KAJIAN PENGARUH BEBAN OPERASIONAL AKIBAT PENAMBAHAN FONDASI DEREK TERHADAP KEKUATAN KONSTRUKSI GELADAK PADA KAPAL

Gala Formontha Riyanatika *), Priyambodo Nur Ardi Nugroho *), Budianto *)

*) Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal,
Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

ABSTRACT

Lintas Lorentz is a ship designed to transport packaged and container goods. Based on this function, ships usually have to be equipped with a crane. These facilities are used to maximize or support the functions of the ship itself. The ship plans to make modifications by adding a crane. This is because previously, this ship did not have its own crane. Therefore, this ship made modifications by adding a crane on the ship's port side as a loading and unloading tool. One of the considerations of adding a crane to a ship is the strength of the deck construction. It is necessary to analyze the strength of the deck construction on adding a crane foundation to the ship due to operational loads using the finite element method. To determine the maximum load that the deck construction can withstand, construction modeling was carried out using AutoCAD 2007 software and then analyzed using Ansys 17.2 software. The amount of load experienced by the construction is varied, ranging from a load of 105 tons to 135 tons to determine the maximum stress that occurs in the construction of the deck on the crane foundation due to the operational load and the maximum load limit that it can withstand. The analysis of operational load shows that the maximum deformation that occurs is 0.0419 mm and the maximum stress is 2.578 MPa. Using the maximum stress limitation criteria and the maximum allowable deformation, it can be seen that the construction can withstand the foundation load and the maximum cranes are 135 tons with a load angle of 5 degrees.

Keywords: *Operational Load, Crane, Strength of Deck Construction.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu alat transportasi laut maupun sungai yang dapat mengangkut penumpang, barang, minyak, kendaaran bahkan peti kemas (container). Secara umum jenis kapal dibedakan berdasarkan fungsi, muatan, daerah pelayaran, jenis tenaga penggeraknya dan material pembangunnya. Berdasarkan muatan yang diangkut, kapal bisa dibedakan menjadi beberapa tipe. Di antaranya terdapat kapal tanker, kapal container, kapal barang (general cargo), kapal penumpang, kapal bulk carrier dan lain sebagainya.

Kapal Lintas Lorentz merupakan kapal yang dirancang untuk mengangkut barang-barang yang telah dikemas maupun kontainer. Kapal ini berencana untuk melakukan modifikasi dengan

penambahkan alat untuk bongkar muat berupa crane. Hal ini dilakukan karena sebelumnya kapal ini tidak memiliki crane sendiri. Sehingga untuk selama ini proses bongkar muat menggunakan shore crane yang ada di pelabuhan. Namun, saat ini pelabuhan yang dituju menghimbau untuk semua kapal yang ingin bersandar harus memiliki alat bantu bongkar muat sendiri, karena pelabuhan tidak lagi menyediakan shore crane.

Pemasangan crane direncanakan untuk ditempatkan pada sisi kiri (portside) kapal. Hal ini dilakukan berkaitan dengan posisi sandar kapal di dermaga dan untuk menunjang kelancaran bongkar muat. Adapun pertimbangan lainnya yaitu untuk keefektifan, karena jika ship crane diletakkan di tengah kapal tentu akan mengurangi atau memakan space muatan dan juga akan membutuhkan biaya yang lebih.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis ingin membahas analisis kekuatan konstruksi geladak terhadap penambahan crane pada kapal akibat adanya beban operasional mengunakan metode elemen hingga. Pembahasan dilakukan untuk mengetahui bagaimana kekuatan konstruksi geladak jika diberikan beban operasional dan jika diberikan beban maksimum. Selain itu, pengaruh terhadap konstruksi di sekitar pondasi pada saat crane beroperasi. Sehingga tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan gambaran bagaimana kekuatan geladak kapal tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalah yang terdapat pada latar belakang di atas, maka diambil beberapa rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

a. Berapa tegangan maksimum yang terjadi pada geladak kapal akibat adanya beban operasional?

b. Bagaimana pengaruh terhadap konstruksi geladak di sekitar crane akibat adanya beban operasional?

c. Berapa besarnya beban maksimum yang mampu ditumpu?

d. Apakah konstruksi geladak kapal masih mampu untuk menahan beban maksimum

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

a. Untuk mengetahui nilai tegangan maksimum yang terjadi pada geladak kapal akibat adanya beban operasional.

