

SKRIPSI
ANALISIS TEGANGAN PADA *BOX HEADER*
PENAMPANG PERSEGI EMPAT MENGGUNAKAN
3-D FEM DENGAN PERANGKAT LUNAK *ABAQUS*



M. RAFSANJANI PERMADI

03051381520041

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI

ANALISIS TEGANGAN PADA *BOX HEADER*
PENAMPANG PERSEGI EMPAT MENGGUNAKAN
3-D FEM DENGAN PERANGKAT LUNAK *ABAQUS*

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana
teknik mesin pada fakultas teknik universitas Sriwijaya**



OLEH
M. RAFSANJANI PERMADI
03051381520041

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS TEGANGAN PADA *BOX HEADER* PENAMPANG
PERSEGI EMPAT MENGGUNAKAN 3-D FEM DENGAN
PERANGKAT LUNAK *ABAQUS***

Diusulkan Oleh:
M. RAFSANJANI PERMADI
03051381520041

Telah disetujui
pada tanggal 16 Januari 2020

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19712251997021001

Pembimbing



Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.
NIP. 19600407 199003 1 003

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul “Analisis Tegangan Pada Box Header Penampang Persegi Empat Menggunakan 3-D FEM Perangkat Lunak Abaqus” telah disidangkan dihadapan Tim Pembahas Sidang Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 28 Desember 2019 dan dinyatakan sah.

Palembang, 30 Desember 2019

Pembahas :

1. Ketua

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 19712251997021001

2. Anggota

Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 197901052003121002

3. Anggota

Dr. Hendri Chandra, M.T

NIP. 196004071990031003

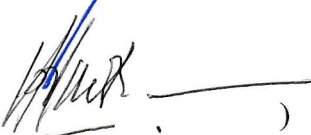
4. Anggota

Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T

NIP. 197002281994121001

()

()

()

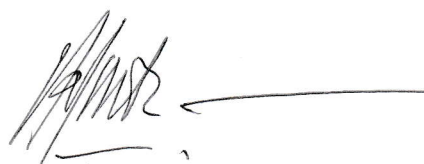
()

 Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D

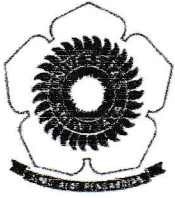
NIP.19712251997021001

Pembimbing



Dr. Hendri Chandra, S.T, M.T

NIP. 196004071990031003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Jalan Raya Palembang – Prabumulih KM. 32 Indralaya – OI Telp/Fax 0711 580272

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M. Rafsanjani Permadi
NIM : 03051381520041
Tempat/Tanggal Lahir : Prabumulih/8 April 1997
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Alamat Rumah : Perumnas Prabu indah blok E3 no.6, RT. 004, RW. 004,
Kelurahan gunung ibul, Kecamatan Prabumulih Timur, Kota
Prabumulih
No. Telp/HP/Email : 082180196146/rafsanwazowski@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi/Tesis/disertai saya yang berjudul : **ANALISIS TEGANGAN PADA BOX HEADER PENAMPANG PERSEGI EMPAT MENGGUNAKAN 3-D FEM DENGAN PERANGKAT LUNAK ABAQUS** Bebas dari plagiarism dan bukan hasil karya orang lain.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari skripsi/Tesis/Disertasi tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dibuat di : Palembang
Pada tanggal : 16 Januari 2020
Yang membuat pernyataan,



M. Rafsanjani Permadi
NIM. 03051381520041

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Analisis Tegangan Pada *Box Header* Penampang Persegi Empat Manrggunakan 3-D FEM dengan Perangkat Lunak *Abaqus*”. Skripsi tersebut dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari orang tua tercinta, Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Ayah dan Ibu atas doa, usaha, nasihat moril, maupun materil yang telah diberikan

Penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, mulai dari pelaksanaan hingga selesainya skripsi, baik secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
3. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang selalu memberikan ilmu, bimbingan, nasihat, dan motivasi kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, dan nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan, baik itu materi serta do'a yang tak henti-hentinya.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin 2015 Kampus Palembang yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut andil dalam membantu saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman dari Kota Prabumulih yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

Hanya terimakasih yang dapat penulis berikan, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk meningkatkan kualitas dari skripsi ini dan semoga dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Palembang, 16 Januari 2020



M. Rafsanjani Permadi

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pengesahan Agenda	v
Halaman Persetujuan.....	vii
Halaman Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas.....	xi
Ringkasan	xiii
Summary	xv
Kata Pengantar	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel	xxv
Daftar Lampiran.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bejana Tekan	5
2.2 Klasifikasi Bejana Tekan	6
2.3 Komponen Utama Bejana Tekan	7

2.3.1	<i>Head</i>	8
2.3.2	<i>Shell</i>	9
2.3.3	<i>Nozzell Opening</i>	9
2.4	Bejana Tekan Persegi Empat	10
2.5	Tegangan dan Regangan	11
2.6	Tegangan <i>Von Mises</i>	14
2.7	Faktor Keamanan	14
2.8	Metode Elemen Hingga	15
2.9	<i>Abaqus</i> CAE	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Pendekatan Umum	19
3.2	Diagram Alir Penelitian	20
3.3	Diagram Alir Simulasi Bejana Tekan Menggunakan Perangkat Lunak <i>Abaqus</i> CAE	21
3.4	Data Lapangan	22
3.4.1	Material	23
3.4.2	Data Pembebanan	24
3.5	Simulasi	24
3.5.1	Permodelan CAD 3D Bejana Tekan Penampang Persegi Empat ..	25
3.5.2	Input Kondisi Batas Pada Bejana Tekan Penampang Segi Empat.	26
3.5.3	Proses Meshing	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Pendahuluan	35
4.2	Hasil Perhitungan Analitik	36
4.3	<i>Maximum Principal Stress</i> Pada Tebal Plat 8/8 in	44

4.4	<i>Maximum Principal Stress</i> Pada Tebal Plat 7/8 in	44
4.5	<i>Maximum Principal Stress</i> Pada Tebal Plat 6/8 in	45
4.6	<i>Maximum Principal Stress</i> Pada Tebal Plat 5/8 in	45
4.7	<i>Maximum Principal Stress</i> Pada Tebal Plat 4/8 in	46
4.8	<i>Maximum Principal Stress</i> Pada Tebal Plat 3/8 in	46
4.9	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 8/8 in	47
4.10	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 7/8 in.....	47
4.11	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 6/8 in.....	48
4.12	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 5/8 in.....	48
4.13	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 4/8 in.....	49
4.14	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 3/8 in.....	49
4.15	Tegangan <i>Von Mises</i>	50
4.16	Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 8/8 in	50
4.17	Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 7/8 in	51
4.18	Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 6/8 in	52
4.19	Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 5/8 in	53
4.20	Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 4/8 in	54
4.21	Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 3/8 in	55
4.22	<i>Displacement</i>	56
4.23	<i>Displacement</i> Pada Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 8/8 in.....	56
4.24	<i>Displacement</i> Pada Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 7/8 in.....	57

