



**OPTIMASI DESAIN *BUCKET EXCAVATOR* PC 200
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

RAFLI ERSANDI PRATAMA

2110311020

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2025



**OPTIMASI DESAIN *BUCKET EXCAVATOR* PC 200
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

RAFLI ERSANDI PRATAMA

2110311020

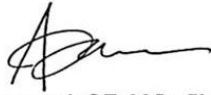
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

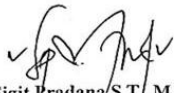
Nama : Rafli Ersandi Pratama
NIM : 2110311020
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : *OPTIMASI DESAIN BCUKET EXCAVATOR PC200
MENGUNAKAN ELEMEN HINGGA*

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.



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D

Penguji Utama



Sigit Pradana S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,

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

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Nicky Yongkimandalan, S.T.,

M.M., M.T.

Penguji III (Pembimbing)



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

Kepala Program Studi Teknik

Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 27 Mei 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rafli Ersandi Pratama
NIM : 2110311020
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : *OPTIMASI DESAIN BUCKET EXCAVATOR PC200
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA*

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

Menyetujui,

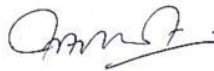


(Nicky Yongkimandalan S.T.,
M.M., M.T.)
Pembimbing 1



(M. Arifudin Lukmana S.T., M.T.)
Pembimbing 2

Mengetahui,



Ir. Fahrudin S.T., M.T.
Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rafli Ersandi Pratama
NIM : 2110311020
prodi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 16 Juni 2025
Yang menyatakan,



(Rafli Ersandi Pratama)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rafli Ersandi Pratama
NIM : 2110311020
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Mesin

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

**"OPTIMASI DESAIN BUCKET EXCAVATOR PC200
MENGUNAKAN 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/PKL saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Juni 2025

Yang menyatakan



(Rafli Ersandi Pratama)

OPTIMASI DESAIN *BUCKET EXCAVATOR* PC 200 MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Rafli Ersandi Pratama

Abstrak

Bucket excavator merupakan salah satu komponen vital dalam pekerjaan penggalian yang harus memiliki kekuatan tinggi dan bobot yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi desain *Bucket Excavator* Komatsu PC 200 dengan memanfaatkan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*) guna meningkatkan faktor keamanan dan efisiensi struktur. Proses optimasi dilakukan dengan mengganti material *body bucket* dari AISI 4140 menjadi AISI 4640, serta material *teeth* dari baja biasa ke HARDOX 500, yang memiliki nilai *yield strength* lebih tinggi. Simulasi awal menunjukkan tegangan maksimum sebesar 103,29 MPa, deformasi 7,034 mm, dan faktor keamanan 7,03. Setelah optimasi, tegangan maksimum meningkat menjadi 118,34 MPa, deformasi menjadi 6,684 mm, dan faktor keamanan meningkat signifikan menjadi 2,763. Hasil ini menunjukkan bahwa desain baru mampu menahan beban kerja lebih besar dengan bobot yang lebih ringan, serta memberikan kinerja yang lebih baik dan aman secara struktural. Optimasi ini membuktikan bahwa pemilihan material yang tepat dan analisis numerik yang akurat dapat meningkatkan performa *Bucket Excavator* secara keseluruhan.

Kata kunci: *Bucket Excavator*, optimasi desain, metode elemen hingga, Tegangan Maksimum, faktor keamanan.

OPTIMIZATION OF PC 200 EXCAVATOR BUCKET DESIGN USING FINITE ELEMENT METHOD

Rafli Ersandi Pratama

Abstract

The excavator bucket is one of the most critical components in excavation work, requiring both high strength and efficient weight. This study aims to optimize the design of the Komatsu PC 200 excavator bucket using the Finite Element Method (FEM) to enhance structural safety factors and efficiency. The optimization process involves replacing the bucket body material from AISI 4140 to AISI 4640, and the teeth material from regular steel to HARDOX 500, which has a higher yield strength. The initial simulation results show a maximum stress of 103,29 MPa, a deformation of 7,034 mm, and a safety factor of 7,03. After optimization, the maximum stress increases to 118,34 MPa, deformation to 6,684 mm, and the safety factor significantly improves to 2,763. These results indicate that the new design can withstand greater working loads with a lighter weight, providing better and structurally safer performance. This optimization demonstrates that proper material selection and accurate numerical analysis can significantly enhance the overall performance of an excavator bucket..

Keywords: *Excavator Bucket, design optimization, finite element method, maximum stress, safety factor.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul "*Optimasi Desain Bucket Excavator PC 200 Menggunakan Metode Elemen Hingga*" ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak wawasan dan pengalaman yang sangat berharga. Pengalaman ini tentu memberikan kontribusi besar dalam pengembangan pengetahuan dan keterampilan penulis di bidang teknik mesin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan proposal skripsi dengan baik.

Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.

Bapak Nicky Yongkimandalan S.T., M.M., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan proposal skripsi

Bapak M. Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi ini.

Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi ini.

Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.

Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2021 dan 2022 yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna penyempurnaan penelitian ini.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi semua pihak.

