

**ANALISIS TEGANGAN, DEFLEKSI, PEMERIKSAAN KEBOCORAN
PADA *FLANGE*, PERBANDINGAN GAYA DAN MOMEN PADA *NOZZLE*
PIPA *DISCHARGE FEED WATER* TAKUMA *BOILER* MILIK
PT. SUPARMA**

**TUGAS AKHIR
DIAJUKAN GUNA MEMENUHI PERSYARATAN UNTUK
MEMPEROLEH GELAR S-1 SARJANA TEKNIK**



**Disusun Oleh :
CANDRA ARDI KURNIAWAN
20120130076**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
ANALISIS TEGANGAN, DEFLEKSI, PEMERIKSAAN KEBOCORAN
PADA FLANGE, PERBANDINGAN GAYA DAN MOMEN PADA NOZZLE
PIPA DISCHARGE FEED WATER TAKUMA BOILER MILIK
PT. SUPARMA

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

CANDRA ARDI KURNIAWAN
2012 013 0076

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

Pada Tanggal 9 Agustus 2016

Susunan Tim Penguji :

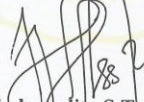
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T. **Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.**
NIK. 19720222200310 123 054 NIK. 19700301199509 123 022

Penguji



Thoharudin, S.T., M.T.
NIK. 19870410201604 123 097

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik

Pada Tanggal 09/08/2016

Ketua Program Studi Teknik Mesin


Novi Caroko, S.T., M.Eng
NIK. 19791113200501 1 001

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 1 Agustus 2016

Candra Ardi Kurniawan

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS TEGANGAN, DEFLEKSI, PEMERIKSAAN KEBOCORAN PADA *FLANGE*, PERBANDINGAN GAYA DAN MOMEN PADA *NOZZLE* PIPA *DISCHARGE FEED WATER* TAKUMA BOILER MILIK PT. SUPARMA”

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menghaturkan ucapan terima-kasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Thoharudin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
5. Teman-teman Selenk dan Mahasiswa Teknik Mesin UMY yang telah mensupport saya.
6. Orangtua saya Bapak MCY Iswantoni dan Ibu Isti Rohyani, kakak-kakak saya Krisna, Lina, Yoga, Shinta serta keluarga besar di Yogyakarta dan Kediri yang terus tanpa henti mensupport saya.
7. Rekan-rekan MM23 Kampung Wonocatur, Banguntapan, Bantul.
8. Kepada Ardi, Anggit, Ari, Priyo, Kunthi, Vicky, Luthfi, Isa, Amalia, dkk.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat khususnya bagi kita civitas akademika dan umumnya bagi pembaca semua, Amin.

Yogyakarta, 11 Agustus 2016

INTISARI

Sistem perpipaan merupakan sistem yang berfungsi sebagai alat transportasi fluida dari satu komponen ke komponen lainnya. Dalam suatu sistem perpipaan terdapat kemungkinan terjadinya jalur kritis, yaitu jalur yang mengalami tegangan yang melebihi tegangan izin material yang dapat mengakibatkan kegagalan pada pipa, oleh karena itu harus dilakukan analisa tegangan pipa pada jalur tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis tegangan, defleksi, membandingkan gaya dan momen pada *nozzle* serta memeriksa kebocoran pada *flange*.

Analisa tegangan pipa dimulai dengan memodelkan sistem perpipaan *discharge feed water* ini menggunakan perangkat lunak *Caesar II 2014* sesuai dengan data sistem perpipaan yang dibuat atau diketahui sebelumnya dengan inputan beban statik meliputi beban berat, tekanan, dan beban suhu serta beban dinamik meliputi beban angin dan gempa.

Setelah dilakukan analisis pada jalur pipa *discharge feed water* pada Takuma boiler milik PT. SUPARMA ini, dapat disimpulkan bahwa terjadi defleksi yang melebihi dari nilai yang diizinkan. Sehingga perlu dilakukan modifikasi pada jalur pipa yang mengalami defleksi yang tinggi, dengan menambahkan beberapa *pipe support* untuk mengurangi nilai defleksi yang melebihi dari nilai yang diizinkan tersebut.

