



**ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD EXCAVATOR*
KELAS 20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

NAJWA IVANA LIE

2110311040

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2025



**ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD EXCAVATOR KELAS 20*
TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana teknik**

NAJWA IVANA LIE

2110311040

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Najwa Ivana Lie
NIM : 2110311040
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD EXCAVATOR*
KELAS 20 TON MENGGUNAKAN 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.

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

Penguji Utama

Budi Martana, S.T., M.M.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,

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

Plt. Dekan Fakultas Teknik

M. Arifudin Lukmana, S.T., 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 : Najwa Ivana Lie
NIM : 2110311040
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD EXCAVATOR*
KELAS 20 TON MENGGUNAKAN 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,



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

Pembimbing 1



(Nicky Yongkimandalan S.T., M.M., 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 : Najwa Ivana Lie
NIM : 2110311040
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



(Najwa Ivana Lie)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Najwa Ivana Lie
NIM : 2110311040
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:

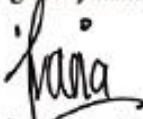
"ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD EXCAVATOR KELAS 20 TON* MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA"

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


(Najwa Ivana Lie)

ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD EXCAVATOR KELAS 20 TON* MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Najwa Ivana Lie

Abstrak

Excavator dapat mengalami *buckling* pada *rod* akibat beban tekan berlebih. Kegagalan ini dapat mengganggu operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban kritis yang dapat menyebabkan *buckling* pada *rod*, pola total deformasi, dan gambaran mengenai pengaruh pembebanan terhadap kemampuan struktur dalam menahan beban kompresif. Simulasi dilakukan pada 3 kondisi *bucket*, yaitu: posisi kedalaman penggalian maksimum, posisi kedalaman penggalian vertikal maksimum, dan pada posisi jangkauan terjauh dari permukaan tanah. Material yang digunakan adalah C45E. Design *rod* yang telah dibuat pada *software* CAD, dianalisis menggunakan *software* ANSYS 2022 R1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kritis yang terjadi pada *rod* berturut-turut sebesar 383.572,60 N, 576.128,83 N, 710.848,48 N. Deformasi yang terjadi pada variasi 1 berturut-turut adalah 1,012 mm, 1,012 mm, 1,0097 mm, 1,0097 mm, dan 1,0082 mm. Pada variasi 2 berturut-turut adalah 1,0119 mm, 1,0119 mm, 1,0096 mm, 1,0096 mm, 1,008 mm. Pada variasi 3 berturut-turut 1,0118 mm, 1,0118 mm, 1,0095 mm, 1,0095 mm, 1,008 mm. Dengan melihat pada pola deformasi yang terjadi, dapat dikatakan bahwa pembebanan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan struktur dalam menahan beban kompresif. Semakin besar sudut kemiringan *bucket* terhadap permukaan tanah, semakin tinggi beban kritis yang dapat menyebabkan *rod* untuk mengalami *buckling* namun perubahan sudut *bucket* dan posisi kerja *excavator* tidak memengaruhi perilaku struktural *rod* secara signifikan karena pola deformasi pada setiap variasi sudut *bucket* cenderung identik.

