



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**SIMULASI TEGANGAN RANGKA MESIN ROLL PIPA  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

**M. ALI MUSHAFK**

**NIM : 201554079**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Rochmad Winarso, ST., MT.**

**Hera Setiawan, ST., M.Eng.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MURIA KUDUS**

**2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**SIMULASI TEGANGAN RANGKA MESIN ROLL PIPA**  
**MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

**M. ALI MUSHAFAK**

201554079

Kudus, 29 Februari 2020



Menyetujui,

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping,**

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Rochmad Winarso, ST., MT.  
NIDN. 0612037201

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'H' followed by several loops.

Hera Setiawat, ST., M.Eng.  
NIDN. 0611066901

Mengetahui,

**Koordinator Skripsi/Tugas Akhir**

A handwritten signature in black ink, starting with a large 'T' and followed by several loops.

Taufiq Hidayat, ST., MT.  
NIDN. 0023017901

HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI TEGANGAN RANGKA MESIN ROLL PIPA  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

M. ALI MUSHAFK

NIM. 201554079

Kudus, 29 Februari 2020

Menyetujui,

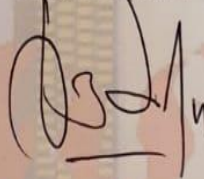
Ketua Penguji,



Sugeng Slamet, S.T., M.T.

NIDN. 0622067101

Anggota Penguji I,



Qomaruddin, S.T., M.T.

NIDN. 0626097102

Anggota Penguji II,



Rochmad Wiharso, S.T., M.T.

NIDN. 0612037201

Mengetahui

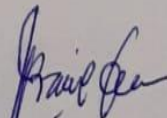
Dekan Fakultas Teknik



Mochammad Dahlan, S.T., M.T.

NIDN. 0601076901

Ketua Program Teknik Mesin



Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.

NIDN. 063003301

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Ali Mushafak

NIM : 201554079

Tempat & Tanggal Lahir : Kudus, 04 April 1995

Judul Skripsi/Tugas Akhir\* : Simulasi Tegangan Rangka Mesin Roll Pipa  
Menggunakan Metode Elemen Hingga

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 29 Februari 2020

Yang memberi pernyataan



M. Ali Mushafak

NIM. 201554079

# **SIMULASI TEGANGAN RANGKA MESIN ROLL PIPA MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

Nama Mahasiswa : M. Ali Mushafak

NIM : 201554079

Pembimbing :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Hera Setiawan, S.T., M.Eng.

## **RINGKASAN**

Salah satu proses manufaktur adalah proses pengerolan pipa. Mesin roll pipa diantaranya menggunakan sistem tiga rol yang di susun segitiga roll 1 dan 3 berada di bawah, roll 2 berada diatas sebagai roll penekan untuk menekan pipa. Mesin ini digerakan menggunakan motor listrik yang di transmisikan ke gear box dan menuju poros roll 1 dan 3 sehingga menghasilkan putaran untuk pengerolan pipa. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, proses perancangan, proses perhitungan dan simulasi menggunakan *Autodesk Software Inventor 2015*. Mesin roll pipa ini menggunakan pipa diameter 1 ¼ inchi dengan material pipa karbon rendah (ST37). Pada hasil penelitian telah dibuat rangka mesin roll pipa dan memiliki dimensi 700mm x 600mm x 900mm. Pada hasil penelitian telah dibuat rangka mesin roll pipa analisa rangka mesin roll pipa tegangan maksimum yang terjadi pada rangka yaitu 0,6627 Mpa dengan perhitungan teoritis sehingga pada simulasi menggunakan *software inventor 2015*. Simulasi dihasilkan 0,616743 Mpa dan perhitungan *displacement* maksimal secara teoritis yaitu 0,00007284 mm sehingga pada simulasi menggunakan *software inventor 2015* dihasilkan nilai 0,00006148 mm dengan galat % *error von mises stres* 7% dan *displacement* 18%. Analisa simulasi pada mesin roll pipa dan simulasi rangka pembebanan yang berbahan material steel mild dengan menggunakan *software inventor 2015* dengan tanpa beban dan pembebanan pada rangka mesin roll pipa. Dengan tujuan untuk mengetahui distribusi tegangan serta daerah kritis yang terjadi pada rangka.

