



**OPTIMASI DESAIN *BOX GIRDER* PADA *OVERHEAD*
CRANE KAPASITAS ANGKUT 10 TON DENGAN
PENDEKATAN SIMULASI**

SKRIPSI

MUHAMMAD REVKA PAHLEVI

2010311099

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025



**OPTIMASI DESAIN *BOX GIRDER* PADA *OVERHEAD*
CRANE KAPASITAS ANGKUT 10 TON DENGAN
PENDEKATAN SIMULASI**

SKRIPSI

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

MUHAMMAD REVKA PAHLEVI

2010311099

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

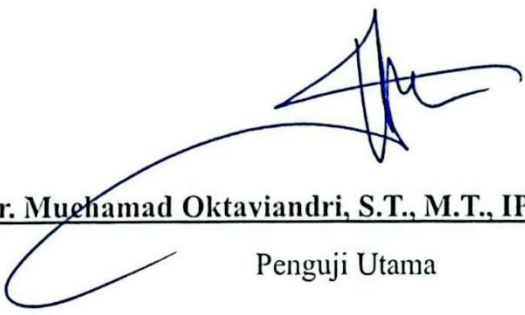
2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Revka Pahlevi
NIM : 2010311099
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN BOX GIRDER PADA
OVERHEAD CRANE KAPASITAS ANGKUT 10
TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

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



(Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng)

Penguji Utama



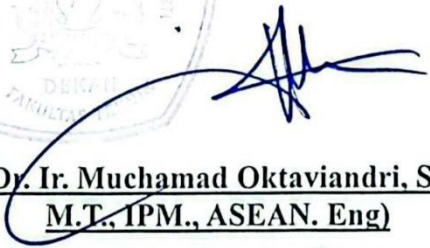
(Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T.)

Penguji Lembaga



(Sigit Pradana, S.T., M.T.)

Penguji III (Pembimbing)



(Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN. Eng)

Plt. Dekan Fakultas Teknik



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 29 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Revka Pahlevi

NIM : 2010311099

Program Studi : S1 Teknik Mesin

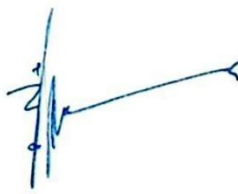
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN BOX GIRDER PADA
OVERHEAD CRANE KAPASITAS ANGKUT 10
TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai dengan arahan yang diberikan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Menyetujui



(Sigit Pradana, S.T., M.T.)
Dosen Pembimbing I



(Fitri Wahyuni, S.Si., M.Eng)
Dosen Pembimbing II

Mengetahui



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)
Kepala Program Studi Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Revka Pahlevi

NIM : 2010311099

Program Studi : S1 Teknik Mesin

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

Jakarta, 1 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Muhammad Revka Pahlevi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Revka Pahlevi

NIM : 2010311099

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

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

“OPTIMASI DESAIN *BOOM* PADA *EXCAVATOR* KAPASITAS 7,5 TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI 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 Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 1 Agustus 2025



Yang Menyatakan,
Muhammad Revka Pahlevi

OPTIMASI DESAIN BOX *GIRDER* PADA *OVERHEAD CRANE* KAPASITAS ANGKUT 10 TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

Muhammad Revka Pahlevi

ABSTRAK

Girder merupakan komponen utama pada *overhead crane* yang sangat penting dalam proses pengangkatan dan pemindahan material di industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi desain box *girder* pada *overhead crane* kapasitas 10 ton melalui simulasi menggunakan metode elemen hingga (FEM). Optimasi dilakukan untuk mendapatkan desain *girder* yang lebih ringan tanpa mengurangi kekuatan struktur. Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak *ansys workbench* dengan membandingkan performa struktur pada desain eksisting berbahan ASTM A36 serta dua kondisi desain, yaitu dengan dan tanpa *stiffener*. Proses analisis mencakup evaluasi tegangan maksimum, defleksi, faktor keamanan, dan frekuensi alami struktur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain optimasi mampu mengurangi massa *girder* sebesar 35% dibandingkan kedua model awal, menjaga nilai faktor keamanan dalam batas aman, serta memenuhi karakteristik frekuensi alami di atas frekuensi kerja sebesar 15 Hz dengan batas defleksi yang aman. Desain *girder* optimasi dengan *stiffener* menjadi desain paling optimal karena memiliki bobot lebih ringan, tegangan aman, dan karakteristik dinamis yang baik.

Kata Kunci: *Girder*, *Overhead Crane*, Optimasi Desain, Simulasi, *FEM*.

