

**ANALISIS STRUKTUR DESAIN ALAT BANTU PENGANGKATAN  
BUCKET CRANE MENGGUNAKAN SOFTWARE  
AUTODESK INVENTOR**



KRISTIAN ADI NUGROHO  
41315120053

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2020

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STRUKTUR DESAIN ALAT BANTU PENGANGKATAN  
*BUCKET CRANE MENGGUNAKAN SOFTWARE  
AUTODESK INVENTOR***



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Kristian Adi Nugroho  
NIM : 41315120053  
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JULI 2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS STRUKTUR DESAIN ALAT BANTU PENGANGKATAN  
*BUCKET CRANE MENGGUNAKAN SOFTWARE  
AUTODESK INVENTOR***



Disusun Oleh:

Nama : Kristian Adi Nugroho

NIM : 41315120053

Program Studi : Teknik Mesin



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal 27 Juli 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

(Haris Wahyudi, ST, M.Sc.)

Koordinator Tugas Akhir

(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Kristian Adi Nugroho  
NIM : 41315120053  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Struktur Desain Alat Bantu Pengangkatan  
*Bucket Crane Menggunakan Software Autodesk Inventor*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melaksanakan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, Juli 2020



Kristian Adi Nugroho

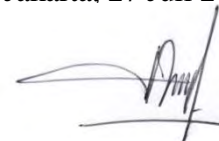
## PENGHARGAAN

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan YME atas segala rahmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1). Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, penyusun banyak mendapat bantuan, arahan dan dorongan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Anak, istri dan orang tua tercinta yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang memberikan informasi terkait Universitas selama masa pandemi Covid-19.
3. Bapak Haris Wahyudi, ST, M.Sc. sebagai dosen pembimbing tugas akhir teknik mesin Universitas Mercu Buana yang memberikan bimbingan dan solusi dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng. sebagai koordinator tugas akhir yang mendukung saya untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir di semester ini.
5. Bapak Dr. Hadi Pranoto, ST, MT., Bapak Muhamad Fitri, ST, M.Si, PhD dan Ibu Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si. sebagai penguji sidang Tugas Akhir yang memberikan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir yang benar.

Laporan tugas akhir ini mungkin jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan. Akhirnya semoga laporan tugas akhir ini dapat menambah wawasan pembaca mengenai jurusan teknik mesin.

Jakarta, 27 Juli 2020



Kristian Adi Nugroho

## ABSTRAK

Industri baja adalah industri yang menggunakan *crane*. Penggunaan *wire rope sling* / tali baja dalam pengangkatan dan pemindahan *bucket crane* tidak efisien karena harus dilakukan oleh 2 orang dan berbahaya. Pada tahun 2017 terjadi kasus dimana jari tangan operator terjepit ketika akan mengaitkan *wire rope ring* ke *bucket*. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat desain alat bantu pengangkatan *bucket* menggunakan *software autodesk inventor* sehingga didapatkan desain yang aman. Metode analisis struktur menggunakan *autodesk inventor* dilakukan dengan konsep FEA (*Finity Element Analysis*) dimulai dengan pembuatan desain 3D alat bantu pengangkatan *bucket* dengan material yang dipilih ASTM A36, dengan constraint yang dipilih adalah *pin constraint* pada bagian *lug*, dengan simulasi pengujian dengan beban (*load*) sebesar 5 Ton, 10 Ton dan 20 Ton, kemudian proses *meshing* dilakukan untuk memecah elemen-elemen kecil yang tak terhingga namun saling berhubungan, sehingga analisis yang dihasilkan akan lebih akurat dan dilanjutkan dengan *running program* untuk mendapatkan interpretasi hasil. Hasil simulasi yang didapatkan adalah *von mises stress*, *displacement* dan *safety factor*. Perhitungan analitik dan analisis konsep kesetimbangan dilakukan untuk membuktikan hasil simulasi dan desain bantu pengangkatan *bucket* dalam konsisi setimbang. Hasil analisis didapatkan bahwa tegangan *von mises stress* didapatkan nilai beban 5 Ton sebesar 3,411 MPa, beban 10 Ton sebesar 6,822 MPa, dan pada beban 20 Ton sebesar 13,64 Mpa. Pada perubahan panjang didapatkan nilai beban beban 5 Ton sebesar 0,01305 mm, beban 10 Ton sebesar 0,0261 mm, dan beban 20 Ton sebesar 0,0522 mm, dan faktor keamanan bernilai 15. Kesimpulan dari desain bantu pengangkatan *bucket* tersebut aman digunakan dan tanpa perlu bantuan operator untuk mengaitkan *wire rope sling*.

