



**OPTIMASI DESAIN *BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR* KAPASITAS  
1,19m<sup>3</sup>(KELAS 7 TON) DENGAN PENDEKATAN SIMULASI METODE  
ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**

**MUHAMMAD DAIVA ADZANI WADIPALAPA**

**2010311104**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**2024**



**OPTIMASI DESAIN *BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR*  
KAPASITAS 1,19m<sup>3</sup> (KELAS 7 TON) DENGAN PENDEKATAN  
SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**

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

**MUHAMMAD DAIVA ADZANI WADIPALAPA**

**2010311104**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

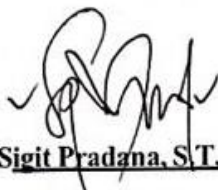
**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Daiva Adzani Wadipalapa  
NIM : 2010311104  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN *BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR* KAPASITAS  $1.19m^3$  (KELAS 7 TON DENGAN) PENDEKATAN SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para 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.



Sigit Pradana, S.T., M.T.

Penguji Utama



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,

S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng

Plt Dekan Fakultas Teknik



Ir. Mohammad Galbi, M.T

Penguji III (Pembimbing)



Ir. Fahrudin, S.T., M.T

Kepala Program Studi

Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 9 Juli 2024

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**OPTIMASI DESAIN *BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR* KAPASITAS 1.19m<sup>3</sup> (KELAS 7 TON) DENGAN PENDEKATAN SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA**

**Disusun Oleh :**

**Muhammad Daiva Adzani Wadipalapa**

**2010311104**

Menyetujui



**Ir. Mohammad Galbi M.T.  
Pembimbing I**



**Muhammad Arifudin Lukmana S.T., M.T.,  
Pembimbing II**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin**



**Ir. Fahrudin S.T., M.T.**

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Daiva Adzani Wadipalapa

NIM : 2010311104

Prodi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 28 Juli 2024



(Muhammad Daiva Adzani W)

**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 Daiva Adzani Wadipalapa  
NIM : 2010311104  
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 *BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR* KAPASITAS  
1.19m<sup>3</sup> (KELAS 7 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, 28 Juli 2024



Yang Menyatakan,  
Muhammad Daiva Adzani W

**OPTIMASI DESAIN *BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR*  
KAPASITAS  $1.19m^3$  (KELAS 7 TON) DENGAN PENDEKATAN  
SIMULASI METODE ELEMEN HINGGA**

**Muhammad Daiva Adzani Wadipalapa**

**ABSTRAK**

Salah satu komponen penting dari *Excavator* adalah *bucket* yang terletak pada belalai dari *Excavator*. *Bucket* terletak pada lengan *Excavator* di dekat dari *arm*. *Bucket excavator* adalah keranjang yang berfungsi untuk menunjang fungsi utama *excavator* untuk mengeruk. Dalam dunia industri, sebuah struktur harus direncanakan secara optimal. Struktur bisa dikatakan optimal apabila menunaikan beberapa persyaratan dan syarat mutlak yang layak terwujud yaitu memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Oleh karenanya, dibutuhkan suatu rancangan alat yang memiliki produktivitas yang tinggi agar dapat mempersingkat waktu operasional agar lebih cepat dan efisien. Pada penelitian ini penulis berfokus hanya kepada optimasi *bucket excavator* dengan menggunakan metode pengujian dengan data-data yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya, uji *static structural* menggunakan *software Ansys Workbench R2* dan analisis hasil pengujian simulasi. Optimasi dilakukan penggantian material dari AISI 4140 menjadi AISI 4340 pada *body bucket*, dan HARDOX 400 pada *teeth excavator* Dimana kedua material tersebut memiliki *yield strength* yang lebih tinggi dari AISI 4140, sehingga dapat meningkatkan tegangan maksimum dan faktor keamanan. Hasil pengujian simulasi mendapatkan nilai tegangan maksimum sebesar 349,55 Mpa, nilai deformasi sebesar 18,413 mm, dan *safety factor* sebesar 2,6515. Desain *bucket excavator* dengan kedua material tersebut merupakan desain yang terbaik dengan bobot minimum yang rendah, tetapi memiliki faktor keamanan yang paling tinggi.

**Kata Kunci:** *Bucket Excavator*, Optimasi Desain, Tegangan Maksimum, *Displacement*, *Safety Factor*.

**DESIGN OPTIMIZATION BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR  
CAPACITY 1.19m<sup>3</sup> (CLASS 7 TON) WITH A FINITE ELEMENT  
METHOD SIMULATION APPROACH**

