



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Deck pada Kapal Landing Craft Tank (LCT) 1100 DWT akibat Perubahan Muatan Menggunakan Metode Elemen Hingga

Khairul Fajri¹⁾, Imam Pujo Mulyatno¹⁾, Kiryanto¹⁾

¹⁾Laboratorium Struktur dan konstruksi kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*e-mail : khairulfajri@students.undip.ac.id

Abstrak

Pengalihan fungsi kapal Landing Craft Tank (LCT) yang semula digunakan untuk muatan alat berat berubah fungsi menjadi muatan cangkang sawit harus dilakukan kajian kekuatan pada geladak akibat perubahan pembebanan muatan. Kedua jenis muatan mempunyai karakteristik pembebanan yang berbeda, dari pembebanan terpusat pada roda truk menjadi pembebanan merata keseluruhan geladak kapal. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai tegangan dan defleksi maksimum pada konstruksi geladak kapal LCT dan membandingkan hasil tegangan dan defleksi maksimum pada geladak kapal ketika membawa 2 jenis muatan berbeda. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga (FEM) dan mengacu kepada aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Penulis melakukan penelitian dengan 5 kondisi pembebanan. Kondisi pertama cangkang sawit dengan total muatan 794,8 ton, kondisi kedua cangkang sawit dengan total muatan 688,9 ton, kondisi ketiga cangkang sawit dengan total muatan 529,9 ton, kondisi keempat 6 truk tambang dengan total muatan 199,2 ton dan yang kelima 4 truk tambang dengan total muatan 132,8 ton. Validasi dilakukan pada model dengan cara membandingkan hasil perhitungan simulasi dengan perhitungan analitis menggunakan teori balok dan didapatkan nilai error sebesar 4,66 %. Bahan material yang digunakan KI-A36 dengan yield 250 MPa, hasil analisa FEM didapatkan tegangan maksimum 186,5 MPa yaitu pada deck longitudinal 8 kanan dan defleksi 14,3 mm, hasil dari penelitian perubahan fungsi kapal LCT telah memenuhi kriteria aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

Kata Kunci : Kekuatan Geladak, Tegangan, Defleksi, Metode Elemen Hingga

1. PENDAHULUAN

Sebuah kapal dibangun dengan berbagai aspek yang telah dipertimbangkan serta tujuan awal dan fungsi penggunaan kapal berdasarkan regulasi dan peraturan yang berlaku. Ini dilakukan untuk Menghindari kegagalan struktur pada konstruksi kapal. kapal dapat dikatakan sesuai peraturan dan standar regulasi jika konstruksi tersebut mampu bertahan pada semua beban yang bekerja pada konstruksi tersebut sesuai dengan peraturan klasifikasi [1].

Kekuatan konstruksi kapal sangat dipengaruhi oleh beban yang berkerja padanya. Beban yang bekerja pada kapal memiliki banyak sumber. Ada komponen statis, yang terutama terdiri dari berat dan daya apung kapal di air tenang dan komponen dinamis yang disebabkan oleh gerakan air yang diinduksi gelombang di sekitar kapal dan gerakan yang dihasilkan kapal diri, serta beban yang berasal dari muatan diatas kapal [2].

pada penelitian ini kapal *Landing Craft Tank* (LCT) milik PT. Bahtera Lintas Globalindo pernah difungsikan membawa muatan yang bukan merupakan alat berat, jenis muatannya yaitu, Cangkang Sawit. Pada umumnya Kapal *Landing Craft Tank* (LCT) dipergunakan untuk membawa alat berat berbagai jenis. jenis muatan Cangkang sawit memiliki karakteristik muatan yang berbeda dari muatan alat berat, muatan truk tambang memiliki pembebanan terpusat pada roda-roda truk tambang sedangkan muatan cangkang sawit pembebanan merata keseluruh geladak kapal .

Adanya perubahan muatan akan mempengaruhi stabilitas maupun kekuatan konstruksi kapal tersebut, khusus untuk bagian konstruksi akan sangat berpengaruh pada konstruksi geladak kapal yang secara lansung yang menopang muatan tersebut, karena adanya perubahan muatan dari beban alat berat menjadi muatan Cangkang sawit, sehingga yang akan dilakukan adalah variasi perubahan susunan muatan

Pada penelitian tentang *Strength Analysis of Peti kemas Geladak Construction MV. Sinar Demak Effect of Charges Peti kemas Using Finite Element Method* didapatkan tegangan maksimum geladak MV. Sinar Demak dalam kondisi air tenang sebesar 184 N/mm^2 MPa pada node 37145 [3].