Kata Kunci : *Excavator, Rod, Buckling, Metode Elemen Hingga.*

BUCKLING ANALYSIS OF 20 TON CLASS EXCAVATOR ROD USING FINITE ELEMENT METHOD

Najwa Ivana Lie

Abstract

Excavators can experience buckling on the rod due to excessive compressive loads. This failure can disrupt operations. This study aims to determine the critical load that can cause buckling in the rod, the total deformation pattern, and an overview of the effect of loading on the structure's ability to withstand compressive loads. Simulations were conducted under three bucket conditions: maximum digging depth position, maximum vertical digging depth position, and the farthest reach position from the ground surface. The material used is C45E. The rod design created in CAD software was analyzed using ANSYS 2022 R1 software. The research results show that the critical loads occurring on the rod are 383,572.60 N, 576,128.83 N, and 710,848.48 N, respectively. The deformations occurring in variation 1 were 1.012 mm, 1.012 mm, 1.0097 mm, 1.0097 mm, and 1.0082 mm, respectively. In variation 2, the values are 1.0119 mm, 1.0119 mm, 1.0096 mm, 1.0096 mm, and 1.008 mm. In variation 3, the values are 1.0118 mm, 1.0118 mm, 1.0095 mm, 1.0095 mm, and 1.008 mm. By examining the deformation patterns that occur, it can be concluded that the loading does not significantly affect the structure's ability to withstand compressive loads. The greater the angle of inclination of the bucket relative to the ground surface, the higher the critical load that can cause the rod to buckle. However, changes in the bucket angle and excavator operating position do not significantly affect the structural behavior of the rod because the deformation patterns in each bucket angle variation tend to be identical.

Keywords : *Excavator, Rod, Buckling, Finite Element Method.*

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 "Analisis Buckling Pada Rod Excavator Kelas 20 Ton 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:

1. Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Ibu Sri Dhian Isnayatin selaku ibu penulis, yang selalu menjadi tempat pulang dan berkeluh kesah serta memberikan dukungan moral dan material sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Mochammad Ichwan selaku ayah penulis, yang telah mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Saudara penulis, yaitu: Faraby Vanlie, Nadya Ivana Lie, Anita Kristin, Ifan Wijaya dan Ryan Adi yang telah memberikan semangat dalam menulis skripsi ini.
5. Bapak M. Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi.
6. Bapak Nicky Yongkimandalan S.T., M.M., M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
7. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi ini.

8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
9. Kekasih penulis yang telah menemani dan memberikan dukungan penuh selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman dekat penulis SMP dan SMA yang telah berjuang bersama dan menemani penulis.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2021 yang telah membantu dan menemani guna kelancaran penyelesaian 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, Mei 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
<i>Abstract</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Hydraulic Excavator	8
2.3 Analisis Statik	9
2.3.1 Tegangan (<i>Stress</i>)	9
2.3.2 Regangan (<i>Strain</i>)	10
2.3.3 Kekuatan Luluh.....	10
2.4 <i>Buckling</i>	10
2.5 Metode Elemen Hingga.....	13
2.5.1 Elemen	13
2.5.2 <i>Mesh</i>	14
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Studi Literatur	18
3.2 <i>Design Rod Hydraulic Cylinder</i>	18
3.3 Simulasi Elemen Hingga	18

