



**RANCANGAN “AIR COMPRESSOR TANK” KAPASITAS 500
Dm³ DAN TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN
PENDEKATAN OPTIMASI SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN
SIMULASI**

SKRIPSI

SITI MUTMAINAH

1610311033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2020



**RANCANGAN “AIR COMPRESSOR TANK” KAPASITAS 500
Dm³ DAN TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN
PENDEKATAN OPTIMASI SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN
SIMULASI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana

SITI MUTMAINAH

1610311033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2020

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Siti Mutmainah

NIM : 16103110

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : RANCANGAN “AIR COMPRESSOR TANK”
KAPASITAS 500 Dm³ DAN TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN
PENDEKATAN OPTIMUM SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN SIMULASI.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Ir. M. Rusdy Hatuwe.,MT
Penguji Utama

Sigit Pradana.,ST.,MT
Peguji Lembaga

Ir. M. Galbi Bethalembah.,MT
Penguji Pembimbing



Dekan Fakultas Teknik

Ir. M. Rusdy Hatuwe.,MT
Ka. Prodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 26 juni 2020

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Siti Mutmainah

NIM : 16103110

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : RANCANGAN “AIR COMPRESSOR TANK”
KAPASITAS 500 Dm³ DAN TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN
PENDEKATAN OPTIMUM SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN SIMULASI.

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis berdasarkan arahan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.



Ir. M Galbi Bethalembah, MT
Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP
Pembimbing II

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Siti Mutmainah

NIM : 1610311033

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, 10 Juli 2020

Yang menyatakan,



(Siti Mutmainah)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”

Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Mutmainah

NIM : 1610311033

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul ;

RANCANGAN “*AIR COMPRESSOR TANK*” KAPASITAS 500 Dm³ DAN
TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN PENDEKATAN OPTIMUM
SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN SIMULASI.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 01 Juli 2020

Yang Menyatakan,



(Penulis)

**RANCANGAN “AIR COMPRESSOR TANK” KAPASITAS 500 Dm³ DAN
TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN PENDEKATAN
OPTIMUM SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN SIMULASI**

SITI MUTMAINAH

ABSTRAK

Bejana tekan adalah wadah yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan fluida bertekanan. Salah satu bentuk aplikasi dari bejana tekan adalah tangki kompresor. Dalam perancangan pada tangki kompresor dibutuhkan desain yang tepat. Over desain pada tangki kompresor mengakibatkan harga yang melambung tinggi sedangkan desain yang tidak memenuhi syarat standar keamanan akan berakibat fatal. Pada penelitian dilakukan perancangan bejana tekan dengan pendekatan secara teoritis, empirik dan simulasi dengan *software* CAE. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan desain bejana dengan pendekatan teoritis, empirik dan simulasi berdasarkan klasifikasi dinding silinder dan memenuhi syarat standar perancangan (ASME 2017 Section VII Div.1) untuk umur operasi 30 tahun. Dari hasil perhitungan teoritis dan empirik tidak terdapat perbedaan tebal yang signifikan sehingga tebal dinding sebesar 6 mm dan tebal head sebesar 6mm sudah aman sesuai standar. Dari hasil analisis menggunakan *software* CAE pada tekanan 0,980665 MPa didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 72,72 MPa kurang dari tegangan maksimum yang diijinkan oleh material, yaitu 138 MPa. Untuk memastikan ukuran tebal dari hasil uji simulasi menunjukkan regangan yang terjadi sebesar 0,000137 kurang dari regangan yang diijinkan oleh material, yaitu 0,00112. Dari penjelasan di atas menunjukkan bahwa konstruksi bejana tekan aman digunakan dan sesuai standar.

