

TUGAS AKHIR

***Analisa Tegangan pada Pipa Unloading Line
dari Pelabuhan ke Suatu Pabrik Oli Pelumas
di Marunda Center Industrial Estate Bekasi***

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat
Dalam Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Disusun Oleh

Nama : SUSANTO

NIM : 41312110056

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA
2015**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : SUSANTO
NIM : 41312110056
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : **Analisa Tegangan pada Pipa *Unloading Line*
dari Pelabuhan ke Suatu Pabrik Oli Pelumas
di Marunda *Center Industrial Estate* Bekasi**

Dengan ini menyatakan bahwa penulisan skripsi ini adalah benar dari hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berdasarkan peraturan dan tata tertib Universitas Mercubuana.

MERCU BUANA

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Penulis



(Susanto)

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Tegangan pada Pipa *Unloading Line*
dari Pelabuhan ke Suatu Pabrik Oli Pelumas
di Marunda *Center Industrial Estate* Bekasi**



Disusun Oleh

Nama : SUSANTO

NIM : 41312110056


Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing


(Dr. Ir. Abdul Hamid M. Eng)

Mengetahui

Koordinator TA


(Imam Hidayah, S.T, M.T)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan segala berkah dan kemurahan-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sungguh saya teringat akan salah satu firman-Nya yang menyebutkan bahwa Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang mempunyai ilmu, serta sabda rasulullah yang menyatakan bahwa tuntutlah ilmu walau sampai ke negeri China. Dari ayat dan hadist tersebut maka saya bersemangat lagi untuk berusaha mencari tambahan ilmu, dengan harapan mendapatkan peningkatan kualitas hidup dan berusaha menambah keluasan kemanfaatan pribadi bagi sesama, sebagai hamba dan khalifah-Nya di kehidupan ini.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat bagi Mahasiswa untuk menempuh program sarjana Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana. Tugas Akhir yang disusun adalah berjudul “**Analisa Tegangan pada Pipa *Unloading Line* dari Pelabuhan ke Suatu Pabrik Oli Pelumas di Marunda Center Industrial Estate Bekasi**”.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan dukungan, bimbingan, pengarahan dan segala bentuk bantuan baik berupa moral maupun spiritual, yang oleh karenanya saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.Ir. Abdul Hamid M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan serta perhatiannya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

2. Bapak Imam Hidayah, S.T, M.T, selaku koordinator Tugas Akhir di jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
3. Istri dan anak-anakku yang harus merelakan kehilangan sebagian besar waktu kebersamaan kita. Bersabarlah, insya Allah kita akan mendapatkan keberkahan jauh lebih besar jika kita mampu menjalani semua dengan keikhlasan.
4. Kedua orang tuaku dan juga mertua tercinta yang selalu mengiringi semua langkah penulis dengan do'a tulusnya, sehingga penulis merasa selalu mendapat dorongan positif dalam segala sesuatunya.
5. Bapak Manager dan semua teman-teman di kantor, dengan segala kemakluman dan juga segala bentuk bantuan yang tak berhingga.
6. Teman-teman angkatan XI jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana, serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang memberikan masukan serta ide yang sangat bermanfaat. Pertemuan kita di ajang mencari ilmu ini, serasa bertemu kembali dengan saudara yang sudah lama hilang. Semoga pertemanan kita semua membawa berkah seterusnya di masa yang akan datang.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tentu terdapat banyak kekurangan-kekurangan dan mungkin juga kesalahan. Saran dan kritik yang membangun akan sangat saya harapkan demi menyempurnakan Tugas Akhir ini menjadi suatu karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi semua yang berkepentingan dengan isi yang dibahas di dalamnya.

Jakarta, Januari 2015

Susanto 41312110056

DAFTAR ISI

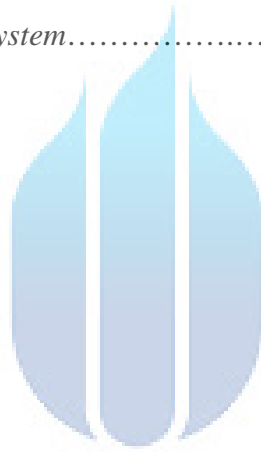
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Klasifikasi Material Pipa.....	6
2.3 Hukum <i>Hooke</i>	8
2.4 Tegangan Ijin (<i>Allowable Stress</i>).....	8
2.5 Ketebalan Minimum (<i>Allowable Thickness</i>)	9
2.6 Tegangan Pipa.....	11
2.7 Tegangan Longitudinal (<i>Longitudinal Stress</i>).....	12
2.8 Tegangan Torsi.....	15
2.9 Beban (<i>Loads</i>).....	15
2.9.1 <i>Sustained Load</i>	16