Selain itu pada penelitian sebelumnya tentang Kekuatan Deck akibat Perubahan Muatan Pada Tongkang TK. Nelly-34 pada menunjukkan nilai tegangan maksimum pada geladak tongkang Nelly-34 dalam kondisi air tenang sebesar $57,968$ MPa pada node 37145 [4].

Pada penelitian lainnya tentang Kekuatan

Geladak Pada Ponton Batubara Prawiramas Puri Prima II 1036 DWT dengan Software berbasis Metode Elemen Hingga diperoleh hasil tegangan maksimum pada geladak Ponton Batubara Prawiramas Puri Prima II 1036 DWT dalam kondisi air tenang sebesar $7,39 \times 10^4 \text{ KN/mm}^2$ pada node 4013 [5].

Dan Pada penelitian sebelumnya tentang Kekuatan Modifikasi Konstruksi Geladak Utama Kapal LCT Vip Jaya 893 GT dengan Metode Elemen Hingga diperoleh hasil tegangan maksimum pada geladak Kapal LCT Vip Jaya 893 GT dalam kondisi air tenang sebesar $182,3$ MPa pada node 37145 [6].

Berdasarkan uraian penlitian-peneitian diatas, penulis sangat perlu melakukan penelitian dan kajian lebih lanjut mengenai kekuatan geladak dan menggunakan metode elemen hingga. metode elemen hingga bekerja dengan menganalisis struktur dalam bentuk element-element lebih kecil dan sederhana (*mesh*) dengan jumlah yang berhingga dan pemberian nilai kondisi batas pada struktur yang disimulasikan [7], sehingga diketahui hasil analisis kekuatan konstruksi geladak akibat perubahan muatan.

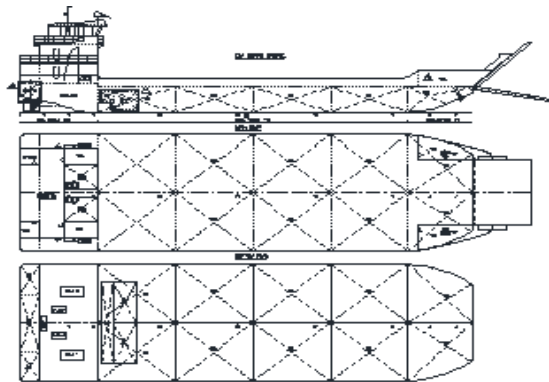
Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai tegangan dan defleksi maksimum pada konstruksi geladak kapal LCT dan membandingkan hasil tegangan dan defleksi maksimum pada geladak kapal ketika membawa 2 jenis muatan tersebut

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam tulisan ini adalah kapal *Landing Craft Tank* (LCT) milik PT. Bahtera Lintas Globalindo. Karena keterbutuhan di lapangan muatan kapal LCT tersebut diubah menjadi muatan cangkang sawit. Adapun ukuran utama kapal LCT yaitu: *length over all* (LoA) 46,60 meter, *Breadth* (B) 14,40 meter, *Height* (H) 3,05 meter, *Draught* (T) 2,40 meter.

Jenis konstruksi yang digunakan pada kapal LCT ini merupakan konstruksi memanjang. Pada penggunaan sebelumnya, kapal LCT digunakan mengangkut muatan alat berat dengan asumsi pembebanan 2 jenis susunan alat berat yaitu 4 dan 6 kendaraan alat berat dan perubahan muatan yang diangkut adalah cangkang sawit diasumsikan 3 variasi muatan



Gambar 1. LCT 1100 DWT

2.2. Variasi Pembebanan

Pada penelitian ini, konstruksi geladak mendapat pembebanan secara vertikal, searah dengan *y-axis* yaitu pembebanan dari muatan. Pembebanan didefinisikan *linear static*, dengan sumbu ordinat yang tetap pada perhitungan numerik [8].

Dikarenakan yang menjadi perhatian bagi penulis adalah variasi pembebanan, maka dalam penelitian kali ini terdapat 5 kondisi muatan, yang ditunjukkan pada tabel 1 :

Tabel 1. *Loading Condition*

Susunan muatan	Jumlah muatan	Berat (ton)
Kondisi 1	Cangkang sawit 1.5 m	794.8
Kondisi 2	Cangkang sawit 1.3 m	688.9
Kondisi 3	Cangkang sawit 1 m	529.9
Kondisi 4	6 Truk tambang	199.2
Kondisi 5	4 Truk tambang	132.8

2.3. Pendefinisian Material

Dalam penelitian ini, material yang digunakan adalah material baja standar BKI dengan notasi KI-A36 [9], dengan nilai *Modulus Elasticity* 200 GPa, *Poisson Ratio* 0,26, *Density* 7850 kg/m³, *Yield* 250 Mpa, *Ultimate Stress* 400 Mpa.

