



**OPTIMASI DESAIN PADA *BUCKET LINK EXCAVATOR* KELAS
20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

ADI SYAEFUL AMRY SUHERMAN

2210311002

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026



**OPTIMASI DESAIN PADA *BUCKET LINK EXCAVATOR* KELAS
20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

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

ADI SYAEFUL AMRY SUHERMAN

2210311002

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

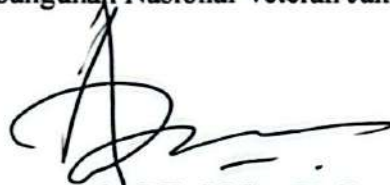
2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Adi Syaeful Amry Suherman
NIM : 2210311002
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Optimasi Desain Pada *Bucket Link 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



Sigit Pradana, S.T., M.T.
Penguji Lembaga

Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,

M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T.

Penguji III (Pembimbing)



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 22 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Adi Syaeful Amry Suherman
NIM : 2210311002
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Optimasi Desain Pada *Bucket Link 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,



Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T.

Pembimbing I



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

Pembimbing II

Mengetahui,



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Adi Syaeful Amry Suherman
NIM : 2210311002
Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 22 Juli 2026

Yang menyatakan,



Adi Syaeful Amry Suherman

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Adi Syaeful Amry Suherman
NIM : 2210311002
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 :

“OPTIMASI DESAIN PADA *BUCKET LINK EXCAVATOR* KELAS 20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/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, 22 Juli 2026

Yang menyatakan,



Adi Syaeful Amry Suherman

OPTIMASI DESAIN PADA *BUCKET LINK EXCAVATOR* KELAS 20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Adi Syaeful Amry Suherman

ABSTRAK

Bucket link merupakan komponen struktural pada sistem *bucket linkage excavator* yang menerima pembebanan tinggi sehingga memerlukan desain yang kuat dan ringan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan desain *bucket link excavator* kelas 20 ton menggunakan metode analisis elemen hingga (*Finite Element Analysis*) dan optimasi topologi berbasis *Solid Isotropic Material with Penalization* (SIMP) pada perangkat lunak *ANSYS Mechanical*. Material AISI 4140 dan AISI 4340 dibandingkan berdasarkan massa, tegangan *von Mises*, dan *safety factor*. Hasil optimasi menunjukkan konfigurasi terbaik AISI 4140 diperoleh pada *percent to retain* 74,57% dengan massa 42,11 kg, sedangkan AISI 4340 pada *percent to retain* 82,15% dengan massa 35,91 kg. Setelah mempertimbangkan aspek manufaktur, massa akhir menjadi 41,27 kg untuk AISI 4140 dan 38,52 kg untuk AISI 4340 dengan tegangan *von Mises* masing-masing sebesar 180,79 MPa dan 251,10 MPa serta *safety factor* 3,61 dan 4,07. Perbandingan desain awal dengan desain akhir menunjukkan pengurangan massa sebesar 17,86 kg atau 31,68%, yaitu dari 56,38 kg menjadi 38,52 kg. Berdasarkan hasilnya, material AISI 4340 layak dipertimbangkan sebagai pengganti material *bucket link* karena mampu menghasilkan massa yang jauh lebih ringan dengan performa struktur yang mirip.

Kata kunci : *bucket link*, *excavator*, optimasi topologi, metode elemen hingga.

DESIGN OPTIMIZATION OF A 20 TON CLASS EXCAVATOR BUCKET LINK USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Adi Syaeful Amry Suherman

ABSTRACT

The bucket link is a structural component of an excavator bucket linkage system that is subjected to high loading, requiring a design with high strength and low weight. This study aims to optimize the design of a bucket link for a 20-ton excavator using the Finite Element Analysis (FEA) method and topology optimization based on the Solid Isotropic Material with Penalization (SIMP) approach in ANSYS Mechanical. AISI 4140 and AISI 4340 materials were compared based on mass, von Mises stress, and safety factor. The optimization results showed that the optimum configuration for AISI 4140 was achieved at a 74.57% percent-to-retain with a mass of 42.11 kg, while AISI 4340 reached the optimum configuration at an 82.15% percent-to-retain with a mass of 35.91 kg. After considering manufacturing constraints, the final masses became 41.27 kg for AISI 4140 and 38.52 kg for AISI 4340, with von Mises stresses of 180.79 MPa and 251.10 MPa, and safety factors of 3.61 and 4.07, respectively. Compared with the initial design, the final optimized design reduced the mass by 17.86 kg (31.68%), from 56.38 kg to 38.52 kg. Based on the results, AISI 4340 can be considered a viable alternative material for the bucket link, as it provides a significantly lower mass while maintaining comparable structural performance.