Kata kunci : *Bejana tekan, teoritis, empirik, CAE*

**"AIR COMPRESSOR TANK" DESIGN OF 500 Dm³ CAPACITY AND
MAXIMUM PRESSURE 10 Kg / Cm² WITH THEORITICAL, EMPIRIC
AND SIMULATION APPROACHES**

SITI MUTMAINAH

ABSTRACT

A pressure vessel is a closed container that functions as a storage of pressurized fluid. One form of application of pressure vessels is compressors tank. Over design on the compressor tank causes the price to soar high while the design that does not meet the safety standard requirements will be fatal. In this research, the design of pressure vessels is carried out with theoretical, empirical and simulation approaches with CAE software. The purpose of this study is to produce a pressure vessel design with a theoretical, empirical and simulation approach based on cylinder wall classification and meet the design standard requirements (ASME 2017 Section VII Div.1) for operating life of 30 years. From the results of theoretical and empirical calculations there is no significant difference in thickness so the wall thickness of 6 mm and head thickness of 6 mm are safe according to the standard. From the analysis using CAE software at a pressure of 0.980665 MPa, the maximum stress that occurs is 72.72 MPa, which is less than the maximum stress allowed by the material, which is 138 MPa. To ensure the thickness of the simulation test results show the strain that occurs at 0,000137 less than the strain permitted by the material, which is 0.00112. From the explanation above shows that the construction of pressure vessels is safe to use and according to standards.

Keywords : *Pressure vessels, theoretical, empirical, CAE*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “RANCANGAN ‘*AIR COMPRESSOR TANK*’ KAPASITAS 500 Dm³ DAN TEKANAN MAKSIMUM 10 Kg/Cm² DENGAN PENDEKATAN OPTIMASI SECARA TEORITIS, EMPIRIK DAN SIMULASI”. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan 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. Dalam Kesempatan ini pula penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- 1 Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan terbaiknya berupa materil, moril dan doa setiap waktunya, serta yang selalu menjadi alasan untuk tetap melanjutkan apa-apa yang telah dimulai.
- 2 Sanak dan keluarga yang ikut membantu penulis lewat dukungan moril dan materil.
- 3 Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta khususnya tahun angkatan 2016 yang senantiasa memberikan dukungan moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
- 4 Bapak Ir. M. Galbi Bethalembah, MT dan Bapak Dr. Damora Rhakasywi, ST. MT, IPP selaku dosen pembimbing sekaligus pembimbing akademis yang telah bersedia membantu dan meluangkan waktu, memberikan arahan serta nasihat sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
- 5 Bapak Ir. M. Rusdy Hatuwe, MT selaku Kepala Prodi Teknik Mesin, beserta segenap dosen serta karyawan Fakultas Teknik yang bersedia membagi pengetahuan dan pengalaman kepada penulis.
- 6 Dosen-dosen dan pejabat Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta.

- 7 Naufal Yudha Triadi, ST yang telah membantu penulis dalam pengembangan desain dan membimbing selama melakukan penelitian.
- 8 Sigit Budi Hartomo yang selalu menemani penulis dan memberi dukungan serta doa baik selama perkuliahan maupun dalam penulisan skripsi.
- 9 Rekan rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin UPN Veteran Jakarta yang membantu dalam proses pengembangan karakter selama masa perkuliahan.
- 10 Vira Dhatul Fauziah dan Salma Zafirah Wisriansyah yang selalu menemani penulis sejak semester satu dan tidak lupa memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.
- 11 Salma Nabila, Al-mia, dan Nafsiyatul Kamaliyah yang menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
- 12 Semua pihak lain yang telah turut membantu kelancaran penyusunan skripsi dan kuliah yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari 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, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bejana Tekan	5
2.2 Komponen Bejana Tekan.....	6
2.2.1 <i>Shell</i>	6
2.2.2 <i>Head</i>	7
2.2.3 <i>Nozzle</i>	9
2.3 Klasifikasi bejana tekan	10
2.3.1 Berdasarkan dimensi dinding.....	10
2.3.2 Berdasarkan bentuknya	10
2.3.3 Berdasarkan konstruksi penutup	11
2.4 Klasifikasi Dinding Silinder.....	12
2.5 Tegangan Normal.....	12
2.5.1 Tegangan Melingkar atau <i>Circumferential</i>	13
2.5.2 Tegangan longitudinal.....	15

