



**OPTIMASI DESAIN *HOOK* AL 6061 DENGAN
METODE FEA (*FINITE ELEMENT ANALYSIS*)**

SKRIPSI

MUHAMMAD RAYHAN FIRZI ANDIKA MANURUNG

2210311076

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026



**OPTIMASI DESAIN *HOOK* AL 6061 DENGAN
METODE FEA (*FINITE ELEMENT ANALYSIS*)**

SKRIPSI

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

**MUHAMMAD RAYHAN FIRZI ANDIKA MANURUNG
2210311076**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2026**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : M. Rayhan. Firzi. Andika. M
NIM : 2210311076
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Optimasi Desain *Hook* AI-6061 Dengan
Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

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. Ir. Muchamad Oktaviandri. S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
Penguji Utama


Sigit Iradana. S.T., M.T.

Penguji Lembaga

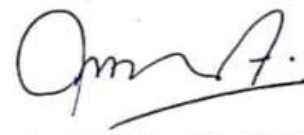

Nicky Yongkimandalan. S.T., M.M.,

MT

Penguji III (Pembimbing)


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

Dekan Fakultas Teknik


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

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 21 Juli 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

OPTIMASI DESAIN HOOK AL 6061 DENGAN METODE FEA (*FINITE ELEMENT ANALYSIS*)

Disusun oleh:

MUHAMMAD RAYHAN FIRZI ANDIKA MANURUNG

211031176

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



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



Arifudin Lukmana S.T., M.T

Jakarta, 21 Juli 2026

Mengetahui,

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin



(Ir. Fahrudin S.T., M.T)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Rayhan Firzi Andika Manurung

NIM : 2110311072

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

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

Jakarta, 21 Juli 2026

Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the text '1000', 'METERAI TEMPEL', and the serial number 'ACDFEAOX118049121'.

(Muhammad Rayhan Firzi Andika Manurung)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Muhammad Rayhan Firzi Andika Manurung
NIM : 2110311076
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

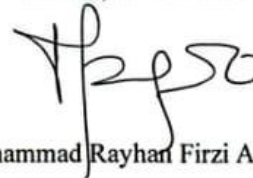
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi Saya yang berjudul

**OPTIMASI DESAIN *HOOK* AL 6061 DENGAN
METODE FEA (*FINITE ELEMENT ANALYSIS*)**

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 (data base), 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, 21 Juli 2026



Muhammad Rayhan Firzi Andika Manurung

OPTIMASI DESAIN *HOOK* AL 6061 DENGAN METODE FEA (*FINITE ELEMENT ANALYSIS*)

Muhammad Rayhan Firzi Andika Manurung

ABSTRAK

Komponen *hook* pada sistem overhead conveyor memiliki peran penting dalam menopang dan memindahkan beban selama proses produksi, sehingga diperlukan desain yang kuat serta efisien dalam penggunaan material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *topology optimization* terhadap respon struktural *hook* Aluminium 6061 berdasarkan nilai tegangan von Mises dan deformasi, menganalisis efisiensi pengurangan massa, serta menganalisis pola distribusi tegangan sebelum dan sesudah optimasi menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA). Penelitian dilakukan secara numerik menggunakan perangkat lunak ANSYS 2026 R1 dengan material Aluminium 6061-T6. Desain awal dan desain optimasi dianalisis menggunakan pembebanan maksimum aman, yaitu sebesar 735 N untuk desain awal dan 690 N untuk desain optimasi. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan von Mises, total deformation, safety factor, massa, dan distribusi tegangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain optimasi menghasilkan tegangan von Mises maksimum sebesar 182,21 MPa, lebih rendah dibandingkan desain awal sebesar 182,52 MPa. Nilai deformasi juga mengalami penurunan dari $1,20 \times 10^{-1}$ mm menjadi $0,98 \times 10^{-1}$ mm. Selain itu, massa komponen berhasil direduksi dari 17,87 gram menjadi 16,21 gram atau sebesar 9,29%. Pola distribusi tegangan pada desain optimasi menunjukkan penyebaran tegangan yang lebih merata dibandingkan desain awal. Berdasarkan hasil tersebut, *topology optimization* terbukti mampu menghasilkan desain *hook* yang lebih ringan dengan performa struktural yang tetap aman terhadap pembebanan maksimum yang diberikan.

Kata Kunci : *Hook*, Aluminium 6061, *Finite Element Analysis* (FEA), *Topology optimization*, Tegangan *Von Mises*, *Deformation*, *Safety Factor*

**OPTIMIZATION OF THE AL 6061 HOOK DESIGN
USING THE FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA)
METHOD**

Muhammad Rayhan Firzi Andika Manurung

ABSTRACT

The hook component in an overhead conveyor system plays an important role in supporting and transferring loads during the production process, requiring a design that is both strong and material-efficient. This study aims to analyze the effect of topology optimization on the structural response of an Aluminum 6061 hook based on von Mises stress and deformation values, evaluate mass reduction efficiency, and analyze stress distribution patterns before and after optimization using the Finite Element Analysis (FEA) method. The research was conducted numerically using ANSYS 2026 R1 software with Aluminum 6061-T6 material. The initial and optimized designs were analyzed under their respective maximum safe loads, namely 735 N for the initial design and 690 N for the optimized design. The analyzed parameters included von Mises stress, total deformation, safety factor, mass, and stress distribution. The results show that the optimized design produced a maximum von Mises stress of 182.21 MPa, slightly lower than the initial design at 182.52 MPa. The deformation value also decreased from 1.20×10^{-1} mm to 0.98×10^{-1} mm. In addition, the component mass was successfully reduced from 17.87 g to 16.21 g, equivalent to a 9.29% reduction. The stress distribution pattern in the optimized design also became more uniform compared to the initial design. Based on these results, topology optimization proved capable of producing a lighter hook design while maintaining structural performance and safety under the applied maximum loading conditions.