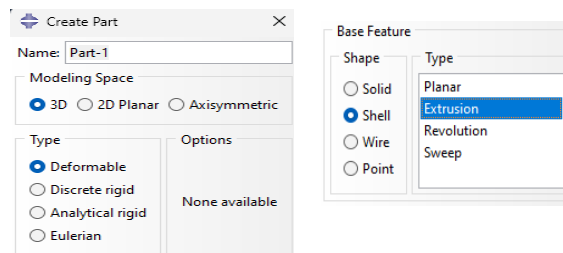
2.4. Pembuatan Model

Salah satu cara menyelesaikan permasalahan *engineering* dengan menggunakan perhitungan numerik adalah dengan metode elemen hingga. Metode elemen hingga merupakan suatu cara numerik untuk mendapatkan solusi pendekatan dari masalah-masalah fisik dimana solusi analitiknya sulit atau tidak dapat diselesaikan [10].

Pada penelitian ini, konstruksi yang dimodelkan yakni geladak muatan sepanjang badan kapal Permodelan menggunakan *software* elemen hingga.

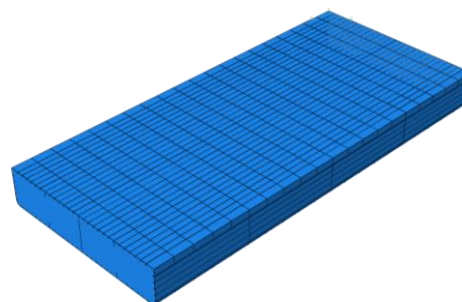
Langkah awal dalam pembuatan model geladak kapal berupa pembuatan geometri sesuai dengan gambar konstruksi kapal yang ada. dengan menggunakan fitur *create part* dengan jenis model

3D shell extrusion



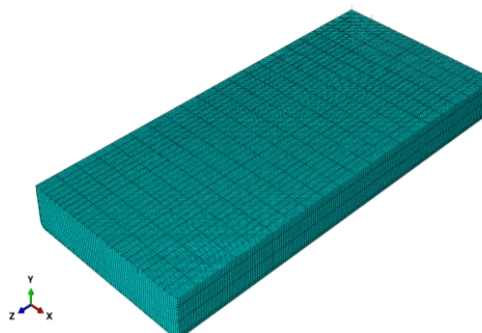
Gambar 2. Pembuatan Geometri

Setelah membuat geometri, langkah selanjutnya yakni menggunakan fitur *assembly* pada *software*, sehingga geometri yang sudah terbentuk akan berubah menjadi suatu kesatuan.



Gambar 3. Hasil *assembly*

Tahap selanjutnya melakukan proses *meshing* dengan menggunakan jenis element *Quad Structured* dengan Ukuran 0.2



Gambar 4. Geometri geladak Kapal Setelah Proses *Meshing*

Setelah pembuatan model geladak selesai, model di validasi untuk mendapatkan model geladak yang akurat dan benar, selanjutnya diberikan pembebanan pada model sesuai dengan kondisi yang digunakan pada penelitian ini. Jenis beban yang diaplikasikan adalah beban Pressure kemudian dilakukan *running software* dan didapatkan besaran nilai tegangan dan defleksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penentuan *Boundary Condition*

Kondisi batas(*Boundary Condition*) merupakan struktur pendukung sangat dibutuhkan di FEM. Jika tidak ada batas kondisi tersebut maka *software* FEM

tidak dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan nilai yang tidak valid [11]. Model *finite element* yang sudah dibentuk diberi *boundary condition* yang akan digunakan sebagai tumpuan *fix* (tranlasi dan rotasisumbu x,y,z *fix*).

Tabel 2. Kondisi Batas (Translasi)

Lokasi	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
Ujung model depan	Fix	Fix	Fix
Ujung model balakang	Fix	Fix	Fix

Table 3. Kondisi Batas (Rotasi)

Lokasi	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
Ujung model depan	-	-	Fix
Ujung model belakang	-	-	Fix

Pada tabel 2 dan 3 merupakan *boundary condition* yang digunakan berdasarkan aturan dari *Korean Rules for Shipping : Rules for the Classification of Steel Ships* [12]. Penentuan *boundary condition* sangat berpengaruh dalam proses *finite element*. Penentuan peletakan *boundary* akan mempengaruhi hasil Analisa. *Boundary condition* didefinisikan pada kedua ujung model, yaitu bagian depan dan belakang [13]. Keterangan ‘fix’ pada tabel 2 mempunyai arti bahwa sumbu tersebut terkunci.