Kata Kunci : analisa tegangan, defleksi, gaya dan momen, kebocoran *flange*, *Caesar II 2014*

ABSTRACT

Piping system is a system that serves as a means of transport fluid from one component to another. In a piping system there is the possibility of a critical path, that path is stressed that permission voltage exceeds materials that can lead to failure in the pipe, therefore pipe stress analysis must be performed on the track. The purpose of this study is to analyze the stress, deflection, comparing the forces and moments on the nozzle and check for leaks at the flange.

Analysis pipe stress begins by modeling the piping system discharge feed water using software Caesar II in 2014 in accordance with the data piping system created or previously unknown to input static load includes a heavy load, pressure, and load temperatures and dynamic loads include wind load and earthquake.

After analyzing the discharge pipe line Takuma boiler feed water at PT. Suparma this, it can be concluded that there is a deflection in excess of the allowed values. So that needs modification to the pipeline deflection high, adding some support to reduce the pipe deflection value that exceeds the allowed values.

Keywords: stress analysis, deflections, forces and moments, leaking flange, Caesar II 2014

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG, NOTASI, DAN SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Teori Tegangan – Regangan Umum	4
2.2. Macam-macam Tegangan yang Terjadi Pada Suatu Material	6
2.3. Kode Standar Desain Pipa.....	10
2.4. Beberapa Tahap Perancangan Dalam Analisis Tegangan Pipa ...	11
2.5. Teori Dasar Tegangan Pipa.....	12
2.6. Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Tegangan Dalam Pipa	13
2.7. Teori Tegangan Normal Maksimum.....	17
2.8. Teori Tegangan Geser Maksimum.....	17
2.9. Teori Energi Distorsi Maksimum	18
2.10. Kelelahan Metal (<i>Fatigue</i>).....	19
	vii

2.11. Tegangan Primer dan Sekunder	20
2.12. Beban <i>Occasional</i>	21
2.13. Persamaan Tegangan Kode ASME/ANSI B31.3	27
2.14. Pembatasan Tegangan Perpipaan Menurut <i>Caesar II</i>	28
2.15. Tegangan Dan Defleksi Karena Beban Bobot Mati	29
2.16. Jarak Antar <i>Support</i> Maksimum	31
2.17. Metode analisis pemeriksaan kebocoran <i>flange</i>	32
BAB III SISTEM PERPIPAAN	38
3.1. Pipa.....	38
3.2. Penentuan <i>Rating</i> Pipa	46
3.3. <i>Washer</i>	56
3.4. <i>Gasket</i>	56
3.5. Katup (<i>Valve</i>)	60
3.6. Penyangga Pipa (<i>Pipe Support</i>)	66
BAB IV PERANGKAT LUNAK (<i>SOFTWARE</i>) <i>CAESAR II</i> VERSI 2014	71
4.1. Kemampuan-kemampuan <i>Caesar II 2014</i>	72
4.2. Menu Utama pada <i>Caesar II 2014</i>	75
4.3. <i>Static Analysis</i>	84
BAB V METODOLOGI.....	85
5.1. Diagram Alir Pemodelan dan Pemeriksaan Tegangan, Defleksi, Kebocoran pada <i>Flange</i> , dan Perbandingan Gaya dan Momen.....	91
5.2. Diagram Alir Pemodelan dan Analisis Tegangan dan Defleksi	92
5.3. Diagram Alir Pemeriksaan Kebocoran Pada <i>Flange</i>	93
5.4. Diagram Alir Pemeriksaan Gaya dan Momen.....	94
5.5. Penggunaan <i>Software</i> dan Alat Bantu Lainnya	95
5.6. <i>Standar and Code</i> yang digunakan sebagai referensi	95
5.7. Data Pemodelan	95

