



**ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN
PADA DUDUKAN RANGKA *HYDRAULIC CYLINDER*
MESIN *DISCHARGING COIL* MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

RIZKY VINDRA RAGASKHA

2110311033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025



**ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN
PADA DUDUKAN RANGKA *HYDRAULIC CYLINDER*
MESIN *DISCHARGING COIL* MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

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

RIZKY VINDRA RAGASKHA

2110311033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rizky Vindra Ragaskha

NIM : 2110311033

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN
PADA DUDUKAN RANGKA *HYDRAULIC CYLINDER*
MESIN *DISCHARGING COIL* MENGGUNAKAN 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 S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Eng. Riki Hendra Purba

Penguji Utama



Nicky Yongki Mandalan, S.T., M.T.,

M.M.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,

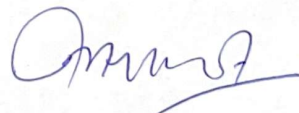
S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng.

Plt. Dekan Fakultas Teknik



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

Penguji III (Pembimbing)



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

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 15 Juli 2025

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rizky Vindra Ragaskha

NIM : 2110311033

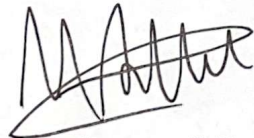
Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN
PADA DUDUKAN RANGKA *HYDRAULIC CYLINDER*
MESIN *DISCHARGING COIL* 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 S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui

Pembimbing I



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.
NIDN. 0020108801

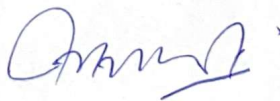
Pembimbing II



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T.
NIDN. 0027038504

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Ir. Fahrudin S.T., M.T.
NIDN. 0030108604

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rizky Vindra Ragaskha

NIM : 2110311033

Program Studi : S1 Teknik Mesin

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

Jakarta, Juli 2025

Yang menyatakan,



Rizky Vindra Ragaskha

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizky Vindra Ragaskha

NIM : 2110311033

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 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:

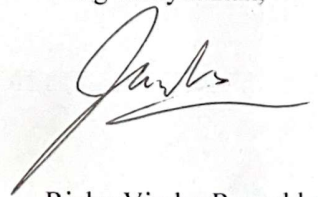
**“ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN PADA DUDUKAN
RANGKA *HYDRAULIC CYLINDER* MESIN *DISCHARGING COIL*
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA”**

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 saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, Juli 2025

Yang menyatakan,



Rizky Vindra Ragaskha

ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN PADA DUDUKAN RANGKA HYDRAULIC CYLINDER MESIN DISCHARGING COIL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Rizky Vindra Ragaskha

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelelahan material dan potensi inisiasi retakan padaudukan rangka *hydraulic cylinder* mesin *discharging coil*, yang digunakan dalam proses pengangkatan *wire rod* di industri baja. Komponen ini memiliki peran krusial dalam menopang beban dari mekanisme *scissor lift*, sehingga harus memiliki ketahanan terhadap pembebanan berulang. Metode elemen hingga (*FEM*) digunakan untuk mengevaluasi respons struktur terhadap tegangan *Von Mises*, deformasi, umur kelelahan (*fatigue life*), serta kemungkinan terjadinya fraktur melalui fitur *fracture tool* pada perangkat lunak ANSYS.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa struktur mampu menahan beban maksimum sebesar 45.112 N dengan tegangan maksimum *Von Mises* sebesar 86,05 MPa, deformasi total sebesar 0,0686 mm, dan *safety factor* terhadap luluh sebesar 2,15. Simulasi kelelahan menunjukkan bahwa komponen berada pada zona *infinite life* dengan umur kelelahan konstan sebesar $1,189 \times 10^6$ siklus dan *safety factor fatigue* di atas 2 pada seluruh variasi pembebanan. Namun, analisis fraktur mengindikasikan bahwa nilai *stress intensity factor* (K_I) sebesar $1,8746 \text{ MPa}\sqrt{\text{mm}}$ melebihi nilai *fracture toughness* material sebesar $1,28 \text{ MPa}\sqrt{\text{mm}}$, sehingga struktur berisiko mengalami kegagalan fraktur instan jika terdapat retakan awal yang tidak terdeteksi. Dengan demikian, retakan periodik yang terjadi di lapangan kemungkinan berkembang akibat pembebanan siklik, namun inisiasi awal retakan diduga dipicu oleh insiden jatuhnya *wire rod* atau benturan (*impact*) yang menyebabkan kerusakan mikro pada struktur.

Kata Kunci: *Finite Element Method, fatigue, hydraulic cylinder, fracture, discharging coil.*

FATIGUE AND CRACK PROPAGATION ANALYSIS ON THE FRAME BRACKET OF HYDRAULIC CYLINDER IN DISCHARGING COIL MACHINE USING FINITE ELEMENT METHOD

Rizky Vindra Ragaskha

ABSTRACT

This study aims to analyze fatigue behavior and crack initiation potential on the frame bracket of the hydraulic cylinder in the discharging coil machine, which is used in the lifting process of wire rods in the steel manufacturing industry. This component plays a crucial role in supporting the load from the scissor lift mechanism and must therefore withstand repeated loading. The finite element method (FEM) is employed to evaluate the structural response in terms of Von Mises stress, deformation, fatigue life, and potential fracture initiation using the fracture tool feature in ANSYS.

