



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR *MINI BOILER*
MENGUNAKAN ANSYS STRUCTURAL**

PROYEK AKHIR

**AULIYA RIZKY RAMADHANTI
40040221650032**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
AGUSTUS 2025**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR *MINI BOILER*
MENGUNAKAN ANSYS STRUCTURAL**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

**AULIYA RIZKY RAMADHANTI
40040221650032**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
AGUSTUS 2025**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

NAMA : AULIYA RIZKY RAMADHANTI

NIM : 40040221650032

Tanda Tangan :



Tanggal : 11 Agustus 2025



SURAT TUGAS

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 430/PA/RPM/II/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Auliya Rizky Ramadhanti
NIM : 40040221650032
Judul Proyek Akhir : Simulasi Analisis Kekuatan Struktur Tabung *Mini Boiler*
Menggunakan Ansys Structural
Dosen Pembimbing : Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP : 197609152003122001

Isi Tugas:

1. Membuat gambar boiler dan komponennya 2D dan 3D
2. Mengidentifikasi tekanan dan keamanan pada boiler serta menguji kinerja boiler.
3. Simulasi struktur boiler dengan ansys structural.
4. Menganalisis dan simulasi boiler agar memastikan keamanan boiler dengan ansys structural.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 4 Februari 2025
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Auliya Rizky Ramadhanti
NIM : 40040221650032
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Analisis Kekuatan Struktur *Mini Boiler* Menggunakan Ansys Structural

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
Penguji 1 : Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
Penguji 2 : Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T.
Penguji 3 : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng.

The block contains four handwritten signatures in blue ink, each enclosed in a pair of parentheses. The signatures correspond to the names listed in the 'TIM PENGUJI' section: Dr. Sri Utami Handayani, Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, and Bambang Setyoko. The fourth signature is also present but its name is not explicitly listed in the text block.

Semarang, 25 Agustus 2025

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Dr. Sri Utami Handayani, the Head of the Program.

Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Auliya Rizky Ramadhanti
NIM : 40040221650032
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Kekuatan Struktur *Mini Boiler* Menggunakan Ansys Structural”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 25 Agustus 2025

Yang menyatakan



(Auliya Rizky Ramadhanti)

MOTTO

1. *“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”* – QS. Al-Baqarah 286
2. *“Work Hard and Pray Hard”* – Universal
3. *“Walau terdengar tak masuk akal, bagi mereka yang tak percaya, tapi kita punya kita, yang akan melawan dunia.”* - Nadin Amizah
4. *”Tak ada yang kurang darimu, kau sempurna kau harus tau. Sewaktu dia tiba kau tak akan menduga bahwa hal indah butuh waktu untuk datang.”* – Idgitaf
5. *“Jangan puas sampai di situ, terus belajar untuk mencapai yang lebih baik lagi. Kamu sudah berusaha, iringi dengan doa, semoga Allah menentukan yang terbaik. Doa Ibu dan Bapak mengiringi langkahmu.”* – Alm. Ayah dan Almh. Ibu Tercinta

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “Analisis Kekuatan Struktur *Mini Boiler* Menggunakan Ansys Structural”

Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang, dan selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen dan teknisi Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Kedua orang tua, Alm. Sujadi dan Almh. Siti Baroroh, yang sudah menunggu di sisi Allah SWT yang telah melahirkan dan merawat penulis sedari kecil hingga remaja dan menjadikan penulis pribadi yang lebih kuat dalam menjalani setiap alur kehidupan.
5. Kakak dan keluarga besar Bani Malik yang senantiasa memberikan doa dan dukungan. Terima kasih karena bersedia menjadi pendukung penulis.
6. Seseorang yang spesial, Jatfizuko yang selalu mendukung dan menguatkan

dalam segala hal baik secara mental, fisik, serta materi. Terima kasih karena telah selalu menguatkan dan merangkul penulis di saat penulis membutuhkan uluran tangan untuk bangkit dan bisa bertahan sampai saat ini.