5.8. <i>Load Case</i>	97
BAB VI PEMBAHASAN DAN HASIL	99
6.1. Persiapan Permodelan	91
6.2. Permodelan dengan <i>Caesar II 2014</i>	117
6.3. Visualisasi pemodelan desain	117
6.4. Analisis Tegangan Pipa (<i>Stress Summary</i>)	118
6.5. Analisis Defleksi Pipa.....	119
6.6. Analisis kebocoran <i>flange</i>	123
6.7. Analisis <i>force dan moment</i>	128
BAB VII PENUTUP	131
7.1. Kesimpulan	131
7.2. Saran	133
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. MSS-SP-69 maksimum <i>pipe span</i>	31
Tabel 2.2. Koefisien beta pada <i>static loads</i>	35
Tabel 2.3. Koefisien beta pada <i>static loads and dinamic loads</i>	36
Table 3.1. Material Perpipaan dan Aplikasinya	42
Tabel 3.2. Material Perpipaan yang Umum Digunakan	43
Tabel 3.3. <i>Schedule</i> Pipa	45
Tabel 3.4. Hubungan sambungan <i>socket-welded</i> dan <i>threaded</i>	48
Tabel 3.5. ASME B16.5 (Tabel 1A)	55
Tabel 3.6. ASME B16.5 (2-1.1)	56
Tabel 3.7. Pemilihan Material Gasket	58
Tabel 3.8. Pemilihan gasket	59
Tabel 3.9. Aplikasi Gasket	60
Tabel 3.10. ASME B16.34 (tabel 1 grup 2)	65
Tabel 3.11. ASME B16.34 (tabel 2-2.4)	66
Tabel 5.1. Data Spesifikasi Material	97
Tabel 6.1. Rincian Data	99
Tabel 6.2. Satuan-satuan yang tersedia pada program <i>Caesar II</i>	100
Tabel 6.3. Nomer Pemodelan	107
Tabel 6.4. <i>Analisis High Stresses Summary</i>	119
Tabel 6.5. Defleksi Maksimum tiap <i>load case</i> sebelum modifikasi	120
Tabel 6.6. Defleksi Maksimum tiap <i>load case</i> setelah modifikasi	123
Tabel 6.7. Data pengecheckan kebocoran <i>flange</i>	125
Tabel 6.8. Besar Gaya dan Momen yang diijinkan.....	129
Tabel 6.9. Besar Gaya dan Momen hasil analisa	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kurva Tegangan – Regangan untuk Baja Karbon.....	5
Gambar 2.2. Spesimen Uji Tarik	6
Gambar 2.3. Momen Lentur	7
Gambar 2.4. Gaya geser Tunggal.....	8
Gambar 2.5. Batang Silindris dengan Beban Puntiran.....	9
Gambar 2.6. Hubungan Antara Beberapa Disiplin Ilmu	12
Gambar 2.7. Prinsip Arah Tegangan pada Pipa	13
Gambar 2.8. Sambungan pada Pipa	15
Gambar 2.9. Kurva Maksimum <i>Range</i> dari Tegangan	20
Gambar 2.10. Profil Beban Angin.....	23
Gambar 2.11. Profil Beban Gempa	24
Gambar 2.12. <i>Relief Valve</i>	26
Gambar 2.13. Profil Beban <i>Water</i> atau <i>Fluid Hammer</i>	27
Gambar 2.14. Tumpuan Terdistribusi Merata	30
Gambar 2.15. Tumpuan Sederhana.....	30
Gambar 2.16. Tumpuan Jepit	30
Gambar 2.17. <i>Local Axis</i>	33
Gambar 3.1. Jenis-jenis <i>Elbow</i>	49
Gambar 3.2. Jenis-jenis <i>Reducer</i>	50
Gambar 3.3. Jenis-jenis <i>Tee</i>	50
Gambar 3.4. <i>Flange</i> jenis WN (<i>Welding Neck</i>)	51
Gambar 3.5. <i>Flange</i> jenis SO (<i>Slip-On</i>)	52
Gambar 3.6. <i>Flange Lap Join</i>	53
Gambar 3.7. Jenis-jenis <i>Flange</i>	54
Gambar 3.8. Bagian-Bagian Katup	61
Gambar 3.9. Katup Pintu (<i>Gate Valve</i>)	62
Gambar 3.10. Katup Bola (<i>Globe Valve</i>).....	62
Gambar 3.11. <i>Check Valve</i>	63