Simulation results show that the structure is capable of withstanding a maximum load of 45,112 N with a maximum v Mises stress of 86.05 MPa, total deformation of 0.0686 mm, and a safety factor against yielding of 2.15. Fatigue analysis indicates that the component is in the infinite life zone with a constant fatigue life of 1.189×10^6 cycles and a fatigue safety factor above 2 across all load variations. However, the fracture analysis shows that the stress intensity factor (K_I) reaches $1.8746 \text{ MPa}\sqrt{\text{mm}}$, which exceeds the material's fracture toughness of $1.28 \text{ MPa}\sqrt{\text{mm}}$, indicating a risk of sudden fracture failure if initial cracks are present. Therefore, the occurrence of periodic cracks in the field is likely caused by cyclic loading, with the initial crack suspected to have been triggered by an incident involving a dropped wire rod or an impact that induced micro-damage in the structure.

Keywords: *Finite Element Method, fatigue, hydraulic cylinder, fracture, discharging coil.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "ANALISIS KELELAHAN DAN POTENSI RETAKAN PADA DUDUKAN RANGKA *HYDRAULIC CYLINDER* MESIN *DISCHARGING COIL* MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Selama proses pengambilan data dan penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak ilmu dan pengalaman yang sangat berharga. Pengalaman ini tentunya memberikan kontribusi besar dalam pengembangan pengetahuan, keterampilan dan berguna bagi penulis untuk mempersiapkan diri memasuki dunia kerja yang sesungguhnya.

Atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kesempatan, keberkahan, ilmu, kelancaran dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
2. Bapak M. Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Fahrudin S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jakarta atas persetujuan terhadap penulisan skripsi ini.
5. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu selama berkuliah.
6. Bapak Sofyan Wibisono, Bapak Prasetyo Hadi dan Bapak Nuri selaku pembimbing lapangan di PT Master Steel.
7. Seluruh Anggota Keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung dalam proses penulisan skripsi ini.
8. Teman teman Angkatan 2021 yang selalu memberi dukungan dan bimbingan dalam proses penulisan skripsi ini.
9. Teman teman Sekolah yang selalu menemani dan memberi dukungan dalam proses penulisan skripsi ini.

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

semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi semua pihak.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
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	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 <i>Discharging Coil (Scissors Lift)</i>	8
2.2.1 Rangka Dudukan <i>Hydraulic Cylinder</i>	9
2.3 Pembebanan Siklik terhadap Struktur	10
2.3.1 Tegangan dan Regangan	11
2.3.2 Teori <i>Von Mises Stress</i> dan <i>Safety Factor</i>	12
2.3.3 <i>Fatigue Strength</i>	13
2.4 Keretakan pada Struktur akibat <i>Fatigue</i>	14
2.4.1 Faktor Intensitas Tegangan (<i>SIF</i>).....	15
2.4.2 Kriteria Kegagalan Retak.....	16
2.5 <i>Finite Element Method (FEM)</i>	16