OPTIMIZATION OF BOX GIRDER DESIGN ON 10-TON CAPACITY OVERHEAD CRANE USING SIMULATION APPROACH

Muhammad Revka Pahlevi

ABSTRACT

The girder is a critical component of overhead cranes, essential for lifting and moving materials in industrial applications. This study aims to optimize the design of a box girder for a 10-ton overhead crane using finite element method (FEM) simulations. The optimization seeks to reduce the girder's weight without compromising structural integrity. Simulations were performed using ansys workbench software, comparing the structural performance of the existing astm a36 girder design in two configurations: with and without stiffeners. The analysis process included evaluating maximum stress, deflection, safety factors, and natural frequencies. Simulation results indicated that the optimized design successfully reduced the girder mass by 35% compared to the initial models while maintaining safe safety factor limits and achieving natural frequencies above the operational frequency of 15 hz with acceptable deflection limits. The optimized girder design with stiffeners emerged as the best solution due to its lighter weight, safe stress distribution, and favorable dynamic characteristics.

Keywords: Girder, Overhead Crane, Design Optimization, Simulation, FEM.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis telah menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu. Adapun penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa skripsi ini pun tak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa puji syukur dan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Ayahanda Winardi dan Ibunda Retno Wulansari serta saudara – saudara yang senantiasa memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
3. Bapak Sigit Pradana, S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang sudah membantu penulis dalam penulisan skripsi.
4. Ibu Fitri Wahyuni, S.Si., M.Eng selaku pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
5. Shofina Avrillia Putri yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Srikandi sahabat-sahabat penulis dari komplek tempat tinggal yang sudah sangat membantu secara moril dan non moril dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Teruntuk sahabat Teknik Mesin Angkatan 2020 seperjuangan yang lulus 5 tahun, Dhafin, Evan, Bhanu, Furqon, Zahran, Rizki terima kasih setulusnya yang sudah menemani penulis untuk berjuang bersama mengerjakan skripsi. *Proud of us and Proud of you.*
8. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan juga doa guna kelancaran penyelesaian skripsi ini.

Dengan rendah hati penulis pun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Overhead Crane</i>	6
2.2.1 Komponen-Komponen Utama Overhead Crane.....	7
2.2.2 <i>Girder</i>	8

2.2.3 <i>Stiffener</i>	9
2.2.4 Diafragma	9
2.3 Metode Elemen Hingga	10
2.3.1 Tipe Elemen.....	11
2.3.2 Uji Konvergensi	11
2.4 Analisis Statik.....	12
2.4.1 Tegangan	12
2.4.2 Defleksi	13
2.4.3 Sifat Material	16
2.4.4 Momen Inersia.....	17
2.5 Faktor Keamanan.....	18
2.6 Getaran Mekanik	19
2.6.1 <i>Modal Analysis</i>	21
2.7 Optimasi.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Diagram Penelitian	22
3.2 Studi Literatur	23
3.3 Variasi Penelitian	23
3.4 Data Spesifikasi <i>Overhead Crane</i>	23
3.5 Model <i>Overhead Crane Box Girder</i>	24
3.6 Besar Dan Arah Gaya	25
3.6.1 Stopping Criteria.....	26
3.7 Simulasi Metode Elemen Hingga	27
3.8 Optimasi Desain <i>Girder</i>	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Perhitungan Gaya Pada <i>Girder</i>	29