4.25	<i>Displacement</i> Pada Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 6/8 in.....	57
4.26	<i>Displacement</i> Pada Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 5/8 in.....	58
4.27	<i>Displacement</i> Pada Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 4/8 in.....	58
4.28	<i>Displacement</i> Pada Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 3/8 in.....	59
4.29	Pengaruh Kegagalan Tegangan <i>Von Mises</i> Terhadap Variasi Tebal Plat Pada Bejana Tekan Persegi Empat.....	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran – Saran	63
DAFTAR RUJUKAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) Bejana Tekan Dinding Tipis, (b) Bejana Tekan Dinding Tebal 6	
Gambar 2.2	Bejana Tekan Vertikal.....	7
Gambar 2.3	Bejana Tekan Horizontal.....	7
Gambar 2.4	<i>Flanged Head</i>	8
Gambar 2.5	<i>Hemispherical Head</i>	8
Gambar 2.6	<i>Elliptical Head</i>	9
Gambar 2.7	<i>Shell</i>	9
Gambar 2.8	Bejana Tekan Penampang Persegi Empat.....	10
Gambar 2.9	Distribusi Tegangan dan Momen	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2	Diagram Alir Permodelan	21
Gambar 3.3	Bejana Tekan Penampang Segi Empat	22
Gambar 3.4	Desain Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2018	25
Gambar 3.5	Penyederhanaan Model CAD Bejana Tekan Persegi Empat ..	26
Gambar 3.6	Hasil Import Model Bejana Tekan Dari Solidworks ke Abaqus CAE.....	27
Gambar 3.7	Input <i>Material Properties</i> Pada Abaqus CAE	28
Gambar 3.8	Penentuan Jenis Analisa	28
Gambar 3.9	Penentuan Daerah <i>Fix Constrained</i>	29
Gambar 3.10	Penentuan Daerah Yang Diberikan Tekanan	29

Gambar 3.11	Hasil <i>Meshing</i> Pada Model Dengan Ketebalan Shell 8/8 in Dimana Jumlah Total Elemen 49673	30
Gambar 3.12	Hasil <i>Meshing</i> Pada Model Dengan Ketebalan Shell 7/8 in Dimana Jumlah Total Elemen 45023	30
Gambar 3.13	Hasil <i>Meshing</i> Pada Model Dengan Ketebalan Shell 6/8 in Dimana Jumlah Total Elemen 14635	31
Gambar 3.14	Hasil <i>Meshing</i> Pada Model Dengan Ketebalan Shell 5/8 in Dimana Jumlah Total Elemen 89828	31
Gambar 3.15	Hasil <i>Meshing</i> Pada Model Dengan Ketebalan Shell 4/8 in Dimana Jumlah Total Elemen 66335	32
Gambar 3.16	Hasil <i>Meshing</i> Pada Model Dengan Ketebalan Shell 3/8 in Dimana Jumlah Total Elemen 54479	32
Gambar 3.17	<i>Submit Job</i>	33
Gambar 4.1	Desain <i>Box Header</i>	35
Gambar 4.2	<i>Maximum Principal Stress</i> Tebal Plat 8/8 in	44
Gambar 4.3	<i>Maximum Principal Stress</i> Tebal Plat 7/8 in	44
Gambar 4.4	<i>Maximum Principal Stress</i> Tebal Plat 6/8 in	45
Gambar 4.5	<i>Maximum Principal Stress</i> Tebal Plat 5/8 in	45
Gambar 4.6	<i>Maximum Principal Stress</i> Tebal Plat 4/8 in	46
Gambar 4.7	<i>Maximum Principal Stress</i> Tebal Plat 3/8 in	46
Gambar 4.8	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 8/8 in	47
Gambar 4.9	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 7/8 in	47
Gambar 4.10	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 6/8 in	48
Gambar 4.11	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 5/8 in	48
Gambar 4.12	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 4/8 in	49