**Muhammad Daiva Adzani Wadipalapa**

**ABSTRACT**

*One of the important components of Excavator is bucket which is located on the trunk of the Excavator. Bucket located on the arm Excavator near of arm. Bucket excavator is a basket that functions to support the main function excavator to dredge. In the industrial world, a structure must be planned optimally. The structure can be said to be optimal if it fulfills several absolute requirements and conditions that are feasible to realize, namely having high economic value. Therefore, we need a tool design that has high productivity in order to shorten operational time to make it faster and more efficient. In this research the author focuses only on optimization bucket excavator by using a testing method with data that has been obtained from previous research, test static structural use software Ansys Workbench R2 and analysis of simulation test results. Optimization was carried out by replacing the material from AISI 4140 to AISI 4340 in body bucket, and HARDOX 400 on teeth excavator Where these two materials have yield strength which is higher than AISI 4140, so it can increase the maximum stress and safety factor. The simulation test results obtained a maximum stress value of 349.55 Mpa, a deformation value of 18.413 mm, and safety factor amounting to 2.6515. Design bucket excavator with these two materials, it is the best design with a low minimum weight, but has the highest safety factor.*

**Keywords:** *Bucket Excavator, Design Optimization, Maximum Stress, Displacement, Safety Factor*



## KATA PENGANTAR

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

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa proposal 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 terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan proposal skripsi dengan baik.
2. Bapak Ir. Mohammad Galbi, M.T., selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing akademik yang sudah membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Muhammad Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ayahanda Franky Kusuma yang telah tiada dan Ibunda Nurwachyuni serta kaka penulis Khadziya Maharani Kusuma yang senantiasa memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
5. KJH sahabat sahabat penluis sejak SMP kelas 1 yang sudah sangat membantu secara moril dan non moril dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Kaka tingkat saya Teknik Mesin Angkatan 2019 Fakhri Nur Arifin dan Gema Centra Adin yang sudah sangat membantu penulis dalam pengerjaan tugas Akhir ini.
7. Nasywa Zahra kekasih penulis yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Naufal Hakim dan Ihsan Naufal Azmi yang sudah menemani dan membantu penulis dari awal penulisan sampai dengan sidang akhir.

9. Raden Satria Daffa Fareza sahabat penulis sejak SMP yang selalu membantu secara moril dan non moril kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan juga doa guna kelancaran penyelesaian Tugas Akhir 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 proposal skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, 9 Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Hydraulic Excavator.....	7
2.3 <i>Bucket</i> .....	8
2.4 Analisis Statik.....	9
2.5 Teori Kegagalan .....	12
2.6 Optimasi Topologi.....	13
2.7 Metode Elemen Hingga.....	14
2.8 Tipe Elemen .....	16

<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Diagram <i>Alir</i> .....	19
3.2 Studi Literatur.....	20
3.3 Variasi Penelitian .....	20
3.4 Model Material .....	21
3.5 Model <i>Bucket Hydraulic Excavator</i> .....	21
3.6 Besar dan Arah Gaya.....	21
3.7 Analisis Statik Bucket .....	22
3.8 Simulasi Metode Elemen Hingga.....	27
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Tegangan Maksimum pada <i>Bucket</i> .....	34
4.2 Hasil <i>Displacement</i> pada <i>Bucket</i> .....	35
4.3 Hasil Faktor Keamanan pada <i>Bucket</i> .....	37
4.4 Analisis Tegangan Maksimum pada <i>Bucket</i> .....	38
4.5 Analisis <i>Displacement</i> pada <i>Bucket</i> .....	40
4.6 Analisis Faktor Keamanan pada <i>Bucket</i> .....	42
4.7 Bobot <i>Bucket Excavator</i> .....	43
4.8 Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i> .....	43
4.9 Hasil Simulasi Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i> .....	44
4.10 Bobot <i>Bucket Hydraulic Excavator</i> Setelah Optimasi .....	50
4.11 Perbandingan dengan Penelitian terdahulu .....	51
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54

**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> <i>Hydraulic Excavator</i> .....	7
<b>Gambar 2. 2</b> <i>General Bucket Excavator</i> .....	8
<b>Gambar 2. 3</b> Konsep Tegangan .....	9
<b>Gambar 2. 4</b> Konsep Regangan .....	10
<b>Gambar 2. 5</b> Contoh Hasil Optimasi Topologi.....	14
<b>Gambar 2. 6</b> Contoh Nodal.....	15
<b>Gambar 2. 7</b> Elemen pada Batang 1 Dimensi.....	16
<b>Gambar 2. 8</b> Tipe Elemen.....	17
<b>Gambar 2. 9</b> Parameter <i>Skewness</i> .....	18
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir .....	19
<b>Gambar 3. 2</b> Jangkauan Penggalian <i>Hydraulic Excavator</i> .....	20
<b>Gambar 3. 3</b> Desain Awal.....	21
<b>Gambar 3. 4</b> Diagram Benda Bebas Posisi 1.....	23
<b>Gambar 3. 5</b> Diagram Benda Bebas Posisi 2.....	24
<b>Gambar 3. 6</b> Diagram Benda Bebas Posisi 3.....	26
<b>Gambar 3. 7</b> Pemodelan Simulasi.....	28
<b>Gambar 3. 8</b> <i>Boundary Condition/ Kondisi Batas</i> .....	29
<b>Gambar 3. 9</b> Hasil <i>Mesh</i> 10,5 mm.....	30
<b>Gambar 3. 10</b> Hasil <i>Mesh</i> 12 mm.....	30
<b>Gambar 3. 11</b> Hasil <i>Mesh</i> 15 mm.....	31
<b>Gambar 3. 12</b> Hasil <i>Mesh</i> 18,75 mm.....	31
<b>Gambar 3. 13</b> Gambar Grafik <i>Mesh Convergent Test</i> .....	32
<b>Gambar 3. 14</b> Desain Variabel .....	33
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil tegangan maksimum pada posisi penggalian kedalaman maksimum .....	34
<b>Gambar 4. 2</b> Hasil tegangan maksimum pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum.....	35

