



**OPTIMASI DESAIN BOBOT DAN UMUR LELAH *BOOM* PADA
EXCAVATOR KELAS 20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

SKRIPSI

NUGI RIDWAN AZIZ

2010311074

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TENIK MESIN

2024



**OPTIMASI DESAIN BOBOT DAN UMUR LELAH *BOOM*
PADA *EXCAVATOR* KELAS 20 TON MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

NUGI RIDWAN AZIZ

2010311074

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TENIK MESIN

2024

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

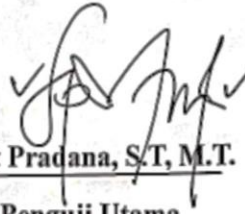
Nama : Nugri Ridwan Aziz

NIM : 2010311074

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN BOBOT DAN UMUR LELAH
BOOM PADA *EXCAVATOR* KELAS 20 TON
MENGUNAKAN 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.



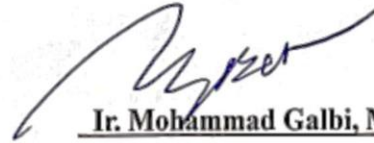
Sigit Pradana, S.T, M.T.

Penguji Utama



Fitri Wahyuni, S.Si., M.Eng

Penguji Lembaga



Ir. Mohammad Galbi, M.T

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng

Plt Dekan Fakultas Teknik



Fahrudin, S.T, M.T

Kepala Program Studi

Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 24 April 2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nugri Ridwan Aziz

NIM : 2010311074

Program Studi : Teknik Mesin

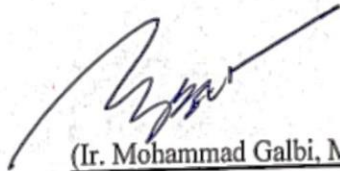
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN BOBOT DAN UMUR LELAH
BOOM PADA *EXCAVATOR* KELAS 20 TON
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA.

Telah dikoreksi dan diperbaiki oleh penulis sesuai dengan arahan dosen pembimbing dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

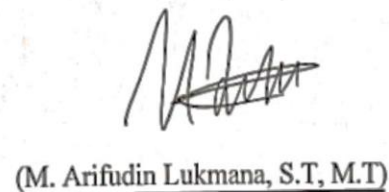
Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



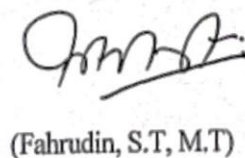
(Ir. Mohammad Galbi, M.T)



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

Mengetahui,

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin



(Fahrudin, S.T, M.T)

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Nugri Ridwan Aziz

NPM : 2010311074

Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 15 Juni 2024

Yang menyatakan,



(Nugri Ridwan Aziz)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Nugri Ridwan Aziz

NIM : 2010311074

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

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 BOBOT DAN UMUR LELAH *BOOM* PADA
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, 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, 15 Juni 2024

Yang menyatakan



Nugri Ridwan Aziz

OPTIMASI DESAIN BOBOT DAN UMUR LELAH *BOOM* PADA *EXCAVATOR* KELAS 20 TON MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

NUGI RIDWAN AZIZ

ABSTRAK

Boom sebagai salah satu komponen *excavator* harus memiliki konstruksi yang kuat dan andal dalam pengoperasian *excavator*. Optimasi desain dilakukan untuk mendapatkan desain *boom excavator* yang terbaik dari segi bobot yang paling minimum tanpa mengorbankan nilai faktor keamanan dan siklus umur lelah. Proses optimasi dibantu dengan software Ansys Workbench R1 dalam melakukan analisis. Simulasi dilakukan pada ketiga material yang telah ditentukan yaitu ASTM A572 (*existing*), S700MC, dan HARDOX 400. Berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa faktor keamanan dan siklus umur lelah meingkat seiring dengan perubahan material yang dilakukan. Penurunan bobot juga terjadi signifikan seiring dengan dilakukannya perubahan dimensi *boom*. Hasil desain *boom* optimasi 2 dengan material HARDOX 400 menjadi desain *boom* yang paling optimal karena memiliki bobot yang paling minimum apabila dibandingkan dengan desain boom yang lainnya dan kekuatan struktur dari *boom* juga masih dalam batas aman.