Keywords: *bucket link, excavator, topology optimization, 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 "Optimasi Desain Pada *Bucket link 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 senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis.
3. Bapak Nicky Yongkimandalan S.T., M.M., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi.
4. Bapak M. Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
7. Daus, Rafly dan Zain selaku kawan penulis yang senantiasa menemani penulis dalam keadaan sulit dan senang, memberikan dukungan serta

motivasi, dan memberikan doa setiap langkah yang penulis lalui sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.

8. Seluruh mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2022 yang telah kebersamaan serta memberikan dukungan 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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN 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	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
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>Hydraulic Excavator</i>	8
2.3 <i>Bucket link</i>	9
2.4 Beban.....	10
2.5 Analisis Statik.....	11

2.5.1 Tegangan (<i>Stress</i>)	11
2.5.2 Regangan (<i>Strain</i>)	12
2.5.3 Kekuatan Luluh.....	12
2.5.4 Faktor Keamanan	13
2.6 Teori Kegagalan	14
2.7 Optimasi Topologi.....	15
2.7.1 Optimasi Topologi <i>Solid Isotropic Material with Penalization</i>	16
2.8 <i>Finite Element Methode</i> (FEM)	17
2.8.1 Tipe Elemen	18
2.8.2 Paduan <i>Meshing</i>	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir.....	20
3.2 Studi Literatur	21
3.3 Desain <i>Bucket link</i> Excavator.....	21
3.4 Analisis Statik <i>Bucket link</i>	21
3.4.1 Analisis Statik pada kondisi <i>compression</i> dan <i>tension</i>	23
3.5 Simulasi Metode Elemen Hingga.....	29
3.5.1 Pemilihan Material.....	29
3.5.2 <i>Meshing</i>	30
3.5.3 <i>Boundary condition</i>	32
3.5.4 Proses Optimasi Desain <i>Bucket link</i>	33
3.5.5 Parameter Hasil Simulasi	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.1.1 Hasil Simulasi Pembebanan.....	34
4.1.2 Hasil Optimasi Topologi	35

4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Pengaruh <i>Percent to retain</i> Terhadap Massa	38
4.2.2 Pengaruh <i>Percent to retain</i> Terhadap Tegangan Maksimal.....	40
4.2.3 Pemilihan Optimasi Topologi Terbaik	41
4.2.4 Analisis Optimasi Topologi Terbaik.....	42
4.2.5 Desain Akhir Hasil Optimasi Topologi dengan Pertimbangan Manufaktur	44
4.2.6 Perbandingan Desain Awal dan Desain Akhir Hasil Optimasi Topologi dengan Pertimbangan Manufaktur.....	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Hydraulic excavator.....	8
Gambar 2. 2. Bucket link.....	10
Gambar 2. 3. Konsep Tegangan.....	11
Gambar 2. 4. Konsep Regangan	12
Gambar 2. 5. Grafik Tegangan-Regangan	13
Gambar 2. 6. Optimasi Topologi	16
Gambar 2. 7. Mesh pada Metode Elemen Hingga.....	18
Gambar 2. 8. Tipe Elemen	18
Gambar 2. 9. Parameter Skewness	19
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3. 2. Gambar Kerja Bucket link Excavator	21
Gambar 3. 3. Free Body Diagram Mekanisme Linkage Bucket Excavator pada Kondisi Compression	23
Gambar 3. 4. Free Body Diagram Mekanisme Linkage Bucket Excavator pada Kondisi Tension.....	23
Gambar 3. 5. Grafik hubungan gaya F_3 dan F_3 (digging) terhadap sudut bucket (θ)	28
Gambar 3. 6. Tampilan User Interface Ansys Workbench R1- Static Structural.	29
Gambar 3. 7. Meshing	30
Gambar 3. 8. Boundary condition	32
Gambar 3. 9. Bagian Bucket link yang dapat di Optimasi	33
Gambar 4. 1. Hasil Uji Pembebanan	34
Gambar 4. 2. Nilai Safety factor	34
Gambar 4. 3. Hasil Optimasi Topologi Percent to retain 70%	36
Gambar 4. 4. Hasil Optimasi Topologi Percent to retain 90%	37
Gambar 4. 5. Grafik Percent to retain Vs Massa	38
Gambar 4. 6. Perbandingan Hasil Topologi 90%, 80%, dan 70%.....	39
Gambar 4. 7. Grafik Percent to retain Vs Tegangan Maksimal	40
Gambar 4. 8. Grafik Percent to retain Vs Safety factor	41