2.5.1 <i>Mesh</i>	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir.....	19
3.2 Identifikasi Masalah	19
3.3 Studi Literatur.....	20
3.4 Pengambilan Data.....	20
3.5 Pemodelan Geometri	21
3.6 Perhitungan Awal Pembebanan	22
3.7 Simulasi Elemen Hingga	24
3.7.1 <i>Material Properties</i>	24
3.7.2 <i>Meshing</i> (Diskritasi Model).....	25
3.7.3 Pembebanan dan Batasan (<i>Load and Boundary Conditions</i>)	28
3.8 Parameter Hasil Simulasi	29
3.8.1 Tegangan <i>Von Mises</i> dan Deformasi Maksimum.....	30
3.8.2 Estimasi Umur <i>Fatigue</i> dan Faktor Keamanan.....	30
3.8.3 Analisis <i>Fracture</i> dan <i>Stress Intensity Factor (SIF)</i>	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Simulasi Numerik	32
4.1.1 Analisis Statik (<i>Von Mises Stress</i> dan Deformasi Total).....	32
4.1.2 Analisis <i>Fatigue</i> (<i>Fatigue Life</i>).....	35
4.1.3 Analisis <i>Fracture (SIF)</i>	46
4.2 Perhitungan Teoritis.....	48
4.2.1 Tegangan <i>Von Mises</i>	48
4.2.2 Estimasi Umur <i>Fatigue</i> Secara Teoritis	51
4.2.3 Perhitungan <i>Stress Intensity Factor (SIF)</i>	52
4.3 Validasi	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin <i>Discharging Coil</i>	8
Gambar 2.2 Dudukan Rangka <i>Hydraulic Cylinder</i>	9
Gambar 2.3 Kurva Tegangan Terhadap Waktu Tipe <i>Repeated Stress</i>	10
Gambar 2.4 Grafik 3 Fase Kegagalan <i>Fatigue</i>	13
Gambar 2.5 Contoh Kurva <i>S-N</i>	14
Gambar 2.6 Parameter Kualitas <i>Mesh</i>	17
Gambar 3.1 Diagram Alir	19
Gambar 3.2 Fenomena Retakan akibat <i>Fatigue</i>	19
Gambar 3.3 Pemodelan Geometri <i>Discharging Coil</i>	21
Gambar 3.4 <i>Drawing Design</i> Dudukan Rangka	21
Gambar 3.5 Titik Pembebanan Mesin <i>Discharging Coil</i>	22
Gambar 3.6 <i>Free Body Diagram</i> <i>Discharging Coil</i>	23
Gambar 3.7 Visualisasi <i>Meshing</i> Mesin <i>Discharging Coil</i>	25
Gambar 3.8 Visualisasi <i>Meshing</i> Dudukan Rangka	26
Gambar 3.9 Parameter <i>Skewness</i>	26
Gambar 3.10 Grafik Konvergensi <i>Mesh</i>	27
Gambar 3.11 Pembebanan pada Mesin <i>Discharging Coil</i>	28
Gambar 3.12 <i>Fixed Support</i> pada Mesin <i>Discharging Coil</i>	29
Gambar 3.13 <i>Solution Tools</i> pada ANSYS	30
Gambar 4.1 Tegangan <i>Von Mises</i> pada Dudukan Rangka Tanpa Pembebanan ...	33
Gambar 4.2 <i>Total Deformation</i> pada Dudukan Rangka Tanpa Pembebanan	33
Gambar 4.3 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka Tanpa Pembebanan.....	34
Gambar 4.4 Tegangan <i>Von Mises</i> pada Dudukan Rangka	35
Gambar 4.5 <i>Total Deformation</i> pada Dudukan Rangka	35
Gambar 4.6 <i>Safety Factor</i> pada Dudukan Rangka	35
Gambar 4.7 <i>Fatigue Life</i> Dudukan Rangka dengan 5 Nilai Pembebanan.....	37
Gambar 4.8 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 7.848 N.....	38
Gambar 4.9 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 9.810 N.....	38
Gambar 4.10 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 11.772 N... 38	
Gambar 4.11 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 13.734 N... 39	
Gambar 4.12 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 15.696 N... 39	
Gambar 4.13 <i>Fatigue Life</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 70.632 N..... 41	
Gambar 4.14 <i>Fatigue Life</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 72.594 N..... 41	
Gambar 4.15 <i>Fatigue Life</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 74.556 N..... 42	
Gambar 4.16 <i>Fatigue Life</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 76.518 N..... 42	
Gambar 4.17 <i>Fatigue Life</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 78.480 N..... 42	
Gambar 4.18 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 70.632 N... 43	
Gambar 4.19 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 72.594 N... 43	
Gambar 4.20 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 74.556 N... 44	
Gambar 4.21 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 76.518 N... 44	
Gambar 4.22 <i>Safety Factor</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan 78.480 N... 44	
Gambar 4.23 Kurva <i>S-N</i>	45

Gambar 4.24 <i>SIF (K1)</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan Maksimum	46
Gambar 4.25 <i>Zoom-in SIF (K1)</i> Dudukan Rangka dengan Pembebanan Maksimum	47
Gambar 4.26 Validasi Nilai Tegangan <i>Von Mises</i> Dudukan Rangka.....	50
Gambar 4.27 Nilai Tegangan Nominal Retakan	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Produksi Tahunan <i>Wire Rod</i>	22
Tabel 3.2 Tabel <i>Material Properties</i>	24
Tabel 3.3 Tabel Konvergensi <i>Mesh</i>	27
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Statis tanpa <i>Wire Rod</i>	32
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Statis dengan <i>Wire Rod</i>	34
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian <i>Fatigue Infinite Life</i>	39
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian <i>Fatigue Finite Life</i>	45
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian <i>Fracture</i>	46
Tabel 4.6 Data Validasi Hasil	53

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Gambar Teknik *Assembly* Mesin *Discharging Coil*
- Lampiran 2.** Gambar Teknik Part 1 Mesin (Dudukan Rangka Bawah)
- Lampiran 3.** Gambar Teknik Part 3 Mesin (Dudukan Rangka Atas)
- Lampiran 4.** Gambar Teknik Part 4 Mesin (Kaki Mesin)
- Lampiran 5.** Gambar Teknik Part 5 Mesin (Kaki Mesin *Hydraulic Cylinder*)
- Lampiran 6.** Lembar Konsultasi Pembimbing 1 Tugas Akhir
- Lampiran 7.** Lembar Konsultasi Pembimbing 2 Tugas Akhir