Kata Kunci : *boom excavator*, optimasi desain, metode elemen hingga, penurunan bobot, umur lelah.

**DESIGN OPTIMIZATION OF BOOM WEIGHT AND FATIGUE
LIFE IN 20 TON CLASS EXCAVATORS USING THE FINITE
ELEMENT METHOD**

NUGI RIDWAN AZIZ

ABSTRACT

The boom as one of the excavator components must have a strong and reliable construction when operating the excavator. Design optimization is carried out to obtain the best excavator boom design in terms of minimum weight without sacrificing safety factors and fatigue life cycles. The optimization process was assisted by Ansys Workbench R1 software in carrying out the analysis. The simulation was carried out on the three materials that have been determined, namely ASTM A572 (existing), S700MC, and HARDOX 400. Based on the simulation results, it can be seen that the safety factor and fatigue life cycle increase along with the material changes made. The reduction in weight also occurred significantly along with changes in boom dimensions. The results of optimization boom design 2 with HARDOX 400 material are the most optimal boom design because it has the minimum weight when compared to other boom designs and the structural strength of the boom is also still within safe limits.

Keywords : *boom excavator, design optimization, finite element method, weight reduction, fatigue life.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul : “Optimasi Desain Bobot dan Umur Lelah *Boom* Pada *Excavator* Kelas 20 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terwujud dengan baik dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung dan tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini pula penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya, penulis telah dimampukan untuk sampai pada titik saat ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Sugih Prihatin dan Ibu Nurjannah yang selalu mendoakan dan mendukung selama menjalani perkuliahan sampai saat ini.
3. Saudara kandung penulis Elang Baihaqi Nabawi yang turut memberikan dukungan.
4. Kekasih penulis Alya Feby Priarti yang telah tulus membantu dan mendukung penulis untuk terus berjuang menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Mohammad Galbi, M.T dan Bapak Muhammad Arifudin Lukmana, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah bersedia membantu dan meluangkan waktu, serta memberikan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
6. Bapak Fahrudin S.T, M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin, beserta segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknik yang bersedia memberi pengalaman dan pengetahuan kepada penulis.
7. Rekan-rekan satu perjuangan Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta khususnya angkatan tahun 2020

yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

8. Semua pihak lain yang telah turut membantu kelancaran penyusunan skripsi dan kuliah yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua di kedepannya kelak.

Jakarta, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Hydraulic Excavator.....	9
2.3 Boom.....	12
2.4 Pembebanan	14
2.5 Analisis Statik	17
2.7 Teori Kegagalan	21
2.9 Optimasi Topologi.....	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
3.2 Studi Literatur	29

3.3 Variabel Penelitian	29
3.4 Variasi Penelitian.....	29
3.5 Pemilihan Material	30
3.5.1 Material Existing.....	30
3.5.2 Material Optimasi.....	31
3.6 Desain Existing Boom Excavator	33
3.7 Menentukan Boundary Condition	34
3.8 Proses Optimasi Desain Boom Excavator.....	35
3.9 Analisis Desain Optimasi	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Perhitungan Gaya Boom Excavator	37
4.1.1 Analisis Statik Boom pada Posisi Ketinggian Maksimum.....	39
4.1.2 Analisis Statik Boom pada Posisi Datar Maksimum.....	45
4.1.3 Analisis Statik Boom pada Posisi Kedalaman Maksimum	47
4.2 Simulasi Boom dengan Metode Elemen Hingga	48
4.2.1 Memasukan Data Material	49
4.2.2 Tahap Meshing	49
4.2.3 Pemodelan Simulasi Dari Berbagai Posisi.....	52
4.3 Hasil Simulasi Desain Boom Existing Material ASTM A572	54
4.3.1 Hasil Tegangan Maksimum Pada Boom Existing.....	54
4.3.2 Analisis Tegangan Maksimum pada Boom Existing.....	56
4.3.3 Hasil Displacement pada Boom	58
4.3.4 Analisis Displacement pada Boom Existing	60
4.3.5 Hasil Faktor Keamanan pada Boom Existing	61
4.3.6 Analisis Faktor Keamanan pada Desain Boom Existing.....	63
4.3.7 Hasil Simulasi Fatigue (Umur Lelah) pada Boom Existing	64
4.3.8 Analisis Fatigue (Umur Lelah) pada Boom Existing	65
4.3.9 Bobot Boom Existing.....	67
4.4 Hasil Simulasi Desain Boom Existing Material S700MC	67
4.4.1 Hasil Tegangan Maksimum.....	67
4.4.2 Hasil Displacement	68
4.4.3 Hasil Faktor Keamanan.....	69
4.4.4 Hasil Simulasi Fatigue	69
4.4.5 Bobot Boom Existing Material S700MC	70

4.5 Hasil Simulasi Desain Boom Existing Material HARDOX 400	70
4.5.1 Hasil Tegangan Maksimum.....	71
4.5.2 Hasil Displacement	72
4.5.3 Hasil Faktor Keamanan.....	72
4.5.4 Hasil Simulasi Fatigue	73
4.5.5 Bobot Boom Existing Material HARDOX 400	74
4.6 Rekapitulasi dan Perbandingan Desain Boom Existing.....	74
4.7 Optimasi Desain Boom Excavator Variabel 1.....	77
4.7.1 Hasil Tegangan Maksimum Boom.....	78
4.7.2 Hasil Displacement Boom	80
4.7.3 Hasil Nilai Faktor Keamanan Boom.....	83
4.7.4 Hasil Umur Siklus Boom	85
4.8 Optimasi Desain Boom Excavator Variabel 2.....	88
4.8.1 Hasil Tegangan Maksimum Boom.....	89
4.8.2 Hasil Displacement Boom	91
4.8.3 Hasil Nilai Faktor Keamanan Boom.....	93
4.8.4 Hasil Umur Siklus Boom	95
4.8.5 Bobot Boom Setelah Optimasi Menggunakan Material HARDOX 400	97
4.9 Rekapitulasi dan Perbandingan Desain Boom Existing dan Desain Boom Optimasi	99
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Excavator	9
Gambar 2.2 Excavator Kelas 20 Ton	12
Gambar 2.3 Boom Standar 5700 mm.....	13
Gambar 2.4 Long Front Boom 8600 mm.....	13
Gambar 2. 5 Super Long Front Boom 10300 mm	14
Gambar 2. 6 Diagram Tegangan dan Regangan.....	18
Gambar 2.7 Kurva S-N (Homan,2018)	22
Gambar 2.8 Hubungan antara Endurance Limit Terhadap Ultimate Strength (Mlikota, Schmauder and Schmauder, 2020).....	23
Gambar 2.9 Computer Aided Design	24
Gambar 2. 10 Model Elemen Hingga	25
Gambar 2. 11 Tipe-tipe Elemen	26
Gambar 2.12 Jenis dan Ukuran Meshing	26
Gambar 2. 13 H-Refinement Mesh	27
Gambar 2. 14 Parameter Skewness.....	27
Gambar 2.15 Rejection Ratio (RR).....	27
Gambar 3.1 Jangkauan Penggalan Excavator.....	30
Gambar 3.2 Kurva S-N Material ASTM A572 (Molina, Piña-Monarrez and Barraza-Contreras, 2020)	31
Gambar 3.3 Kurva S-N Material S700MC (Mazur and Ulewicz, 2017)	32
Gambar 3. 4 Kurva S-N Material HARDOX 400 (Mazur and Ulewicz, 2017)....	33
Gambar 3.5 Desain Existing Boom Excavator	33
Gambar 3.6 Sketch Boom Excavator	34
Gambar 4.1 Surface Vehicle – Hydraulic Excavator and Backhoe Digging Force.....	37
Gambar 4.2 Posisi Bucket.....	38
Gambar 4.3 Posisi Arm	38
Gambar 4.4 Gambar Kerja Excavator Posisi Ketinggian Maksimum	39
Gambar 4.5 Diagram Benda Bebas Posisi Ketinggian Maksimum	39
Gambar 4.6 Gambar Kerja Excavator Posisi Datar	45
Gambar 4.7 Diagram Benda Bebas Posisi Datar	45
Gambar 4.8 Gambar Kerja Excavator Posisi Kedalaman Maksimum	47
Gambar 4.9 Diagram Benda Bebas Posisi Kedalaman Maksimum.....	47
Gambar 4.10 Tampilan user interface Ansys Workbench R1 - Static Structural	49
Gambar 4.11 Engineering data source Ansys Workbench R1.....	49
Gambar 4.12 Mesh Control.....	50
Gambar 4.13 Hasil Meshing Ukuran Elemen 8 mm	50
Gambar 4.14 Jumlah Element & Nodes.....	50
Gambar 4.15 Uji Konvergen Mesh Terhadap Tegangan Maksimum.....	51
Gambar 4.16 Uji Konvergen Mesh Terhadap Umur Lelah	51
Gambar 4.17 Pemodelan Simulasi Jangkauan Ketinggian Maksimum	52