**Kata kunci : rangka, tegangan statik, roll pipa**

***SIMULATION OF THE MOTION AND FRAME OF A PIPE ROLL  
MACHINE USING THE FINITE ELEMENT METHOD***

*Student Name* : M.Ali Mushafak

*Student Identity Number* : 201554079

*Supervisor* :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Hera Setiawan, S.T., M.Eng.

***ABSTRACT***

*One of the manufacturing processes is the pipe rolling process. The pipe roll machine includes a three roller system arranged in roll triangles 1 and 3 below, roll 2 above as a pressure roll to press the pipe. This machine is driven using an electric motor which is transmitted to the gear box and to the roll shafts 1 and 3 so as to produce a rotation for pipe bending. The method used includes literature study, design process, calculation process and simulation using Autodesk Software Inventor 2015. This pipe roll machine uses 1 diameter inch diameter pipe with low carbon pipe material (ST37). The results of the research have made the pipe roll machine framework and has dimensions of 700mm x 600mm x 900mm. As a result of the research, a pipe roll frame machine analysis has been made. The maximum stress pipe roll machine frame analysis occurs in the framework of 0.6627 MPa with theoretical calculations so that the simulation uses inventor software 2015. The simulation is produced 0.616743 MPa and theoretically the maximum displacement calculation is 0,00007284 mm so in the simulation using 2015 inventor software, the value of 0.00006148 mm was generated with an error% error von mises 7% stress and 18% displacement. Analysis of simulation on pipe roll machines and load frame simulation made from mild steel material using the 2015 inventor software with no load and loading on the pipe roll frame. With the aim to determine the stress distribution and critical areas that occur in the framework.*

***Keywords : frame, static voltage, pipe roll***

## KATA PENGANTAR

Dengan panjatkan puji syukur kehadirat kepada Allah SWT, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Simulasi Tegangan Rangka Mesin Roll Pipa Menggunakan Metode Elemen Hingga” hingga dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam mencapai gelar Sarjana S1 Teknik Mesin Universitas Muria Kudus.

Pada proses penyelesaian tugas akhir ini, banyak pihak yang telah membantu, baik secara langsung atau secara tidak langsung, secara materi, moral, maupun secara spiritual. maka untuk itu kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan hormat yang sebesar-besarnya :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Keluarga yang tercinta telah memberikan dukungan dan semangat penuh kasih sayang.
3. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah sabar membimbing penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Hera Setiawan, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang sabar membimbing dalam penyusunan laporan.
5. Bapak Sugeng Slamet, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan pada laporan akhir ini.
6. Bapak Qomaruddin, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan pada laporan akhir ini.
7. Teman-teman mahasiswa teknik mesin universitas muria kudus dan kelompok mesin roll pipa yang telah memberikan masukan dan sarannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi terciptanya laporan yang baik.

Kudus, 29 Februari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
RINGKASAN.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Definisi Mesin Roll .....	4
2.2 Metode Penekukan .....	4
2.3 Macam-macam Mesin Roll Pipa.....	5
2.4 Jenis Pembebanan .....	7
2.5 Analisa Kekuatan Rangka .....	9
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>12</b>
3.1 Diagram Alir .....	12
3.2 Analisa Kebutuhan .....	13