Gambar 3.12. <i>Ball Float Valve & Blow off Valve</i>	63
Gambar 3.13. <i>Safety Valve/ Relief Valve</i>	64
Gambar 3.14. Penyangga pipa struktur	67
Gambar 3.15. Penyangga pipa kaki bebek (<i>Duck Foot</i>)	68
Gambar 3.16. Penyangga pipa <i>bracket</i>	68
Gambar 3.17. Pembaringan pipa (<i>Pipe Sleeper</i>)	69
Gambar 3.18. <i>Pipe Hanger</i>	69
Gambar 3.19. Penyangga pipa	70
Gambar 4.1. <i>New file</i>	76
Gambar 4.2. <i>Make new unit files</i>	76
Gambar 4.3. <i>Unit files maintenance</i>	77
Gambar 4.4. <i>Input</i> pemulai pemodelan desain	78
Gambar 4.5. <i>Spreadsheet overview</i>	79
Gambar 4.6. <i>Bend</i> jenis <i>elbow</i>	80
Gambar 4.7. <i>Bend</i> pada <i>Spreadsheet</i>	81
Gambar 4.8. <i>Valve</i> dan <i>flange</i> pada <i>Spreadsheet</i>	81
Gambar 4.9. <i>Reducer</i> pada <i>Spreadsheet</i>	82
Gambar 4.10. <i>SIF</i> atau <i>Tee</i> pada <i>Spreadsheet</i>	83
Gambar 4.11. <i>Restraint</i> pada <i>Spreadsheet</i>	84
Gambar 4.12. <i>Load Case</i>	85
Gambar 4.13. <i>Error Checking</i>	86
Gambar 4.14. <i>Static Output Processor</i>	87
Gambar 4.15. <i>Static Output Report</i>	88
Gambar 5.1. Diagram Alir Pemodelan dan Pemeriksaan Tegangan, Defleksi, Kebocoran pada <i>Flange</i> , dan Perbandingan Gaya dan Momen	91
Gambar 5.2. Diagram Alir Pemodelan dan Analisis Tegangan dan Defleksi.....	92
Gambar 5.3. Diagram Alir Pemeriksaan Kebocoran Pada <i>Flange</i>	93
Gambar 5.4. Diagram Alir Pemeriksaan Gaya dan Momen	94
Gambar 5.5. <i>3D modeling piping system</i> atau <i>isometric drawing</i>	96
Gambar 6.1. Penomeran pada gambar isometri	106

Gambar 6.2. Pemodelan dengan <i>Caesar II 2014</i>	117
Gambar 6.3. Visualisasi pemodelan desain <i>Base Oil Project</i>	118
Gambar 6.4. Modifikasi Jalur Pipa untuk defleksi	121

NOTASI

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
r	..... Jarak Serat Dari Sumbu Netral	D _i	..... Diameter Dalam
g	..... Kostanta Gravitasi	D _o	..... Diameter Luar
h	..... <i>Bend Characteristic</i>	E	..... Modulus Elastisitas Young
i	..... SIF (<i>Stress Intensification Factor</i>)	E _c	..... Modulus Elastisitas Young Pada Suhu Dingin
k	..... <i>Flexibility Factor</i>	E _h	..... Modulus Elastisitas Young Pada Suhu Panas
l	..... Panjang	F	..... Gaya
m	..... Massa	G	..... <i>Shear</i> Modulus
r	..... Jari-jari	I	..... Inersia Penampang
r _i	..... Jari-jari Dalam	I _p	..... Inersia Polar
r _o	..... Jari-jari Luar	L	..... Panjang
r _m	..... <i>Mean Radius</i>	M	..... Momen
t	..... Tebal	M _b	..... Bending Momen
w	..... Lebar. Berat Beban	M _t	..... Torsional Momen
x.y.z.....	Axis Koordinat	N	..... <i>Number of Cycle</i>
A	..... Luas Permukaan	R	..... Jari-jari, Rasio
B	..... Kostanta Material	S	..... Tegangan, Tegangan Lelah
C	..... Konstan, <i>Cold Spring Factor</i>	S _b	..... Bending <i>Stress</i>

