

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BEBAN PADA NOZEL POMPA DAN KEBOCORAN *FLANGE*
MENGUNAKAN *SOFTWARE AUTO PIPE BENTLEY XM V9* DISUATU
OILY WATER TREATMENT PROJECT PADA JALUR PIPA 6"-OW-B05
NOMOR 17152 DAN 17153 SERTA JALUR PIPA 4"-OW-B05 NOMOR
17171 DAN 17174
(STUDI KASUS PADA PELATIHAN *PIPE STRESS ANALYSIS*
DI PT. APGREID JAKARTA)**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk
Mencapai Drajat S-1 Teknik**



Disusun Oleh:

ANDRIE STIAWAN
20080130021

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

2012

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS BEBAN PADA NOZEL POMPA DAN KEBOCORAN *FLANGE*
MENGUNAKAN *SOFTWARE AUTO PIPE BENTLEY XM V9* DISUATU
OILY WATER TREATMENT PROJECT PADA JALUR PIPA 6"-OW-B05
NOMOR 17152 DAN 17153 SERTA JALUR PIPA 4"-OW-B05 NOMOR
17171 DAN 17174**

**(STUDI KASUS PADA PELATIHAN *PIPE STRESS ANALYSIS*
DI PT. APGREID JAKARTA)**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

ANDRIE STIAWAN

2008 013 0021

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 21 Desember 2012

Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Tito Hadji Agung S., S.T., M.T.

NIK. 123054

Teddy Nurcahyadi, S.T.

NIK. 123053

Penguji

Ir. Sudarja, M.T.

NIK. 123050

**Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal 2012**

**Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T

NIK. 123022

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 daftarpustaka.

Yogyakarta,

Andrie Stiawan

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ *ANALISIS BEBAN PADA NOZEL POMPA DAN KEBOCORAN FLANGE MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTO PIPE BENTLEY XM V9 DISUATU OILY WATER TREATMENT PROJECT PADA JALUR PIPA6”-OW-B05 NOMOR 17152 DAN 17153 SERTA JALUR PIPA 4”-OW-B05 NOMOR 17171 DAN 17174 (STUDI KASUS PADA PELATIHAN PIPE STRESS ANALYSIS DI PT. APGREID JAKARTA)*”.

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

1. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Teddy Nurcahyadi, S.T.selakuDosenPembimbing II.
4. BapakIr. Sudarja, M.T.selakuDosenPengujiTugasAkhir.

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.
Wassalamu'alaikumWr.Wb.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
NOTASI	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Teori Tegangan-Regangan Umum	5
2.2 Tegangan Normal	7
2.3 Tegangan Geser	9
2.4 Kode Standar Desain Pipa	14
2.5 Analisa Tegangan Pipa dalam Tahap Perancangan	15
2.6 Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Tegangan Dalam Pipa	15
2.6.1 Beban Panas (<i>Thermal</i>)	16
2.6.2 Beban Berat	16

2.6.3 Tekanan Internal.....	17
2.7 Elemen Tegangan-Regangan & Lingkaran Mohr.....	19
2.8 Teori Tegangan Normal Maksimum.....	21
2.9 Teori Tegangan Geser Maksimum (<i>TRESCA</i>).....	22
2.10 Teori Energi Distorsi Maksimum (Von Mises)	22
2.11 Kelelahan Metal (<i>fatigue</i>)	23
2.12 Tegangan Primer dan Tegangan Sekunder.....	25
2.13 Beban Occasional.....	26
2.14 Beban Random	27
2.15 Beban Kejut.....	30
2.16 Metode Analisis <i>Check</i> Kebocoran	32
2.17 Analisis Beban Pada <i>Flange</i>	32
2.18 <i>API 610 (Centrifugal Pump)</i>	36
2.19 Pembatasan Tegangan Perpipaan Menurut Auto Pipe	39
 BAB III SISTEM PERPIPAAN	
3.1 Pipa(<i>Pipe</i>).....	42
3.2 Fitting	48
3.2.1 Penentuan Rating/Kelas <i>Fitting</i> Jenis Sambungan <i>But Welding</i>	49
3.2.2 Penentuan Rating/Kelas <i>Fitting</i> Jenis <i>Socket Welded, dan Threaded</i>	49
3.2.3 <i>Flange</i>	50
3.2.4 Penentuan Rating/Kelas <i>Falnge</i>	54
3.3 Katup(<i>Valve</i>)	57
3.3.1 Mekanisme Katup.....	58
3.3.2 Fungsi Katup.....	59
3.3.3 Sambungan Pada Katup.....	61
3.3.4 Penentuan Rating/Kelas Jenis Katup.....	62