3.2. Pendefinisian Beban

Pada penelitian ini terdapat 5 macam beban yang diinputkan, yakni beban dari muatan 3 jenis pembebanan cangkang sawit dan 2 dari pembebanan truk tambang, adapun perhitungan tiap beban yang ada yaitu sebagai berikut.

a. Beban kondisi 1

$$\begin{aligned} \text{Gaya berat} &= 794800 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 7796988 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada saat penginputan beban muatan pada software CAE menggunakan fitur *pressure* dengan menginput beban pada seluruh luasan geladak kapal dengan membagi *pressure* dengan luasan geladak tersebut agar *pressure* tersebar merata pada tiap elemen sesuai dengan luasan geladak. Dengan luasan geladak yaitu $460,8 \text{ m}^2$, maka *input pressure* adalah sebesar $1688,628 \text{ N/m}^2$.

b. Beban kondisi 2

$$\begin{aligned} \text{Gaya berat} &= 688900 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 6751220 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada saat penginputan beban fitur *pressure*

dengan menginput beban pada seluruh luasan geladak kapal dengan membagi *pressure* dengan luasan geladak tersebut agar *pressure* tersebar merata pada tiap elemen sesuai dengan luasan geladak. Dengan luasan geladak yaitu $460,8 \text{ m}^2$, maka *input pressure* adalah sebesar $14651,085 \text{ N/m}^2$.

c. Beban kondisi 3

$$\begin{aligned} \text{Gaya berat} &= 529900 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 5193020 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada saat penginputan beban menggunakan fitur *pressure* dengan menginput beban pada seluruh luasan geladak kapal dengan membagi *pressure* dengan luasan geladak tersebut agar *pressure* tersebar merata pada tiap elemen sesuai dengan luasan geladak. Dengan luasan geladak yaitu $460,8 \text{ m}^2$, maka *input pressure* adalah sebesar $11269,574 \text{ N/m}^2$.

d. Beban kondisi 4 dan 5

Dikarenakan ada perbedaan muatan pada kondisi 4 dan 5 muatan yang diinput adalah beban kendaraan. Dengan jumlah 6 dan 4 truk tambang peletakan susunan muatan akan berbeda dari kondisi 1, 2 dan 3 dikarenakan beban yang tertumpu pada ban kendaraan atau beban lokal:

$$\begin{aligned} \text{Gaya berat} &= 33200 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 325360 \text{ N} \end{aligned}$$

Dengan luasan tumpuan ban depan dan belakang yang berbeda sehingga nilai *pressure* akan berbeda pada ban belakang dan ban depan, maka *input pressure* untuk ban depan adalah sebesar $225944,4 \text{ N/m}^2$ dan ban belakang sebesar $112979,2 \text{ N/m}^2$

3.3. Validasi Model

Validasi model diperlukan agar tingkat keakuratan dari sebuah geometri *finite element* yang telah dibuat sebelumnya dapat diketahui. Salah satu metode yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil dari perhitungan analitik dan numerik.

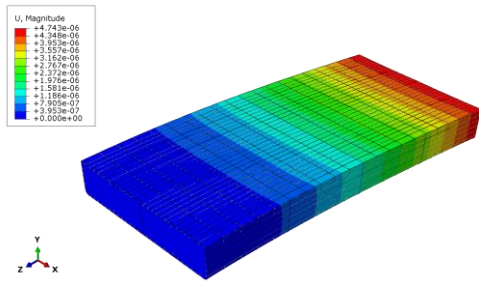
a. Perhitungan Analitik

Validasi model secara analitik yaitu dengan menggunakan pendekatan rumus defleksi mekanika teknik, adapun rumus perhitungan defleksi yaitu sebagai berikut. [14]

$$\begin{aligned} \text{Defleksi} &= \frac{1000 \times 32000^3}{3 \times 200000 \times 12076817078867} \\ &= 4,522 \cdot 10^{-3} \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Software FEM

Pada gambar 3 merupakan perhitungan *software* dilakukan dengan *software Simulia Abaqus*, sesuai dengan model yang telah dibuat. Dan hasil defleksinya yaitu $4,743 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$.