7. Teman tim Proyek Akhir *Boiler Laundry*, Alfi dan Raka yang telah membantu dan berjuang bersama dalam mengerjakan Proyek Akhir *Boiler Laundry*.
8. Untuk sahabat penulis, Nina, Febi, Lalim, Elvira, Angel, Della, yang selalu setia dan mendukung penulis sedari masa sekolah hingga sekarang, terima kasih karena telah turut menguatkan sehingga penulis bertahan sampai saat ini.
9. Teman angkatan Generator terutama untuk wanita-wanita Generator yang telah kebersamai dimasa pendidikan tinggi hingga menyelesaikan pendidikan.
10. Untuk teman-teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah mendukung penulis dalam segala hal.
11. Untuk band Stand Here Alone (SHA) yang setiap lagunya menjadi teman dalam semua keadaan dan konsernya yang menjadi obat dalam setiap kesepian.
12. Pada akhirnya, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada diri sendiri Auliya Rizky Ramadhanti. Untuk setiap malam yang larut, rasa lelah yang dilawan, dan kemauan untuk terus belajar di tengah berbagai kesulitan. Terima kasih telah mau bertahan sampai saat ini. Terima kasih tetap berusaha untuk bangkit dan memperjuangkan seluruhnya. Terima kasih karena tidak menyerah bahkan di masa tersulit apapun. Kini gadis yang sedari kecil diterpa berbagai rintangan kehidupan, bisa mewujudkan salah satu keinginannya. Terima kasih untuk diriku yang selalu mau untuk menguatkan diri di tengah sepiya dunia yang kamu miliki, semoga selalu rendah hati dan semangat untuk menghadapi rintangan selanjutnya, kamu pasti bisa.

ABSTRAK

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR *MINI BOILER* MENGUNAKAN ANSYS STRUCTURAL

Boiler mempunyai peran penting dalam industri modern, termasuk dalam industri laundry. Dalam penggunaannya, faktor keamanan boiler menjadi perhatian utama karena tekanan tinggi yang dihasilkan dapat menyebabkan kegagalan struktural. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan struktur tabung mini boiler menggunakan metode simulasi berbasis Finite Element Analysis (FEA) dengan perangkat lunak Ansys Structural. Metode penelitian meliputi pembuatan model geometri boiler, pembentukan mesh, simulasi numerik, dan analisis hasil berupa distribusi tegangan serta FOS (Factor of Safety) pada dua kondisi pembebanan yaitu 3 bar untuk kondisi operasional dan 6 bar untuk kondisi beban berlebih. Material utama yang digunakan adalah Mild Steel ST37. Hasil simulasi pada tekanan 3 bar menunjukkan tegangan von-Mises maksimum 184,43 MPa dan FOS minimum 0,9004 yang mengindikasikan struktur berada pada ambang batas keamanan. Pada tekanan 6 bar, tegangan von-Mises maksimum mencapai 355,43 MPa dengan FOS 0,46563 yang menandakan kegagalan struktural. Titik kritis secara konsisten berada pada sambungan pipa api dan plat atas pipa air. Disimpulkan bahwa desain boiler memiliki margin keamanan yang sangat terbatas dan tidak aman pada kondisi berlebih, sehingga memerlukan optimasi pada area yang menjadi titik kritis.

Kata kunci : Boiler, Ansys Structural, Finite Element Analysis (FEA), Faktor Keamanan, Analisis Struktur, Simulasi Struktural, Tegangan Von Mises.

ABSTRACT

STRUCTURAL STRENGTH ANALYSIS OF MINI BOILER USING ANSYS STRUCTURAL

Boilers play an important role in modern industries, including the laundry industry. In their application, the boiler's safety factor is a primary concern because the high pressure generated can cause structural failure. This study aims to analyze the structural strength of a mini boiler tube using a simulation method based on Finite Element Analysis (FEA) with Ansys Structural software. The research method includes creating the boiler's geometric model, mesh generation, numerical simulation, and analyzing the results, such as stress distribution and FOS (Factor of Safety), under two loading conditions: 3 bar for operational conditions and 6 bar for overload conditions. The main material used is Mild Steel ST37. The simulation results at a pressure of 3 bar show a maximum von-Mises stress of 184,43 MPa and a minimum FOS of 0,9004, indicating that the structure is at its safety threshold. At a pressure of 6 bar, the maximum von-Mises stress reaches 355,43 MPa with a FOS of 0.46563, which signifies structural failure. The critical point is consistently located at the joint between the fire tube and the top water tube plate. It is concluded that the boiler design has a very limited safety margin and is unsafe under overload conditions, thus requiring optimization in the area that is the critical point.