b. Untuk mengetahui pengaruh terhadap konstruksi geladak di sekitar crane.

c. Untuk mengetahui nilai beban maksimum yang terjadi pada geladak kapal akibat adanya beban maksimum.

d. Untuk mengetahui kemampuan konstruksi geladak kapal akibat menahan beban maksimum

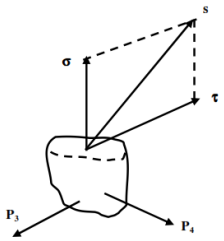
II. TINJAUAN PUSTAKA DAN METODE PENELITIAN

2.1 Crane

Crane adalah salah satu jenis pesawat angkat yang umumnya terdiri dari mesin penarik, tali baja atau rantai dan puli-puli yang bisa digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan material dan memindahkan material tersebut secara horizontal (Budianto, 2016). Pesawat angkat yang menggunakan satu atau lebih mesin-mesin sederhana untuk menciptakan keuntungan mekanik sehingga bisa memindahkan beban diluar batas kemampuan normal manusia.

2.2 Tegangan (Stress)

Tegangan adalah intensitas gaya yang bekerja pada luas yang kecil tak hingga pada sebuah potongan dan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah. Dalam praktek keteknikan intensitas gaya tersebut diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan yang sedang dianalisis



2.3 Tegangan Ijin

Tegangan ijin adalah tegangan yang terjadi akibat pembebanan yang berlangsung tak terbatas lamanya pada suatu material, tanpa mengakibatkan terjadinya kepatahan maupun perubahan bentuk yang menuju ke kerusakan. Suatu struktur akan dikatakan aman apabila struktur tersebut mampu menahan beban sesuai dengan perancangannya. Untuk menghitung nilai tegangan ijin berkaitan dengan ReH (yield point) dan nilai faktor material.

$$k = \frac{235}{ReH} \qquad (1.1)$$

Dari ketentuan di atas, maka dapat dilakukan perhitungan tegangan ijin maksimal.

$$\sigma ijin = \frac{180}{k} \qquad (1.2)$$

2.4 Tekanan

Tekanan digunakan untuk menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada suatu bidang per satuan luas bidang tersebut. Tekanan biasanya digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu zat yang berupa cairan atau gas. Untuk menghitung tekanan bisa menggunakan rumus.

$$P = \frac{F}{A} \qquad (1.3)$$

2.5 Beban Statis

Beban statis atau beban tetap merupakan beban yang baik intensitas, titik dan arah kerjanya tetap. Beban statis pada kapal meliputi gaya tekan air keatas, berat bagian konstruksi kapal dan berat muatan. Dalam pengaplikasiannya, perhitungan kekuatan bagian konstruksi kapal didasarkan seluruhnya pada beban statis, yang mana kapal hanya terapung diam di air tenang.

2.6 Beban Dinamis

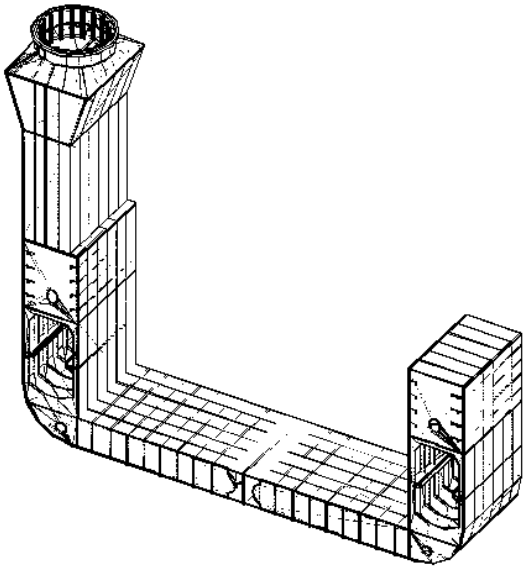
Beban dinamis merupakan beban yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Pada umumya, beban ini tidak bersifat tetap (unsteady-state) serta mempunyai karakterisitik besaran dan arah yang berubah dengan cepat.

2.7 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah prosedur numerik yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah mekanika kontinu dengan tingkat ketelitian yang dapat diterima. Pada dasarnya, finite element merupakan bagian kecil dari struktur sebenarnya yang mana dapat berdeformasi dengan cara yang terbatas.

