

Perancangan Kapal Pengangkut Ternak Sapi Rute Nusa Tenggara Timur - Surabaya

Muhammad Athoillahi Shohibul Hikam¹⁾, Budianto²⁾, dan Kharis Abdullah³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

E-mail: muhammadathoillahi@student.ppns.ac.id

Abstrak

Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah provinsi dengan komoditas unggulan sapi terbaik di Indonesia. Kebutuhan akan moda transportasi pengiriman sangat tinggi untuk mendistribusikan barang guna memenuhi tingginya kebutuhan konsumsi daging sapi penduduk Indonesia terlebih di pulau Jawa. Untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut, dibuatlah perancangan kapal pengangkut ternak sapi. Pada perencanaan ini menggunakan metode regresi linier dengan menggunakan data kapal pembanding sehingga didapatkan panjang LPP = 68 m; B = 12,4 m; H = 6,1 m; T = 4,2 m; Cb = 0.668 dan Vs = 12 knot. Pada desain kandang sebagai ruang muat sapi menggunakan rule BKI Vol. IV Livestock Carrier dan AMSA MO No. 43 dan untuk sistem bongkar muatannya menggunakan tangga rampa dengan sudut kemiringan sebesar 25°. Dalam analisis Stabilitas mengacu pada rule IMO A. 749 (18) dengan terdapat 7 kondisi telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan. Hasil analisis seakeeping berdasarkan jurnal Olson didapatkan untuk batasan tinggi gelombang kapal untuk berlayar aman adalah 4,61 m.

Keywords: Kapal Pengangkut Ternak, Nusa Tenggara Timur, Sapi

1. PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah provinsi yang terletak di bagian timur Indonesia. Selain memiliki keindahan alam yang indah, NTT juga merupakan salah satu provinsi dengan kekayaan hewani, salah satunya yaitu ternak sapi. Mayoritas hewan ternak yang ditanakkan di NTT adalah sapi. Dalam hal intensitas pengiriman ternak melalui jalur laut di wilayah Indonesia timur cukup tinggi. Dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia maka untuk konsumsi daging juga bertambah. Berdasarkan neraca pasokan dan kebutuhan daging sapi pemerintah pada tahun 2022, konsumsi per kapita mencapai 2,57 kg per tahun, meningkat dari 2,46 kg per tahun pada tahun 2021.

Dalam hal ini pemerintah mengeluarkan program yang bernama tol laut, dimana program ini diharapkan dapat mengontrol harga barang pokok seperti pangan dan lainnya agar tidak terjadi kesenjangan harga pada beberapa pulau di Indonesia. Untuk moda transportasi laut yang digunakan yaitu sebuah kapal. Untuk kapal yang dapat memuat sapi masih sedikit yang menerapkan animal welfare sehingga sapi yang dimuat dapat mengalami penyusutan bobot dikarenakan mengalami stress. Sementara itu pada kapal yang sudah menerapkan animal welfare untuk mengangkut sapi hanya dapat mengangkut sebanyak 500 ekor sapi dimana banyak pertimbangan-pertimbangan biaya yang perlu dikeluarkan dalam satu kali rute pengangkutan sehingga perlu dilakukan penambahan jumlah muatan agar dapat mengurangi biaya dengan kapasitas yang lebih besar. Oleh karena perlu dilakukan perancangan kapal pengangkut ternak sapi dimana akan dimulai dari penentuan ukuran utama kapal yang dilanjutkan dengan perencanaan kandang (paddock) dengan menggunakan rule/ regulasi yang ada, dilanjutkan dengan melakukan analisis stabilitas dan seakeeping untuk mengetahui kapal aman dalam berlayar pada ketinggian gelombang berapa. Dari perancangan ini diharapkan dapat mengoptimalkan penyebaran ternak sapi antar pulau maupun daerah di Indonesia dan dapat menyelesaikan permasalahan nasional seperti swasembada daging sapi, kenaikan harga daging, dan dapat mengurangi impor daging dari negara lain.