2.6	Beban Yang Bekerja Pada Bejana	16
2.6.1	Bobot Mati Bejana (<i>Dead Load</i>).....	16
2.6.2	Beban Karena Gempa Bumi	16
2.6.3	Beban Angin	17
2.6.4	Tekanan Desain.....	17
2.7	Deformasi.....	18
2.8	Faktor Keamanan	20
2.9	Korosi.....	21
2.10	<i>Software</i> CAD.....	25
2.11	<i>Finite Element Analysis</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Diagram Alir Penelitian	28
3.2	Latar Belakang.....	29
3.3	Studi Literatur	29
3.4	Konsep Perancangan.....	29
3.5	Penentuan Dimensi Dan Jenis Material	30
3.6	Simulasi Menggunakan <i>software</i>	30
BAB IV PEMBAHASAN.....		35
4.1	Data Perancangan.....	35
4.2	Pemilihan Material.....	35
4.3	Kriteria Tebal Dinding.....	36
4.4	Tebal <i>Shell</i> Dengan Pendekatan Teoritis	36
4.5	Tebal <i>Shell</i> Dengan Pendekatan Empirik.....	37
4.6	Tebal <i>Head</i> Dengan Pendekatan Teoritis.....	38
4.7	Tebal <i>Head</i> Dengan Pendekatan Empirik.....	38
4.8	Tinggi Bejana.....	38
4.9	Analisis Pendekatan Teoritis Dan Empirik	39
4.10	Pemodelan Bejana Tekan.....	40
4.11	Perhitungan Deformasi	41
4.12	Proses Analisa Beban Statis	42
4.13	Umur Operasi.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49

5.2	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	51
	LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

2.1 Silinder Dinding Bertekanan.....	5
2.2 Tegangan Pada Dinding Silinder.....	6
2.3 Tebal Shell.....	7
2.4 Elliptical Head.....	8
2.5 Kepala Silinder Dilas.....	9
2.6 Bejana Tekan Sferikal.....	11
2.7 Bejana Tekan Vertikal.....	11
2.8 Bejana Tekan Horizontal.....	11
2.9 Kegagalan Sepanjang Bagian Longitudinal.....	13
2.10 Kegagalan Melintasi Bagian Melingkar.....	13
2.11 Tegangan Melingkar atau Circumferential.....	14
2.12 Tegangan Longitudinal.....	16
2.13 Tegangan Radial Pada Silinder.....	20
3.1 Model 3D Bejana Tekan.....	31
3.2 Penyederhanaan Bentuk Bejana Tekan.....	32
3.3 Model Mesh	33
3.4 Fixtured Geometri.....	34
3.5 Pemodelan Kondisi Fisik.....	35
4.1 Hasil Simulasi Pendekatan Teoritis.....	40
4.2 Hasil Simulasi Pendekatan Empirik.....	41
4.3 Pemodelan Geometri Bejana Tekan.....	41
4.4 Hasil Simulasi Von Misses Stress.....	44
4.5 Hasil Simulasi Tegangan Terhadap Sumbu-X.....	44
4.6 Hasil Simulasi Tegangan Terhadap Sumbu-Y.....	45
4.7 Hasil Simulasi Tegangan Terhadap Sumbu- Z.....	45
4.8 Hasil Simulasi Principal 1 st Stress	46
4.9 Hasil Simulasi Principal 2 nd Stress.....	46
4.10 Hasil Simulasi Principal 3 rd Stress.....	47
4.11 Hasil Simulasi Perubahan Bentuk.....	48
4.12 Hasil Simulasi Laju Perubahan Displacement.....	49

4.13 Hasil Factor Of Safety.....	50
----------------------------------	----

DAFTAR TABEL

2.1 Ketebalan Plat Minimum Untuk Sistem Boiler.....	15
2.2 Corrosion Rate Di Atmosfer.....	25
3.1 Spesifikasi Tangki Kompresor.....	30
3.2 Mechanical Poperties ASTM 455.....	33
4.1 Spesifikasi Jenis Material Yang Digunakan.....	36