Jakarta, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
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 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 <i>Excavator</i>	6
2.3 <i>Bucket</i>	7
2.4 Beban	8
2.5 Analisis Statik	8
2.5.1 Tegangan	9
2.5.2 Regangan.....	10
2.5.3 Kekuatan Luluh.....	10
2.5.4 Faktor Keamanan	11
2.6 <i>Finite Element Methode</i> (FEM)	13
2.7 Tipe Elemen	15
2.8 Paduan <i>Meshing</i>	16

BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1 Diagram Alir.....	18
3.2 Studi Literatur	19
3.3 Menentukan Variasi Penelitian dan Material	19
3.3.1 Model Material.....	20
3.4 Pembuatan Desain <i>Bucket Hydraulic excavator</i>	20
3.5 Analisis Statik <i>Bucket</i>	21
3.5.1 Analisis Statik pada Posisi Kedalaman Penggalian Maksimum	22
3.5.2 Analisis Statik pada Posisi Kedalaman Penggalian Vertikal Maksimum	23
3.5.3 Analisis Statik pada Posisi Jangkauan Terjauh di Permukaan Tanah...	25
3.6 Simulasi Metode Elemen Hingga	27
3.6.1 Pemodelan Simulasi	27
3.6.2 Paduan <i>Meshing</i>	28
3.7 Optimasi Desain <i>Bucket</i>	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Tegangan Maksimum pada <i>Bucket</i>	33
4.2 Hasil <i>Displacement</i> pada <i>Bucket</i>	36
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
4.7.1 Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i>	43
4.8 Hasil Simulasi Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i>	44
4.8.1 Analisis Hasil Tegangan Maksimum	44
4.8.2 Analisis Hasil <i>Displacement</i>	46
4.8.3 Hasil Analisis <i>Safety Factor</i>	47
4.8.4 Hasil Simulasi Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i>	48
4.9 Bobot <i>Bucket Hydraulic Excavator</i> Setelah Optimasi	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51

5.2 Saran.....	52
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Bucket excavator</i> PC 200.....	7
Gambar 2. 2 Konsep Tegangan.....	9
Gambar 2. 3 Konsep Regangan	10
Gambar 2. 4 <i>Mesh</i> Metode Perbedaan Hingga	13
Gambar 2. 5 Elemen pada Batang 1 Dimensi.....	14
Gambar 2. 6 Tipe Elemen	16
Gambar 2. 7 Parameter <i>Skewness</i>	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir	18
Gambar 3. 2 Jangkauan Penggalian <i>Hydraulic excavator</i>	19
Gambar 3. 3 Desain Awal	20
Gambar 3. 4 Diagram Benda Bebas Posisi 1	22
Gambar 3. 5 Diagram Benda Bebas Posisi 2	23
Gambar 3. 6 Diagram Benda Bebas Posisi 3	25
Gambar 3. 7 <i>Boundary Condition/</i> Kondisi Batas	28
Gambar 3. 8 <i>Mesh size</i> 10 mm	29
Gambar 3. 9 <i>Mesh size</i> 12,5 mm	30
Gambar 3. 10 <i>Mesh size</i> 15 mm	30
Gambar 3. 11 <i>Mesh size</i> 17,5 mm.....	30
Gambar 3. 12 <i>Mesh size</i> 20 mm	31
 Gambar 4. 1 Hasil tegangan maksimum pada posisi penggalian kedalaman maksimum	 33
Gambar 4. 2 Hasil tegangan maksimum pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum	35
Gambar 4. 3 Hasil maksimum pada posisi jangkauan terjauh di permukaan tanah	35
Gambar 4. 4 Hasil <i>displacement</i> pada posisi penggalian kedalaman maksimum	36
Gambar 4. 5 Hasil <i>displacement</i> pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum	36
Gambar 4. 6 Hasil <i>displacement</i> pada posisi jangkauan terjauh di permukaan tanah	37

Gambar 4. 7 Hasil <i>safety factor</i> pada posisi penggalian kedalaman maksimum .	37
Gambar 4. 8 Hasil <i>safety factor</i> pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum.....	38
Gambar 4. 9 Hasil <i>safety factor</i> pada posisi penggalian kedalaman vertikal maksimum.....	38
Gambar 4. 10 Gambar Grafik Tegangan Maksimum.....	40
Gambar 4. 11 Grafik Besar <i>Displacement(line)</i>	41
Gambar 4. 12 Grafik Nilai <i>FOS (Factor Of Safety)</i>	43
Gambar 4. 13 Bobot <i>Bucket Excavator</i>	43
Gambar 4. 14 Optimasi Desain <i>Bucket Excavator</i>	44
Gambar 4. 15 <i>Von Misses All Body</i>	44
Gambar 4. 16 <i>Von Misses Bucket</i>	45
Gambar 4. 17 <i>Von Misses Teeth</i>	45
Gambar 4. 18 <i>Displacement All Body</i>	46
Gambar 4. 19 <i>Displacement Bucket</i>	46
Gambar 4. 20 <i>Displacement Teeth</i>	46
Gambar 4. 21 <i>Safety Factor Bucket</i>	47
Gambar 4. 22 <i>Safety Factor All Body</i>	47
Gambar 4. 23 <i>Safety Factor Teeth</i>	47
Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan <i>Displacement</i>	49
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan <i>Von Misses</i>	49
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan <i>Safety Factor</i>	50
Gambar 4. 27 Bobot <i>Bucket</i> setelah Optimasi	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tipe Pembebanan.....	8
Tabel 2. 2 Perbandingan Material.....	11
Tabel 2. 3 Rekomendasi Umum Faktor Keamanan.....	12
Tabel 3. 1 Besaran Sudut Tiap Posisi.....	19
Tabel 3. 2 <i>Surface Vehicle Standards-Excavator and Backhoe Digging Forces</i> .	21
Tabel 3. 3 <i>Mesh Convergence Test</i>	29
Tabel 4. 1 Analisis Tegangan Maksimum <i>Bucket Hydraulic Excavator</i>	39
Tabel 4. 2 Analisis <i>Displacement Bucket Hydraulic Excavator</i>	41
Tabel 4. 3 Analisis Faktor Keamanan <i>Bucket Hydraulic Excavator</i>	42