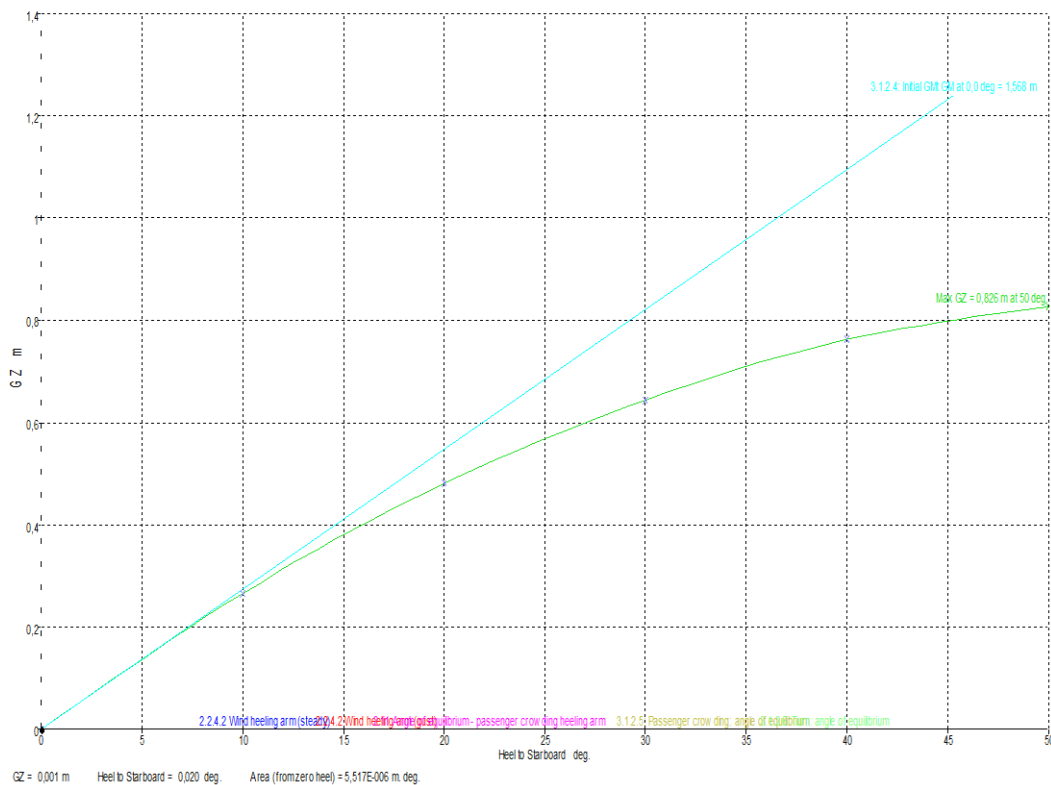
Setelah itu dilakukan perhitungan priode oleng kapal pada kondisi LWT atau pada kondisi kapal kosong. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut

$$Tr = \frac{2\pi \times c \times B}{\sqrt{g \times MG}}$$

$$Tr = \frac{2\pi \times 0,429 \times 2,2}{\sqrt{9,81 \times 1,689}}$$

$$= 0,469 \text{ second}$$

Selanjutnya Pada kondisi Fullload atau pada kondisi kapal penuh merupakan kondisi kapal dimana kapal penuh dengan muatan berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan bisa dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Grafik GZ kondisi kapal penuh

Setelah itu dilakukan perhitungan priode oleng kapal pada kondisi kapal penuh. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut

$$Tr = \frac{2\pi \times c \times B}{\sqrt{g \times MG}}$$

$$Tr = \frac{2\pi \times 0,429 \times 2,2}{\sqrt{9,81 \times 1,568}}$$

$$= 0,482 \text{ second}$$

3.2 Pembahasan

Perhitungan yang telah dilakukan di *maxsurf stability* bahwa kapal ikan yang telah dimodifikasi menjadi kapal penumpang masih memenuhi standar kualifikasi yang telah ditetapkan dari *International maritim organizerion* (IMO) bisa dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Hasil analisa pada kapal Penuh

Criteria	Value standart	Unit	Actual	status	Margin
HSC200 Ch2 Angle of equilibrium	10.0	dag	0,0	Pass	+100,00
HSC200 Ch2 Range of positive stability	15	dag	50	Pass	+233,33
A.749 (18) Ch 3 Area 0-30	3,1513	m.dag	10,7961	pass	+242,59
A.749 (18) Ch 3 Area 0-40	5,1566	m.dag	17,8763	pass	+246,67
A.749(18) Ch 3Area 30-40	1,7189	m.dag	7,0802	pass	+311,90
Max GZ at 30 ⁰	0,200	m	0,826	pass	+313,00
Anggle Max GZ	25,0	dag	50,0	pass	+100,00
Initial GMt	0,150	m	1,568	pass	+945,33

Tabel 3. Hasil analisa pada kapal penuh

Criteria	Value standart	Unit	Actual	Status	Margin
HSC200 Ch2 Angle of equilibrium	10,0	dag	0,0	pass	+100,00
HSC200 Ch2 Range of positive stability	15,0	dag	50,0	pass	+233,33
A.749 (18) Ch 3 Area 0-30	3,1513	m.dag	11,0686	pass	+251,24
A.749 (18) Ch 3 Area 0-40	5,1566	m.dag	18,3025	pass	+254,93
A.749 (18) Ch 3 Area 30-40	1,7189	m.dag	7,2339	pass	+320,84
Max GZ at 30 ⁰	0,200	m	0,853	pass	+326,50
Anggle Max GZ	25,0	dag	50,0	pass	+100,00
Initial GMt	0,150	m	1,627	pass	+984,67

