

**ANALISIS *NUMERIC STRESS* STRUKTURAL KEKUATAN
BAHAN TANKI REACTOR BESERTA PIPA REACTOR
MENGUNAKAN *SOFTWARE AUTODESK INVENTOR* DAN
*HEXAGON CAESAR II***

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : I MADE RAI GUNAWAN

NIM : 2311904

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

**ANALISIS *NUMERIC STRESS* STRUKTURAL KEKUATAN BAHAN
TANKI REACTOR BESERTA PIPA REACTOR MENGGUNAKAN
SOFTWARE AUTODESK INVENTOR DAN *HEXAGON CAESAR II***

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi
Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional
Malang.

Disusun Oleh :

Nama : I Made Rai Gunawan

Nim : 2311904

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS *NUMERIC STRESS* STRUKTURAL KEKUATAN BAHAN
TANKI REACTOR BESERTA PIPA REACTOR MENGGUNAKAN
SOFTWARE AUTODESK INVENTOR DAN *HEXAGON CAESAR II***



Disusun Oleh :

Nama : I Made Rai Gunawan

Nim : 2311904

Mengetahui,

Wakil Dekan I FTI



Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

NIP. P.197706152005012002

Malang, 16 Oktober 2024

**Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing**



Dr. Eko Yonanes Setyawan.,ST.,MT

NIP.P. 1031400477



PT BANI PERSEKUTUAN MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 551015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S1 tersebut di bawah ini :

Nama : I Made Rai Gunawan

NIM : 2311904

Jurusan/Bidang : S-1 Teknik Mesin (Alih Jenjang)

Judul Skripsi : Analisis Numeric Stress Struktural Kekuatan Bahan Tanki Reactor Beserta
Pipa Reactor Menggunakan Software Autodesk Inventor Dan Hexagon
Caesar II.

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Jumat / 24 Januari 2025

Dengan Nilai : 86.78

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

Sekretaris

Tutut Nani Prihatni, SS., S.Pd., MPd.

NIP. P 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

Djoko Hari Praswanto, ST., MT.

NIP. P 1031800551

Penguji II

Arif Kurniawan, S.T., MT

NIP. P 1031500491

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Rai Gunawan

Nim : 2311904

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan duta yang sebenarnya.

Malang, 16 Oktober 2024



I Made Rai Gunawan

Nim. 2311904

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : I Made Rai Gunawan
NIM : 2311904
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : ***Analisis Numeric Stress Struktural Kekuatan Bahan Tanki Reactor Beserta Pipa Reactor Menggunakan Software Autodesk Inventor Dan Hexagon Caesar II.***
Dosen Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan.,ST.,MT.

No	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Pembimbing
1	Pengajuan Judul Skripsi	19 Oktober 2024	
2	Revisi Judul Skripsi	23 Oktober 2024	
3	Perbaikan BAB I dan II	01 November 2024	
4	Perbaikan BAB III	09 November 2024	
5	Perbaikan BAB IV	01 Desember 2024	
6	Perbaikan BAB V	08 Desember 2024	
7	Makalah Seminar	24 Januari 2025	
8	ACC Laporan Skripsi	31 Januari 2025	

**Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing**



Dr. Eko Yohanes Setyawan.,ST.,MT

NIP.P. 1031400477

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I Made Rai Gunawan
Nim : 2311904
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **Analisis Numeric Stress Struktural Kekuatan Bahan Tanki Reactor Beserta Pipa Reactor Menggunakan Software Autodesk Inventor Dan Hexagon Caesar II.**
Dosen Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan.,ST.,MT
Tanggal Mengajukan Skripsi : 18 Oktober 2024
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 31 Januari 2025
Dosen Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan.,ST.,MT.
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90.00

**Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing**



Dr. Eko Yohanes Setyawan.,ST.,MT
NIP.P. 1031400477

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul **“Analisis Numeric Stress Struktural Kekuatan Bahan Tanki Reactor Beserta Pipa Reactor Menggunakan Software Autodesk Inventor Dan Hexagon Caesar II”** tepat pada waktunya. Analisis dalam penyusunan Skripsi ini disusun berdasarkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada saat perkuliahan. Tujuan penyusunan Skripsi ini adalah salah satu syarat kelulusan pada program S-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan Skripsi terselesaikan dengan sangat baik atas bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan Terimakasih Kepada:

1. Bapak awan Uji Krismanto,ST.,MT.,Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata,ST.,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Tutut Nani Prihatmi, SS., S.Pd., M.Pd. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Pegawai di Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Seluruh civitas akademik di lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang maupun seluruh instansi pendidikan yang terkait.
8. Bapak Endhy Wisnu Novindra, PE selaku Maintenance Engineering Leader yang telah memberikan ketersediaan dan izin penelitian/pengambilan data.