2. METODOLOGI

Pada tahap ini berisi permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini, yaitu bagaimana merencanakan kapal pengangkut ternak sapi rute nusa tenggara timur – surabaya dengan muatan sapi yang akan direncanakan yaitu sebanyak 600 ekor. Adapun langkah pertama yaitu dengan melakukan pencarian dan pengumpulan data actual yang didapat secara langsung maupun tidak langsung dengan melakukan pengamatan dari berbagai sumber informasi. Data ini dijadikan sebagai acuan untuk tahap perancangan. Data yang diperoleh berupa studi-studi desain terdahulu, data perairan pada rute nusa tenggara sampai surabaya, data kecepatan angin dan tinggi gelombang di perairan yang menjadi rute pelayaran. Pada tahap perancangan dilakukan penentuan ukuran utama kapal yang dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier. Dimana membandingkan dengan data ukuran utama kapal kargo. Setelah itu baru dilakukan penentuan ukuran utama dengan menggunakan metode regresi linier. Setelah didapatkan ukuran utama maka dapat dilakukan pembuatan rencana garis, rencana. Setelah didapatkan desain lambung maka dapat dilakukan analisis stabilitas dengan kriteria IMO dan analisis Seakeeping menurut jurnal Olson.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

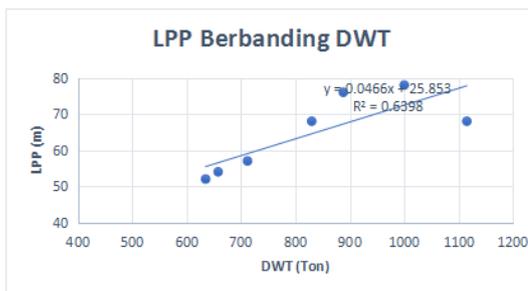
3.1 General Requirement

Beberapa aspek yang harus dipenuhi dalam perancangan desain kapal pengangkut ternak sapi Dimana beberapa aspek yang harus dipenuhi dalam spesifikasi kapal yang akan dirancang. Dimana ada owner requirement dari pihak pemilik kapal (Owner) kepada pihak galangan sebagai pedoman dalam perencanaan kapal yang akan dibuat

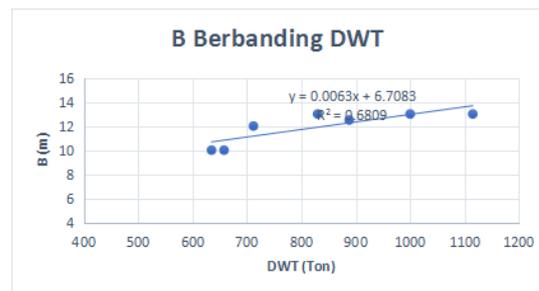
- Rute Pelayaran : Pel. Terau (NTT) – Pel. Tj. Perak (Surabaya)
- Jenis Muatan : Sapi
- Class : BKI
- Tipe Lambung : Baja
- Kecepatan Dinas : 12 Knot

3.2 Penentuan Ukuran Utama Kapal

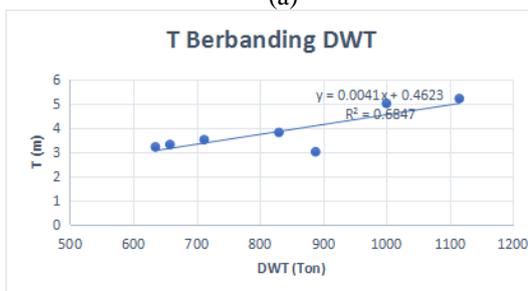
Untuk menentukan ukuran utama kapal, digunakan regresi linier dengan metode regresi linier.. Metode ini melakukan perbandingan beberapa parameter dimensi kapal dengan bantuan kapal perbandingan yang memiliki kriteria umum yang sama seperti kapal yang akan dirancang dengan menentukan ukurannya. dengan memperhatikan DWT, NT, GT, LOA, LPP, B, H, T, dan V kapal secara khusus (Budianto, 2017). Untuk variabel x sebagai variabel pengunci adalah DWT yang direncanakan yaitu 900 Ton. Adapun hasil regresi linier terhadap L (panjang), B (lebar), T (sarat) dan, H (tinggi) sebagai variabel Y variabel bebas adalah sebagai berikut



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.1 Grafik Regresi Linier(a) antara panjang dengan DWT (b) antara lebar dengan DWT (c) antara sarat dengan DWT (d) antara tinggi dengan DWT

