

TUGAS AKHIR
ANALISIS KEBOCORAN FLANGE DAN BEBAN NOZZLE POMPA
MENGGUNAKAN SOFTWARE CAESAR II 5.00
PADA SISTEM PERPIPAAN OILY WATER TREATMENT PROJECT
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
Memperoleh Gelar S-1 Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

AGUS WIBOWO

2008 013 0002

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2012

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEBOCORAN FLANGE DAN BEBAN NOZZLE POMPA
MENGUNAKAN SOFTWARE CAESAR II 5.00
PADA SISTEM PERPIPAAN OILY WATER TREATMENT PROJECT
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 :

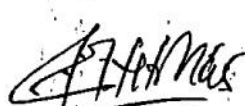
Agus Wibowo
2008 013 0002

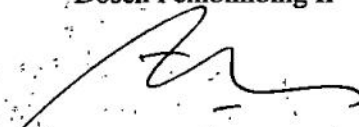
Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 21 Desember 2012

Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T.
NIK. 123054



Teddy Nurcahyadi, S.T.
NIK. 123053

Dosen Penguji


Ir. Sudarja, M.T.
NIK. 123050

Tugas Akhir ini telah diterima
sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Tanggal 31 Desember 2012

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta


Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.
NIK. 123022

PERSEMBAHAN

Tiada Keberhasilan kalau tidak mencoba untuk sebuah HARGA Kegagalan.

Ucapan rasa syukur'ku aku persembahkan kepada Yang Maha Adil Maha Bijaksana Maha Penyayang Maha Pemberi Maha Segalanya ALLAH SWT atas cobaan, berkah dan hidayah-Nya untuk hamba-Nya yang mau berusaha dan mau melewatinya sesuai jalan-Nya.

Ucapan rasa syukur'ku aku persembahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah menuntun umat – umatNya kejalan yang benar dan mengajarkan sahih kepada umatNya.

Aku persembahkan ucapan rasa terima kasih dan rasa syukur'ku ini kepada Ayahanda dan Ibunda yang selalu mencurahkan kasih sayangnya sampai saat ini, detik ini terus mengalir.

Aku persembahkan ucapan rasa terima kasih ini kepada Bapak Hadi Oetomo berserta Keluarganya dan Nurulaisyah yang selalu mensupport untuk segera menyelesaikan tugas akhirku.

Aku persembahkan ucapan rasa terima kasih ini kepada temanku Edo yang telah menyupport dalam hal meminjamkan laptopnya.

MOTTO

Bergegaslah menyelesaikan pekerjaan
sekarang, hari ini, jam ini, detik ini
karena pekerjaan selanjutnya telah
menunggu dan bergegaslah untuk ganti
acara

“ Kalau Tidak Sekarang Kapan Lagi “

Kata Kunci : Waktu

KATA PENGANTAR

Puji 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 kebocoran flange dan beban nozzle pompa menggunakan software Caesar II 5.00 pada sistem perpipaan Oily Water Treatment Project 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)*"

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. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Ir. Sudarja, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

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'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 15 Desember 2012

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
NOTASI	xxii
INTISARI	xxiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1	Teori Tegangan-Regangan Umum	4
2.2	tegangan Normal	7
2.2.1	Gaya Tarik	7
2.2.2	Momen Lentur.....	8
2.3	Tegangan Geser.....	9
2.3.1	Gaya Geser.....	9
2.3.2	Momen Puntir	10
2.4	Kode Standar Desain Pipa	11
2.5	Analisa Tegangan Pipa dalam Tahap Perancangan	12
2.6	Faktor – faktor yang menyebabkan tegangan dalam pipa	13
2.6.1	Beban Panas (Thermal)	13
2.6.2	Beban Berat.....	14
2.6.3	Tekanan Internal.....	15
2.7	Element Tegangan – Regangan Lingkaran Mohr	17
2.8	Teori Tegangan Normal Maksimum	19
2.9	Teori Tegangan Geser Maksimum (TRESKA).....	20
2.10	Teori Energi Distorsi Maksimum (VON MISES)	20
2.11	Kelahan Metal (Fatigue).....	21
2.12	Tegangan Primer dan Sekunder	23
2.13	Beban Occasional.....	24

2.14	Beban Random	25
2.14.1	Beban Angin	25
2.14.2	Beban Gempa	27
2.15	Beban kejut	28
2.15.1	Beban Relief Valve	28
2.15.2	Beban karena Water atau Fluid Hammer	29
2.16	Translasi dan rotasi.....	30
2.16.1	Translasi.....	30
2.16.2	Rotasi.....	31
2.17	Metode analisis Check Kebocoran.....	32
2.17.1	Flange	32
2.17.2	Pompa	36
2.18	Pembatasan Tegangan Perpipaan menurut Caesar II 5.00	40
 BAB III SISTEM PERPIPAAN		
3.1	Pipa	42
3.1.1	Pipa Tanpa Sambungan (<i>Seamless Steel Pipe</i>)	43
3.1.2	Pipa dengan Sambungan Las (<i>Welded Steel Pipe</i>).....	43
3.1.3	Material Pipa.....	47
3.1.4	NPS (<i>Nominal Pipe Size</i>), Diameter, Sch (<i>Schedule</i>) dan Ukuran Tebal Pipa	47
3.1.5	Penentuan Rating Pipa.....	52
3.2	Fitting.	52