9. Kedua Orang Tua yang telah memberi dukungan moril, materil, serta doa demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
10. Ni Putu Arik yang telah memberikan dukungan serta doa yang terbaik demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
11. Serta Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian skripsi yang penulis buat ini semoga dapat bermanfaat bagi para pembaca dan peneliti.

Malang, 18 Oktober 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'I Made Rai Gunawan', with a large circular flourish at the beginning and a horizontal line extending to the right.

I Made Rai Gunawan
Nim. 2311904

**NUMERICAL ANALYSIS OF STRUCTURAL STRESS STRENGTH OF
REACTOR TANK MATERIALS AND REACTOR PIPES USING AUTODESK
INVENTOR AND HEXAGON CAESAR II SOFTWARE**

I Made Rai Gunawan (2311904)

Dosen Pembimbing: Dr. Eko Yohanes Setyawan.,ST.,MT
Jurusan Teknik Mesin S-1 FTI-Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus II Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang
Email: gunawanrai4@gmail.com

ABSTRACT

Designing and analyzing the strength of materials in the reactor tank structure and reactor pipes are important steps to ensure the safety and reliability of the system. This study aims to analyze the structural stress in the reactor tank material and reactor pipes using two software, namely Autodesk Inventor for 3D mechanical simulation and Hexagon Caesar II for pipe stress analysis. The research method involved geometric modeling of the reactor tank and reactor pipes using Autodesk Inventor, followed by finite element analysis (FEA) to determine the stress distribution in the structures. Furthermore, thermal and mechanical stress analysis of the piping system was performed using Hexagon Caesar II to identify potential failures due to operating loads. The analyzed parameters include maximum stress, deformation, and material safety factor. The results showed that the combination of both software provided complementary results in identifying stress distribution and potential damage to the structure, namely the analysis of the reactor tank showed Von Mises with a result of : 137.357 MPa, which is still below the yield stress of the material ($\sigma_y = 205$ MPa), and for the analysis on the reactor pipe shows Von Mises with a result of (90.631 Mpa), well below the yield stress limit of the material (140 MPa).

Keywords : Structural Stress Analysis, Reactor Tank, Reactor Pipe

DAFTAR ISI

Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Berita Acara Ujian Skripsi	iv
Surat Pertanyaan Keaslian Tulisan.....	v
Lembar Asistensi Bimbingan Skripsi	vi
Lembar Bimbingan Skripsi	vii
Kata Pengantar	viii
Abstrak	x
<i>Abstract</i>	xi
Daftar Isi.....	xii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1 . 1 Latar Belakang	1
1 . 2 Rumusan Masalah	2
1 . 3 Batasan Masalah	2
1 . 4 Tujuan Penelitian.....	2
1 . 5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2 . 1 Peneliti Terdahulu	4
2 . 2 Autodesk Inventor	6
2 . 3 Bagian-bagian Autodesk Inventor	6
2 . 3 . 1 Interface Utama	6
2 . 3 . 2 Part Modeling (Pembuatan Bagian).....	8
2 . 4 Hexagon Caesar II	9
2 . 5 Bagian-Bagian <i>Software</i> Hexagon Caesar II.....	9
2 . 6 Sistem Perpipaan	12