Gambar 5. Perhitungan Software

Tabel 4. Hasil Validasi.

Hasil Analitik	Hasil FEM	Error
$4,522 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$	$4,743 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$	4,66 %

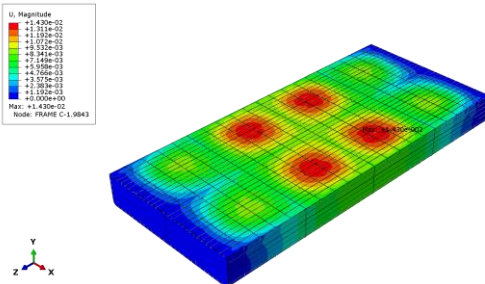
Tabel 4 merupakan hasil perbandingan antara model perhitungan analitik dengan numerik, didapatkan persentase *error* sebesar 4,66 %. Validasi model dikatakan sudah benar, karena persentase *error* masih dibawah 10 %.

3.4. Hasil Kondisi I

Kondisi I disimulasikan ketika kapal sedang memuat cangkang sawit dengan berat muatan keseluruhan 794, 8 ton. Beban yang ada hanya dari beban muatan cangkang sawit dengan jenis pembebanan merata. Hasil analisa ini yakni pada saat kondisi air tenang.

a. Defleksi

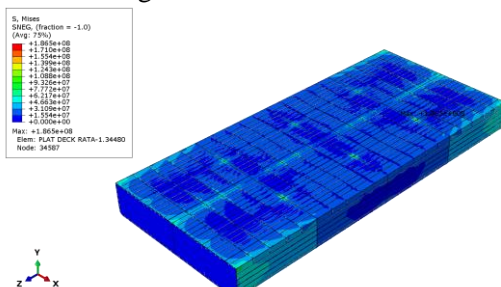
Pada gambar 6 merupakan defleksi maksimal yang terjadi pada *Deck Longitudinal 8 kanan* tepatnya pada *node 9843* dengan nilai 14,3 mm.



Gambar 6. Defleksi Kondisi

b. Distribusi Tegangan

Pada gambar 7 merupakan tegangan maksimal yang terjadi pada *Plat Deck* tepatnya pada *node 34587* dengan nilai 186.5 MPa.



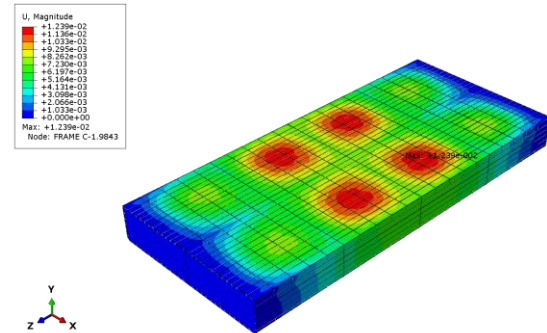
Gambar 7. Distribusi Tegangan Kondisi I.

3.5. Hasil Kondisi II

Kondisi II disimulasikan ketika kapal sedang memuat cangkang sawit dengan berat muatan keseluruhan 688,9 ton. Beban yang ada hanya dari beban muatan cangkang sawit dengan jenis pembebanan merata. Hasil analisa ini yakni pada saat kondisi air tenang.

a. Defleksi

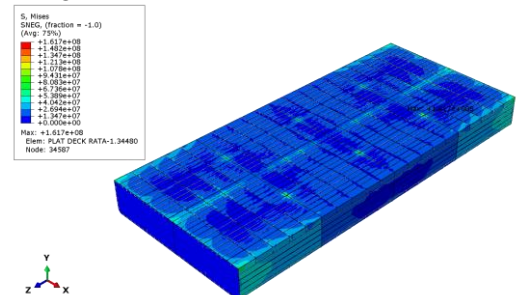
Pada gambar 8 merupakan defleksi maksimal yang terjadi pada *deck longitudinal 8 kanan node 9843* dengan nilai 12,39 mm.



Gambar 8. Defleksi Kondisi II.

b. Distribusi Tegangan

Pada gambar 9 merupakan tegangan maksimal yang terjadi pada *Plat Deck* tepatnya di *node 34587* dengan angka 161,7 MPa.