3.4	Gasket	64
3.5	Penyangga Pipa	66
3.5.1	Standar-standar penyangga/Support yang biasa digunakan.....	66
3.5.2	Macam-macam Penyangga Beban Statik.....	66
BAB IV SOFTWARE AUTO PIPE BENTLEY XM V9		
4.1	<i>Auto Pipe Bentley XM V9</i>	74
4.2	Proses Pemodelan.....	74
BAB V METODOLOGI		
5.1	Diagram Alir	79
5.2	Persiapan Pemodelan	82
5.3	Pemeriksaan Kebocoran Pada <i>Flange</i>	82
5.3.1	Pemeriksaan Beban Pada Nosel Pompa Menurut <i>Vendor Allowable</i>	82
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		
6.1	Data-data Sistem Perpipaan	85
6.2	Analisis Kebocoran Pada <i>Flange</i>	88
6.3	Analisis Beban Pada Nosel Pompa Menurut Baban Ijin <i>Vendor Allowable</i> dan Menurut <i>Standart Allowable API 610</i>	93
6.4	<i>High Stress Summary</i>	99
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		
7.1	Kesimpulan	101
7.2	Saran	105
DAFTAR PUSTAKA		106
LAMPIRAN		107

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Coeffisien beta pada <i>static loads</i>	34
Tabel 2.2	Coeffisien beta pada <i>static loads and dynamic loads</i>	35
Tabel 2.3	nozzle loadings	37
Tabel 3.1	Material Perpipaan dan Aplikasinya	44
Tabel 3.2	Material Perpipaan yang Umum Digunakan	45
Tabel 3.3	Schedule Pipa	47
Tabel 3.4	Hubungan sambungan <i>socket-welded</i> dan <i>threaded</i>	50
Tabel 3.5	ASME B16.5 (Tabel 1A).....	56
Tabel 3.6	ASME B16.5 (2-1.1)	57
Tabel 3.7	ASME B16.34 (tabel 1 grup 2).....	63
Tabel 3.8	ASME B16.34 (tabel 2-2.4).....	64
Tabel 6.1	Ratio flange node A01	89
Tabel 6.2	Tabel data flange node A01.....	90
Tabel 6.3	Tabel ratio keseluruhan flange	92
Tabel 6.4	Beban pada Nozzel Pompa 14 P-17170A node A16 Menurut <i>Vendor Allowable</i>	94
Tabel 6.5	Perbandingan total beban maksimum pompa dengan <i>vendor Allowable</i>	96
Tabel 6.6	Perbandingan total beban maksimum pompa dengan standard API 610.....	97
Tabel 6.7	Perbandingan total beban maksimum sisi <i>suction</i> pompa menurut <i>vendor allowable</i> dengan standard API 610.....	89
Tabel 6.8	Perbandingan total beban maksimum sisi <i>discharge</i> pompa menurut <i>vendor allowable</i> dengan standard API 610.....	99
Tabel 6.9	<i>High Stress Summary</i>	100