3.2.1	Penentuan Rating Fitting jenis Sambungan <i>But Welding</i>	54
3.2.2	Penentuan Rating Fitting jenis <i>Socket Welded, dan Threaded</i> ..	54
3.2.3	Fitting dengan Sambungan ujung <i>But Welding</i>	55
3.2.4	Fitting dengan Sambungan Ujung <i>Screwed</i> atau <i>Threaded</i>	64
3.2.5	Penentuan Rating atau kelas Fitting Jenis <i>Flange</i>	64
3.3	Gasket	68
3.4	Penyangga Pipa	71
3.4.1	Pembebanan Statik	72
3.4.2	Pembebanan Dinamik.....	76
3.4.3	Jenis Penyangga Pipa lain.....	78
3.5	Simbol – simbol Perpipaan	78
3.6	Katup atau Valve.....	80
3.6.1	Bagian – bagian Katup	81
3.6.2	Mekanisme Katup	81
3.6.3	Fungsi Katup.....	81
3.6.4	Sambungan pada Katup	83
3.6.5	Penentuan Rating atau kelas Fitting jenis Katup.....	84
3.7	Pompa	87
3.7.1	Pompa Sentrifugal	87
3.7.2	Pompa <i>Positive displacement (reciprocating)</i>	88
3.7.3	Pompa <i>Rotary</i>	88

BAB IV PERANGKAT LUNAK SOFTWARE CAESAR II 5.00

4.1	Introduction.....	89
4.2	Menu Utama pada Caesar II 5.00.....	90
4.2.1	New file	90
4.2.2	Make Unit Files.....	91
4.3	Input Piping.....	92
4.4	Aplikasi Khusus	93
4.4.1	Bend.....	93
4.4.2	Valve dan Flange.....	94
4.4.3	Reducer	95
4.4.4	SIF dan Tee.....	95
4.4.5	Restraint.....	96
4.5	Static Analysis.....	97
4.5.1	Static and Dynamic Load.....	97
4.5.2	Load Case	98
4.5.3	Error Checking.....	99
4.5.4	Static Output Processor	99
4.5.5	Static Output Report.....	100

BAB V METODOLOGI

5.1	Diagram Alir Pemodelan dan Pemeriksaan Tegangan.....	101
5.2	Diagram Alir Pemeriksaan Kebocoran Flange	103

5.3	Diagram Alir Pemeriksaan Beban Nozzle Pompa	104
5.4	Persiapan Pendesainan.....	106
5.4.1	Penggunaan Software dan Alat Bantu.....	106
5.4.2	Standard and Codes yang digunakan.....	107
5.4.3	Data – data Pemodelan Desain.....	107
5.5	Perencanaan Analisis Kebocoran Flange	110
5.6	Perencanaan Analisis Beban Nozzle Pompa	111
 BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		
6.1	Visualisasi Pemodelan Desain	113
6.2	Modifikasi Desain	116
6.3	Load Case	119
6.4	Analisis Kebocoran Flange.....	120
6.5	Analisis Beban Pompa menurut Beban Ijin Vendor Allowable dan Standard API 610.....	127
6.6	High Stress Summary	134
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		
7.1	Kesimpulan	136
7.2	Saran	140
DAFTAR PUSTAKA		142
LAMPIRAN.....		143

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 β pada <i>static loads</i>	34
Tabel 2.2 β pada <i>static loads and dinamic loads</i>	35
Tabel 2.3 Nozzle loadings	37
Tabel 3.1 Material dan aplikasinya	44
Tabel 3.2 Material dan aplikasinya ((lanjutan)).....	45
Tabel 3.3 Material perpipaan yang umum digunakan.....	45
Tabel 3.4 Material perpipaan yang umum digunakan ((lanjutan)).....	46
Tabel 3.5 <i>Schedule</i> pipa.....	48
Tabel 3.6 Ketebalan dinding (untuk alat penyambung dan pipa)	49
Tabel 3.7 Konversi metrik	50
Tabel 3.8 Dimensi pipa baja	51
Tabel 3.9 Hubungan sambungan <i>socket welded</i> dan <i>threaded</i>	55
Tabel 3.10 ASME B16.5 (Tabel 1A)	66
Tabel 3.11 ASME B16.5 (2-1.1).....	67
Tabel 3.12 Pemilihan material gasket	69
Tabel 3.13 Pemilihan gasket.....	70
Tabel 3.14 Aplikasi gasket	71
Tabel 3.15 ASME B16.34 (tabel 1 grup 2)	85