Gambar 4. 9. Hasil Optimasi Topologi dengan Parameter Terbaik, (a) Material AISI 4140, (b) Material AISI 4340	42
Gambar 4. 10. Hasil Tegangan von mises dengan Parameter Percent to retain Terbaik.....	43
Gambar 4. 11. Hasil Desain dengan Pertimbangan Manufaktur, (a) Material AISI 4140 (b) Material AISI 4340	44
Gambar 4. 12. Hasil Tegangan Von Misses pada Desain dengan Pertimbangan Manufaktur.....	44
Gambar 4. 13. Perbandingan Geometri (a) Desain Awal dan (b) Desain Optimasi	45
Gambar 4. 14. Perbandingan Distribusi Tegangan Von Misses.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2. Tipe – Tipe Pembebanan.....	10
Tabel 2. 3. Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan	14
Tabel 3. 1. Surface Vehicle Standards – Hydraulic Excavator and Backhoe Digging Forces	22
Tabel 3. 2. Data Nomenclature pada Perhitungan Statik Bucket link Excavator .	24
Tabel 3. 3. Nilai maksimum dan minimum gaya F3	28
Tabel 3. 4. Mechanical Properties AISI 4140	30
Tabel 3. 5. Mechanical Properties AISI 4340	30
Tabel 3. 6. Mesh Convergent Test	31
Tabel 4. 1. Hasil Optimasi Topologi AISI 4140	35
Tabel 4. 2. Hasil Optimasi Topologi AISI 4340	35
Tabel 4. 3. Perbandingan Hasil Analisis Optimasi Topologi Terbaik	43
Tabel 4. 4. Perbandingan Desain Akhir Hasil Optimasi Topologi dengan Pertimbangan Manufaktur.....	44
Tabel 4. 5. Perbandingan Desain Awal dan Desain Akhir Hasil Optimasi Topologi dengan Pertimbangan Manufaktur	45

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Pengambilan Data Ukuran Bucket link di PT YYY
- Lampiran 2.** Data Hasil Perhitungan Analitis Mekanisme Bucket link
- Lampiran 3.** Mesh Convergent Test
- Lampiran 4.** Hasil Optimasi Topologi dengan Variasi Percent to Retain
- Lampiran 5.** Hasil Topologi Terbaik 74,57 % (AISI 4140)
- Lampiran 6.** Hasil Topologi Terbaik 82,15 % (AISI 4340)
- Lampiran 7.** Detail Desain Final Topologi 74,57% (AISI 4140)
- Lampiran 8.** Gambar Teknik Desain Final Topologi 74,57% (AISI 4140)
- Lampiran 9.** Detail Desain Final Topologi 82,15% (AISI 4340)
- Lampiran 10.** Gambar Teknik Desain Final Topologi 82,15% (AISI 4340)
- Lampiran 11.** Hasil Perhitungan Interpolasi Linier (AISI 4140)
- Lampiran 12.** Hasil Perhitungan Interpolasi Linier (AISI 4340)
- Lampiran 13.** Data Hasil Topologi Percent to retain
- Lampiran 14.** Data Final Topologi Terbaik
- Lampiran 15.** Data Desain Akhir Hasil Optimasi Topologi dengan Pertimbangan Manufaktur