3.3 Konsep Desain Mesin Bending Roll Pipa .....	14
3.4 Desain Rangka Mesin Bending Roll Pipa .....	15
3.5 Perhitungan Rangka .....	16
3.6 Simulasi .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Analisa Kekuatan Struktur Rangka Mesin Bending Roll Pipa .....	25
4.1.1 Beban Pada Rangka.....	26
4.2 Perhitungan Gaya Yang Bekerja Pada Rangka.....	39
4.2.1 Perhitungan Sfd dan Bmd.....	39
4.2.2 Titik Berat dan Momen Inersia Penampang .....	49
4.2.3 Menghitung Tegangan.....	50
4.2.4 Faktor Keamanan .....	52
4.2.5 Tegangan Geser .....	53
4.2.6 Perhitungan Defleksi Yang Terjadi Pada Rangka .....	55
4.2.7 Menghitung Von Mesess Stress Maksimum dan Minimum .....	55
4.3 Simulasi .....	56
4.3.1 Langkah-langkah prosedur analysis menggunakan software .....	56
4.3.2 Hasil analysis simulasi menggunakan software.....	59
4.3.3 Perbandingan perhitungan teoritis dengan software .....	62
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>65</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Roll Bending Portable .....	5
Gambar 2.2 Mesin Roll Bending Pipa Starbus/Hollow .....	6
Gambar 2.3 Mesin Roll Bending Machine.....	6
Gambar 2.4 Mesin Roll Bending Pipa Model Vertikal.....	7
Gambar 2.5 Batang Rangka Yang Menerima Beban Kritis .....	8
Gambar 2.6 Jenis-jenis Pembebanan .....	9
Gambar 2.7 Distribusi Tegangan Pada Rangka.....	11
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	12
Gambar 3.2 Mesin Bending Roll Pipa .....	14
Gambar 3.3 Rangka Mesin Bending Roll Pipa .....	15
Gambar 3.4 Pembebanan .....	16
Gambar 3.5 Reaksi Gaya Pada Rangka .....	17
Gambar 3.6 Tumpuan Sendi.....	18
Gambar 3.7 Tumpuan Roll.....	18
Gambar 3.8 Tumpuan Jepit .....	19
Gambar 3.9 <i>Shear Forces Diagram</i> (SFD) .....	19
Gambar 3.10 <i>Bending Moment Diagram</i> (BMD).....	20
Gambar 3.11 Gaya Positif (+) .....	21
Gambar 3.12 Gaya Negatif (-).....	21
Gambar 3.13 Gaya Geser Positif .....	21
Gambar 3.14 Gaya Geser Negatif.....	21
Gambar 3.15 Sebuah Batang yang Mengalami Pembebanan Tarik.....	22
Gambar 3.16 Segmen Batang yang Sudah Diberikan Pembebanan .....	22
Gambar 4.1 Konstruksi Rangka.....	25
Gambar 4.2 Dudukan Ulir Daya.....	26
Gambar 4.3 Dudukan Dies Penekan .....	27
Gambar 4.4 Ulir Daya.....	30
Gambar 4.5 Dies Atas .....	31
Gambar 4.6 Bantalan Dudukan Dies Penekan .....	33
Gambar 4.7 Poros Atas .....	33

Gambar 4.8 Diameter Poros Atas .....	33
Gambar 4.9 Dies Bawah .....	35
Gambar 4.10 Poros Bawah.....	36
Gambar 4.11 Diameter Poros Bawah.....	36
Gambar 4.12 Bantalan Dudukan Dies Bawah.....	37
Gambar 4.13 Motor Listrik .....	38
Gambar 4.14 Reduser Vertikal .....	38
Gambar 4.15 Batang Rangka yang Menerima Beban Kritis .....	39
Gambar 4.16 Gaya Tekan Yang Terjadi Pada Rangka Dudukan Ulir .....	40
Gambar 4.17 SFD dan BMD Rangka Dudukan Ulir .....	41
Gambar 4.18 Gaya Tekan yang Terjadi Pada Rangka Dies Bawah .....	41
Gambar 4.19 SFD dan BMD Rangka Dudukan Dies .....	43
Gambar 4.20 Gaya Tekan yang Terjadi Pada Rangka Dies.....	43
Gambar 4.21 SFD dan BMD Rangka Dudukan Dies .....	45
Gambar 4.22 Gaya Tekan yang Terjadi Pada Rangka Dudukan Reduser .....	45
Gambar 4.23 SFD dan BMD Rangka Dudukan Reduser.....	47
Gambar 4.24 Gaya Tekan yang Terjadi Pada Rangka Dudukan Motor.....	47
Gambar 4.25 SFD dan BMD Rangka Dudukan Motor.....	49
Gambar 4.26 Titik Berat Kanal U.....	49
Gambar 4.27 <i>Stress analysis</i> .....	56
Gambar 4.28 <i>Create simulation</i> .....	57
Gambar 4.29 Pemilihan material.....	57
Gambar 4.30 Menentukan fixed.....	58
Gambar 4.31 Pemberian beban.....	58
Gambar 4.32 <i>Mesh view</i> .....	59
Gambar 4.33 Simulation .....	59
Gambar 4.34 <i>Von misses stress</i> .....	60
Gambar 4.35 <i>Displacement</i> .....	60
Gambar 4.36 <i>Safety factor</i> .....	61
Gambar 4.37 Hasil Simulasi.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Analisa Kebutuhan .....	13
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil.....	62



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
V	Volume	mm <sup>3</sup>
M	Massa	Kg
F	Gaya	N
$\sigma$	Tegangan maksimal	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_v$	Tegangan geser	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_r$	Tegangan geser ijin	N/mm <sup>2</sup>
T	Waktu	m/menit
A	Luas alas	mm <sup>2</sup>