Tabel 3.16	ASME B16.34 (tabel 2-2.4)	86
Tabel 6.1	Modifikasi desain	117
Tabel 6.2	Ratio flange node 20	120
Tabel 6.3	Ratio flange node 20 ((lanjutan)).....	121
Tabel 6.4	Data flange node 20	121
Tabel 6.5	Data flange node 20 ((lanjutan)).....	122
Tabel 6.6	Ratio keseluruhan flange.....	125
Tabel 6.7	Ratio keseluruhan flange ((lanjutan)	126
Tabel 6.8	Nozzel pompa 14 P-17170B node 1180	127
Tabel 6.9	Nozzel pompa 14 P-17170B node 1180((lanjutan).....	128
Tabel 6.10	Perbandingan total maksimum pompa dengan Standard API 610	132
Tabel 6.11	Perbandingan total maksimum pompa dengan vendor allowable pump	133
Tabel 6.12	High Stress Summary	134
Tabel 6.13	High Stress Summary ((lanjutan).....	135
Tabel 7.1	Perbandingan total maksimum pompa dengan Standard API 610	137
Tabel 7.2	Perbandingan total maksimum pompa dengan vendor allowable pump	137
Tabel 7.3	Perbandingan total maksimum pompa dengan vendor allowable pump ((lanjutan)	138
Tabel 7.4	Ratio keseluruhan flange.....	139

Tabel 7.5 **Beban maksimum sisi *suction* node 1180 menurut caesarII 5.00**

.....

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva Tegangan – Regangan Untuk Baja Karbon	5
Gambar 2.2 Spesimen uji tarik	7
Gambar 2.3 Momen lentur	8
Gambar 2.4 Gaya geser tunggal	9
Gambar 2.5 Batang Silindris dengan Beban Puntiran	10
Gambar 2.6 Hubungan Antara Beberapa Disiplin Ilmu.....	13
Gambar 2.7 Sambungan pada Pipa.....	15
Gambar 2.8 Elemen mesin yang diberi gaya tarik.....	17
Gambar 2.9 Element tegangan – regangan pada kondisi 3 dimensi	18
Gambar 2.10 Element tegangan – regangan pada kondisi 2 dimensi	18
Gambar 2.11 Lingkaran Mohr.....	19
Gambar 2.12 Kurva Maksimum Range dari Tegangan	22
Gambar 2.13 Profil beban angin.....	26
Gambar 2.14 Profil beban gempa	27
Gambar 2.15 Profil beban Relief valve.....	29
Gambar 2.16 Profil beban water atau Fluid hammer.....	29
Gambar 2.17 Profil benda tidak ada translasi	30
Gambar 2.18 Profil benda terdapat translasi	30

Gambar 2.19	Profil benda terdapat rotasi	31
Gambar 2.20	Profil gaya dan momen	33
Gambar 2.21	Profil pompa	36
Gambar 3.1	Jenis-jenis Elbow	57
Gambar 3.2	Backing ring	58
Gambar 3.3	Jenis-jenis <i>reducer</i> (Tipe <i>Concentric and Eccentric</i>)	58
Gambar 3.4	Mitter bend	59
Gambar 3.5	Tee (dengan pengelasan pada ujung-ujungnya)	60
Gambar 3.6	Tee (dengan pengelasan ujung)	60
Gambar 3.7	Flange jenis WN (<i>Welding Neck</i>)	61
Gambar 3.8	Flange jenis SO (Slip – on)	62
Gambar 3.9	Flange jenis SO (Slip – on) dengan pengecilan diameter	62
Gambar 3.10	Flange jenis <i>lap joint</i>	63
Gambar 3.11	Flange <i>facing</i>	64
Gambar 3.12	<i>Threaded Flange</i>	64
Gambar 3.13	Penyangga pipa struktur	72
Gambar 3.14	Penyangga pipa kaki bebek (<i>Duck Foot</i>)	73
Gambar 3.15	Penyangga pipa bracket	73
Gambar 3.16	Pembaringan pipa (Pipe sleeper)	74
Gambar 3.17	<i>Pipe Hanger</i>	74
Gambar 3.18	Standar alat penggantung pipa	75