Keywords : *Boiler, Ansys Structural, Finite Element Analysis (FEA), Factor of Safety, Structural Analysis, Structural Simulation, Von Mises Stress.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	II
SURAT TUGAS	III
HALAMAN PENGESAHAN.....	IV
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	V
MOTTO	VI
KATA PENGANTAR	VII
ABSTRAK	IX
<i>ABSTRACT</i>	X
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR TABEL	XVII
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	XVIII
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	4
1.5 Luaran	4
1.6 Sistematika Laporan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja <i>Boiler</i>	6

2.2	Klasifikasi <i>Boiler</i>	7
2.3	Perhitungan Konstruksi <i>Boiler</i>	9
2.4	Tegangan (<i>Stress</i>)	11
2.4.1	Tegangan Tarik (<i>Tensile Stress</i>)	12
2.4.2	Tegangan Tekan (<i>Compressive Stress</i>)	12
2.4.3	Tegangan Geser (<i>Shear Stress</i>)	13
2.4.4	Tegangan Lingkar (<i>Hoop Stress</i>)	14
2.5	Kekuatan Luluh (<i>Yield Strength</i>) dan Kekuatan Tarik Maksimum (<i>Ultimate Tensile Strength</i>)	15
2.5.1	<i>Yield Strength</i> (Kekuatan Luluh)	16
2.5.2	<i>Ultimate Tensile Strength</i> (Kekuatan Tarik Maksimum)	16
2.6	Deformasi	16
2.7	Persamaan Nilai Tekanan	17
2.8	<i>Factor Of Safety</i> (FOS)	17
2.9	Simulasi <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	18
2.9.1	<i>Pre-processing</i>	19
2.9.2	<i>Solving</i>	21
2.9.3	<i>Post-processing</i>	21
2.10	Penelitian Terdahulu	21
BAB III		24
METODE DAN PROSEDUR PELAKSANAAN PROYEK AKHIR		24
3.1	Diagram Alir	24
3.2	Deskripsi Masalah	27
3.3	Studi Literatur	29
3.4	Konstruksi <i>Boiler Laundry</i>	30
3.4.1	Pengumpulan Data Spesifikasi <i>Boiler Laundry</i>	30

3.4.2	Kalkulasi Ketebalan Minimum Konstruksi <i>Boiler Laundry</i>	31
3.4.3	Pembuatan Model 3 Dimensi	32
3.5	Simulasi <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	34
3.5.1	<i>Pre-processing</i>	34
3.5.2	<i>Solving</i> (Tahap <i>Processing</i>).....	68
3.5.3	<i>Post-Processing</i>	70
3.6	Validasi Analitik Model Simulasi.....	70
3.6.1	Pembuatan Geometri Validasi.....	72
3.6.2	Perhitungan Analitik.....	73
3.6.3	Simulasi <i>Finite Element Analysis</i> (FEA) untuk Validasi	73
3.6.4	Perbandingan Hasil dan Perhitungan Error	80
BAB IV		82
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		82
4.1	Analisis Kekuatan Struktur pada Tekanan 3 Bar	82
4.2	Analisis Kekuatan Struktur pada Tekanan 6 Bar	88
4.3	Perbandingan Hasil Simulasi	93
BAB V.....		96
PENUTUP.....		96
5.1	Kesimpulan	96
5.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja <i>boiler</i>	7
Gambar 2.2 <i>Boiler</i> Pipa Api.....	8
Gambar 2.3 <i>Boiler</i> Pipa Air.....	8
Gambar 2.4 <i>Combi Boiler</i>	9
Gambar 2.5 Tegangan Tarik (<i>Tensile Stress</i>).....	12
Gambar 2.6 Tegangan Tekan (<i>Compressive Stress</i>).....	13
Gambar 2.7 Tegangan Geser.....	18
Gambar 2.8 Tegangan Lingkar (<i>Hoop Stress</i>).....	14
Gambar 2.9 Kurva Strength.....	15
Gambar 2.10 Membandingkan Hasil Analitik dengan Simulasi.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Geometri Lengkap <i>Boiler Laundry</i>	33
Gambar 3.3 Geometri Sederhana Untuk Validasi.....	33
Gambar 3.4 Suhu <i>Boiler</i> Saat Beroperasi.....	34
Gambar 3.5 <i>Properties Mild Steel ST37</i> Pada <i>Engineering Data</i> Ansys Workbench.....	35
Gambar 3.6 <i>Properties ASTM A53</i> Pada <i>Engineering Data</i> Ansys Workbench.....	36
Gambar 3.7 Geometri <i>boiler laundry</i>	37
Gambar 3.8 Selimut <i>Body Boiler</i>	38
Gambar 3.9 <i>Surface</i> Atas.....	38
Gambar 3.10 <i>Surface</i> Bawah.....	39
Gambar 3.11 Pipa Api.....	39
Gambar 3.12 <i>Surface</i> Atas Pipa Air.....	40
Gambar 3.13 Pipa Air.....	40
Gambar 3.14 <i>Contact Region Surface</i> Atas Pipa Air dengan Pipa Air.....	42
Gambar 3.15 <i>Contact Region Surface</i> Atas dengan Selimut <i>Body</i>	43
Gambar 3.16 <i>Contact Region Surface</i> Bawah dengan Selimut <i>Body</i>	44
Gambar 3.17 <i>Contact Region</i> Pipa Air dengan <i>Surface</i> Bawah.....	45
Gambar 3.18 <i>Contact Region</i> Pipa Api dengan <i>Surface</i> Atas.....	46
Gambar 3.19 <i>Contact Region</i> Pipa Api dengan <i>Surface</i> Atas Pipa Air.....	47