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva Tegangan – Regangan untuk Baja Karbon	6
Gambar 2.2 Spesimen Uji Tarik.....	8
Gambar 2.3 Momen Lentur	9
Gambar 2.4 Gaya geser Tunggal.....	10
Gambar 2.5 Batang Silindris dengan Beban Puntiran.....	11
Gambar 2.6 Translasi yang terjadi pada suatu benda.....	12
Gambar 2.7 Rotasional yang terjadi pada suatu benda	13
Gambar 2.8 Sambungan pada Pipa.....	17
Gambar 2.9 Elemen mesin yang diberi gaya tarik	19
Gambar 2.10 Elemen Tegangan - Regangan pada kondisi 3 Dimensi.....	20
Gambar 2.11 Elemen Tegangan - Regangan pada kondisi 2 Dimensi.....	20
Gambar 2.12 Lingkaran Mohr.....	21
Gambar 2.13 Kurva Maksimum Range dari Tegangan.....	25
Gambar 2.14 Profil Beban Angin.....	28
Gambar 2.15 Profil Beban Gempa	29
Gambar 2.16 Profil beban <i>relief valve</i>	31
Gambar 2.17 Profil beban <i>waterhammer</i>	32
Gambar 2.18 Momen yang terjadi sesuai dengan sumbunya.....	33
Gambar 2.19 Profil pompa	36
Gambar 2.20 Hasil Running Autopipe	40
Gambar3.1 <i>Flange</i> jenis WN (<i>Welding Neck</i>).....	51
Gambar3.2 <i>Flange</i> jenis SO (<i>Slip-On</i>)	52
Gambar3.3 <i>Flange Lap Joint</i>	52
Gambar3.4 Jenis-jenis Flange	54
Gambar3.5 Bagian-Bagian Katup	58
Gambar3.6 Katup Pintu (<i>Gate Valve</i>)	59

Gambar3.7	Katup Bola (<i>Globe Valve</i>)	59
Gambar3.8	<i>Check Valve</i>	60
Gambar 3.9	<i>Ball Float Valve & Blow off Valve</i>	60
Gambar3.10	<i>Safety Valve/ Relief Valve</i>	61
Gambar3.11	Penyangga Satu Kolom	67
Gambar3.12	Penyangga Banyak Kolom	67
Gambar3.13	Penyangga Satu Tingkat Dengan Landasan Engsel	68
Gambar 3.14	Penyangga Dengan Landasan Tetap.....	68
Gambar3.15	Penyangga 2 Tingkat Dengan landasan Engsel.....	69
Gambar3.16	Penyangga 2 Tingkat Dengan Landasan Tetap	69
Gambar3.17	Penyangga Bertingkat Banyak Dengan Landasan Engsel.....	70
Gambar3.18	Penyangga Bertingkat Banyak Dengan Landasan Tetap.....	70
Gambar3.19	Penyangga Kaki Bebek (<i>Duck Foot</i>).....	71
Gambar3.20	Penyangga Bentuk Siku-Siku (<i>Bracket</i>).....	71
Gambar3.21	Penyangga Pembaringan Pipa (<i>Pipe Slider</i>).....	72
Gambar3.22	Penyangga Pipa Rendah (<i>Low Support</i>).....	72
Gambar3.23	Penyangga Gantung (<i>Hanger</i>).....	73
Gambar 4.1	General Model Options	75
Gambar 4.2	Kotak Segmen	76
Gambar 4.3	Kotak Pipe Propertis.....	77
Gambar 4.4	Kotak Pressure dan Temperature.....	77
Gambar 4.5	Pemodelan jalur pipa 6''-OW-B05 nomor 17152 dab 17153 serta jalur pipa 4''-OW-B05 nomor 17171 dan 17174.....	78
Gambar 6.1	Translasi yang terjadi pada suatu benda.....	86
Gambar 6.2	Rotasional yang terjadi pada suatu benda	87

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Gambar Isometri.....	106
LAMPIRAN 2 Output Report Autopipe.....	108

