

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **ANALISA TEGANGAN SISTEM PIPA *PROCESS LIQUID* DARI *VESSEL FLASH SEPARATOR* KE *CRUDE OIL PUMP* MENGUNAKAN PROGRAM *CAESAR II***

Diajukan Guna Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir Pada  
Program Sarjana Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS Disusun Oleh:

Nama : Muhamad Farras Haidar

Nim : 41311010027

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCUBUANA**

**JAKARTA**

**2016**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhamad Farras Haidar

N.I.M : 41311010027

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisa Tegangan Sistem *Pipa Process Liquid* dari *Vessel Flsh Separator* ke *Crude Oil Pump* menggunakan program *Caesar II*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksaakan.

Penulis,



(Muhamad Farras Haidar)

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA TEGANGAN SISTEM PIPA *PROCESS LIQUID*  
DARI *VESSEL FLASH SEPARATOR* KE *CRUDE OIL PUMP*  
MENGUNAKAN PROGRAM *CAESAR II***



Disusun Oleh:

Nama : Muhamad Farras Haidar

Nim : 41311010027

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Pembimbing

Mengetahui

Koordinator TA

( Dr. Ir. H. Abdul Hamid, M. Eng. )



( Nurato, ST, MT. )

## KATA PENGANTAR

Assalaamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisa Tegangan Sistem Pipa Process Liquid dari *Vessel Flash Separator ke Crude Oil Pump* dengan menggunakan program Caesar II”. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini disusun sebagai prasyarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) teknik pada program studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana. Selain itu dengan adanya penyusunan tugas akhir ini, kami berharap dapat memberikan tambahan pengetahuan kepada pembaca, khususnya tentang Perancangan jalur perpipaan atau analisis fleksibilitas sistem perpipaan.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, dorongan semangat dan bimbingan yang telah diberikan, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada :

1. Bapak Dr. Arisetyanto Nugroho, Rektor Universitas Mercu Buana, Jakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Chandrasa Soekardi, Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana, Jakarta.
3. Bapak Dr. Ing. Darwin Sebayang, Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercubuana, Jakarta.
4. Bapak Dr. Ir. H. Abdul Hamid M. Eng. selaku dosen Pembimbing.

5. Segenap dosen pengajar Teknik Mesin UMB atas ilmu yang telah diberikan.
6. Keluarga di rumah : Bapak, Ibu, Kakak dan segenap keluarga besar penulis, atas segala do'a dan motivasi yang tiada terkira sehingga memperlancar proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Piping Stress Analysis angkatan 94 di Ap-Greid Oil & Gas Desain Course.
8. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2011 Universitas Mercubuana Jakarta dan yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah menjadi bagian dari sebuah takdir perjalanan hidup penulis.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran akan sangat bermanfaat bagi penulis. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya, Amiin.

Jakarta, 7 Januari 2016

Penulis

Muhamad Farras Haidar

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Halaman Persetujuan</b> .....	ii
<b>Halaman Pernyataan</b> .....	iii
<b>Abstrak</b> .....	iv
<b>Kata Pengantar</b> .....	vi
<b>Daftar Isi</b> .....	viii
<b>Daftar Gambar</b> .....	xi
<b>Daftar Tabel</b> .....	xii
<b>Daftar Notasi</b> .....	xiii
<b>Daftar Lampiran</b> .....	xv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Masalah .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Material A106 gr B (Carbon Steel) .....	5
2.2 Teori Dasar Kekuatan Material .....	6
2.3 Teori Tegangan Pipa .....	7
2.4 Fleksibilitas Pipa .....	8

2.5	Beban Pipa ( <i>Pipe Loadings</i> ) .....	11
2.5.1	Beban Sustain ( <i>Sustained Load</i> ).....	11
2.5.2	Beban Termal ( <i>Thermal Load</i> ).....	12
2.6	Teori Tegangan Pipa ( <i>Piping Stress Theory</i> ) .....	13
2.6.1	Tegangan Utama ( <i>Primary Stress</i> ).....	13
2.6.2	Tegangan Sekunder ( <i>Secondary Stress</i> ) .....	19
2.7	Tegangan yang Diizinkan ( <i>Allowable Stress</i> ) .....	20
2.9	<i>Allowable Stress Range</i> .....	23
2.10	Tebal Dinding Pipa .....	26
2.11	Faktor Keamanan ( <i>Safety factor</i> ) .....	27
2.12	<i>Pipe Support</i> .....	23
2.13	Perangkat Bantu <i>Caesar II</i> dalam Analisa Tegangan Pipa .....	32
2.14	Aplikasi <i>Caesar II</i> .....	33
2.15	Program <i>Piping Stress Analysis</i> selain <i>Caesar II</i> .....	34
2.16	Kelebihan <i>Caesar II</i> .....	34
2.17	Pemodelan Sistem Pemipaan .....	34
2.18	Analisa Statis (Batch Run <i>Caesar II</i> ) .....	37
2.19	Analisa statik model (Run) .....	38
2.20	<i>Output Caesar II</i> .....	39

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) .....	42
3.2	Metode Analisis dengan Program <i>Caesar II</i> .....	43

### **BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Data dan Sistem Pemodelan .....	45
-----	---------------------------------	----

4.2 Evaluasi Perhitungan ( $S_A$ ) Secara Manual .....	46
4.3 Hasil Analisa Tegangan Program <i>Caesar II</i> .....	48
4.4 Evaluasi Perhitungan dengan Program <i>Caesar II</i> .....	52

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	53
5.1 Saran - saran .....	54