2 . 6 . 1 <i>Piping</i>	12
2 . 6 . 2 <i>Pipeline</i>	13
2 . 6 . 3 <i>Pipa</i>	14
2 . 6 . 4 <i>Proses Pembuatan Pipa</i>	14
2 . 7 <i>Mesh (meshing)</i>	16
2 . 8 <i>Stress Analysis</i>	18
2 . 8 . 1 <i>Jenis-Jenis Analisis Tegangan</i>	20
2 . 8 . 2 <i>Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan Analisis Tegangan</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3 . 1 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	22
3 . 2 <i>Lokasi dan Waktu Penelitian</i>	23
3 . 2 . 1 <i>Lokasi Penelitian</i>	23
3 . 2 . 2 <i>Waktu Penelitian</i>	23
3 . 3 <i>Bahan dan Alat Penelitian</i>	23
3 . 3 . 1 <i>Bahan Penelitian</i>	23
3 . 3 . 2 <i>Alat Penelitian</i>	25
3 . 4 <i>Variable Pengujian</i>	27
3 . 5 <i>Prosedur Penelitian</i>	27
3 . 5 . 1 <i>Pembuatan Desain Tanki Reactor</i>	28
3 . 5 . 2 <i>Pembuatan Desain Pipa Reactor</i>	35
3 . 6 <i>Pengambilan Data Stress Analysis</i>	37
3 . 6 . 1 <i>Hasil (Result) Material</i>	38
3 . 6 . 2 <i>Hasil (Result) Minimum dan Maximum Structure Stress</i>	38
3 . 6 . 3 <i>Hasil (Result) Structure Stress Pipa Reactor</i>	38
3 . 7 <i>Analisis Data</i>	39
3 . 7 . 1 <i>Analisis Tegangan pada Tanki Reactor</i>	39

3 . 7 . 2 Hasil Analisis Menggunakan Hexagon Caesar II.....	39
3 . 7 . 3 Identifikasi Area Potensi Kegagalan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4 . 1 Deskripsi Data	40
4 . 1 . 1 Data Spesifikasi Geometri Tanki Reaktor	40
4 . 1 . 2 Data Spesifikasi Geometri Pipa Reaktor	42
4 . 2 Data Material	43
4 . 2 . 1 Material Tanki Reactor	43
4 . 2 . 2 Material Pipa Reactor	44
4 . 3 Parameter Hasil Stress Analysis.....	44
4 . 3 . 1 Hasil Stress Anaysis Material Tanki <i>Reactor</i>	44
4 . 3 . 2 Hasil Stress Anaysis Tanki <i>Reactor</i>	45
4 . 3 . 3 Hasil Stress Anaysis Pipa <i>Reactor</i>	47
4 . 3 . 4 Grafik Mempengaruhi Hasil Stress pada Pipa <i>Reactor</i>	52
4 . 4 Analisis Data	53
4 . 4 . 1 Analisis Stress Tangki Reactor dengan Autodesk Inventor ...	53
4 . 4 . 2 Analisis Stress Pipa Reactor dengan Hexagon Caesar II.....	58
4 . 5 Standar Yang Digunakan.....	60
4 . 5 . 1 ASME BPVC Section VIII Division 3	60
4 . 5 . 2 ASME B31.3	60
BAB V PENUTUP.....	62
5 . 1 Kesimpulan.....	62
5 . 2 Saran	63
Daftar Pustaka	64
Lampiran	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 . 1 Software Autodesk Inventor	6
Gambar 2 . 2 Tampilan Menggambar geometri 2D	6
Gambar 2 . 3 Model Browser dan Opsi Plane Drawing	7
Gambar 2 . 4 Graphics Window, Navigation Bar dan View Cube.....	7
Gambar 2 . 5 Part dan Proses Modeling	8
Gambar 2 . 6 Software Hexagon Caesar II.....	9
Gambar 2 . 7 Proses pemusatan beban dan pemilihan bahan sebelum di uji.	9
Gambar 2 . 8 Sistem Perpipaan	12
Gambar 2 . 9 Piping.....	13
Gambar 2 . 10 Pipeline	13
Gambar 2 . 11 Seamless pipe	14
Gambar 2 . 12 Butt-Welded Pipe	15
Gambar 2 . 13 spiral welding pipe.....	15
Gambar 2 . 14 Proses Meshing (Mesh)	16
Gambar 2 . 15 Stress Analysis.....	18
Gambar 2 . 16 Static Stress Analysis.....	20
Gambar 2 . 17 Dynamic Stress Analysis.....	21
Gambar 2 . 18 Ultimate Stress Analysis.....	21
Gambar 3 . 1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3 . 2 Tanki Reactor JR-1 dan Pipa-pipa Reactor	23
Gambar 3 . 3 Pipa-pipa Reactor	24
Gambar 3 . 4 Asus TUF Gaming - 9KTLRTR9	25
Gambar 3 . 5 Meteran dan Roll Meter.....	25
Gambar 3 . 6 Jangka Sorong.....	26
Gambar 3 . 7 Kalkulator	26
Gambar 3 . 8 Digital Ultrasonic Thickness Gauge.....	26
Gambar 3 . 9 Software Autodesk Inventor	28
Gambar 3 . 10 Highlights untuk mengatur Project.....	28
Gambar 3 . 11 Tampilan awal software Autodesk Inventor.....	29
Gambar 3 . 12 Membuat part baru.....	29
Gambar 3 . 13 Opsi memilih Plane untuk Drawing	30

