



**OPTIMASI DESAIN *BOOM* PADA *EXCAVATOR* KAPASITAS
7,5 TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

EVAN HADI AR-RAFI

2010311084

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2025**



**OPTIMASI DESAIN *BOOM* PADA *EXCAVATOR* KAPASITAS
7,5 TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

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

EVAN HADI AR-RAFI

2010311084

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

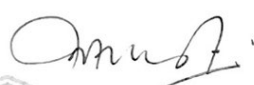
Skripsi diajukan oleh:

Nama : Evan Hadi Ar-Rafi
NIM : 2010311084
Program Studi : SI Teknik Mesin
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN *BOOM* PADA *EXCAVATOR*
KAPASITAS 7,5 TON DENGAN PENDEKATAN
SIMULASI 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 Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.


(Budhi Martana, S.T., M.M.)

Penguji Utama


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

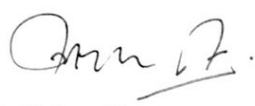
Penguji Lembaga


(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 : Evan Hadi Ar-Rafi

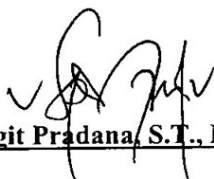
NIM : 2010311084

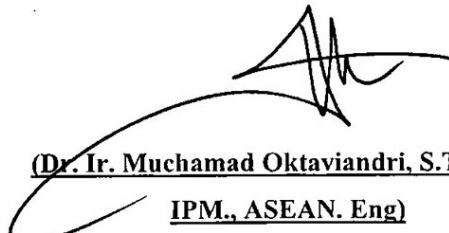
Program Studi : SI Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN *BOOM* PADA *EXCAVATOR*
KAPASITAS 7,5 TON DENGAN PENDEKATAN
SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA

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


(Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T.,
IPM., ASEAN. 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 : Evan Hadi Ar-Rafi

NIM : 2010311084

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



Evan Hadi Ar-Rafi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Evan Hadi Ar-Rafi
NIM : 2010311084
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,
Evan Hadi Ar-Rafi

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Optimasi Desain *Boom* Pada *Excavator* Kapasitas 7,5 Ton Dengan Pendekatan Simulasi Metode Elemen Hingga” dengan baik dan tepat waktu. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu dikarenakan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu.
2. Ayahanda R. Hadi Aprijanto dan Ibunda Evy Dewi Utami yang senantiasa memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
3. Kakak penulis Annisa Dievy Nafilah dan abang penulis Muhammad Hadivito yang selalu memberikan dukungan serta doa.
4. Aleesya Putri Amatica anak dari Annisa Dievy Nafilah dan Darrel Hadi Arshaka Davi anak dari Muhammad Hadivito yang senantiasa memberikan kebahagiaan kepada penulis.
5. Bapak Ir. Mohammad Galbi, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama menjalani masa perkuliahan.
6. Bapak Sigit Pradana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah membantu penulis dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng selaku pembimbing II yang telah membantu memperbaiki penulisan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku

Kepala Prodi Teknik Mesin, beserta segenap dosen serta karyawan Fakultas Teknik yang bersedia membagi pengetahuan, pengalaman, dan kesan yang indah selama masa perkuliahan kepada penulis.

9. Nugi Ridwan Aziz yang telah memberikan dukungan moril dan membantu proses pembelajaran dan diskusi dalam mengerjakan skripsi ini.
10. Apis, Faisal, Batam dan Sherza yang merupakan bagian dari komunitas olahraga sekaligus founder Sexy Hours bersama penulis yang turut menemani penulis di masa terpuruknya dan memberikan dukungan kepada penulis bukan hanya dari segi mental namun juga membuat badan penulis menjadi lebih sehat dan kuat.
11. Balad, Parhin, Bang Adam, dan Mas Adi yang memberikan dukungan serta menambah kebahagiaan kepada penulis.
12. Dhafin, Revka, Bhanu, Furqon, Zahran dan Rizki sahabat penulis yang telah berjuang bersama untuk menyelesaikan skripsi ini (wisuda kita gess) terima kasih setulusnya kepada kalian, kalian luar biasa
13. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan juga doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini. .
14. Arviya Ika Mutiara Putri wanita luar biasa yang selalu mendampingi penulis serta tidak ada bosan dan lelahnya mengingatkan dan menyemangati penulis untuk menyelesaikan skripsi.
15. *Last but not least to myself*, maaf dan terima kasih. Pesan saya untuk diri saya dimasa depan ”jangan hidup diatas penyesalan”