<b>Gambar 4. 3</b> Gambar hasil maksimum pada posisi jangkauan terjauh di permukaan tanah .....	35
<b>Gambar 4. 4</b> Hasil <i>displacement</i> pada posisi penggalian kedalaman maksimum .....	36
<b>Gambar 4. 5</b> Hasil <i>displacement</i> pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum.....	36
<b>Gambar 4. 6</b> Hasil <i>displacement</i> pada posisi jangkauan terjauh di permukaan tanah .....	37
<b>Gambar 4. 7</b> Hasil <i>safety factor</i> pada posisi penggalian kedalaman maksimum .....	37
<b>Gambar 4. 8</b> Hasil <i>safety factor</i> pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum.....	38
<b>Gambar 4. 9</b> Hasil <i>safety factor</i> pada posisi jangkauan terjauh di permukaan tanah	38
<b>Gambar 4. 10</b> Gambar Grafik Tegangan Maksimum .....	40
<b>Gambar 4. 11</b> Gambar Grafik Besar <i>Displacement</i> .....	41
<b>Gambar 4. 12</b> Gambar Grafik Batas Minimal Keamanan .....	43
<b>Gambar 4. 13</b> Bobot <i>Bucket Excavator</i> .....	43
<b>Gambar 4. 14</b> Optimasi Desain ruang dalam atas <i>Bucket</i> .....	44
<b>Gambar 4. 15</b> Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i> .....	44
<b>Gambar 4. 16</b> <i>Von Misses All Body</i> .....	44
<b>Gambar 4. 17</b> <i>Von Misses Bucket</i> .....	45
<b>Gambar 4. 18</b> <i>Von Misses Teeth</i> .....	45
<b>Gambar 4. 19</b> <i>Displacement All Body</i> .....	46
<b>Gambar 4. 20</b> <i>Displacement Bucket</i> .....	46
<b>Gambar 4. 21</b> <i>Displacement Teeth</i> .....	46
<b>Gambar 4. 22</b> <i>Safety Factor All Body</i> .....	47
<b>Gambar 4. 23</b> <i>Safety Factor Bucket</i> .....	47
<b>Gambar 4. 24</b> <i>Safety Factor Teeth</i> .....	48
<b>Gambar 4. 25</b> Gambar Grafik Perbandingan <i>Von Misses</i> .....	49
<b>Gambar 4. 26</b> Gambar Grafik Perbandingan <i>Displacement</i> .....	50
<b>Gambar 4. 27</b> Gambar Grafik Perbandingan <i>Safety Factor</i> .....	50
<b>Gambar 4. 28</b> Bobot <i>bucket</i> setelah optimasi .....	51

**Gambar 4. 29** *Von Misses* Hasil Penelitian (Rahman et al., 2022)..... 51

**Gambar 4. 30** *Von Misses* Hasil Penelitian (Daiva, 2024) ..... 51

**Gambar 4. 31** Gambar Grafik Perbandingan Desain Optimasi Penulis & Rahman et al.,..... 52

**Gambar 4. 32** Gambar Grafik Perbandingan Massa *Bucket* ..... 52

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Perbandingan Material .....	11
<b>Tabel 2. 2</b> Rekomendasi Umum Faktor Keamanan.....	12
<b>Tabel 3. 1</b> Besaran Sudut Tiap Posisi.....	20
<b>Tabel 3. 2</b> <i>Surface Vehicle Standards-Hydraulic Excavator and Backhoe Digging Forces</i> .....	22
<b>Tabel 3. 3</b> <i>Tabel Mesh Convergent Test</i> .....	30
<b>Tabel 4. 1</b> Analisis Tegangan Maksimum <i>Bucket Hydraulic Excavator</i> .....	39
<b>Tabel 4. 2</b> Analisis <i>Displacement Bucket Hydraulic Excavator</i> .....	41
<b>Tabel 4. 3</b> Analisis Faktor Keamanan <i>Bucket Hydraulic Excavator</i> .....	42



## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1** Desain Awal *Bucket Excavator*

**Lampiran 2** Desain *Bucket Excavator* Setelah Optimasi

**Lampiran 3** Hasil Simulasi *Bucket Excavator*

**Lampiran 4** Hasil Simulasi Setelah Optimasi

**Lampiran 5** Free Body Diagram Posisi 1 Penggalian Kedalaman Maksimum

**Lampiran 6** Free Body Diagram Posisi 2 Penggalian Kedalaman Penggalian Vertikal  
Maksimum

**Lampiran 7** Free Body Diagram Jangkauan Terjauh Di Permukaan Tanah

**Lampiran 8** Lembar Konsultasi Pembimbing Tugas Akhir