

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **Analisa Tegangan Termal pada Jalur Pipa dari Area Pengeboran menuju Proses Area**

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



#### **Disusun Oleh :**

Nama : Aroji Faizal  
NIM : 41310110014  
Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2014**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Aroji Faizal  
NIM : 41310110014  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Fakultas Teknik  
Judul Skripsi : Analisa Tegangan Termal pada Jalur Pipa dari  
Area Pengeboran menuju Proses Area

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian 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 dipaksakan.

Penulis,



(Aroji Faizal)

# LAPORAN PENGESAHAN

Analisa Tegangan Termal pada Jalur Pipa dari  
Area Pengeboran menuju Proses Area



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Aroji Faizal  
NIM : 41310110014  
Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing

(Prof. Dr. Chandrasa S.)

Mengetahui

Koordinator TA / Ka Prodi

(Dr. Ing. Ir. Darwin Sebayang)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa menertai serta melimpahkan karunia, nikmat dan pengetahuan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul "Analisa Tegangan Termal pada Jalur Pipa dari Area Pengeboran menuju Proses Area".

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada program Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Maka pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Chandrasa S, selaku Dosen Pembimbing dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana "Terima kasih atas bimbingan dan pengarahannya selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini".
2. Bapak Dr. Ing. Ir. Darwin Sebayang, selaku Kepala Program Studi dari Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Seluruh dosen khususnya Dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, "Terima kasih atas ilmu yang diberikan semoga dapat penulis amalkan dan pergunakan sebaik-baiknya."
4. Ayah dan Ibu yang tercinta, yang selalu memberikan dukungan dan doanya kepada anak-anaknya.
5. Keluarga tercinta, Shinta Devy dan Kenzo Arya Faizal yang selalu memberikan semangatnya dan membuat penulis semakin semangat.
6. Teman-teman Engineering PT. RPE Engineering, "Terimakasih atas bantuannya dan atas kerjasamanya".

7. Teman-teman Teknik Mesin 17 (M17) yang telah membantu dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Tak ada gading yang tak retak, begitu pun laporan ini. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu adanya kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat bermanfaat bagi penulis.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menambah pengetahuan serta wawasan pembaca pada umumnya serta untuk penulis khususnya.

Jakarta, 4 Oktober 2014

Penulis

Aroji Faizal

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pernyataan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Notasi .....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	2
1.4 Sistematika Penulisan dan Pembahasan .....	3

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1 Standar dan Kode .....	4
2.2 Diameter Pipa dan Tebal Dinding Pipa .....	5
2.2.1 Diameter Pipa .....	5
2.2.2 Tebal Dinding Pipa .....	6

2.3 Aliran Fluida dalam Pipa .....	7
2.3.1 Bilangan Reynolds .....	8
2.3.2 Kerugian pada Aliran Pipa .....	8
2.4 Perpindahan Panas .....	12
2.5 Tebal Kritis Isolasi .....	16
2.6 Sistem Energi .....	18
2.3.1 Energi Kerja .....	18
2.3.2 Daya .....	20
2.7 Analisa Tegangan Termal .....	20
2.8 Gaya dan Tegangan .....	21
2.8.1 Gaya .....	21
2.8.2 Tegangan .....	22
2.9 Ekspansion Loop .....	23
2.9.1 Desain Loop .....	24
2.9.2 Jumlah Loop .....	25
2.9.2 Pengecekan Loop .....	26
2.10 Penggunaan <i>Software Caesar II</i> .....	27

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Prosedur Perhitungan .....	28
3.2 Diagram Alir (Flow Chart) .....	29
3.3 Desain awal Jalur Pipa .....	31
3.4 Material Pipa .....	31