Keywords : *Hook, Aluminum 6061, Finite Element Analysis (FEA), Topology optimization, Von Mises Stress, Deformation, Safety Factor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Optimasi Desain *Hook* Al 6061 Dengan Metode FEA (*Finite Element Analysis*)” Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yaitu Bapak Rachmad dan Ibu Tanti yang senantiasa mendampingi serta selalu memberikan dukungan doa kepada penulis
2. Bapak Nicky Yongkimandalan S.T., M.T., M.M. selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing penulis, mengoreksi materi, dan memberikan saran selama proses penyusunan
3. Bapak Arifudin Lukaman S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing penulis mengenai penulisan laporan.
4. Teman-teman teknik mesin angkatan 2022, Farhan Firdaus, yang telah memberikan bantuan, saran, kritik dan nasihat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penulisan.
5. Teman-teman Angkringan Gang, Firman, Disayu, Eko, Jeni, Vanya, dan Laras yang telah memberikan bantuan, saran, kritik dan nasihat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Penulisan.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Sistematika Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Analisis Statis.....	9
2.3 Konsep Tegangan-Regangan Statik	9
2.4 Kekuatan Luluh	11
2.5 Teori Von Mises.....	11

2.6 Computer Aided Engineering (CAE).....	12
2.6.1 Optimasi Desain	12
2.6.2 Governing Equation Topology optimization.....	13
2.6.3 Hubungan Massa dan Volume	14
2.6.4 Prosedur Simulasi.....	14
2.6.4 Rekonstruksi Geometri.....	17
2.7 Safety Factor	18
2.7.1 Justifikasi Safety Factor	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.2 Geometry Desain.....	22
3.2.1 Desain Awal	22
3.2.2 Proses Optimasi Struktural dan Penentuan Geometri Desain Final..	23
3.2.3 Rekonstruksi Geometri.....	24
3.3 Pemodelan Finite Element	25
3.3.1 Prosedur Metode Finite Element dengan Bantuan Program ANSYS ..	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Geometri Hasil Topology optimization.....	31
4.2 Rekonstruksi Geometri Hasil Topology Optimization.....	32
4.2 Simulasi Desain Awal Hook	34
4.2.1 Meshing Kait Awal	34
4.2.2 Hasil Von Misses Equivalent	35
4.2.3 Hasil Deformation	35
4.2.4 Hasil Safety Factor	36
4.2.5 Pola Distribusi Tegangan	36
4.3 Hasil Optimasi Struktural.....	38
4.3.1 Parameter Optimasi dan Kondisi Simulasi.....	38

4.3.2 Hasil Optimasi.....	39
4.4 Hasil Simulasi Optimasi Desain Hook Al 6061	39
4.4.1 Meshing Kait Optimasi	39
4.4.2 Hasil Tegangan Equivalent Von Misses	40
4.4.3 Hasil Deformation	40
4.3.3 Hasil Safety Factor	41
4.3.4 Pola Distribusi Tegangan	41
4.5 Analisis Perbandingan Simulasi.....	43
4.6 Pembahasan.....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Ilustrasi bagian <i>over head conveyor</i> yang menggunakan kait model pertama.....	2
Gambar 2. 1 Bentuk Elemen.....	15
Gambar 2. 2 Contoh <i>Nodes</i>	16
Gambar 3. 1 Flow chart	20
Gambar 3. 2 Desain Kait Awal 2D	22
Gambar 3. 3 Data Material	28
Gambar 3. 4 (a) Posisi Gaya Pada Model Kait Awal	29
Gambar 3. 5 (a) Posisi Gaya Pada Model Kait Optimasi	30
Gambar 4. 1 <i>Meshing</i> Kait Awal	34
Gambar 4. 2 Jumlah <i>Nodes</i> dan <i>Elements</i>	34
Gambar 4. 3 Simulasi <i>Von misses</i>	35
Gambar 4. 4 Hasil <i>Deformation</i>	35
Gambar 4. 5 Hasil <i>Safety Factor</i>	36
Gambar 4. 6 Pola Distribusi Tegangan.....	36
Gambar 4. 7 <i>Meshing</i> Kait Optimasi.....	39
Gambar 4. 8 <i>Nodes</i> dan <i>Elements</i> Kait Optimasi	39
Gambar 4. 9 Hasil Equivalent Von Mises	40
Gambar 4. 10 Hasil <i>Deformation</i>	40
Gambar 4. 11 Hasil <i>Safety Factor</i>	41
Gambar 4. 12 Pola Distribusi Tegangan Kait Optimasi	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data <i>Material Properties</i>	16
Tabel 4. 1 Hasil perhitungan Pola Distribusi tegangan Kait Awal.....	37
Tabel 4. 2 Perhitungan Pola Distribusi Tegangan Kait Optimasi.....	42

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Pola Distribusi Tegangan kait Awal	37
Grafik 4. 2 Pola Distribusi Tegangan kait optimasi	42
Grafik 4. 3 Tegangan <i>Von Mises</i>	43
Grafik 4. 4 Total <i>Deformation</i>	44
Grafik 4. 5 <i>Safety Factor</i>	44
Grafik 4. 6 Massa	45
Grafik 4. 7 Perbandingan Pola Distribusi Kait Awal dan Optimasi	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Batas massa yang dipertahankan optimasi

Lampiran 2. Response Maximum Global Stress

Lampiran 3. Hasil Properties Volume dan Mass

Lampiran 4. Lembar Konsultasi Pembimbing pertama

Lampiran 5. Lembar Konsultasi Pembimbing Kedua