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kurva tegangan regangan baja	7
Gambar 2.2	Arah tegangan pipa	7
Gambar 2.3	Dua bejana dihubungkan dengan pipa lurus	8
Gambar 2.4	Pipa berekspansi menekan dinding bejana	9
Gambar 2.5	Pipa melengkung akibat pipa berekspansi	9
Gambar 2.6A	Jalur pipa dengan <i>loop</i>	10
Gambar 2.6B	Jalur pipa dengan <i>loop</i>	10
Gambar 2.6C	Jalur Pipa Berbentuk “L”	11
Gambar 2.7	Gaya dalam aksial pipa	15
Gambar 2.8	Gaya Tekanan dalam pipa	16
Gambar 2.9	Gaya momen lendutan pada pipa	17
Gambar 2.10	Gaya keseluruhan longitudinal pada pipa	17
Gambar 2.11	Gaya tegangan hoop	19
Gambar 2.12	Diagram T vs YS <i>Yield Strength</i>	22
Gambar 2.13	Diagram T vs TS <i>Tensile Strength</i>	22
Gambar 2.14	Simbol penyangga pipa ( <i>Pipe support symbol</i> )	31
Gambar 2.15	<i>Caesar II Program</i>	32
Gambar 2.16	Tampilan Layar Input Identifikasi Pipa	36
Gambar 2.17	Tombol Analisa Statis dan Error Checking	37
Gambar 2.18	Layar Input Pengecekan Model	38
Gambar 2.19	Tampilan Pemilihan Kombinasi Beban	39
Gambar 2.20a	Tampilan Pemilihan Jenis Output Operating Report	40

Gambar 2.20b	Contoh Tampilan Output Sustain Report	40
Gambar 3.1	Diagram Alir Analisa Tegangan Sistem Pipa	37
Gambar 3.2	Diagram alir Analisis Program Caesar II	39
Gambar 4.1	Pemodelan Pipa Sebelum Diberikan Support	48
Gambar 4.2	Pemodelan Pipa yang Telah Diberikan Support	49



## DAFTAR TABEL

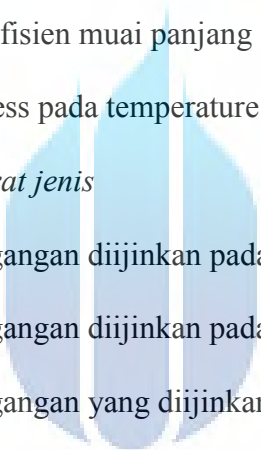
No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Siklus Faktor f	26
Tabel 2.2	Nilai Koefisien Bahan (Y)	27
Tabel 2.3	Jarak Maksimum Antar Pipe Support	29
Tabel 4.1	Refrensi Data	45
Tabel 4.2	Hasil Akhir Analisa Tegangan Program caesar II	52



## DAFTAR NOTASI

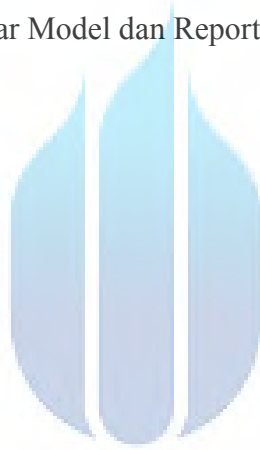
LAMBANG	KETERANGAN	UNIT
C	= Faktor korosi	mm
CPS	= Tegangan utama circumferensial	N/mm <sup>2</sup> (MPa)
D	= Diameter luar pipa	mm
E	= Modulus elastisitas material pipa	N/mm <sup>2</sup>
E	= Faktor kualitas / efisiensi sambungan	
f	= Factor pemuaian/penyusutan pipa	
F	= Gaya / Force	N
I	= Momen inersia penampang pipa	mm <sup>4</sup>
L	= Panjang	mm
LPS	= Tegangan utama longitudinal	N/mm <sup>2</sup> (MPa)
MS	= Tegangan geser	N/mm <sup>2</sup> (MPa)
RPS	= Tegangan utama radial	N/mm <sup>2</sup> (MPa)
P	= Tekanan / Pressure	N/mm <sup>2</sup> (Pa)
S <sub>A</sub>	= Tegangan yang diijinkan	N/mm <sup>2</sup> (Pa)
S <sub>c</sub>	= Tegangan diijinkan pada T <sub>min</sub>	N/mm <sup>2</sup> (Pa)
S <sub>h</sub>	= Tegangan diijinkan pada T <sub>max</sub>	N/mm <sup>2</sup> (Pa)
t <sub>m</sub>	= Tebal pipa	mm
T <sub>min</sub>	= Temperatur minimal	°C
T <sub>max</sub>	= Temperatur maksimal	°C
W	= Berat pipa + berat <i>fluida</i>	N/m

Y	= koefisien bahan	
Z	= Modulus section pipa	m <sup>3</sup>
Pd	= Pressure Design	N/mm <sup>2</sup>
Po	= Pressure Operasi	N/mm <sup>2</sup>
Td	= Temp. Design	°C
To	= Temp. Operasi	°C
$\alpha$	= koefisien muai panjang	
$\sigma$	= Stress pada temperature desain	N/mm <sup>2</sup> (Pa)
$\gamma$	= Berat jenis	kg/cu.m
$\sigma_c$	= Tegangan diijinkan pada Tmin	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_h$	= Tegangan diijinkan pada Tmax	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_a$	= Tegangan yang diijinkan	N/mm <sup>2</sup> (Pa)
$\Delta L$	= Perubahan Panjang	mm
$\Delta T$	= Perubahan Suhu	°C


  
 UNIVERSITAS
   
 MERCU BUANA

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
Lampiran 1	Piping System Isometric
Lampiran 2	P&ID
Lampiran 3	Piping Materials Classification
Lampiran 4	Proses Line List
Lampiran 5	Caesar Model dan Report



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA