



**ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD LIFT CYLINDER*
HYDRAULIC CRANE KAPASITAS 7,5 TON DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

ACHMAD ARIF DARMAWAN

2210311070

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2026**



**ANALISIS BUCKLING PADA *ROD LIFT CYLINDER*
HYDRAULIC CRANE KAPASITAS 7,5 TON DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

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

ACHMAD ARIF DARMAWAN

2210311070

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Achmad Arif Darmawan
NIM : 2210311070
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Buckling Rod Lift Cylinder Hydraulic Mobile Crane
7,5 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.



Dr.Eng. Riki Hendra Purba, S.T.,M.Eng
Penguji Utama



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

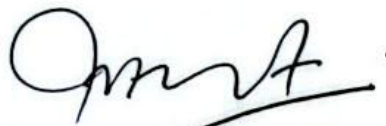
Penguji Lembaga



**Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,
M.T., IPM.**
Dekan Fakultas Teknik



M.Arifudin Lukmana, S.T., M.T
Penguji III (Pembimbing)



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

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 24 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

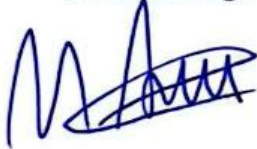
**ANALISIS BUCKLING ROD LIFT CYLINDER HYDRAULIC
MOBILE CRANE 7,5 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

Achmad Arif Darmawan

NIM. 2210311070

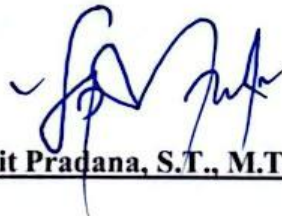
Disetujui oleh,

Pembimbing I



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Pembimbing II



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

Mengetahui,

**Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional Jakarta**



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Achmad Arif Darmawan

NIM : 2210311070

Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 24 Juli 2026

Yang menyatakan,



METERAI
TEMPEL
B18AKX152276523

Achmad Arif Darmawan

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Achmad Arif Darmawan

NIM : 2210311070

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

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 ROD LIFT CYLINDER HYDRAULIC MOBILE CRANE 7,5 TON MENGGUNAKAN 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 pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Juli 2026

Yang menyatakan,



Achmad Arif Darmawan

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 Lift Cylinder Hydraulic pada Crane Kapasitas 7,5 Ton Dengan 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. Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
2. Bapak Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan proposal skripsi
3. Bapak Sigit Pradana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2022 yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa 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, Juli 2026

Penulis

BUCKLING ANALYSIS OF A CYLINDRICAL LIFTING ROD IN A 7.5-TON HYDRAULIC CRANE USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Achmad Arif Darmawan

ABSTRACT

This study aims to analyze the buckling phenomenon in the lift cylinder rod of a 7.5-ton capacity crane using the Finite Element Method (FEM). Buckling is a critical structural failure that is highly likely to occur in luffing systems because the rod components are subjected to significant axial compressive loads. The analysis was conducted using a linear eigenvalue buckling approach in ANSYS software with AISI 1045 steel material. Variations were applied to four operational angles 110°, 130°, 150°, and 170° which resulted in different rod lengths and loading conditions. Simulation results reveal that the critical load (F_{cr}) at a 110° radius (1230 mm length) is 11.187,88 kN, at a 130° radius (1392 mm length) is 9.511,47 kN, at a 150° radius (1507 mm length) is 8.522,79 kN, and at an 170° radius (1568 mm length) is 8,264.595 kN. The conclusion of this study indicates that as the operational angle and rod length increase, the critical buckling load decreases, signifying a reduction in structural stability. Furthermore, the deformation patterns for the 1st and 2nd orders typically occur at the upper end of the rod, while the 3rd order deformation occurs in the middle section of the rod.

Keywords : *Buckling, Lift Cylinder, Finite Element Method, Critical Load, AISI 1045.*

ANALISIS *BUCKLING* PADA *ROD LIFT CYLINDER* HYDRAULIC CRANE KAPASITAS 7,5 TON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Achmad Arif Darmawan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis fenomena *buckling* pada *rod lift cylinder* pada *crane* dengan kapasitas 7,5 ton menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH). *Buckling* merupakan salah satu jenis kegagalan struktural yang sangat mungkin terjadi pada sistem *luffing* karena komponen *rod* menerima beban tekan aksial yang besar. Analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan *linear eigenvalue buckling* pada perangkat lunak *ANSYS* dengan material baja AISI 1045. Variasi dilakukan pada empat sudut operasional, yaitu 110°, 130°, 150°, dan 170°, yang menghasilkan panjang *rod* dan pembebanan yang berbeda-beda. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai beban kritis (F_{cr}) pada radius 110° (panjang 1230 mm) adalah sebesar 11.187,88 kN, radius 130° (panjang 1392 mm) sebesar 9.511,47 kN, radius 150° (panjang 1507 mm) sebesar 8.522,79 kN, dan radius 170° (panjang 1568 mm) sebesar 8.246,60 kN. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut operasional dan panjang *rod*, maka nilai beban kritis *buckling* akan semakin menurun, yang berarti stabilitas struktur berkurang. Selain itu, pola deformasi orde 1 dan 2 cenderung terjadi pada ujung atas *rod*, sedangkan deformasi orde 3 terjadi di bagian tengah *rod*.

Kata Kunci : *Buckling*, *Lift Cylinder*, Metode Elemen Hingga, Beban Kritis, AISI 1045.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
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 <i>Mobile Crane</i>	7
2.3 <i>Rod Hydraulic Cylinder</i>	8
2.4 <i>Buckling</i>	9
2.5 Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>)	10
2.6 <i>Meshing</i>	11
2.6.1 <i>Kualitas Mesh</i>	11
2.6.2 <i>Konvergensi Mesh</i>	12
2.7 Tegangan (<i>Stress</i>)	13
2.8 Regangan (<i>Strain</i>)	14
2.9 <i>Linear Eigenvalue Buckling</i>	14

BAB 3 METODOLOGI	16
3.1 Identifikasi Masalah	16
3.2 Studi Literatur	17
3.3 Desain Geometri.....	17
3.4 Perhitungan Panjang pada <i>Rod Hydraulic</i>	17
3.5 <i>Import Material</i>	21
3.6 Simulasi <i>Finite Element Method</i>	22
3.6.1 <i>Static structural</i>	22
3.6.2 Simulasi <i>Eigenvalue Buckling</i>	23
3.6.3 Konvergensi <i>Mesh</i>	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Simulasi Rod Hydraulic dengan Eigenvalue Buckling	26
4.1.1 Hasil Simulasi <i>Eigenvalue buckling rod</i> (sudut 110°).....	27
4.1.2 Hasil Simulasi <i>Eigenvalue buckling rod</i> (sudut 130°).....	30
4.1.3 Hasil Simulasi <i>Eigenvalue Buckling Rod</i> (sudut 150°).....	34
4.1.4 Hasil Simulasi <i>Eigenvalue Buckling Rod</i> (sudut 170°).....	37
4.2 Perbandingan Variasi Panjang Berdasarkan Sudut dengan F_{cr}	40
4.3 Perbandingan Variasi Panjang Berdasarkan Sudut dengan Deformasi	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>hydraulic cylinder</i>	8
Gambar 2. 2 <i>Buckling</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Meshing</i>	11
Gambar 2. 4 Bentuk Ideal dan <i>Skewed Triangles</i> dan <i>Quadrilatels</i>	12
Gambar 2. 5 Konvergensi <i>Mesh</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Rod Hydraulic Mobile Crane.....	17
Gambar 3. 3 Freebody Diagram	17
Gambar 3.4 Batang Rod Saat 170 Derajat.....	18
Gambar 3. 5 Meshing Pada Rod.....	22
Gambar 3.6 Pembebanan dan Gaya.....	23
Gambar 3.7 Pin Support	23
Gambar 3.8 Static Structural dan Eigenvalue Buckling	24
Gambar 3.9 Nilai Eigen	24
Gambar 3.10 Diagram Konvergensi Mesh	25
Gambar 4. 1 Freebody Diagram Rod Hydraulic Cylinder Sudut 110°	27
Gambar 4. 2 Eigenvalue Rod Hydraulic Cylinder Sudut 110°	27
Gambar 4. 3 Deformasi Orde 1 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 110°	28
Gambar 4. 4 Deformasi Orde 2 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 110°	29
Gambar 4. 5 Deformasi Orde 3 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 110°	29
Gambar 4. 6 Freebody Diagram Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	30
Gambar 4. 7 Grafik Konvergensi Mesh Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	31
Gambar 4. 8 Eigenvalue Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	31
Gambar 4. 9 Deformasi Orde 1 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	32
Gambar 4. 10 Deformasi Orde 2 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	33
Gambar 4. 11 Deformasi Orde 3 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	33
Gambar 4. 12 Freebody Diagram Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150°	34
Gambar 4. 13 Grafik Konvergensi Mesh Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150° ..	34
Gambar 4. 14 Eigenvalue Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150°	35
Gambar 4. 15 Deformasi Orde 1 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150°	36
Gambar 4. 16 Deformasi Orde 2 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150°	36

Gambar 4. 17 Deformasi Orde 3 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150°	37
Gambar 4. 18 <i>Freebody Diagram</i> Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170°	37
Gambar 4. 19 Grafik Konvergensi Mesh Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170° ..	38
Gambar 4. 20 Eigenvalue Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170°	39
Gambar 4. 21 Deformasi Orde 1 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170°	39
Gambar 4. 22 Deformasi Orde 2 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170°	40
Gambar 4. 23 Deformasi Orde 3 Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170°	40
Gambar 4. 24 Grafik Hubungan Panjang dan Pembebanan Berdasarkan Sudut dengan Critical load (F_{cr})	41
Gambar 4. 25 Grafik Pengaruh Variasi Panjang dan Pembebanan berdasarkan Sudut	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hubungan Sudut, Panjang Rod, dan Beban yang Diterima (Noh et al., 2020)	20
Tabel 3. 2 Physical Properties AISI 1045	21
Tabel 3. 3 Mechanical Properties AISI 1045	21
Tabel 3. 4 Komposisi Kimia Baja AISI 1045 Berdasarkan Standar DIN 50049/EN (AndiSaidah, 2024)	21
Tabel 3. 5 Tabel Konvergensi Mesh	24
Tabel 4. 1 Panjang Rod Berdasarkan Sudut dan Pembebanannya	26
Tabel 4. 2 Konvergensi Mesh Rod Hydraulic Cylinder Sudut 130°	31
Tabel 4. 3 Konvergensi Mesh Rod Hydraulic Cylinder Sudut 150°	35
Tabel 4. 4 Konvergensi Mesh Rod Hydraulic Cylinder Sudut 170°	38
Tabel 4. 5 Hubungan Panjang dan Pembebanan Berdasarkan Sudut dengan Critical load (F_{cr})	41
Tabel 4. 6 Variasi Panjang dan Pembebanan berdasarkan Sudut	42