Gambar 4.13	<i>Pressure Stress</i> Pada Tebal Plat 3/8 in.....	49
Gambar 4.14	Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 8/8 in	50
Gambar 4.15	Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 7/8 in	51
Gambar 4.16	Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 6/8 in	52
Gambar 4.17	Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 5/8 in	53
Gambar 4.18	Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 4/8 in	54
Gambar 4.19	Tegangan <i>Von Mises</i> Pada Bejana Tekan Persegi Empat Dengan Tebal Plat 3/8 in	55
Gambar 4.20	<i>Displacement</i> Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 8/8 in.....	56
Gambar 4.21	<i>Displacement</i> Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 7/8 in.....	57
Gambar 4.22	<i>Displacement</i> Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 6/8 in.....	57
Gambar 4.23	<i>Displacement</i> Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 5/8 in.....	58
Gambar 4.24	<i>Displacement</i> Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 4/8 in.....	58
Gambar 4.25	<i>Displacement</i> Bejana Tekan Dengan Tebal Plat 3/8 in.....	59
Gambar 4.26	Tegangan <i>Von Mises</i> vs Tebal Plat	60
Gambar 4.27	<i>Displacement</i> vs Tebal Plat.....	61
Gambar 4.28	Faktor Keamanan vs Tebal Plat	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sifat Mekanis	23
Tabel 3.2	Komposisi Kimia	23
Tabel 3.3	Data Material AISI 1022	27
Tabel 4.1	Hasil Simulasi	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1	Rumus Tegangan Membran Pada Sisi Panjang	67
Lampiran A.2	Rumus Tegangan Bending Pada Sudut Sisi Panjang	67
Lampiran A.3	Rumus Tegangan Bending Pada Midpoint Sisi Panjang.....	67
Lampiran A.4	Rumus Tegangan Total Pada Sudut Sisi Panjang	67
Lampiran A.5	Rumus Tegangan Total Pada Titik Sisi Panjang.....	67

ANALISIS TEGANGAN PADA *BOX HEADER* PENAMPANG PERSEGI EMPAT MENGGUNAKAN 3-D FEM DENGAN PERANGKAT LUNAK *ABAQUS*

Hendri Chandra¹, M. Rafsanjani Permadi*

¹Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

rafsanwazowski@gmail.com

Abstrak

Dalam dunia industri untuk menyimpan minyak dan gas yang memiliki karakteristik atau perlakuan khusus seperti tekanan tinggi, temperatur tinggi, dan gas beracun digunakan bejana tekan (*pressure vessel*). Bejana tekan mempunyai beberapa komponen yang dimana terjadi suatu gaya atau beban. Ditinjau dari jenis beban yang dialami oleh suatu komponen kerusakan suatu komponen dapat disebabkan oleh beban statis, beban dinamis, dan *thermal*, serta dapat juga oleh beban-beban gabungan yang sangat membahayakan suatu komponen. Sedangkan ditinjau dari modus kerusakan akibat kelelahan material (*fatigue*), kerusakan akibat serangan korosi, kerusakan akibat *creep*, *stress rupture*, kerusakan akibat adanya hidrogen yang berpenetrasi, logam cair yang berpenetrasi dan lain-lain yang masing-masing memiliki mekanisme dan karakteristik yang berbeda. Pada kasus kerusakan pada sebuah bejana tekan penampang persegi empat jenis ajax DPC 600 yang mengalami kerusakan berupa meledaknya komponen tersebut yang terjadi di Prabumulih. Menyebabkan komponen yang sangat vital tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga gagal menjalankan fungsinya. Komponen yang beroperasi dengan tekanan dan temperatur di atas tekanan dan temperatur ruangan ini menyebabkan komponen ini mengalami ledakan dan sebagian dari komponennya terpisah dari konstruksinya kira-kira 100 meter yang sempat menerobos pagar kawat. Untuk terus beroperasi maka komponen yang mengalami kerusakan tersebut telah diganti dengan komponen yang lain. Maka dari itu dilakukan penelitian pada kasus ini dengan menggunakan perangkat lunak *Abaqus* dengan pemodelan geometrinya menggunakan perangkat lunak *Solidworks* untuk memperoleh distribusi tegangan yang terjadi pada bejana tekan penampang persegi empat sehingga kita dapat mengetahui tegangan yang terjadi. Berdasarkan hasil simulasi kita dapat menentukan ketebalan optimal dan material yang tepat berdasarkan kondisi kerjanya..

Kata kunci: Penelitian, Pemodelan, Tegangan, *Displacement*, Perangkat Lunak, Bejana Tekan (*Pressure Vessel*), Von Mises, *Abaqus*, *Solidworks*.

Palembang, 16 Januari 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP.197112251997021001

Dr. Hendri Chandra, S.T., M.T
NIP. 196004071990031003