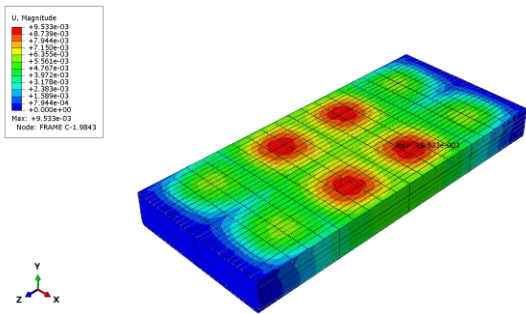
Gambar 9. Distribusi Tegangan Kondisi II.

3.6. Hasil Kondisi III

Kondisi II disimulasikan ketika kapal sedang memuat cangkang sawit dengan berat muatan keseluruhan 529,9 ton. Beban yang ada hanya dari beban muatan cangkang sawit dengan jenis pembebanan merata. Hasil analisa ini yakni pada saat kondisi air tenang.

a. Defleksi

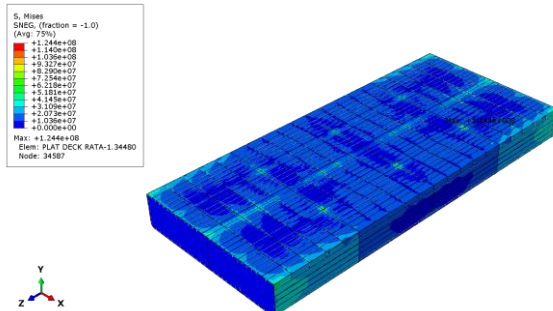
Pada gambar 10 merupakan defleksi maksimal yang terjadi pada *Deck Longitudinal 8 kanan* tepatnya di *node 9843* dengan nilai 9,53 mm.



Gambar 10. Defleksi Kondisi III.

b. Distribusi Tegangan

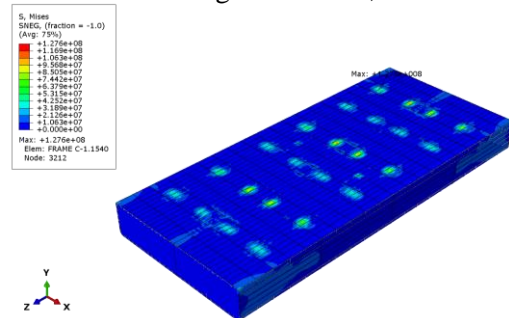
Pada gambar 11 merupakan tegangan maksimal yang terjadi pada *Plat Deck* tepatnya yaitu pada *node 34587* dengan nilai 124,4MPa.



Gambar 11. Distribusi Tegangan Kondisi III.

b. Distribusi Tegangan

Pada gambar 13 merupakan tegangan maksimal yang terjadi pada ban depan kiri truk nomor 1 yaitu *Deck Longitudinal 9 kanan* tepatnya pada *node 3212* dengan nilai 127,6 MPa.



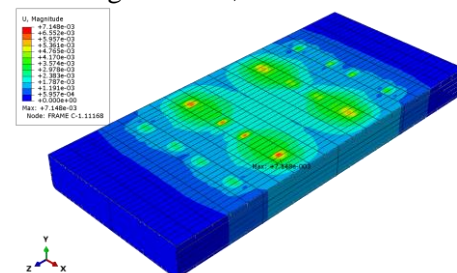
Gambar 13. Distribusi Tegangan Kondisi IV.

3.8. Hasil Kondisi V

Kondisi VI disimulasikan ketika kapal sedang memuat 4 truk tambang dengan berat muatan keseluruhan 132,8 ton. Beban yang ada hanya dari beban muatan truk tambang dengan jenis pembebanan local pada masing masing ban truk. Hasil analisa ini yakni pada saat kondisi air tenang.

a. Defleksi

Pada gambar 14 merupakan defleksi maksimal yang terjadi pada pada ban depan kanan truk nomor 4 yaitu *deck longitudinal 9 kanan* tepatnya pada *node 11168* dengan nilai 7,14 mm.



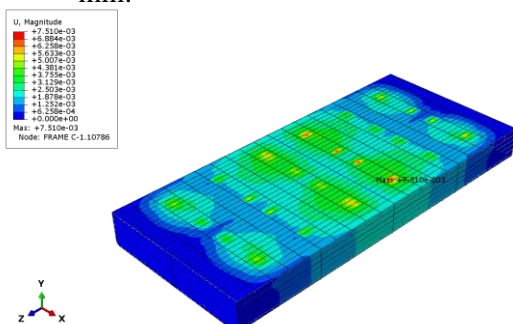
Gambar 14. Defleksi Kondisi V.