Dari hasil metode regresi dan proses pembulatan maka didapatkan ukuran kapal sebagai berikut : LPP = 68 meter, B= 12,4 meter, T = 4,2 meter, H= 6,1 meter, Vs = 12 Knots. Dari hasil ukuran utama yang didapatkan dilakukan validasi ukuran untuk kapal ambulans air sesuai dengan Rules Principles of Naval Architecture Volume I dan BKI Vol. II, Section 1(A) seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Parameter Rasio Ukuran Utama

Rasio	Nilai	Ket	Interval	Referensi
L/B	5,48	Ok	3,5 - 10	<i>Prinsiple of Naval Architecture</i> Vol. 1 Hlm. 19
B/T	2,95	Ok	1,8 - 5	
L/T	16,19	OK	10 - 30	
H	4,25	Ok	$H > L/16$	BKI Vol. II Section 1 (A)

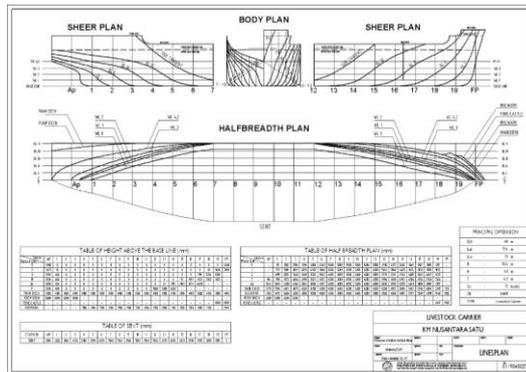
3.3 Desain Rencana Garis

Dalam perencanaan ini, tahap desain dimulai dengan permodelan menggunakan software Maxsurf Modeller. Yang mana akan dilakukan validasi model pada displasemen dan LCB. Berdasarkan BKI Berdasarkan BKI Volume 1 Guidelines For Certification Loading Computer System (2021).Adapun untuk nilai koreksi displacement model dengan perhitungan adalah sebesar 2% dan 1%. Berikut tabel validasi model perhitungan dan model

Tabel 3.2 Koreksi Validasi Model

Item	Nilai	Hasil	Koreksi	Status	
<i>Displacement</i>	Perhitungan	2546	0.078%	2%	Memenuhi
	Model	2548			
LCB	Perhitungan	33.303	0.030%	1%	Memenuhi
	Model	33.293			

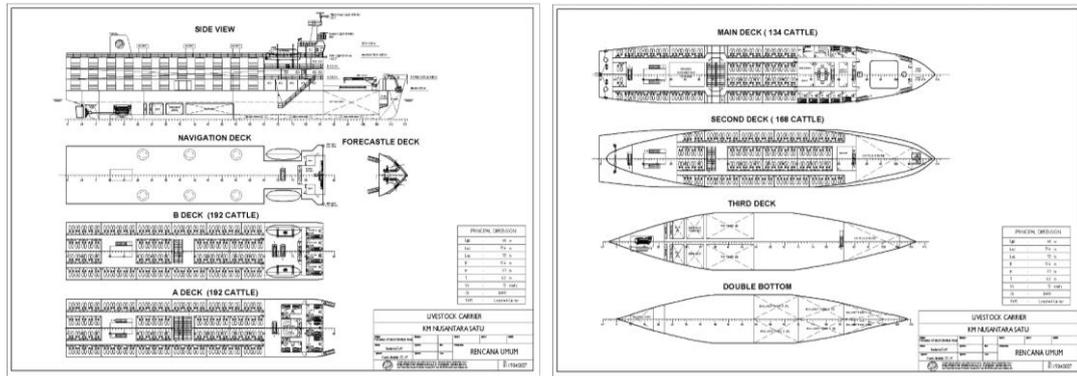
Adapun gambar linesplan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3.2 Rencana Garis