2.9.2	<i>Occasional Load – Wind</i>	18
2.9.3	<i>Occasional Load – Seismic</i>	19
2.9.4	<i>Thermal Load</i>	19
2.10	Penyangga atau <i>Support</i>	27
2.11	Sistem Perpipaan di proyek LOBP Marunda <i>Industrial Estate</i> Bekasi.....	29
2.12	<i>Software Caesar II</i>	30
2.12.1	<i>Caesar Stress Documentation</i>	30
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Garis Besar Penelitian.....	31
3.1.1	Tahap Identifikasi Awal.....	31
3.1.2	Tahap Pengumpulan Data.....	32
3.1.3	Tahap Pengolahan Data.....	33
3.1.4	Tahap Analisis dan Kesimpulan.....	34
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA		37
4.1	Data Penelitian.....	37
4.2	Isometri Perpipaan <i>Unloading Line</i>	38
4.3	Tegangan Ijin (<i>Allowable Stress</i>).....	39
4.4	Ketebalan Minimum (<i>Minimum Wall Thickness</i>).....	40
4.5	Nilai Tegangan <i>Sustained Load</i>	44
4.6	Nilai Tegangan <i>Occasional Load</i>	53
4.7	Nilai Tegangan <i>Thermal Ekspansi</i>	59
BAB V PENUTUP		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Logam.....	6
Gambar 2.2 Tegangan Regangan Material API-5L Gr B.....	8
Gambar 2.3 Pipe <i>Elbow</i>	10
Gambar 2.4 <i>Axial Stress</i>	13
Gambar 2.5 Tegangan Tekuk.....	13
Gambar 2.6 Tegangan Longitudinal.....	14
Gambar 2.7 Tegangan Torsi.....	15
Gambar 2.8 Sistem Pipa Beban Merata.....	17
Gambar 2.9 Sistem Pipa Dengan Beban Terpusat.....	17
Gambar 2.10 Metode <i>Guided Cantilever</i>	20
Gambar 2.11 Pipa Lurus Pada Bidang Proyeksi.....	21
Gambar 2.12 Pipa Lurus Tegak Lurus Dengan Bidang Proyeksi.....	21
Gambar 2.13 <i>Elbow</i> 90° Pada Bidang Proyeksi.....	22
Gambar 2.14 <i>Elbow</i> 90° Tegak Lurus Dengan Bidang Proyeksi.....	22
Gambar 2.15 Pipa Lurus Pada Bidang Proyeksi Sejajar Dengan Salah Satu Sumbu....	23
Gambar 2.16 <i>Elbow</i> 90° Pada Bidang Proyeksi.....	23
Gambar 2.17 Pipa Lurus Tegak Lurus Pada Bidang Proyeksi.....	23
Gambar 2.18 <i>Elbow</i> 90° Tegak Lurus Bidang Proyeksi.....	24
Gambar 2.19 Pipa Lurus Pada Bidang Proyeksi.....	24
Gambar 2.20 Pipa Lurus Pada Bidang Proyeksi.....	25
Gambar 2.21 <i>Elbow</i> 90° Pada Bidang Proyeksi.....	25
Gambar 2.22 <i>Elbow</i> 90° Tegak Lurus Pada Bidang Proyeksi	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	36

Gambar 4.1 Isometri perpipaan <i>Unloading Line</i>	38
Gambar 4.2 <i>Free Body Diagram</i> Segmen 3.....	49
Gambar 4.3 <i>Free Body Diagram</i>	50
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai <i>Sustained Load</i> Manual dan CAESAR II.....	53
Gambar 4.5 <i>Drag Coefficient</i>	55
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai <i>Occasional Load</i> Akibat Beban Gempa Perhitungan Manual dan CAESAR II	58
Gambar 4.7 <i>Single Plane System</i> Segmen 1	64
Gambar 4.8 <i>Single Plane System</i> segmen 3	69
Gambar 4.9 <i>Single plane system</i>	73