3.7. Hasil Kondisi IV

Kondisi IV disimulasikan ketika kapal sedang memuat 6 truk tambang dengan berat muatan keseluruhan 199,2 ton. Beban yang ada hanya dari beban muatan truk tambang dengan jenis pembebanan local pada masing masing ban truk. Hasil analisa ini yakni pada saat kondisi air tenang.

a. Defleksi

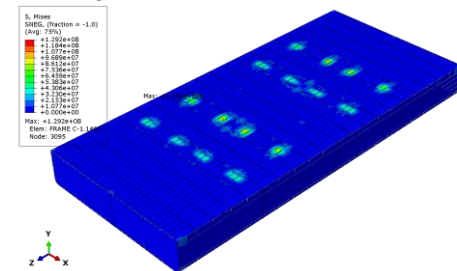
Pada gambar 12 merupakan defleksi maksimal yang terjadi pada ban depan kanan truk nomor 4 yaitu *deck longitudinal 9 kiri* tepatnya pada *node 10786* dengan nilai 7,51 mm.



Gambar 12. Defleksi Kondisi IV.

b. Distribusi Tegangan

Pada gambar 15 merupakan tegangan maksimal yang terjadi pada ban depan kiri truk nomor 3 yaitu *deck longitudinal 9 kanan 9* tepatnya pada *node 3095* dengan nilai 129,2 MPa



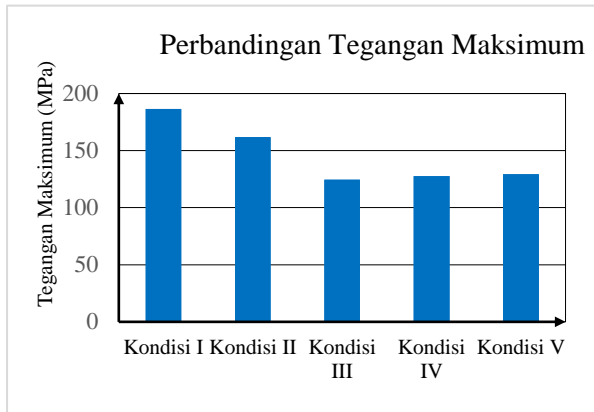
Gambar 15. Distribusi Tegangan Kondisi V

3.9. Hasil Analisis Struktur

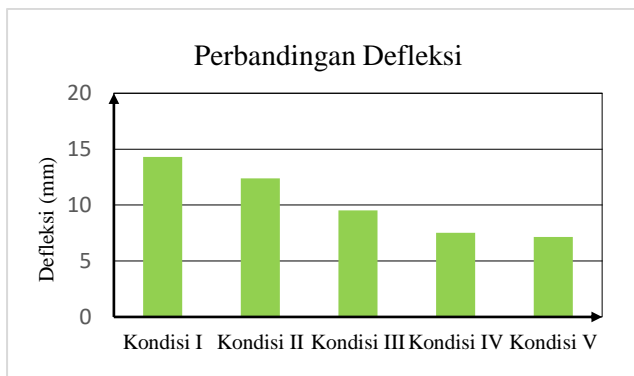
Dari penelitian yang telah dilakukan hasil analisis struktur telah dirangkum dalam table 5

Tabel 5. Rangkuman Hasil Analisis

No	Jenis Kondisi	σ maks (MPa)	δ maks (mm)
1	Kondisi I	186,5	14,30
2	Kondisi II	161,7	12,39
3	Kondisi III	124,4	9,53
4	Kondisi IV	127,6	7,51
5	Kondisi V	129,2	7,14



Gambar 16. Grafik Perbandingan Tegangan



Gambar 17. Grafik Perbandingan Defleksi

Pada tabel 5 adalah rangkuman hasil analisis struktur dan didapatkan tegangan terbesar terjadi pada kondisi I, yaitu saat kapal LCT sedang memuat muatan Cangkang, dengan nilai 186,5 MPa. Sedangkan defleksi paling besar terjadi pada kondisi 4, saat kapal memuat cangkang sawit, dengan nilai 14,3 mm.

3.10. Pengecekan Kekuatan Material

Pengecekan dilakukan dengan cara membandingkan kekuatan maksimal dengan tegangan ijin material sesuai aturan BKI. Dalam tabel 6 telah dirangkum perbandingan kekuatan material dan regulasi BKI yang berlaku dibawah ini.