NOTASI

Simbol	Keterangan	S_b	Bending Stress
r	Jarak Serat Dari Sumbu	S_c	Allowable Stress Pada Suhu
.....	Netral	.....	Dingin
g	Kostanta Gravitasi	S_h	Allowable Stress Pada Suhu
h	Bend Characteristic	.....	Panas
i	SIF (Stress Intensification	S_t	Torsional Stress
.....	Factor)	S_A	Allowable Stress Range
k	Flexibility Factor	S_B	Resultant Bending Stress
l	Panjang	S_E	Computed Maximum Stress
m	Massa	.....	Range
r	Jari-jari	S_u	Ultimate Tensile Strength
r_i	Jari-jari Dalam	T	Temperatur
r_o	Jari-jari Luar	U	Energi, Kecepatan
r_m	Mean Radius	V	Volume
t	Tebal	Y	Resultant Expansion,
w	Lebar. Berat Beban	.....	Yield Stress
x,y,z	Axis Koordinat	Z	Section Modulus
A	Luas Permukaan	ΔT	Perubahan Suhu
B	Kostanta Material	ΔL	Perubahan Panjang
C	Konstan, Cold Spring	α	Koefisien Muai, Sudut
.....	Factor	δ	Defleksi
D_i	Diameter Dalam	ε	Regangan Normal
D_o	Diameter Luar	θ	Sudut
E	Modulus Elastisitas Young	ν	Poisson's Ratio
E_c	Modulus Elastisitas Young	ρ	Densitas
.....	Pada Suhu Dingin	σ	Tegangan Normal
E_h	Modulus Elastisitas Young	σ_t	Tegangan Normal Akibat
.....	Pada Suhu Panas	.....	Gaya Tarik/Tekan
F	Gaya	σ_L	Tegangan Normal Akibat
G	Shear Modulus	.....	Momen Lentur
I	Inersia Penampang	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	Tegangan Utama
I_p	Inersia Polar	τ	Tegangan Geser
L	Panjang	τ_s	Tegangan Geser Akibat
M	Momen	.....	Gaya Geser
M_b	Bending Momen	τ_p	Tegangan Geser Akibat
M_t	Torsional Momen	.....	Momen Torsi
N	Number of Cycle		
R	Jari-jari, Rasio		
S	Tegangan, Tegangan Lelah		
	Simbol Keterangan		

**ANALISIS BEBAN PADA NOZEL POMPA DAN KEBOCORAN FLANGE
MENGUNAKAN SOFTWARE AUTO PIPE BENTLEY XM V9 DISUATU
OILY WATER TREATMENT PROJECT PADA JALUR PIPA 6"-OW-B05
NOMOR 17152 DAN 17153 SERTA JALUR PIPA 4"-OW-B05 NOMOR
17171 DAN 17174
(STUDI KASUS PADA PELATIHAN PIPE STRESS ANALYSIS DI
PT. APGREID JAKARTA)**

INTISARI

Sistem perpipaan banyak digunakan pada pabrik maupun pada industri minyak dan gas, sistem perpipaan ini berfungsi untuk mengalirkan fluida kerja dari suatu komponen ke komponen lainnya sehingga proses produksi dapat berlangsung dengan baik. Kegagalan dapat terjadi karena adanya pembebanan yang berlebih maka sistem perpipaan yang telah didesain harus dianalisis terlebih dahulu dan dipastikan aman dalam penyaluran fluida dan dalam proses analisis juga dilakukan sampai komponen perpipaan.

Analisis dilakukan dengan cara memodelkan sistem perpipaan *Oily Water Treatment Project* pada perangkat lunak *autopipe* dengan memasukkan data-data sistem instalasi yang ada seperti beban statis dan dinamis kemudian dilakukan analisis pada jalur pipa yang selanjutnya melakukan analisis pada *flange* dan nosel pompa berdasarkan metode analisis kebocoran flange ASME B16.5 dan beban nozzel pompa API Standard 610.

Hasil analisis kebocoran flange dan beban nozzel pompa diperoleh rasio tertinggi flange terdapat pada node E13 sebesar 25,10% diantara ke21 flange lainnya, , hasil analisis beban pada nose pompa diperoleh beban gaya dan momen tertinggi pada nosel pompa 14 P-17170A sisi *suction* node A16 $F_x= 107N$, $F_y= 82N$, $F_z= 297N$ $M_x= 50N$, $M_y= 13N$, $M_z= 72N$ dan pada nosel pompa 14P-17170B sisi *suction* node B08 $F_x= 468N$, $F_y= 454$, $F_z= 409N$, $M_x= 114N$, $M_y= 11N$, $M_z= 241N$ pada sisi *discharge* node A19 $F_x= 468N$, $F_y= 454N$, $F_z= 409N$, $M_x= 114N$, $M_y= 11N$, $M_z= 241N$ dan pada sisi *discharge* node D16 $F_x= 155N$, $F_y= 184N$, $F_z= 1515N$, $M_x= 56N$ $M_y= 57N$, $M_z= 5N$.

Kata Kunci : *Auto Pipe Bentley XM V9, Sistem perpipaan, Analisis kebocoran flange dan beban nozzel pompa.*