Gambar 3.20 Parameter <i>Skewness Mesh Metrics</i>	48
Gambar 3.21 <i>Meshing Grid Analysis</i>	48
Gambar 3.22 <i>Edge Sizing</i> Selimut Boiler.....	49
Gambar 3.23 <i>Edge Sizing</i> Pipa Api.....	49
Gambar 3.24 <i>Face Meshing Top Head</i>	50
Gambar 3.25 <i>Face Meshing Bottom Head</i>	51
Gambar 3.26 <i>Face Meshing Surface</i> Atas Pipa Air.....	51
Gambar 3.27 <i>Automatic Meshing</i> Pada Pipa Air.....	52
Gambar 3.28 <i>Meshing Geometri Boiler Laundry</i>	52
Gambar 3.29 <i>Metrics Quality Skewness Geometri Boiler Laundry</i>	52
Gambar 3.30 Tumpuan (<i>Support</i>) dan Beban Tekanan.....	53
Gambar 3.31 Letak <i>Fixed Support</i>	54
Gambar 3.32 Setup <i>Pressure</i> Selimut <i>Body Boiler</i>	56
Gambar 3.33 Penempatan Beban Pada Selimut <i>Boiler Laundry</i>	56
Gambar 3.34 Setup <i>Pressure</i> Pipa Api.....	57
Gambar 3.35 Penempatan Beban Pada Pipa Api.....	57
Gambar 3.36 Setup <i>Pressure Bottom Head</i>	58
Gambar 3.37 Penempatan Beban Pada <i>Bottom Head</i>	59
Gambar 3.38 Setup <i>Pressure Top Head</i>	59
Gambar 3.39 Penempatan Beban Pada <i>Top Head</i>	60
Gambar 3.40 Setup <i>Pressure Surface</i> Atas Pipa Air.....	61
Gambar 3.41 Penempatan Beban Pada <i>Surface</i> Atas Pipa Air.....	61
Gambar 3.42 Setup <i>Pressure</i> Selimut <i>Body Boiler</i>	62
Gambar 3.43 Penempatan Beban Pada Selimut <i>Boiler Laundry</i>	62
Gambar 3.44 Setup <i>Pressure</i> Pipa Api.....	63
Gambar 3.45 Penempatan Beban Pada Pipa Api.....	63
Gambar 3.46 Setup <i>Pressure Bottom Head</i>	64
Gambar 3.47 Penempatan Beban Pada <i>Bottom Head</i>	65
Gambar 3.48 Setup <i>Pressure Top Head</i>	65
Gambar 3.49 Penempatan Beban Pada <i>Top Head</i>	66
Gambar 3.50 Setup <i>Pressure Surface</i> Atas Pipa Air.....	67
Gambar 3.51 Penempatan Beban Pada <i>Surface</i> Atas Pipa Air.....	67