Table 6. Tegangan ijin

susunan	Tegangan max (MPa)	Tegangan ijin (MPa)	status
---------	--------------------	---------------------	--------

Kondisi I	186,5	235	memenuhi
Kondisi II	161,7	235	memenuhi
Kondisi III	124,4	235	memenuhi
Kondisi IV	127,6	235	memenuhi
Kondisi V	129,2	235	memenuhi

Tabel 6 merupakan tegangan ijin material, menurut aturan Biro Klasifikasi Indonesia 2021 Volume II Section 8. B. 8. 2. Tegangan ijin material KI -A36 adalah 235 MPa [9] dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tabel diatas, semua kondisi memenuhi kriteria BKI.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perhitungan kekuatan konstruksi geladak pada kapal *Landing Craft Tank* (LCT) akibat perubahan muatan yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu:

Tegangan maksimum terjadi pada kondisi kapal *Landing Craft Tank* (LCT) sedang membawa cangkang sawit 749,8 ton dengan susunan muatan kondisi I. Tegangan maksimum ditunjukkan pada *Plat Deck* tepatnya pada *node* 34587 dengan nilai 186,5 MPa dan defleksi maksimal terjadi pada *Deck Longitudinal 8 kanan* tepatnya pada *node* 9843 dengan nilai 14,3 mm.

Tegangan minimum terjadi pada saat kondisi kapal LCT sedang membawa 6 truk tambang dengan susunan muatan kondisi IV. Tegangan maksimum ditunjukkan ban depan kiri truk nomor 1 yaitu *Deck Longitudinal 9 kanan* tepatnya pada *node* 3212 dengan nilai 127,6 MPa. dan defleksi terjadi pada ban depan kanan truk nomor 4 yaitu *deck longitudinal 9 kiri* tepatnya pada *node* 10786 dengan nilai 7,51 mm

Dari hasil analisis tersebut disimpulkan bahwa kriteria kekuatan geladak LCT sudah memenuhi kriteria kekuatan BKI. [9]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. D. Sanjaya, "Analisa Kekuatan Konstruksi Wing Tank Kapal Tanker Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Teknik Perkapalan*, Jul. 2017.
- [2] A. Mansour, D. Liu "Strength of Ships and Ocean Structures," *The Society of Naval Architects and Marine Engineers* 601 Pavonia Avenue, Jersey City, 2017.
- [3] I.P. Mulyatno, B.A. Adietya, dan R A. Mulana, "Strength Analysis of Peti kemas Geladak Construction MV. Sinar Demak Effect of Charges Peti kemas Using Finite Element Method" *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol 9. no. 1, pp 24-29, Jan. 2013.
- [4] N.S. Riyanto, H. Yudo, dan A. Trimulyono, "Analisa Kekuatan Deck Akibat Perubahan Muatan Pada Tongkang TK.Nelly-34," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 454-460, Jul. 2020.
- [5] B. A. Adietya, B. Arifin, "Analisa Kekuatan Geladak Pada Ponton Batubara Prawiramas Puri

Prima II 1036 DWT Dengan Software Berbasis Metode Elemen Hingga” Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro Vol. 8. No. 1, pp 11-16, Februari 2011.

- [6] A. A. Romani, I. P. Mulyatno, dan G. Rindo, "Analisa Kekuatan Modifikasi Konstruksi Geladak Utama Kapal Lct Vip Jaya 893 Gt Dengan Metode Elemen Hingga," Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 3, No. 2, May. 2015.
- [7] I.P. Mulyatno and A. Pratama, “Analisa Kekuatan Konstruksi Car Deck Pada Kapal KM. Dharma Ferry 3 Dengan Metode Elemen Hingga,” Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, vol. 8, no. 2, pp. 53-61, Feb. 2012.

- [8] D.M. Rosyid, D. Setyawan, Kekuatan Struktur Kapal, Jakarta, Pradnya Paramita, 2000.
- [9] Biro Klasifikasi Indonesia Rules For Hull. Vol. II. Jakarta. Biro Klasifikasi Indonesia 2021.
- [10] Logan, L. Daryl . A First Course in the Finite Element Methode, Canada. Chris Carson. 2007.
- [11] M.N. Misbah, D. Setiawan, dan W.M Dananjaya, “Construction strength analysis of landing craft tank conversion to passenger ship using finite element method” Department of Naval Architecture, Faculty of Marine Technology, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, 2018
- [12] Korean Register of Shipping. “Rules for the Classification of Steel Ships”. 2021.
- [13] S. Haris, J. Amdahl, "Analysis of ship-ship collision damage accounting for bow and side deformation interaction", Marine Structures, Vol. 32, pp 18-28, July, 2013.
- [14] E.P. Popov, Mekanika Teknik, Erlangga, Indonesia, 1996.