Gambar 4.18 Pemodelan Simulasi Jangkauan Datar	53
Gambar 4.19 Pemodelan Simulasi Jangkauan Kedalaman Maksimum.....	53
Gambar 4.20 Tegangan Maksimum pada Jangkauan Ketinggian Maksimum.....	54
Gambar 4.21 Titik Kritis Boom Existing Jangkauan Ketinggian Maksimum	55
Gambar 4.22 Tegangan Maksimum pada Jangkauan Datar	55
Gambar 4.23 Titik Kritis Boom Existing Jangkauan Datar	55
Gambar 4.24 Tegangan Maksimum pada Jangkauan Kedalaman Maksimum	56
Gambar 4.25 Titik Kritis Boom Existing Jangkauan Kedalaman Maksimum.....	56
Gambar 4.26 Diagram Perbandingan Tegangan Maksimum pada Setiap Variasi Penelitian	58
Gambar 4.27 Hasil Displacement pada Jangkauan Ketinggian Maksimum	59
Gambar 4.28 Hasil Displacement pada Jangkauan Datar	59
Gambar 4.29 Hasil Displacement pada Jangkauan Kedalaman Maksimum.....	60
Gambar 4.30 Diagram Perbandingan Displacement pada Setiap Variasi Penelitian	61
Gambar 4.31 Hasil Faktor Keamanan pada Jangkauan Ketinggian Maksimum.....	62
Gambar 4.32 Hasil Faktor Keamanan pada Jangkauan Datar.....	62
Gambar 4.33 Hasil Faktor Keamanan pada Jangkauan Kedalaman Maksimum	62
Gambar 4.34 Diagram Perbandingan Faktor Keamanan pada Setiap Variasi Penelitian ..	63
Gambar 4.35 Hasil Simulasi Fatigue (Umur Lelah) pada Jangkauan Ketinggian Maksimum	64
Gambar 4.36 Hasil Simulasi Fatigue (Umur Lelah) pada Jangkauan Datar	65
Gambar 4.37 Hasil Simulasi Fatigue (Umur Lelah) pada Jangkauan Kedalaman Maksimum	65
Gambar 4.38 Diagram Perbandingan Umur Lelah pada Setiap Variasi Penelitian	66
Gambar 4.39 Bobot Boom Existing.....	67
Gambar 4.40 Hasil Simulasi Tegangan Maksimum Boom Existing S700MC	68
Gambar 4.41 Hasil Simulasi Displacement Boom Existing S700MC	68
Gambar 4.42 Hasil Simulasi Faktor Keamanan Boom Existing S700MC	69
Gambar 4.43 Hasil Simulasi Umur Lelah Boom Existing S700MC	70
Gambar 4.44 Bobot Boom Existing Material S700MC	70
Gambar 4.45 Hasil Simulasi Tegangan Maksimum Boom Existing HARDOX 400.....	71
Gambar 4.46 Hasil Simulasi Displacement Boom Existing HARDOX 400	72
Gambar 4.47 Hasil Simulasi Faktor Keamanan Boom Existing HARDOX 400.....	73
Gambar 4.48 Hasil Simulasi Umur Lelah Boom Existing HARDOX 400.....	73
Gambar 4.49 Bobot Boom Existing Material HARDOX 400	74
Gambar 4.50 Perbandingan Tegangan Maksimum Boom Existing	74
Gambar 4.51 Perbandingan Displacement Boom Existing.....	75
Gambar 4.52 Perbandingan Faktor Keamanan Boom Existing	75
Gambar 4.53 Perbandingan Siklus Umur Lelah Boom Existing	76
Gambar 4.54 Perbandingan Bobot Boom Existing.....	77
Gambar 4.55 Proses Desain Optimasi 1.....	78
Gambar 4.56 Hasil Simulasi Tegangan Maksimum Boom Optimasi 1 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (c) HARDOX 400	79
Gambar 4.57 Perbandingan Hasil Tegangan Maksimum Desain Boom Optimasi 1	80
Gambar 4.58 Hasil Simulasi Displacement Desain Boom Optimasi 1 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400	81
Gambar 4.59 Perbandingan Hasil Displacement Desain Boom Optimasi 1	82
Gambar 4.60 Hasil Simulasi Faktor Keamanan Desain Boom Optimasi 1 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400	83