3.4 Desain Rencana Umum

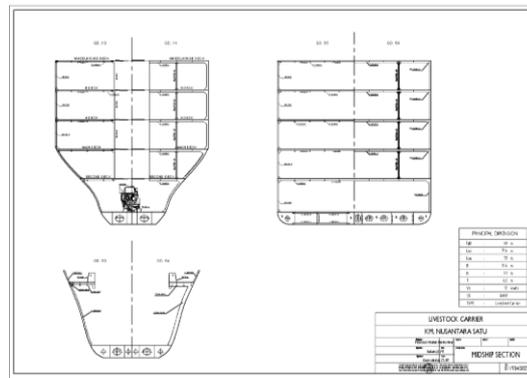
Pada penggambaran rencana umum dimulai dari desain kandang (paddock) yang akan dijadikan sebagai ruang muat ternak dengan mengacu pada pedoman BKI dan AMSA. Adapun untuk hasil rencana umum dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 3.3 Rencana Umum

3.5 Perhitungan Konstruksi

Dalam perancangan kapal ternak digunakan sistem konstruksi melintang. Dalam menghitung konstruksi kapal ternak ini menggunakan Peraturan BKI Jilid II untuk Lambung. Dimana perhitungan konstruksi meliputi perhitungan beban, perhitungan tebal pelat dan perhitungan modulus. Dari perhitungan modulus akan didapatkan dimensi profil. Gambar konstruksi yang diperoleh pada bagian tengah adalah sebagai berikut



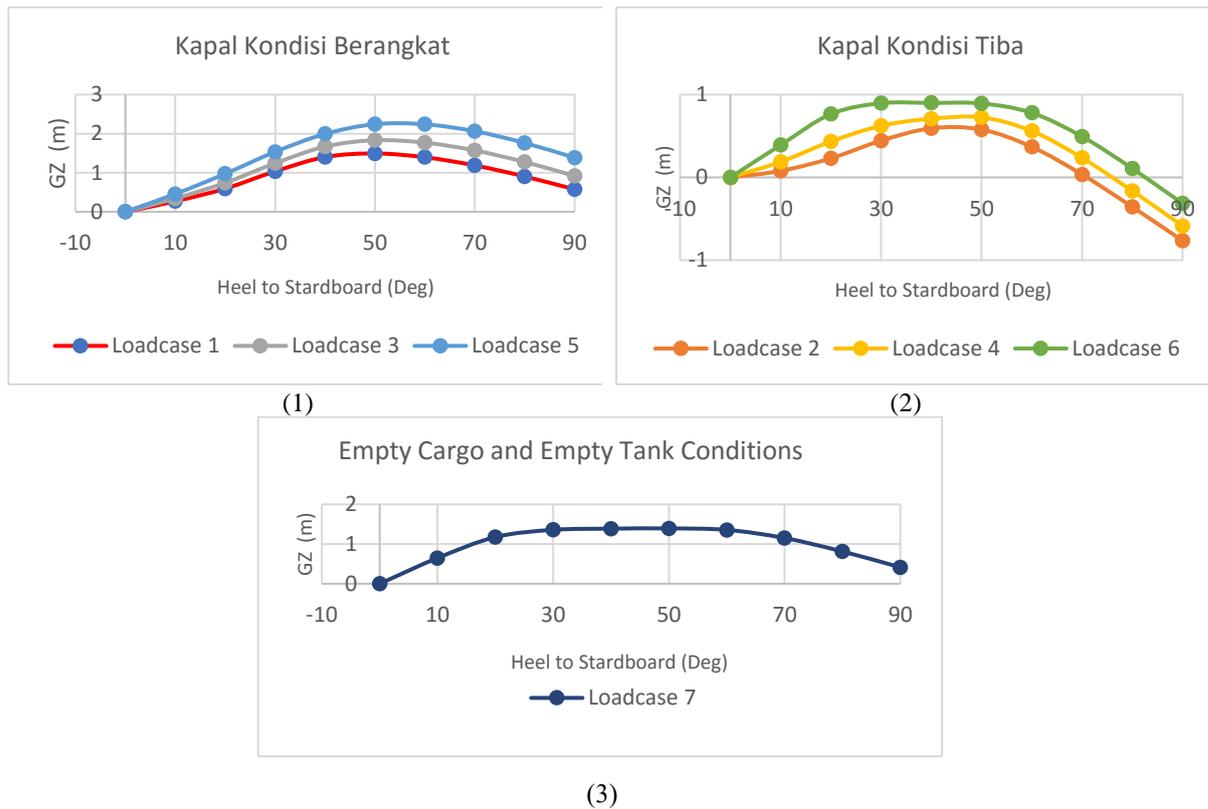
Gambar 3.4 Midship Section

3.6 Analisis Stabilitas

Pada analisis stabilitas dilakukan dengan menggunakan Maxsurf Stability Advanced. Perhitungan stabilitas dihitung berdasarkan kondisi loadcase kapal yang telah ditentukan. Pada analisa stabilitas ini terdapat 7 kondisi loadcase, diantaranya :