3.3.1 Modeling Material.....	18
3.3.2 Meshing.....	18
3.3.3 <i>Boundary Condition and Load</i>	20
3.3.4 Import Geometry, Engineering Data, Model Dan Solution	28
3.3.5 Nilai Eigen dan Deformasi	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Analisis Static Structural.....	29
4.2 Beban Kritis	29
4.2.1 Beban Kritis <i>Rod</i> Ketika <i>Bucket</i> Berada Pada Posisi Kedalaman Penggalan Maksimum.....	30
4.2.2 Beban Kritis <i>Rod</i> Ketika <i>Bucket</i> Berada Pada Posisi Kedalaman Penggalan Vertikal Maksimum.....	31
4.2.3 Beban Kritis <i>Rod</i> Pada Posisi <i>Bucket</i> Berada Pada Jangkauan Terjauh Dari Permukaan Tanah.....	32
4.2.4 Hubungan Antara Posisi <i>Bucket</i> Dengan Beban Kritis	33
4.3 Deformasi.....	34
4.3.1 Deformasi yang Terjadi Ketika <i>Bucket</i> Berada pada Posisi Kedalaman Penggalan Maksimum.....	35
4.3.2 Deformasi Yang Terjadi Ketika <i>Bucket</i> Berada Pada Posisi Kedalaman Penggalan Vertikal Maksimum.....	38
4.3.3 Deformasi yang Terjadi Ketika <i>Bucket</i> Berada Pada Posisi Jangkauan Terjauh Dari Permukaan Tanah.....	42
4.3.4 Hubungan Deformasi antar variasi.....	46
4.4 Gambaran Pengaruh Pembebanan Terhadap Kemampuan Struktur Dalam Menahan Beban Kompresif.....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Hydraulic excavator</i> (Ganda Prayoga et al., 2020)	8
Gambar 2.2 diagram tegangan regangan	10
Gambar 2.3 Ilustrasi Fenomena Buckling (Zainuri, 2018).....	11
Gambar 2.4 Geometri Kolom terdeformasi (Sumirin, 2014)	12
Gambar 2.5 Bentuk Elemen (Tjong, 2021)	14
Gambar 2.6 contoh nodes (Iswordo and Ansyah, 2018).....	14
Gambar 2.7 Contoh Meshing Generation (Nurisa, 2019).....	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	17
Gambar 3.2 Spesifikasi Silinder Hidrolik Bucket (Ganda Prayoga et al., 2020)	18
Gambar 3.3 Meshing	19
Gambar 3.4 Grafik Konvergensi Mesh.....	20
Gambar 3.5 Parameter Skewness elemen 8 mm.....	20
Gambar 3.6 Working range excavator	21
Gambar 3.7 gambar kerja excavator pada posisi penggalian maksimum.....	22
Gambar 3.8 gambar kerja excavator pada posisi penggalian vertikal maksimum.....	24
Gambar 3.9 gambar kerja excavator pada posisi jangkauan terjauh di permukaan tanah.....	26
Gambar 3.10 Kondisi batas dan pembebanan	27
Gambar 3.11 Import data static structural pada eigenvalue buckling.....	28
Gambar 3.12 Contoh Mode dan Load multiplier	28
Gambar 4.1 Titik kritis buckling pada saat bucket berada pada kedalaman penggalian maksimum.....	31
Gambar 4.2 Titik kritis buckling pada saat bucket berada pada kedalaman penggalian maksimum.....	32
Gambar 4.3 Titik kritis buckling pada saat bucket berada pada jangkauan terjauh dari permukaan tanah	33
Gambar 4.4 Hubungan Antara Posisi Bucket Dengan Titik Kritis	34
Gambar 4.5 Mode 1 pada Variasi 1	35
Gambar 4.6 Mode 2 pada Variasi 1	36
Gambar 4.7 Mode 3 pada Variasi 1	37
Gambar 4.8 Mode 4 pada Variasi 1	37
Gambar 4.9 Mode 5 pada Variasi 1	38
Gambar 4.10 Mode 1 pada Variasi 2	39
Gambar 4.11 Mode 2 pada Variasi 2.....	39
Gambar 4.12 Mode 3 pada Variasi 2	40
Gambar 4.13 Mode 4 pada Variasi 2	41
Gambar 4.14 Mode 5 pada Variasi 2	41
Gambar 4.15 Mode 1 pada Variasi 3	42
Gambar 4.16 Mode 2 pada Variasi 3	43
Gambar 4.17 Mode 3 pada Variasi 3	44
Gambar 4.18 Mode 4 pada Variasi 3	45
Gambar 4.19 Mode 5 pada Variasi 3	45
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Deformasi antar Variasi	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	5
Tabel 2.2 Parameter skewness	15
Tabel 3.1 Mechanical Properties	18
Tabel 3.2 Konvergensi Mesh	19
Tabel 3.3 variasi penelitian.....	20
Tabel 3.4 Working Range Excavator	21
Tabel 4.1 Gaya yang terjadi pada Rod.....	29
Tabel 4.2 Nilai eigen pada posisi bucket berada pada	30
Tabel 4.3 Mode dan Nilai eigen pada posisi bucket berada pada posisi kedalaman penggalian vertikal maksimum	31
Tabel 4.4 Mode dan Nilai eigen pada posisi bucket berada pada jangkauan terjauh dari permukaan tanah	32
Tabel 4.5 Tabel Deformasi antar Variasi.....	47