2.8 Pemodelan

Fondasi crane beserta kontruksi geladaknya dimodelkan menggunakan software AutoCAD 2007. Pemodelan dilakukan dengan menggambar bentuk 2 dimensi dan nantinya akan dijadikan dalam bentuk 3 dimensi dengan mengikuti gambar yang sesuai dengan profil konstruksi. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pengerjaan menganalisa pada komponen-komponen gambar yang ada oleh aplikasi software metode elemen hingga.



2.9 Perhitungan Beban

Pada tahapan perhitungan pembebanan pada pondasi, beban yang ditimbulkan adalah jenis beban merata. Karena persebaran beban merata terjadi pada seluruh permukaan bagian atas pondasi. Maka dari itu, diperlukan data beban crane yang diletakkan di atas pondasi dan beban operasional serta luas permukaan pondasi. Pondasi crane memiliki luas permukaan sebesar 14040000 〖mm〗^2. Beban normal pondasi crane yang diangkut adalah sebesar 53 Ton dan beban pondasi sebesar 52 Ton. Beban dalam bentuk Ton diubah

menjadi Newton dengan cara beban (kg) dikali dengan gravitasi sebesar 9,81 m/s^2. Hasil perkalian tersebut digunakan untuk menghitung tekanan dengan menggunakan persamaan (2.3). Hasil perhitungan variasi beban dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Berat (Ton)	Gaya (N)	Tekanan (MPa)
105	1030050	0.073365385
115	1128150	0.080352564
125	1226250	0.087339744
135	1324350	0.094326923

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pembebanan

Tahapan pembebanan pada geladak, beban yang ditimbulkan adalah jenis beban merata. Karena persebaran beban merata terjadi pada seluruh permukaan bagian atas pondasi. Maka dari itu, diperlukan data beban crane yang diletakkan di atas pondasi dan beban operasional serta luas permukaan geladak. Beban normal geladak kapal yang akan diletakkan beban pondasi crane sebesar 53 Ton dan beban crane itu sendiri sebesar 52 Ton serta ditambahkan beban operasional.

Tabel 3.1 Hasil Perbandingan Variasi Beban

Berat (Ton)	Beban (kg)	Gaya (N)	Tekanan (MPa)
105	105.000	1.030.050	0,073365385
115	115.000	1.128.150	0,080352564
125	125.000	1.226.250	0,087339744
135	135.000	1.324.350	0,094326923

3.2. Meshing

Uji konvergensi pada analisis menggunakan metode elemen hingga bertujuan untuk mendapatkan hasil yang akurat pada jumlah elemen tertentu. Pada uji konvergensi ini suatu kasus dimodelkan dengan jumlah elemen yang beragam. Semakin tinggi jumlah elemen yang digunakan, maka hasil yang didapatkan akan semakin akurat. Jika jumlah elemen yang digunakan terlalu tinggi, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan analisis juga semakin lama. Berikut hasil pemilihan ukuran elemen tiap analisa yang ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Uji Konvergensi Mesh

Iterasi	Ukuran Meshing (mm)	Max. Stress (Mpa)
1	1150	1.70
2	1100	1.78
3	1050	1.82
4	1000	1.85

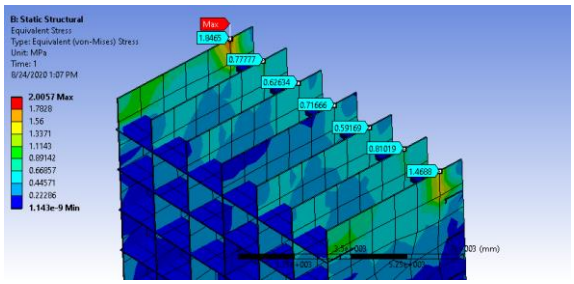
Dari hasil konvergensi tersebut didapatkan kesimplan bahwa nilai tegangan maksimal semakin meningkat dengan selisih yang semakin sedikit, maka ukuran meshing yang akan dipakai pada simulasi ke empat model yang ada yaitu ukuran meshing 1000 mm.