- Loadcase 1 : Muatan Penuh dan Tangki 100%
- Loadcase 2 : Muatan Penuh dan Tangki 10%
- Loadcase 3 : Setengah Penuh dan Tangki 100%
- Loadcase 4 : Setengah Muatan dan Tangki 10%
- Loadcase 5 : Muatan Kosong dan Tangki 100%
- Loadcase 6 : Muatan Kosong dan Tangki 10%
- Loadcase 7 : Muatan Kosong dan Tangki Kosong

Dalam studi ini kriteria standar stabilitas adalah IMO (International Maritime Organization) A.749 (18). Adapun hasil analisis stabilitas diperoleh sebagai berikut:



Gambar 3.4 Grafik GZ pada kondisi (1) Berangkat (2) Tiba (3) Muatan Kosong dan Tangki Kosong

1. Kapal dalam kondisi berangkat Pada kondisi ini semua ABK berada di kapal dengan tiga kondisi yaitu muatan penuh, muatan setengah dan muatan kosong. Pada saat keberangkatan kondisi tangki sudah penuh. Kurva nilai GZ kapal pada grafik diatas menunjukkan nilai GZ tertinggi pada Loadcase 5 dengan kondisi kargo kosong dan tangki terisi 100%. Terjadi peningkatan nilai GZ dari sudut 0 deg menjadi sudut 54,5 deg yang merupakan nilai puncak grafik/nilai GZ maks sebesar 2,269 m. Dari sudut 54,5 derajat, nilai GZ mulai menurun.
2. Kapal dalam kondisi tiba Pada kondisi ini semua ABK berada di kapal dengan tiga kondisi yaitu muatan penuh, muatan setengah dan muatan kosong. Saat kondisi tiba, tangki terisi 10%. Kurva nilai GZ kapal pada grafik di atas diperoleh nilai GZ tertinggi pada loadcase 6 dengan kondisi kargo kosong dan tangki terisi 10%. Terjadi peningkatan nilai GZ dari sudut 0 deg menjadi sudut 34,5 deg yang merupakan nilai puncak grafik/nilai GZ maks sebesar 0,902 m. Dari sudut 34,5 derajat, nilai GZ mulai menurun. Sedangkan pada loadcase 2 dengan kondisi muatan penuh dan tangki terisi 10% terdapat nilai GZ negatif pada sudut 71-90 derajat, sehingga kapal tidak lagi mengalami momen belok.
3. Kondisi Muatan Kosong dan Tangki Kosong Dalam kondisi ini awak kapal tidak berada di kapal dengan muatan kosong dan tangki kosong. Kurva nilai GZ kapal pada grafik di atas menunjukkan peningkatan nilai GZ dari sudut 0 deg menjadi sudut 53,6 deg yang merupakan nilai grafik puncak/nilai max GZ sebesar 1,499 m. Sedangkan untuk hasil analisis stabilitas sesuai dengan kriteria IMO A. 749 (18) dapat dilihat pada rekapitulasi pada tabel di bawah ini

Sedangkan untuk rekapitulasi hasil analisis stabilitas sesuai dengan kriteria IMO A. 749 (18) sebagai berikut