4.1.1 Beban Terdistribusi Merata.....	30
4.1.2 Beban Titik Tengah.....	30
4.2 Pemodelan Simulasi.....	30
4.2.1 Input Data Material.....	31
4.2.2 Tahap <i>Meshing</i>	32
4.2.3 Kondisi Batas	32
4.2.4 Uji Konvergen	34
4.3 Hasil Pengujian <i>Girder</i> Dengan Metode Elemen Hingga	36
4.3.1 Desain <i>Girder</i> Tanpa <i>Stiffener</i>	37
4.3.2 Desain <i>Girder</i> Dengan <i>Stiffener</i>	40
4.3.3 Optimasi Desain.....	44
4.4 Rekapitulasi Hasil Simulasi.....	49
4.4.1 Rekapitulasi Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i>	49
4.4.2 Rekapitulasi Hasil Simulasi Deformasi	51
4.4.3 Rekapitulasi Hasil Simulasi <i>Safety Factor</i>	52
4.4.4 Rekapitulasi Hasil Simulasi Massa <i>Girder</i>	53
4.4.5 Nilai Natural Frekuensi Optimasi Desain <i>Girder</i>	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Overhead crane Single Girder dengan SWL 10 Ton.....	7
Gambar 2. 2	Bagian-Bagian Utama Overhead Crane.....	8
Gambar 2. 3	Cross Section Box dari Girder	9
Gambar 2. 4	Model Diafragma Dari Tampak Dalam Box Girder	10
Gambar 2. 5	Bentuk-Bentuk Elemen.....	11
Gambar 2. 6	Balok Kondisi Terjepit Distribusi Beban	14
Gambar 2. 7	Balok Dalam Kondisi Terjepit Dengan Beban Terdistribusi.....	15
Gambar 2. 8	Balok Kondisi Terjepit Beban Terpaut & Titik Tertentu.....	15
Gambar 3. 1	Diagram Penelitian.....	22
Gambar 3. 2	Model Girder Tanpa Stiffener & Dengan Stiffener.....	24
Gambar 3. 3	Model Dimensi Girder	25
Gambar 3. 4	Gaya berat terdistribusi & Gaya berat pada titik Tengah.....	26
Gambar 3. 5	Diagram Simulasi.....	27
Gambar 4. 1	Tampilan Ansys Workbench	31
Gambar 4. 2	Engineering Data Resources	31
Gambar 4. 3	Mesh Control	32
Gambar 4. 4	Hasil Meshing Ukuran 17 Mm	32
Gambar 4. 5	Kondisi Batas Simulasi Girder.....	33
Gambar 4. 6	Penempatan Gaya Yang Terdistribusi	33
Gambar 4. 7	Penempatan Gaya Yang Terpusat.....	34
Gambar 4. 8	Hasil Uji Konvergen model midspan dengan sizing 17 mm	35
Gambar 4. 9	Hasil Uji Konvergen Model UDL dengan sizing 17 mm	36
Gambar 4. 10	Dimensi dan Bobot Girder Tanpa Stiffener	37
Gambar 4.11	Tegangan Maksimum Girder Tanpa Stiffener	37
Gambar 4. 12	Total Deformasi Tanpa Stiffener Beban Terdistribusi.....	38
Gambar 4. 13	Safety Factor Tanpa Stiffener Terdistribusi	38
Gambar 4. 14	Tegangan Maksimum Tanpa Stiffener Titik Tengah	39
Gambar 4. 15	Deformasi Tanpa Stiffener Titik Tengah.....	39
Gambar 4. 16	Safety Factor Tanpa Stiffener Titik Tengah	40
Gambar 4. 17	Tegangan Maksimum Stiffener Terdistribusi.....	41
Gambar 4. 18	Deformasi Stiffener Terdistribusi.....	41

Gambar 4. 19	Safety Factor Stiffener Terdistribusi	42
Gambar 4. 20	Tegangan Maksimum Stiffener Titik Tengah.....	43
Gambar 4. 21	Deformasi Stiffener Titik Tengah.....	43
Gambar 4. 22	Safety Factor Stiffener Titik Tengah	44
Gambar 4. 23	Penentuan Zona Optimasi Structural Optimazation	45
Gambar 4. 24	Desain Optimasi.....	46
Gambar 4. 25	Bobot Desain Setelah Dioptimasi	46
Gambar 4. 26	Hasil Simulasi Tegangan Maksimum Desain Optimasi.....	47
Gambar 4. 27	Hasil Simulasi Deformasi Desain Optimasi	47
Gambar 4. 28	Hasil Simulasi Safety Factor Desain Optimasi.....	48
Gambar 4. 29	Hasil Simulasi Natural Frekuensi Desain Optimasi.....	49
Gambar 4. 30	Grafik Tegangan Von Mises	50
Gambar 4. 31	Grafik Hasil Deformasi.....	51
Gambar 4. 32	Grafik Hasil Safety Factor	53
Gambar 4. 33	Grafik Hasil Perhitungan Massa	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Material ASTM A36.....	16
Tabel 2. 2 Rekomendasi Umum Faktor Keamanan.....	19
Tabel 3. 1 Data Variasi Penelitian.....	23
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Overhead Crane</i>	24
Tabel 3. 3 Data Spesifikasi Dimensi <i>Girder</i>	25
Tabel 4. 1 Tabel Beban Yang Diketahui Pada <i>Girder</i>	29
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Tegangan <i>Von Mises</i>	49
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Deformasi	51
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil <i>Safety Factor</i>	52
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Massa <i>Girder</i>	53