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. 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, Juli 2025

Penulis

OPTIMASI DESAIN BOOM PADA EKSKAVATOR KAPASITAS 7,5 TON DENGAN PENDEKATAN SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA

Evan Hadi Ar-Rafi

ABSTRAK

Boom merupakan salah satu komponen utama pada ekskavator yang memiliki peran penting dalam proses penggalian dan pengangkutan material. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi desain *boom* ekskavator kelas 7,5 ton dengan pendekatan simulasi metode elemen hingga. Optimasi dilakukan untuk mendapatkan desain *boom* yang lebih ringan tanpa mengurangi kekuatan struktur. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS dengan membandingkan performa struktur pada desain yang sudah ada berbahan Q345B dan dua material alternatif, yaitu S700MC dan HARDOX 400. Proses analisis melibatkan evaluasi tegangan maksimum, deformasi, faktor keamanan, dan frekuensi natural. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain optimasi mampu menurunkan massa *boom* lebih dari 10% dengan tetap memenuhi batas faktor keamanan dan frekuensi natural di atas 15 Hz. Desain *boom* optimasi dengan material HARDOX 400 menjadi desain paling optimal karena menghasilkan massa paling rendah, tegangan aman, dan karakteristik dinamis yang baik.

Kata Kunci: boom ekskavator, optimasi desain, metode elemen hingga, penurunan massa, faktor keamanan.

OPTIMIZATION OF BOOM DESIGN ON A 7.5-TON EXCAVATOR USING FINITE ELEMENT METHOD SIMULATION APPROACH

Evan Hadi Ar-Rafi

ABSTRACT

The boom is one of the main components of an excavator, playing a crucial role in digging and material handling operations. This study aims to optimize the boom design of a 7.5-ton class excavator using a finite element method simulation approach. The optimization was conducted to obtain a lighter boom design without compromising structural strength. Simulations were carried out using ANSYS by comparing the structural performance of the existing design made of Q345B with two alternative materials, namely S700MC and HARDOX 400. The analysis involved evaluating maximum stress, displacement, safety factor, and natural frequency. The simulation results show that the optimized design can reduce the boom's mass by more than 10% while still meeting the required safety factor and maintaining a natural frequency above 15 Hz. The optimized boom design using HARDOX 400 material proved to be the most optimal, as it resulted in the lowest mass, acceptable stress levels, and favorable dynamic characteristics.

Keywords: *excavator boom, design optimization, finite element method, mass reduction, safety factor.*

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.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
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.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian terdahulu	5
2.2 <i>Hydraulic Excavator</i>	7
2.2.1 Bagian-Bagian <i>Excavator</i>	7
2.2.2 <i>Excavator</i> Kelas 7,5 Ton	9
2.3 <i>Boom</i>	10
2.4 Pembebanan.....	12
2.4.1 Pembebanan <i>Boom Excavator</i>	13
2.5 Analisis Statik.....	14
2.5.1 Tegangan.....	14
2.5.2 Regangan	15
2.5.2 Kekuatan Luluh Material	15
2.5.3 Faktor Keamanan.....	16

2.6 Analisis Dinamis	17
2.6.1 Modal Analisis.....	17
2.7 Diagram Benda Bebas	18
2.8 Teori Kegagalan	18
2.9 <i>Computer Aided Design</i> (CAD)	20
2.10 <i>Finite Element Method</i> (FEM)	21
2.10.1 Tipe Elemen.....	22
2.10.2 <i>Meshing</i>	23
2.11 Optimasi Topologi.....	24
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir.....	25
3.1.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.1.2 Diagram Alir Simulasi	26
3.2 Studi Literatur.....	26
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Variasi Penelitian	27
3.5 Pemilihan Material	28
3.5.1 <i>Material Existing</i>	28
3.5.2 Material Optimasi	28
3.6 Pemodelan Desain <i>Boom Excavator</i>	29
3.7 Menentukan <i>Boundary Condition</i>	29
3.8 Proses Optimasi Desain <i>Boom Excavator</i>	30
3.9 Analisis Desain Optimasi	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Desain <i>Boom Existing</i>	31
4.2 Perhitungan Gaya <i>Boom Excavator</i>	31
4.2.1 Analisis Statik <i>Boom</i> pada Posisi Ketinggian Maksimum	33
4.3 Proses Simulasi.....	38
4.3.1 Memasukan Data Material.....	39
4.3.2 Tahap <i>Meshing</i>	39
4.3.3 <i>Boundary Condition</i>	41
4.4 Hasil Simulasi Desain <i>Boom Existing</i> Material Q345B	42

4.4.1 Hasil Tegangan Maksimum	42
4.4.2 Hasil <i>Displacement</i>	43
4.4.3 Hasil Faktor Keamanan	43
4.4.4 Massa <i>Boom Existing</i> Material Q345B.....	44
4.5 Hasil Simulasi Desain <i>Boom Existing</i> Material S700MC	44
4.5.1 Hasil Tegangan Maksimum	44
4.5.2 Hasil <i>Displacement</i>	45
4.5.3 Hasil Faktor Keamanan	45
4.5.4 Massa <i>Boom Existing</i> Material S700MC.....	46
4.6 Hasil Simulasi Desain <i>Boom Existing</i> Material HARDOX 400	46
4.6.1 Hasil Tegangan Maksimum	46
4.6.2 Hasil <i>Displacement</i>	47
4.6.3 Hasil Faktor Keamanan	48
4.6.4 Massa <i>Boom Existing</i> Material HARDOX 400	48
4.7 Rekapitulasi dan Perbandingan Desain <i>Boom Existing</i>	48
4.8 Optimasi Desain <i>Boom Excavator</i>	51
4.8.1 Desain Hasil Optimasi	52
4.8.2 Hasil Tegangan Maksimum <i>Boom</i> Optimasi	52
4.8.3 Hasil <i>Displacement Boom</i> Optimasi	55
4.8.4 Hasil Faktor Keamanan <i>Boom</i> Optimasi	57
4.8.5 Massa <i>Boom</i> Setelah Optimasi	59
4.9 Rekapitulasi dan Perbandingan Desain <i>Boom Existing</i> dan Desain <i>Boom</i> Optimasi	60
4.10 Nilai <i>Frequency Natural</i> Optimasi Desain <i>Boom</i>	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Hydraulic Excavator</i>	7
Gambar 2.2 <i>Excavator Kelas 7,5 Ton</i>	10
Gambar 2.3 <i>Sany S75 Boom length 3720mm</i>	11
Gambar 2.4 <i>Sany SY75 Boom length 5600mm</i>	11
Gambar 2.5 <i>Beban Terpusat</i>	12
Gambar 2.6 <i>Beban Merata</i>	13
Gambar 2.7 <i>Diagram Tegangan dan Regangan</i>	16
Gambar 2.8 <i>Diagram Benda Bebas</i>	18
Gambar 2.9 <i>Computer Aided Design</i>	21
Gambar 2.10 <i>Model Elemen Hingga</i>	22
Gambar 2.11 <i>Tipe-Tipe Elemen</i>	23
Gambar 2.12 <i>Contoh Hasil Optimasi Topologi</i>	24
Gambar 3.1 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	25
Gambar 3.2 <i>Diagram Alir Simulasi</i>	26
Gambar 3.3 <i>Jangkauan Penggalian Excavator</i>	28
Gambar 4.1 <i>Desain Boom Existing</i>	31
Gambar 4.2 <i>Katalog Excavator Sany SY75C</i>	31
Gambar 4.3 <i>Posisi Bucket</i>	32
Gambar 4.4 <i>Posisi Arm</i>	32
Gambar 4.5 <i>Drawing Excavator Posisi Ketinggian Maksimum</i>	33
Gambar 4.6 <i>Diagram Benda Bebas Posisi Ketinggian Maksimum</i>	33
Gambar 4.7 <i>Engineering Data Resources</i>	39
Gambar 4.8 <i>Hasil Meshing Ukuran 9 mm</i>	40
Gambar 4.9 <i>Uji Konvergen Mesh Terhadap Tegangan Maksimum</i>	40
Gambar 4.10 <i>Boundary Condition</i>	41
Gambar 4.11 <i>Hasil Tegangan Maksimum Boom Existing</i>	42
Gambar 4.12 <i>Hasil Displacement pada Boom Existing</i>	43
Gambar 4.13 <i>Hasil Faktor Keamanan pada Boom Existing</i>	43
Gambar 4.14 <i>Hasil Simulasi Tegangan Maksimum Boom Existing S700MC</i>	44
Gambar 4.15 <i>Hasil Simulasi Displacement Boom Existing S700MC</i>	45
Gambar 4.16 <i>Hasil Simulasi Faktor Keamanan Boom Existing S700MC</i>	45