Gambar 3 . 14	Tampilan menggambar geometri 2D.....	30
Gambar 3 . 15	Membuat Tanki Reactor Gambar 2D menjadi 3D Models.....	32
Gambar 3 . 16	Hasil Drawing Tanki Reactor JR-1	33
Gambar 3 . 17	Simulasi Stress Analysis-Mesh View	34
Gambar 3 . 18	Hasil (Result).....	34
Gambar 3 . 19	Software Hexagon Caesar II.....	35
Gambar 3 . 20	Tampilan awal software hexagon Caesar II	35
Gambar 3 . 21	Diameter, Tebal dinding, Material, Temperature, Pressure Pipa .	36
Gambar 3 . 22	Menambahkan Komponen Perpipaan.....	36
Gambar 3 . 23	Final Desain sebelum review hasil analysis	37
Gambar 4 . 1	Design Dimention Tanki Reactor	40
Gambar 4 . 2	Design Dimention Pipa Reactor	42
Gambar 4 . 3	Grafik Mempengaruhi Hasil Stress pada Pipa Reactor	53
Gambar 4 . 4	Von Mises Stress Tanki Reactor 43.51 Psi.....	54
Gambar 4 . 5	Displacement Stress Tanki Reactor 43.51 Psi	54
Gambar 4 . 6	Von Mises Stress Tanki Reactor 60 Psi.....	56
Gambar 4 . 7	Displacement Stress Tanki Reactor 60 Psi	56
Gambar 4 . 8	Von Mises Stress Tanki Reactor 80 Psi.....	57
Gambar 4 . 9	Displacement Stress Tanki Reactor 80 Psi	57
Gambar 4 . 10	Max Stress Analisis Pipa Reactor.....	58
Gambar 4 . 11	Stress Persentase Analisis Pipa Reactor	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3 . 1 Waktu Penelitian	23
Tabel 3 . 2 Hasil (Result) Material Tanki Reactor JR-1.....	38
Tabel 3 . 3 Hasil (Result) Minimum dan Maximum Tanki Reactor JR-1	38
Tabel 3 . 4 Hasil (Result) Structure Stress Pipa Reactor JR-1	38
Tabel 4 . 1 Data Spesifikasi Tanki Reactor	41
Tabel 4 . 2 Pressure Vessel Fatigue & Life Cycle Analysis.....	41
Tabel 4 . 3 Tabel Spesifikasi Elbow	42
Tabel 4 . 4 Data Spesifikasi Pipa Reactor	42
Tabel 4 . 5 Spesifikasi Material SUS 316Ti	43
Tabel 4 . 6 Spesifikasi Material ASTM/S A106 Grade B	44
Tabel 4 . 7 Hasil Stress Anaysis Material Tanki Reactor.....	44
Tabel 4 . 8 Hasil Stress Anaysis Tanki Reactor dengan Tekanan 43.51 Psi	45
Tabel 4 . 9 Hasil Stress Anaysis Tanki Reactor dengan Tekanan 60 Psi	46
Tabel 4 . 10 Hasil Stress Anaysis Tanki Reactor dengan Tekanan 80 Psi	46
Tabel 4 . 11 Hasil Stress Anaysis Pipa Reactor	47