**Kata Kunci:** *Bucket*, analisa tegangan, perubahan panjang dan factor keamanan, Autodesk Inventor

MERCU BUANA

## **STRUCTURAL ANALYZE OF BUCKET CRANE LIFTING TOOL DESIGN USE AUTODESK INVENTOR SOFTWARE**

### **ABSTRACT**

*The steel industry is an industry that use crane. The usage of wire rope slings in lifting and moving bucket cranes is inefficient due need 2 people to hooking wire rope sling to bucket and it's dangerous too. In 2017 there was a case where the operator's fingers were pinched when he would tie the wire rope ring to the bucket. The purpose of this research is to design bucket lifting tool using Autodesk Inventor software so that a safe design is obtained. The method of structural analysis using autodesk inventor is carried out with the concept of FEA (Finity Element Analysis) starting with the creation of a 3D design of a bucket lifting tool with selected material ASTM A36, with the chosen constraint being the pin constraint on the lug, with simulation testing with a load of 5 Tons, 10 Tons and 20 Tons, then the meshing process is carried out to break up infinite but interconnected small elements, so that the resulting analysis will be more accurate and proceed with a running program to get the interpretation of the results. The simulation results obtained are von mises stress, displacement and safety factor. Analytical calculations and analysis of the equilibrium concept are carried out to prove the results of the simulation and design of assisting bucket lifts in equilibrium conditions. The results of the analysis found that the stress von mises stress obtained a 5 Ton load value of 3.411 MPa, a 10 Ton load of 6.822 MPa, and a 20 Ton load of 13.64 MPa. In the shift obtained a load of 5 tons of 0.01305 mm, a load of 10 tons of 0.02619 mm, and a load of 20 tons of 0.05225 mm, and a safety factor of 15. The conclusion of the design of the bucket lift is safe to use and without the need for help from people to hook a wire rope sling.*

**KEYWORDS:** *Bucket, stress deflection and safety factor analysis, Autodesk Inventor*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>CRANE</i>	5
2.2. <i>CRANE HOOK</i>	7
2.3. <i>WIRE ROPE SLING</i>	8
2.4. <i>BUCKET</i>	9
2.5. <i>AUTODESK INVENTOR</i>	10
2.5.1. Analisis Struktur Pada <i>Autodesk Inventor</i>	11
2.5.2. Proses Analisis Struktur Pada <i>Autodesk Inventor</i>	11
2.4. TEGANGAN	20
2.5. REGANGAN	20
2.6. FAKTOR KEAMANAN ( <i>SAFETY FACTOR</i> )	21
2.7. KONSEP KESEIMBANGAN	22
2.7.1. Tumpuan	23
2.7.2. Beban	25
2.7.3. Diagram Gaya Geser dan Momen Lentur	26



2.7.4.	Aplikasi Konsep Keseimbangan	27
BAB III METODOLOGI		29
3.1.	DIAGRAM ALIR	29
3.1.1.	Identifikasi Masalah	30
3.1.2.	Studi Literatur	30
3.2.	ANALISIS DESAIN	31
3.3.	ANALISIS STRUKTUR SECARA KOMPUTASIONAL	32
3.3.1.	Verifikasi Material	32
3.3.2.	Menentukan <i>Constraint</i>	33
3.3.3.	Menentukan <i>Load</i>	33
3.3.4.	Membuat <i>Mesh</i>	33
3.3.5.	Running Program	34
3.3.6.	Menginterpretasikan Hasil Analisis	34
3.4.	ANALISIS STRUKTUR SECARA ANALITIK	35
3.4.1.	Tegangan, Regangan dan <i>Safety Factor</i>	35
3.4.2.	Konsep Keseimbangan	35
3.4.3.	Menentukan Tumpuan	36
3.4.4.	Menentukan Beban	36
3.4.5.	Membuat Diagram Benda	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	ANALISIS DESAIN	38
4.2.	PENGUJIAN KOMPUTASIONAL	42
4.2.1.	Hasil Simulasi Pada Kondisi Dengan Beban 5 Ton	45
4.2.2.	Hasil Simulasi Pada Kondisi Dengan Beban 10 Ton	46
4.2.3.	Hasil Simulasi Pada Kondisi Dengan Beban 20 Ton	48
4.3.	PERHITUNGAN ANALITIK	49
4.3.1.	Perhitungan Tegangan, Regangan dan <i>Safety factor</i>	49
4.3.2.	Konsep Keseimbangan	55
BAB V PENUTUP		60
5.1.	KESIMPULAN	60
5.2.	SARAN	60
LAMPIRAN 1		63