3.3. Penentuan Kondisi Batas

Connection pada model diterapkan sebagai definisi koneksi antar geometri pada konstruksi. Koneksi yang digunakan merupakan automatic contact yang mana secara otomatis program mendefinisikan koneksi berupa bonded pada model konstruksi.

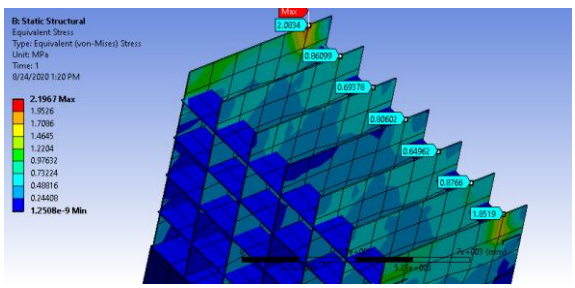
3.4. Hasil Analisa Tegangan

3.4.1. Beban 105 Ton



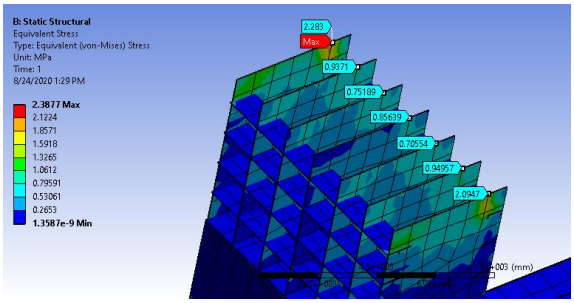
Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,0057 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 sampai frame 59, berupa tegangan tersebut sebesar 2,0057 MPa pada frame 53, 0,716 MPa pada frame 56 dan 1,468 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 105 Ton terjadi pada frame 53.

3.4.2. Beban 115 Ton



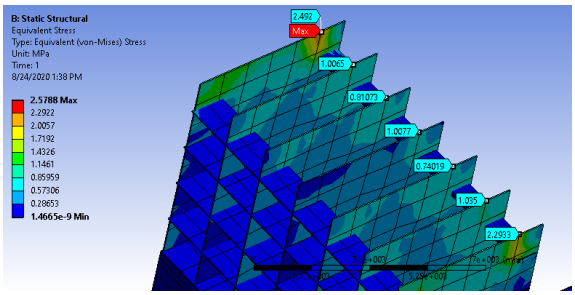
Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,1967 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 sampai frame 59, berupa tegangan sebesar 2,1967 MPa pada frame 53, 0,806 MPa pada frame 56 dan 1,851 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 115 Ton terjadi pada frame 53.

3.4.3. Beban 125 Ton



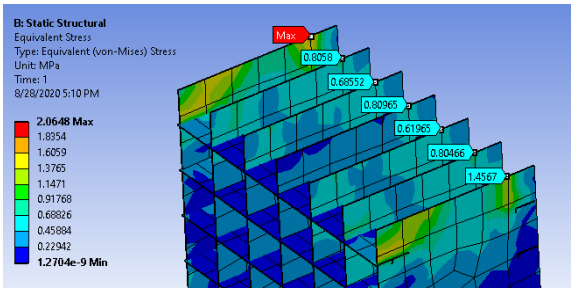
Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,387 MPa. Dan berengaruh pada frame 53 sampai frame 59, berupa tegangan sebesar 2,387 MPa pada frame 53, 0,856 MPa pada frame 56 dan 2,094 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 125 Ton terjadi pada frame 53.

3.4.4. Beban 135 Ton



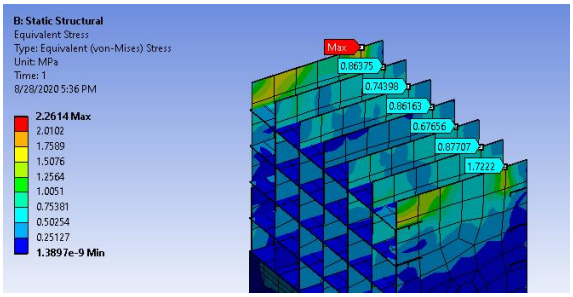
Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,578 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 sampai frame 59, brupa tegangan sebesar 2,578 MPa pada frame 53, 1,0077 MPa pada frame 56 dan 2,293 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 135 Ton terjadi pada frame 53.