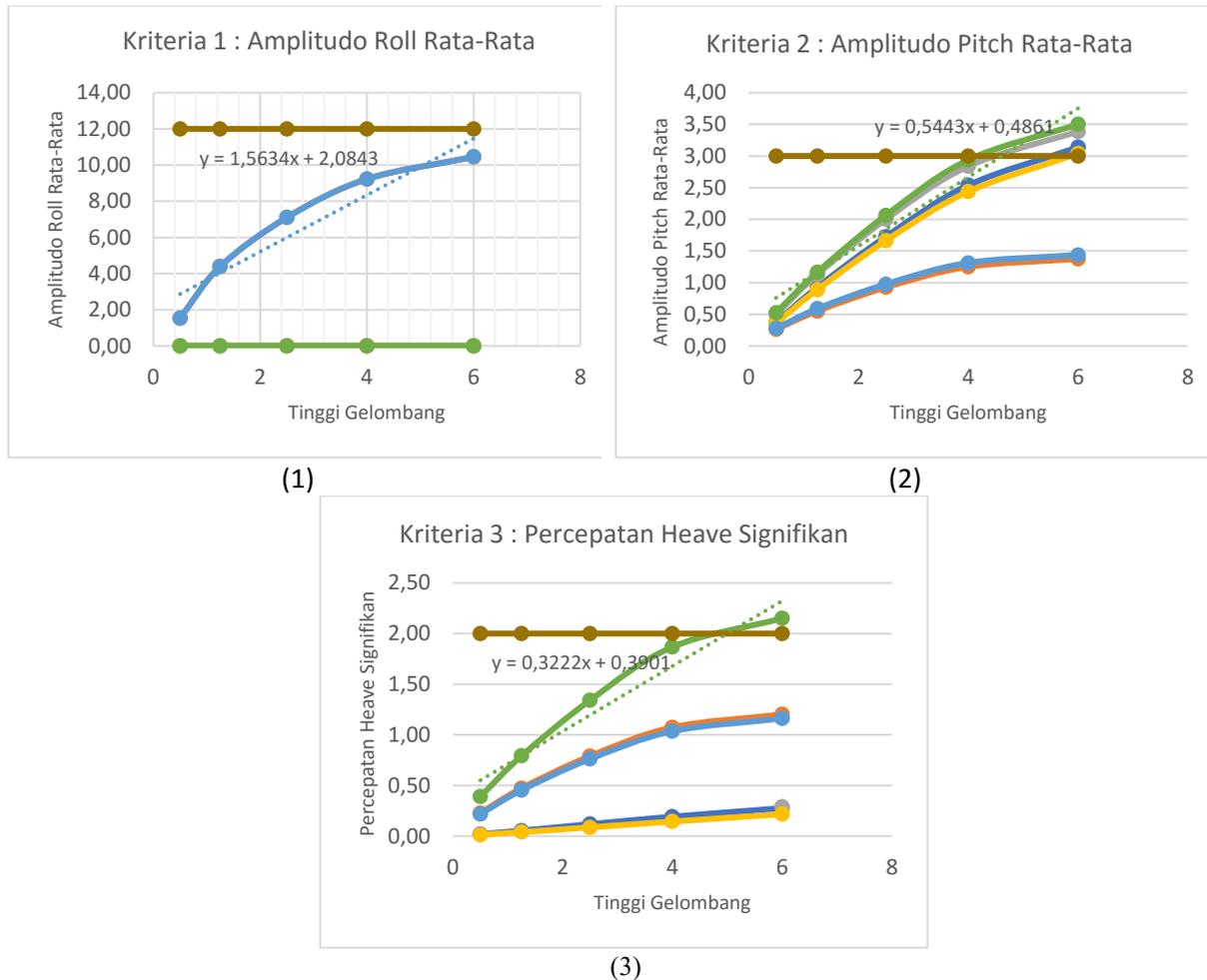
Tabel 3.3 Hasil Analisis Stabilitas 7 Loadcase

Criteria	I	II	III	IV	V	VI	VII	Status
3.1.2.1: Area 0 to 30	13,64	5,19	16,88	9,36	21,88	16,31	24,05	Pass
3.1.2.1: Area 0 to 40	25,99	10,47	31,60	16,07	39,66	25,31	37,94	Pass
3.1.2.1: Area 30 to 40	12,35	5,29	14,72	6,71	17,78	9,00	13,90	Pass
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	1,49	0,61	1,83	0,73	2,27	0,90	1,50	Pass
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	49,10	44,50	51,80	47,30	54,50	34,50	53,60	Pass
3.1.2.4: Initial GMt	1,49	0,38	1,90	1,00	2,56	2,17	3,29	Pass