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Allowable stress material</i>	7
Tabel 4.1 Data material pipa.....	37
Tabel 4.2 Kondisi kerja pipa <i>Unloading Line</i>	37
Tabel 4.3 <i>Allowable stress</i> pipa pada variasi temperatur.....	38
Tabel 4.4 Nilai tegangan ijin material berdasarkan <i>sustained load</i>	39
Tabel 4.5 Nilai tegangan ijin berdasarkan ekspansi <i>thermal</i>	40
Tabel 4.6 Ketebalan minimum untuk pipa lurus.....	41
Tabel 4.7 Ketebalan minimum untuk pipe bends.....	44
Tabel 4.8 Nilai Tegangan Longitudinal Tekan.....	45
Tabel 4.9 Nilai Tegangan Akibat <i>Axial Load</i>	46
Tabel 4.10 Nilai Tegangan Tekuk Akibat Beban Berat.....	51
Tabel 4.11 Nilai Tegangan <i>Sustained Load</i>	52
Tabel 4.12 Hasil Perbandingan Nilai Tegangan <i>Sustained Load</i> Perhitungan Manual dan CAESAR II.....	52
Tabel 4.13 Beban Akibat <i>Occasional Load</i>	56
Tabel 4.14 Nilai Occasional Load Akibat Beban Gempa.....	57
Tabel 4.15 Nilai Tegangan Akibat <i>Thermal</i> Ekspansi Pada Pipa Lurus.....	60
Tabel 4.16 Penentuan <i>Centroid</i> Segmen.....	61
Tabel 4.17 Penentuan <i>product of inertia</i>	61
Tabel 4.18 Penentuan momen inersia sumbu x.....	62
Tabel 4.19 Penentuan momen inersia sumbu y.....	62
Tabel 4.20 Nilai <i>Bending Momen</i> dan Tegangan <i>Thermal</i> Ekspansi.....	63
Tabel 4.21 Penentuan <i>Centroid</i> Segmen.....	65

Tabel 4.22 Penentuan <i>product of inertia</i>	66
Tabel 4.23 Penentuan momen inersia sumbu x.....	66
Tabel 4.24 Penentuan momen inersia sumbu y.....	67
Tabel 4.25 Nilai <i>Bending Momen</i> dan Tegangan <i>Thermal Ekspansi</i>	68
Tabel 4.26 Penentuan <i>Centroid Segmen</i>	70
Tabel 4.27 Menentukan <i>Product of Inertia</i>	71
Tabel 4.28 Penentuan Momen Inertia Sumbu x.....	71
Tabel 4.29 Penentuan Momen Inertia Sumbu y.....	72
Tabel 4.30 Nilai <i>Bending Momen</i> dan Tegangan <i>Thermal Ekspansi</i>	72



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR NOTASI

Lambang	Keterangan	Satuan
A	= <i>cross sectional area of pipe</i>	in^2
A	= <i>additional wall thickness</i>	in
A_i	= luas area diameter dalam pipa	in^2
A_m	= luas area <i>cross section</i> pipa	in^2
A_m	= luas rata-rata permukaan pipa	in^2
c	= <i>expansion factor</i>	
C_d	= koefisien drag	
D	= diameter pipa	in
d_o	= outside diameter	in
D_o	= diameter luar pipa	in
E	= modulus elastisitas	psi
F	= beban angin	lb/ft
F_x	= Gaya yang bekerja pada sumbu x	lb
F_y	= Gaya yang bekerja pada sumbu y	lb
G	= <i>Seismic acceleration</i>	
I	= Momen inersia penampang	in^4
i	= <i>stress intensification factor</i>	
I_m	= section modulus dari pipa	in^3
I	= Momen inersia	in^4
I_p	= <i>Momen inersia pipa</i>	in^4
I_x	= Momen inersia sumbu x	in^4
I_{xy}	= <i>product of inertia</i>	in^4
I_y	= Momen inersia sumbu y	in^4

l	= Jarak dari netral axis	in
L	= panjang pipa	in
L_s	= <i>allowable pipe span</i>	in
M_b	= Momen bending	in-lb
M	= Momen yang terjadi pada tumpuan	in-lb
M_c	= Momen bending pada <i>cross-section</i>	in-lb
P	= <i>pressure</i>	psi
q	= tekanan dinamik	lb/ft ²
R_1	= radius <i>ellbow</i>	in
R_e	= reynold number	
r_o	= <i>outer radius</i> pipa	in
S	= <i>Seismic stress</i>	psi
S_b	= <i>bending stress</i>	psi
S_c	= tegangan ijin waktu sistem tidak beroperasi	psi
SE	= <i>Maximum allowable working pressure</i>	psi
S_h	= nilai tegangan ijin berdasarkan ASME 31.3	psi
St	= <i>torsional stress</i>	psi
t	= Tebal pipa	in
t_m	= <i>minimum wall thickness</i>	in
V	= kecepatan udara	ft/s
W	= berat pipa	lb
Z_p	= modulus penampang pipa	in ⁴
Z	= <i>section modulus</i>	in ³
Δ	= <i>displacement</i>	in
μ	= viskositas dinamik udara	lbf.s/ft ²