Gambar 3.52 Bagian Awal Dari <i>Solution Information</i>	68
Gambar 3.53 Diagram Alir Proses Validasi.....	71
Gambar 3.54 Diameter Dalam <i>Hollow Cylinder</i>	72
Gambar 3.55 Ketebalan Dinding <i>Hollow Cylinder</i>	72
Gambar 3.56 <i>Material Properties</i> Geometri Validasi.....	74
Gambar 3.57 Geometri Untuk Validasi.....	74
Gambar 3.58 <i>Edge Sizing</i> Bagian Atas.....	75
Gambar 3.59 <i>Edge Sizing</i> Bagian Bawah.....	75
Gambar 3.60 <i>Meshing</i> Geometri Validasi.....	76
Gambar 3.61 <i>Metrics Skewness</i> Geometri Validasi.....	76
Gambar 3.62 Letak <i>Fixed Support</i> Geometri Validasi.....	77
Gambar 3.63 Setup <i>Pressure</i> Geometri Validasi.....	78
Gambar 3.64 Penempatan Beban Pada Geometri Validasi.....	78
Gambar 3.65 Hasil Tegangan Geometri Validasi.....	80
Gambar 4.1 <i>Total Deformation Boiler</i> Tekanan 3 Bar.....	82
Gambar 4.2 Area Kritis <i>Total Deformation</i> (Letak Maksimum Deformasi).....	83
Gambar 4.3 <i>Equivalent Stress (von-Mises) Boiler</i> Tekanan 3 Bar.....	83
Gambar 4.4 Area Kritis (Letak <i>Maksimum Equivalent Stress</i>).....	84
Gambar 4.5 <i>Normal Stress Boiler</i> Tekanan 3 Bar.....	84
Gambar 4.6 Area Kritis Pertama (Letak <i>Maksimum Normal Stress</i>).....	85
Gambar 4.7 Area Kritis Kedua (Letak <i>Minimum Normal Stress</i>).....	85
Gambar 4.8 <i>Factor of Safety (FOS) Boiler</i> Tekanan 3 Bar.....	86
Gambar 4.9 Area Kritis (Letak <i>Minimum Factor of Safety (FOS)</i>).....	87
Gambar 4.10 <i>Total Deformation Boiler</i> Tekanan 6 Bar.....	88
Gambar 4.11 Area Kritis <i>Total Deformation</i> (Letak Maksimum Deformasi).....	88
Gambar 4.12 <i>Equivalent Stress (von-Mises) Boiler</i> Tekanan 6 Bar.....	89
Gambar 4.13 Area Kritis (Letak <i>Maksimum Equivalent Stress</i>).....	89
Gambar 4.14 <i>Normal Stress Boiler</i> Tekanan 6 Bar.....	90
Gambar 4.15 Area Kritis Pertama (Letak <i>Maksimum Normal Stress</i>).....	90
Gambar 4.16 Area Kritis Kedua (Letak <i>Minimum Normal Stress</i>).....	91
Gambar 4.17 <i>Factor of Safety (FOS) Boiler</i> Tekanan 6 Bar.....	91
Gambar 4.18 Area Kritis (Letak <i>Minimum Factor of Safety (FOS)</i>).....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Spesifikasi <i>Boiler Laundry</i>	30
Tabel 3.2 <i>Physical Properties Mild Steel ST37</i>	35
Tabel 3.3 <i>Mechanical Properties Mild Steel ST37</i>	35
Tabel 3.4 <i>Physical Properties ASTM A53</i>	36
Tabel 3.5 <i>Mechanical Properties ASTM A53</i>	36
Tabel 3.6 Jenis <i>Solution</i> dan Fungsinya.....	69
Tabel 3.7 Jenis <i>Solution</i> yang Digunakan pada Validasi beserta Fungsinya.....	79
Tabel 4.1 Hasil Simulasi FEA Geometri <i>Boiler Laundry</i>	94

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama Kali Muncul Halaman
P	Tekanan (<i>Pressure</i>)	12
R	Radius Dalam	12
t	Tebal Dinding (<i>Thickness</i>)	12
S	Kekuatan Tegangan Maksimum Material	12
E	Efisiensi Sambungan	12
CA	<i>Corrosion Allowance</i> (Toleransi Korosi)	12
F	Gaya	16
σ (sigma)	Tegangan (<i>Stress</i>)	16
g	Percepatan Gravitasi	22
ρ (rho)	Massa Jenis (<i>Density</i>)	22
h	Ketinggian Fluida	23
FOS	Faktor Keamanan (<i>Factor of Safety</i>)	23