LAMPIRAN 2	64
LAMPIRAN 3	65
LAMPIRAN 4	66
LAMPIRAN 5	67



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Proses pengangkatan <i>bucket crane</i> menggunakan <i>wire rope sling</i>	1
Gambar 1.2 Kecelakaan jari tangan terjepit <i>wire rope ring</i>	2
Gambar 2.1 Klasifikasi <i>crane</i>	5
Gambar 2.2 Bagian-bagian dari <i>overhead crane</i>	6
Gambar 2.3 Jenis <i>crane hook</i>	7
Gambar 2.4 Konstruksi serat <i>wire rope sling</i>	8
Gambar 2.5 <i>Bucket</i> dan sisa-sisa proses produksi (a) <i>scrap</i> , (b) <i>scale</i> , (c) <i>burr</i>	9
Gambar 2.6 <i>Autodesk Inventor 2014</i>	10
Gambar 2.7 Proses pembuatan <i>part</i>	12
Gambar 2.8 Proses <i>assembly</i> komponen	13
Gambar 2.9 Verifikasi material	13
Gambar 2.10 Menentukan <i>constraint</i>	14
Gambar 2.11 Menentukan <i>load</i>	15
Gambar 2.12 Proses <i>meshing</i>	18
Gambar 2.13 Running program	18
Gambar 2.14 Tumpuan roll	23
Gambar 2.15 Tumpuan sendi	24
Gambar 2.16 Tumpuan jepit	24
Gambar 2.17 Beban terpusat	25
Gambar 2.18 Beban terdistribusi merata	25
Gambar 2.19 Beban momen	26
Gambar 2.20 (a) Diagram benda bebas, (b) Diagram gaya geser, (c) Diagram momen lentur	27
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian tugas akhir	29
Gambar 4.2 Gambar 3D <i>hook</i>	39
Gambar 4.3 Gambar 3D <i>bush bearing</i>	39
Gambar 4.4 Gambar 3D poros	40
Gambar 4.5 Gambar 3D <i>key plate</i>	40
Gambar 4.6 Gambar <i>full assembly</i> alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> .	41
Gambar 4.7 Gambar ketika proses pengangkatan <i>bucket</i>	41
Gambar 4.8 Material desain alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	42

Gambar 4.9 <i>Pin constraint</i> desain alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	43
Gambar 4.10 Titik gaya beban pada pengujian alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	44
Gambar 4.11 <i>Meshing</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	44
Gambar 4.12 <i>Von mises stress</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 5 Ton	45
Gambar 4.13 <i>Displacement</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 5 Ton	45
Gambar 4.14 <i>Safety factor</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> Beban 5 Ton	46
Gambar 4.15 <i>Von mises stess</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 10 Ton	46
Gambar 4.16 <i>Displacement</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 10 Ton	47
Gambar 4.17 <i>Safety factor</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 10 Ton	47
Gambar 4.18 <i>Von mises stess</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 20 Ton	48
Gambar 4.19 <i>Displacement</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 20 Ton	48
Gambar 4.20 <i>Safety factor</i> pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> beban 20 Ton	49
Gambar 4.21 Luas area desain alat bantu pengangkatan <i>bucket</i> pada menu <i>iProperties</i>	50
Gambar 4.22 Modulus elastisitas pada material baja ASM A36	52
Gambar 4.23 Gambar sisi alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	56
Gambar 4.24 Diagram ruang pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	56
Gambar 4.25 Diagram benda bebas pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	58
Gambar 4.26 Diagram gaya geser pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	58
Gambar 4.27 Diagram momen lentur pada alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan sifat mekanik material baja ASTM A36	32
Tabel 3.2 Komposisi kimia baja ASTM A36	33



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 <i>Von mises stress</i> alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	54
Grafik 4.2 <i>Displacement</i> alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	55
Grafik 4.3 <i>Safety factor</i> alat bantu pengangkatan <i>bucket</i>	55



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$F$	gaya (N)
$m$	massa (kg)
$g$	gravitasi ( $m/s^2$ )
$P$	tekanan ( $N/mm^2$ )
$A$	luas permukaan ( $m^2$ )
$\tau$	momen gaya (Nm)
$I$	momen inersia ( $kgm^2$ )
$\alpha$	percepatan sudut ( $rad/s^2$ )
$R_1$	jari-jari dalam (m)
$R_2$	jari-jari luar (m)
$R$	jari-jari luar (m)
$v$	kecepatan (m/s)
$\sigma$	tegangan ( $N/m^2$ )
$\varepsilon$	regangan
$\delta$	<i>defleksi</i> yang terjadi (mm)
$E$	modulus elastisitas (Pa)
$n$	<i>safety factor</i>
$F_{ijin}$	beban yang diijinkan (kg)
$\sigma_{ijin}$	tegangan yang diijinkan ( $N/m^2$ )
$x$	arah gaya x
$F_x$	gaya arah x (N)
$y$	arah gaya y
$F_y$	gaya arah y (N)
$M$	momen (Nm)
$R_y$	Resultan gaya arah y (N)
$F_y$	gaya arah y (N)