Berdasarkan hasil analisis stabilitas pada berbagai kondisi loadcase kapal dapat dikatakan layak untuk digunakan. Hal ini dibuktikan dengan hasil yang terlampir pada tabel di atas yang menginformasikan bahwa hasil analisis stabilitas memenuhi kriteria (*pass*) berdasarkan regulasi

3.7 Analisis Seakeeping

Pada Analisis Seakeeping ini menggunakan software Maxsurf Motions dengan menggunakan matriks Olson sebagai dasar analisis parameter. Hasil Analisa Seakeeping Mengacu pada hasil analisa spektra respon yang meliputi pergerakan kapal (Heave, Roll, Pitch) dengan beberapa Heading (Following sea, Beam sea, Head sea). Pada analisa seakeeping kapal ini terdapat 2 kondisi yaitu pada saat kapal terisi penuh dengan variasi kecepatan $V_s = 12\text{kn}$ dan $V_{\text{max}} = 15\text{kn}$. Berikut hasil analisis seakeeping dari 3 kriteria menurut jurnal Olson



Gambar 3.4 Grafik hasil analisis seakeeping pada (1) Kriteria 1 (2) Kriteria 2 (3) Kriteria 3

Dari ketiga grafik diatas diketahui bahwa terdapat kondisi yang tidak memenuhi kriteria seakeeping menurut Olson pada kriteria 2 dan 3. Dimana nilai limit pada kriteria 2 adalah 3 dan pada kriteria 3 adalah 2. Sehingga dilakukan perhitungan untuk mendapatkan batas ketinggian gelombang agar kapal dapat beroperasi dengan aman. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Kriteria 2
 $Y = 0,5443X + 0,4861$
 $2 = 0,5443X + 0,4861$
 $X = 4,618 \text{ m}$
- Kriteria 3
 $Y = 0,3222X + 0,3901$
 $2 = 0,3222X + 0,3901$
 $X = 4,99 \text{ m}$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai batas gelombang untuk kriteria 2 sebesar 4,618 m dan untuk kriteria 3 sebesar 4,99 mm. Maka untuk nilai yang digunakan sebagai batas tinggi gelombang operasi diambil nilai terkecil agar tinggi gelombang kapal dapat berlayar dengan aman adalah 4,618 m.

4. KESIMPULAN

Perancangan kapal pengangkut sapi didapatkan ukuran utama LPP = 68m, B = 12,4 m, T = 4,2 m, dan H = 6,2 m. Pada perancangan kandang digunakan sebagai tempat muat sapi dengan menggunakan BKI Vol. IV Ternak Carrier dan AMSA MO No. 43. Analisis stabilitas mengacu pada aturan IMO A.749(18), dimana terdapat tujuh kondisi yang telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Sementara untuk Hasil analisis seakeeping menurut jurnal Olson didapatkan batas ketinggian gelombang kapal dapat beroperasi aman adalah pada ketinggian 4,618 m.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Syukur alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya penyusunan jurnal ini. Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka perampungan penulisan tugas akhir ini. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, namun berkat kehendaknyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan jurnal ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Budianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 Program Studi D4 Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, bapak Kharis Abdullah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 Program Studi D4 Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Australian Government. (2018). Marine Order 43 (Cargo and Cargo Handling-Livestock). Australian Maritime Safety Authority
- Badan Pusat Statistik (2023). Populasi Ternak Besar Menurut Kabupaten/Kota 2019-2021. Nusa Tenggara Timur: Badan Pusat Statistik
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2021). Volume I Guidelines For Certification Loading Computer Systems. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2021). Volume II Rules for Hull. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2015). Volume IV Guidelines for Livestock Carrier. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia
- Budianto. 2017. Penentuan Ukuran Utama dan Rencana Garis Fast Ferry 150 Pax Untuk Penyeberangan Rute Gresik – Bawean. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro, Indonesia
- IMO. (1993). Resolution A.749(18) Code On Intact Stability Chapter 3 Design Criteria Applicable To All Ship. IMO.
- Nugraha, A. A. (2021). STUDI PERANCANGAN KAPAL KHUSUS PENGANGKUT TERNAK SAPI DAN RUMAH SAKIT HEWAN RUTE NUSA TENGGARA TIMUR (NTT) – SURABAYA. Tugas Akhir. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya