



**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE
BARGE TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN
HYDRAULIC CRANE DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

MUHAMMAD AYSAR SANTOSO

2110313062

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2025



**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE
BARGE TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN
HYDRAULIC CRANE DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

MUHAMMAD AYSAR SANTOSO

2110313062

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Aysar Santoso

NIM : 2110313062

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE
BARGE TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN *HYDRAULIC CRANE* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Amir Marassabessy ST. MT.
Penguji Utama



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan ST. MT.
Penguji Lembaga



Dr. Wiwin Sulistyawati ST. MT.
Penguji I (Pembimbing)



Dr. Muchamad Oktaviandri ST., MT.
IPM., ASEAN.Eng
Plt. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati ST., MT.
Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Depok
Tanggal Ujian : 03-07-2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE BARGE
TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN *HYDRAULIC CRANE*
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Disusun Oleh:

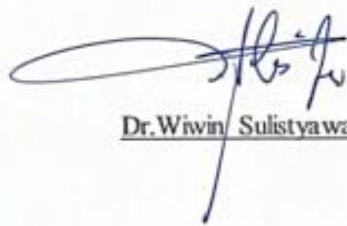
Muhammad Aysar Santoso

2110313062

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



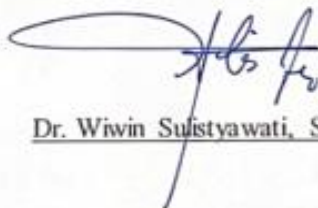
Dr. Wiwin Sulistyawati ST. MT



17/07-25

Ir. Amir Marassabessy ST. MT.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua *Sumber* yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Aysar Santoso

NIM : 2110313062

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Depok, 03 Juli 2025

Yang menyatakan,



Muhammad Aysar Santoso

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Muhammad Aysar Santoso

Nim : 2110313062

Fakultas : Teknik

Program studi : S-1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

" ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE BARGE TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN *HYDRAULIC CRANE* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA "

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 03 Juli 2025

Yang menyatakan



Muhammad Aysar Santoso

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE BARGE TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN *HYDRAULIC CRANE* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Muhammad Aysar Santoso

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan struktur dek kapal *crane barge* terhadap pembebanan dari dua jenis crane, yaitu *Knuckle Boom Crane* dan *Hydraulic Crane*. Evaluasi dilakukan menggunakan metode numerik *Finite Element Method (FEM)* dengan bantuan perangkat lunak *Maxsurf Multiframe*. Fokus utama penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jenis crane, variasi posisi boom crane (radius kerja), dan ketebalan pelat dek terhadap distribusi tegangan serta momen lentur pada struktur dek. Model struktur yang digunakan mengacu pada desain aktual *crane barge* dari PT Baramulti, dengan parameter dimensi yang telah disesuaikan dengan batasan versi perangkat lunak. Pembebanan dilakukan secara bertahap dengan skenario beban 0 ton hingga 30 ton, dan hasil dianalisis berdasarkan batas tegangan izin sesuai standar Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), dan Registro Italiano Navale (RINA). Hasil simulasi menunjukkan bahwa *crane* dengan kapasitas angkat besar seperti *Knuckle Boom Crane 60T* menghasilkan tegangan yang melampaui batas aman BKI, dan RINA. Namun, setelah dilakukan penguatan struktur melalui penambahan *stiffener*, peningkatan ketebalan plat dek, dan perubahan material menjadi AH36, tegangan maksimum dapat ditekan hingga $\pm 26\%$ dan struktur kembali berada dalam batas aman untuk pembebanan hingga 20 ton. Penelitian ini menegaskan pentingnya desain struktural yang memperhitungkan jenis *crane*, pembebanan aktual, serta spesifikasi material guna menjamin keselamatan operasi *crane barge*.

Kata kunci: Crane Barge, *Knuckle Boom Crane*, *Hydraulic Crane*, FEM, Tegangan Izin, Rules BKI, dan RINA.

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CRANE BARGE DECK STRUCTURAL INTEGRITY UNDER KNUCKLE BOOM AND HYDRAULIC CRANE LOADS

Muhammad Aysar Santoso

ABSTRACT

This study aims to evaluate the structural strength of the crane barge deck under loading from two types of cranes: Knuckle Boom Crane and Hydraulic Crane. The evaluation was carried out using the numerical Finite Element Method (FEM) with the aid of Maxsurf Multiframe software. The main focus of this research is to analyze the influence of crane type, variation in boom position (working radius), and deck plate thickness on stress distribution and bending moment within the deck structure. The structural model refers to the actual design of the crane barge from PT Baramulti, with dimensional parameters adjusted according to the limitations of the software version. The loading was applied incrementally, ranging from 0 to 30 tons, and the results were analyzed based on the allowable stress limits according to the standards of Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) and Registro Italiano Navale (RINA). Simulation results showed that high-lifting-capacity cranes such as the 60T Knuckle Boom Crane generated stress that exceeded the safety limits set by BKI and RINA. However, after structural reinforcements were applied—such as the addition of stiffeners, increased deck plate thickness, and the use of AH36 material—the maximum stress was reduced by approximately 26%, bringing the structure back within safe limits for loads up to 20 tons. This study emphasizes the importance of structural design that considers crane type, actual loading conditions, and material specifications to ensure the safe operation of crane barges.

Keywords: *Crane Barge, Knuckle Boom Crane, Hydraulic Crane, FEM, Allowable Stress, BKI and RINA Rules.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DECK KAPAL CRANE BARGE TERHADAP BEBAN *KNUCKLE BOOM CRANE* DAN *HYDRAULIC CRANE* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA” yang mana skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Keluarga penulis atas segala dukungan yang telah dicurahkan sehingga penulis bisa sampai pada titik ini.
3. Saudara dan saudara Maritim terutama Maritim 2021 yang senantiasa beriringan dalam suka dan duka, semoga seluruh pahit dan manisnya membekas.
4. Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada Moii atas cinta, kesabaran, dan dukungan yang tak ternilai selama proses penyusunan skripsi ini. Kehadiranmu menjadi sumber semangat dan ketenangan dalam setiap langkah perjuangan ini.
5. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis. Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi penyajian materi maupun sistematika penulisan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima segala kritik dan saran konstruktif guna perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis mengucapkan *Alhamdulillah*, berharap semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya. Semoga skripsi ini dapat memberikan

manfaat, memperluas wawasan, serta menjadi *Sumber* referensi dan informasi yang berguna, khususnya dalam bidang Teknik Perkapalan.

Depok, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Struktur <i>Deck Crane Barge</i>	6
2.2 Penjelasan Komponen Utama <i>Crane Barge</i>	7
2.2.1 <i>Knuckle Boom Crane</i>	7
2.2.2 <i>Hydraulic Crane</i>	7
2.3 Pengaruh Variasi Ketebalan Plat.....	8
2.4 <i>Finite Element Method (FEM)</i>	9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Diagram Alir Penelitian	10
3.2 Identifikasi Masalah Dan Perumusan Masalah	11
3.3 Studi Literatur	11
3.4 Variasi Model <i>Crane</i>	12
3.4.1 <i>Knuckle Boom Crane</i>	12
3.4.2 <i>Hydraulic Crane</i>	16
3.5 Data Kapal.....	17

3.6	Permodelan Crane Barge.....	18
3.7	Validasi Model.....	20
3.8	Variasi Penelitian	22
3.8.1	Variasi Jenis <i>Crane</i>	22
3.8.2	Variasi Beban Angkat <i>Crane</i>	22
3.9	Simulasi <i>Finite Element Method</i> (FEM) menggunakan Maxsurf Multi Frame.....	22
3.9.1	<i>Setup</i> analisis pada <i>software</i> Maxsurf Multi Frame.....	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil Momen Lentur (Mz) Akibat Pembebanan <i>Crane</i>	25
4.1.1	Momen Lentur <i>Crane</i> FCC-CBG 45(45)/32 Penambahan Beban 0 TON	25
4.1.2	Momen Lentur <i>Crane</i> FCC-CBG 45(45)/32 Penambahan Beban 10 TON	26
4.1.3	Momen Lentur <i>Crane</i> FCC-CBG 45(45)/32 Penambahan Beban 20 TON	26
4.1.4	Momen Lentur <i>Crane</i> FCC-CBG 45(45)/32 Penambahan Beban 30 TON	27
4.1.5	Momen Lentur <i>Crane Knuckle Boom Crane</i> 55T Penambahan Beban 0 TON	28
4.1.6	Momen Lentur <i>Crane Knuckle Boom Crane</i> 55T Penambahan Beban 10 TON	29
4.1.7	Momen Lentur <i>Knuckle Boom Crane</i> 55T Penambahan Beban 20 TON	29
4.1.8	Momen Lentur <i>Knuckle Boom Crane</i> 55T Penambahan Beban 30 TON	30
4.1.9	Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Penambahan Beban 0 TON.....	31
4.1.10	Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Penambahan Beban 10 TON.....	32
4.1.11	Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Penambahan Beban 20 TON	32
4.1.12	Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Penambahan Beban 30 TON.....	33
4.1.13	Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Setelah Penambahan Kontruksi Penambahan Beban 30 TON.....	35
4.2	Evaluasi Tegangan Maksimum Terhadap Batas Aman Menurut BKI Dan RINA	38
4.3	Efektivitas Penguatan Struktur <i>Deck</i>	40

BAB 5 PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Knuckle Boom Crane 55 Ton	13
Tabel 3.2 Data Hydraulic Crane 60 TON	15
Tabel 3.3 Spesifikasi Teknis Liebherr FCC-CBG 45(45)/32 Litronic	16
Tabel 4.1 Momen Lentur Crane FCC-CBG 45(45)/32	28
Tabel 4.2 Momen Lentur Crane Knuckle Boom Crane 55T	31
Tabel 4.3 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane 60 TON</i>	35
Tabel 4.4 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane 60 TON</i>	36
Tabel 4.5 Perbandingan nilai dari ketiga jenis crane	37
Tabel 4.6 Perbandingan Tegangan terhadap Batas Izin BKI,dan RINA	43
Tabel 4.7 Efektivitas Penguatfan Struktur Deck	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Knuckle-Boom-Crane Pada Jangkauan Yang Lebih Tinggi	7
Gambar 2.2 Hydraulic Crane.....	8
Gambar 3.1 Flow Chart	10
Gambar 3.5 Rencana Umum <i>Crane Barge</i> (Sumber: PT. Baramulti).....	18
Gambar 3.6 Permodelan <i>Crane Barge</i>	19
Gambar 3.7 Model Yang Sudah Di Input Patch Material	19
Gambar 3.8 sebagai tumpuan tetap (fixed support) dan tumpuan sendi (pinned support)	20
Gambar 3.9 Pembebanan bertahap pada deck menggunakan gaya crane	22
Gambar 3.10 pengaturan beban	23
Gambar 4.1 Momen Lentur <i>Crane FCC-CBG 45(45)/32</i> Penambahan Beban 0 TON	25
Gambar 4.2 Momen Lentur <i>Crane FCC-CBG 45(45)/32</i> Penambahan Beban 10 TON	26
Gambar 4.3 Momen Lentur <i>Crane FCC-CBG 45(45)/32</i> Penambahan Beban 20 TON	26
Gambar 4.4 Momen Lentur <i>Crane FCC-CBG 45(45)/32</i> Penambahan Beban 30 TON	27
Gambar 4.5 Momen Lentur <i>Knuckle Boom Crane 55T</i> Penambahan Beban 0 TON	29
Gambar 4.6 Momen Lentur <i>Knuckle Boom Crane 55T</i> Penambahan Beban 10 TON	29
Gambar 4.7 Momen Lentur <i>Knuckle Boom Crane 55T</i> Penambahan Beban 20 TON	30
Gambar 4.8 Momen Lentur <i>Knuckle Boom Crane 55T</i> Penambahan Beban 30 TON	30
Gambar 4.9 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane 60 TON</i> Penambahan Beban 0 TON	32
Gambar 4.10 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane 60 TON</i> Penambahan Beban 10 TON	32

Gambar 4.11 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Penambahan Beban 20 TON	33
Gambar 4.12 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Penambahan Beban 30 TON	34
Gambar 4.13 Momen Lentur <i>Hydraulic Crane</i> 60 TON Setelah Penambahan Konstruksi pada Beban 30 TON	35
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Tiga Jenis <i>Crane</i>	38