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik simpulan bahwa stabilitas dari kapal riset HDPE ini untuk kondisi *lightship* dan *fullload* telah memenuhi dari kriteria standart IMO. Analisa perhitungan stabilitas kapal dengan kondisi *lightship*, serta *fullload*. Hasil analisa pada kondisi *lightship* dengan 8 penumpang diperoleh nilai lengan penegak GZ max sebesar 0,82 meter pada kemiringan 50⁰, (kualifikasi IMO tidak boleh kurang atau sama dengan 25⁰ (deg). Sedangkan buat periode oleng tertinggi pada kondisi muatan *fullload* dengan respon saat 0,482 second, memenuhi kriteria IMO Code A.749 (18) Ch 3 - *design criteria applicable to all ship*.

4. KESIMPULAN

Kapal riset Polbeng adalah kapal berbahan dasar plastik HDPE dengan panjang 9 meter. Kapal ini di desain dengan kecepatan 15 knot dan di rancang untuk daerah perairan selat Melaka dengan Sea-
State yang di gunakan adalah level 3. Setelah dilakukan analisa stabilitas menggunakan kriteria IMO Code A.749 (18) Ch 3 - design criteria applicable to all ship membuktikan bahwa kapal riset ini memiliki stabilitas yang layak yaitu diperoleh nilai lengan penegak GZ max sebesar 0,82 meter pada kemiringan 500, (kualifikasi IMO tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg). Sedangkan buat periode oleng tertinggi pada kondisi muatan fullload dengan respon saat 0,482 second.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai pembangunan Kapal Riset Polbeng dan penelitian ini melalui Dana Padanan Matching Fund 2024. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada CV. Fatih Bahari Engineering atas kerjasamanya dengan Politeknik Negeri Bengkalis dalam proses pembangunan Kapal Riset Polbeng.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jamal and E. Haryanto, "Penetapan Bentuk Kapal Nelayan Berbahan Dasar Plastik High Density Polyethylene Diperairan," *Inovtek Polbeng*, vol. 07, no. 2, pp. 203–209, 2017.
- [2] BoatIndonesia, "Menciptakan Kapal Boat Seluruhnya dari Plastik High Density Polyethylene," 26 02 2014. [Online]. [Diakses 21 10 2024].
- [3] Jamal dan E. Haryanto, "Evaluasi Desain Kapal Pompong Berbahan Plastik High Density Polyethylene Secara Teknis Dan Regulasi," *Inovtek*, Vol. 01 dari 02 Vol 6, No 1 (2016), 2016.
- [4] M. G. Persons, *Ship Desain And Construction*. Sname, 2003.
- [5] IMO, "Resolution A.749 (18)," *Clasif. Regist. Gr. Limited, Int. Marit. Organ. Int. Labour Organ. or Marit. Coastguard Agency*, vol. 749, no. November, pp. 1–101, 1993, [Online]. Available: <https://www.imorules.com/GUID-E451298C-6D7E-4FBD-8E47-0B07FCC6F784.html>
- [6] M. Purwoko, M. Ikhsan, and N. Nurhasanah, "Stability Analysis Modification Fishing Boats Into Passenger Ship," 2024, doi: 10.4108/eai.21-9-2023.2342889.
- [7] Bentley, *Maxsurf Stability Detail*. 2018. [Online]. Available: <https://maxsurf.net/stability/stability-detail>
- [8] IMO, "IMO," in *Code On Intact Stability For All Types Of Ship Covered By Imo Instruments. Resolution A.749*, vol. 49, 2008, pp. 69–73.
- [9] K. Kiryanto, "Analisa Teknis Stabilitas Dan Olah Gerak Kapal Patrol Speed Boat 'Grass Carp' Di Perairan Rawa Pening Jawa Tengah," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 7, no. 2, 2012, doi: 10.14710/kpl.v7i2.3766.
- [10] M. S. Purwoko, Romadhoni, and Afriantoni, *Hidrodinamika Kapal*. Jawa Barat, Indonesia: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI), 2014.
- [11] ccitonlinewiki contributors, "Lines Plan Pada Desain Kapal." [Online]. Available: http://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Lines_Plan_Pada_Desain_Kapal&oldid=6565

- [12] DNV, “DNV Standard for Certification 2.21 Craft,” no. 2, 2010, [Online]. Available: <https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNV/stdcert/2010-04/Standard2-21.pdf>
- [13] Turk Loydu, “Tentative Rules For Polyethylene Crafts,” *Turk Loydu*, pp. 1–9, 2014, [Online]. Available: <http://www.turkloydu.org>
- [14] Bentley Systems, *Maxsurf Modeler V.20*. 2013.
- [15] B. Utomo, “Pengaruh Ukuran Utama Kapal Terhadap Displacement Kapal,” *TEKNIK*, vol. 31, no. 1, pp. 84–89, 2010, doi: 10.14710/TEKNIK.V31I1.1748.