Gambar 4.61 Perbandingan Faktor Keamanan Desain Boom Optimasi 1	84
Gambar 4.62 Hasil Simulasi Umur Lelah Desain Boom Optimasi 1 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400.....	85
Gambar 4.63 Perbandingan Faktor Keamanan Desain Boom Optimasi 1	86
Gambar 4.64 Bobot Boom Optimasi 1 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (c) HARDOX 400	87
Gambar 4.65 Perbandingan Bobot Boom Optimasi 1.....	87
Gambar 4.66 Proses Desain Optimasi 2.....	88
Gambar 4.67 Hasil Simulasi Tegangan Maksimum Desain Boom Optimasi 2 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400	89
Gambar 4.68 Perbandingan Tegangan Maksimum Desain Boom Optimasi 2.....	90
Gambar 4.69 Hasil Simulasi Displacement Desain Boom Optimasi 2 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400	92
Gambar 4.70 Perbandingan Displacement Desain Boom Optimasi 2	92
Gambar 4.71 Hasil Simulasi Faktor Keamanan Desain Boom Optimasi 2 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400	94
Gambar 4.72 Perbandingan Faktor Keamanan Desain Boom Optimasi 2.....	95
Gambar 4.73 Hasil Simulasi Umur Lelah Desain Boom Optimasi 2 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (C) HARDOX 400.....	96
Gambar 4.74 Perbandingan Siklus Umur Lelah Desain Boom Optimasi 2	97
Gambar 4.75 Bobot Boom Optimasi 2 ; (a) ASTM A572, (b) S700MC, (c) HARDOX 400	98
Gambar 4.76 Perbandingan Bobot Boom Optimasi 2.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Sudut Penelitian.....	30
Tabel 3.2 Material Properties ASTM A572.....	31
Tabel 3.3 Material Properties S700MC.....	31
Tabel 3.4 Material Properties HARDOX 400.....	32
Tabel 4.1 Hasil Meshing Size Element 8 mm.....	50
Tabel 4.2 Uji Konvergen Mesh	51
Tabel 4.3 Tegangan Maksimum Boom Existing	57
Tabel 4.4 Nilai Displacement pada Desain Existing Boom	60
Tabel 4.5 Nilai Faktor Keamanan pada Desain Boom Existing.....	63
Tabel 4.6 Umur Lelah pada Desain Boom Existing.....	66
Tabel 4.7 Rekapitulasi dan Perbandingan Desain <i>Boom Existing</i> dan Desain <i>Boom Optimasi</i>	99

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Desain *Boom Existing*
- Lampiran 2 Desain *Boom Optimasi 1*
- Lampiran 3 Desain *Boom Optimasi 2*
- Lampiran 4 Pengambilan Data Ukuran *Boom* di PT United Tractors Tbk
- Lampiran 5 Hasil Simulasi Desain *Boom Existing* ASTM A572
- Lampiran 6 Hasil Simulasi Desain *Boom Existing* S700MC
- Lampiran 7 Hasil Simulasi Desain *Boom Existing* HARDOX 400
- Lampiran 8 Hasil Simulasi Desain *Boom Optimasi 1* ASTM A572
- Lampiran 9 Hasil Simulasi Desain *Boom Optimasi 1* S700MC
- Lampiran 10 Hasil Simulasi Desain *Boom Optimasi 1* HARDOX 400
- Lampiran 11 Hasil Simulasi Desain *Boom Optimasi 2* ASTM A572
- Lampiran 12 Hasil Simulasi Desain *Boom Optimasi 2* S700MC
- Lampiran 13 Hasil Simulasi Desain *Boom Optimasi 2* HARDOX 400