3.4.5. Beban 105 Ton Sudut Beban 5 Derajat



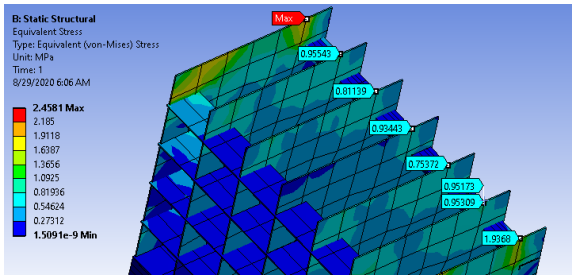
Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,0648 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 sampai frame 59, berupa tegangan sebesar 2,0648 MPa pada frame 53, 0,8096 MPa pada frame 56 dan 1,456 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 105 Ton dan dalam keadaan sudut beban 5° terjadi pada frame 53.

3.4.6. Beban 115 Ton Sudut Beban 5 Derajat



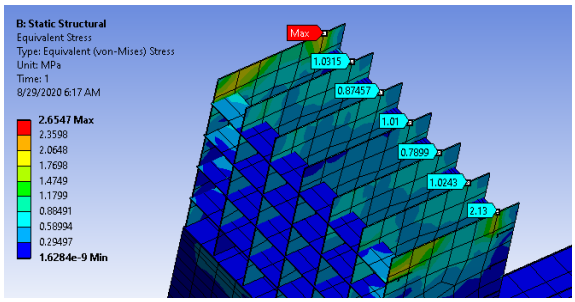
Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,261 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 hingga frame 59, berupa tegangan sebesar 2,261 MPa pada frame 53, 0,862 MPa pada frame 56 dan 1,722 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 115 Ton dan dalam keadaan sudut beban 5° terjadi pada frame 53.

3.4.7. Beban 125 Ton Sudut Beban 5 Derajat



Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,458 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 hingga frame 59, berupa tegangan sebesar 2,458 MPa pada frame 53, 0,934 MPa pada frame 56 dan 1,936 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 125 Ton dan dalam keadaan sudut beban 5° terjadi pada frame 53.

3.4.8. Beban 135 Ton Sudut Beban 5 Derajat



Nilai equivalent stress yang dihasilkan adalah 2,654 MPa. Dan berpengaruh pada frame 53 hingga frame 59, berupa tegangan sebesar 2,654 MPa pada frame 53, 1,01 MPa pada frame 56 dan 2,13 MPa pada frame 59. Tegangan maksimum untuk beban 135 Ton dan dalam keadaan sudut beban 5° terjadi pada frame 53.

IV. KESIMPULAN

a. Dengan menggunakan beban sebesar 135 Ton dan dalam keaadan sudut beban 5° didapat nilai tegangan maksimum sebesar 2,654 MPa dimana nilai tersebut masih di bawah nilai tegangan ijin.
b. Dengan menggunakan beban sebesar 135 Ton dan dalam keaadan sudut beban 5° adalah 2,654 MPa. Beban 135 Ton yang digunakan memberikan pengaruh pada frame 53 hingga frame 59. Pengaruh tersebut berupa tegangan sebesar 2,654 MPa pada frame 53, 1,01 MPa pada frame 56 dan 2,13 MPa pada frame 59.
c. Beban maksimum yang dapat ditumpu oleh geladak kapal adalah sebesar 135 Ton dalam keaadan sudut beban 5°.
d. Dengan menggunakan beban sebesar 135 Ton dalam keaadan sudut beban 5°, konstruksi geladak kapal masih mampu untuk menahan beban maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

Biro Klasifikasi Indonesia. (2018). Rules for Classification and Construction of Seagoing Steel Ships. Rules for Hull, Vol. II. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.

Budianto. dan Asmara, I Putu S.. (2016). Analisa Deck Crane pada Kapal Tol Laut Nusantara. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Frick, Ir. Heinz. (1978). Mekanika Teknik 1. Semarang: Kanisius

Jatmiko, S., Saptadi. (2011). Analisa Kekuatan Deck Tongkang Muatan Tiang Pancang 750 DWT dengan Software Berbasis Metode Elemen Hingga. KAPAL, Vol. 8 No. 1. Universitas Diponegoro, Semarang.

Simscale.com. (2020). Convergence Finite Element Analysis. https://www.simscale.com/blog/2017/01/convergence-finite-element-analysis/