Gambar 3.19	Penyangga pipa rendah	76
Gambar 3.20	Penyangga pipa jenis <i>Variable Spring</i>	76
Gambar 3.21	Applikasi penyangga pipa jenis variable spring.....	77
Gambar 3.22	Penyangga pipa <i>Constan Spring</i>	77
Gambar 3.23	Penyangga pipa.....	78
Gambar 3.24	Penggambaran sistem garis ganda dan garis tunggal	79
Gambar 3.25	Simbol sambungan perpipaan	79
Gambar 3.26	Simbol perpipaan untuk sambungan <i>Butt Welded</i>	79
Gambar 3.27	Simbol perpipaan untuk sambungan <i>Socket Weld</i> dan <i>Screwed</i> ..	80
Gambar 3.28	Bagian-Bagian Katup.....	81
Gambar 3.29	Katup Pintu (<i>Gate Valve</i>).....	82
Gambar 3.30	Katup Bola (<i>Globe Valve</i>).....	82
Gambar 3.31	Check Valve	82
Gambar 3.32	Ball Float Valve dan Blow off Valve	83
Gambar 3.33	Safety Valve atau Relief Valve	83
Gambar 3.34	Contoh pompa sentrifugal.....	87
Gambar 3.35	Contoh <i>positive displacement pumps</i>	88
Gambar 3.36	Contoh <i>rotary pumps</i>	88
Gambar 4.1	New file.....	91
Gambar 4.2	Make new unit files	91
Gambar 4.3	Unit file maintenance.....	92

Gambar 4.4	Input pemulai pemodelan desain	92
Gambar 4.5	Spreadsheet overview	93
Gambar 4.6	Bend jenis elbow	94
Gambar 4.7	Bend pada <i>Spreadsheet</i>	94
Gambar 4.8	Valve dan flange pada <i>Spreadsheet</i>	95
Gambar 4.9	Reducer pada <i>Spreadsheet</i>	95
Gambar 4.10	SIF atau Tee pada <i>Spreadsheet</i>	96
Gambar 4.11	Restraint pada <i>Spreadsheet</i>	97
Gambar 4.12	Load case.....	98
Gambar 4.13	Error checking	99
Gambar 4.14	Static output processor.....	100
Gambar 4.15	Static output reports.....	100
Gambar 5.1	Diagram alir pemodelan dan pemeriksaan tegangan	102
Gambar 5.2	Diagram alir pemeriksaan kebocoran flange	103
Gambar 5.3	Diagram alir pemeriksaan kebocoran flange ((lanjutan).....	104
Gambar 5.4	Diagram alir pemeriksaan beban nozzle pompa.....	105
Gambar 5.5	Diagram alir pemeriksaan beban nozzle pompa ((lanjutan)...	106
Gambar 5.6	Isometric drawing <i>a</i> dan <i>b</i>	109
Gambar 5.7	Pump vendor allowable.....	110
Gambar 5.8	Contoh pemeriksaan kebocoran flange.....	111
Gambar 5.9	Contoh pemeriksaan beban nozzle pompa berdasarkan pump vendor allowable dan API standard 610.....	112

Gambar 6.1	Visualisasi pemodelan desain <i>Oily Water Treatment Project</i> ..	113
Gambar 6.2	Profil benda tidak ada translasi	114
Gambar 6.3	Profil benda terdapat translasi	114
Gambar 6.4	Profil benda terdapat rotasi	115
Gambar 6.5	Visualisasi pemodelan desain <i>Oily Water Treatment Project</i> sebelum di modifikasi	118
Gambar 6.6	Visualisasi pemodelan desain <i>Oily Water Treatment Project</i> sesudah di modifikasi	118

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 High Stress Summary sebelum modifikasi	143
LAMPIRAN 2 High Stress Summary sesudah modifikasi.....	149

NOTASI

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
r	Jarak Serat Dari Sumbu Netral	S_b	Bending Stress
g	Kostanta Gravitasi	S_c	Allowable Stress Pada Suhu Dingin
h	Bend Characteristic	S_h	Allowable Stress Pada Suhu Panas
i	SIF (Stress Intensification Factor)	S_t	Torsional Stress
k	Flexibility Factor	S_A	Allowable Stress Range
l	Panjang	S_B	Resultant Bending Stress
m	Massa	S_E	Computed Maximum Stress 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, Yield Stress
w	Lebar. Berat Beban	Z	Section Modulus
x.y.z.....	Axis Koordinat	ΔT	Perubahan Suhu
A	Luas Permukaan	ΔL	Perubahan Panjang
B	Kostanta Material	α	Koefisien Muai, Sudut
C	Konstan, Cold Spring 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 Pada Suhu Dingin	ρ	Densitas
E_h	Modulus Elastisitas Young Pada Suhu Panas	σ	Tegangan Normal
F	Gaya	σ_t	Tegangan Normal Akibat Gaya Tarik atau Tekan
G	Shear Modulus	σ_L	Tegangan Normal Akibat 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 Gaya Geser
M	Momen	τ_p	Tegangan Geser Akibat Momen Torsi
M_b	Bending Momen		
M_t	Torsional Momen		
N	Number of Cycle		
R	Jari-jari, Rasio		
S	Tegangan, Tegangan Lelah		