Gambar 4.17 Hasil Simulasi Tegangan Maksimum <i>Boom Existing</i> HARDOX 400	47
Gambar 4.18 Hasil Simulasi <i>Displacement Boom Existing</i> HARDOX 400	47
Gambar 4.19 Hasil Simulasi Faktor Keamanan <i>Boom Existing</i> HARDOX 400.	48
Gambar 4.20 Perbandingan Tegangan Maksimum <i>Boom Existing</i>	49
Gambar 4.21 Perbandingan <i>Displacement Boom Existing</i>	49
Gambar 4.22 Perbandingan Faktor Keamanan <i>Boom Existing</i>	50
Gambar 4.23 Perbandingan Massa <i>Boom Existing</i>	50
Gambar 4.24 Menentukan Desain Variabel	51
Gambar 4.25 Desain Optimasi	52
Gambar 4.26 Hasil Simulasi Tegangan Maksimum <i>Boom Optimasi</i> ; (a) Q345B, (b) S700MC, (c) HARDOX 400	53
Gambar 4.27 Perbandingan Tegangan Maksimum Desain <i>Boom Optimasi</i>	54
Gambar 4.28 Hasil Simulasi <i>Displacement Boom Optimasi</i> ; (a) Q345B, (b) S700MC, (c) HARDOX 400	56
Gambar 4.29 Perbandingan <i>Displacement</i> Desain <i>Boom Optimasi</i>	56
Gambar 4.30 Hasil Simulasi <i>Safety Factor Boom Optimasi</i> ; (a) Q345B, (b) S700MC, (c) HARDOX 400	58
Gambar 4.31 Perbandingan Faktor Keamanan Desain <i>Boom Optimasi</i>	59
Gambar 4.32 Perbandingan Massa <i>Boom Optimasi</i>	59

DAFTAR TABEL

Table 2.1 <i>Safety Factor</i> berdasarkan tegangan luluh	17
Tabel 3.1 Sudut Penelitian.....	28
Tabel 3.2 <i>Material Properties</i>	29
Tabel 4.1 Hasil <i>Meshing Size</i> 9 mm	40
Tabel 4.2 Uji Konvergen <i>Mesh</i>	40
Tabel 4.3 Rekapitulasi dan Perbandingan Desain <i>Boom Existing</i> dan Desain <i>Boom</i> Optimasi	60
Tabel 4.4 Frekuensi Alami Desain <i>Boom</i> Hasil Optimasi (HARDOX 400).....	61