3.5	Modulus Elastisitas .....	33
3.6	Data Analisis .....	33
3.7	Analisis dengan Program <i>Caesar II</i> .....	34

## **BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA PERHITUNGAN**

4.1	Tinjauan Perhitungan .....	38
4.2	Perhitungan Manual dengan Desain Awal .....	39
4.2.1	Perhitungan Diameter Pipa dan Tebal Dinding Pipa .....	40
4.2.2	Perhitungan Kerugian .....	43
4.2.3	Perhitungan Perpindahan Panas .....	47
4.2.4	Perhitungan Energi dan Daya .....	50
4.2.5	Perhitungan dan Analisa dari Tegangan Termal .....	52
4.3	Perhitungan Manual dengan Desain Akhir .....	62
4.3.1	Perhitungan Kerugian .....	62
4.3.2	Perhitungan Tebal Isolasi Pipa .....	64
4.3.3	Perhitungan Perpindahan Panas.....	64
4.3.4	Perhitungan Energi dan Daya .....	70
4.3	Hasil Analisa .....	71
4.4	Perhitungan dengan <i>Software Caesar II</i> .....	72
4.4.1	Input Data .....	73
4.4.2	Analisa Hasil Perhitungan .....	74
4.4.3	Hasil Laporan Analisa .....	75
4.4.4	Hasil Analisa .....	80



**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 82

5.2 Saran ..... 82

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Sambungan Las .....	7
Tabel 3.1	Material Standar .....	31
Tabel 3.2	Grade Material Pipa serta <i>Allowablenya</i> .....	32
Tabel 3.3	Nilai Modulus Elastisitas .....	33
Tabel 4.1	Tabel Ketebalan Dinding Pipa .....	43
Tabel 4.2	Nilai Kekasaran Pipa .....	44
Tabel 4.3	Nilai Koefisien Hambatan Minor .....	46
Tabel 4.4	Koefisien Ekspansion .....	53
Tabel 4.5	Hasil Perpindahan Panas dengan variasi Tebal Isolasi .....	69
Tabel 4.6	Tegangan Maksimum akibat Beban <i>Operating</i> .....	77
Tabel 4.7	Tegangan Maksimum akibat Beban <i>Ekspansion</i> (T1) .....	77
Tabel 4.8	Tegangan Maksimum akibat Beban <i>Ekspansion</i> (T2) .....	77
Tabel 4.9	Pergeseran Maksimum pada Beban <i>Operating</i> .....	78
Tabel 4.10	Pergeseran Maksimum pada Beban <i>Ekspansion</i> .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diameter Dalam dan Luar Pipa .....	6
Gambar 2.2	Diagram Moody .....	10
Gambar 2.3	Perpindahan Panas pada Dinding Pipa .....	13
Gambar 2.4	Skema Profil Temperatur dari Pusat Pipa .....	16
Gambar 2.5	Sistem Energi Jalur Pipa .....	18
Gambar 2.6	Arah Pertambahan Panjang Pipa .....	20
Gambar 2.7	Ekspansi pada Pipa .....	21
Gambar 2.8	Tegangan yang Terjadi pada Pipa .....	22
Gambar 2.9	Bentuk Desain dan Panjang Loop .....	25
Gambar 3.1	Diagram Alir untuk Proses Perhitungan Manual .....	29
Gambar 3.2	Diagram Alir untuk proses perhitungan <i>software Caesar II</i> .....	30
Gambar 3.3	Desain Awal Jalur Pipa .....	31
Gambar 3.4	Piping Input Data .....	34
Gambar 4.1	Gambar Sistem Jalur Pipa Desain Awal .....	38
Gambar 4.2	Ukuran Diameter Dalam dan Luar Pipa .....	42
Gambar 4.3	Diagram Moody .....	45
Gambar 4.4	Perpindahan Panas dalam Pipa .....	47
Gambar 4.5	Gambar Sistem .....	50
Gambar 4.6	Gaya (P) yang Terjadi pada Pipa .....	54
Gambar 4.7	Loop Model 'U' .....	55
Gambar 4.8	Desain Loop dengan Ukurannya .....	58

Gambar 4.9	Perencanaan Pemasangan Loop .....	59
Gambar 4.10	Jalur Pipa dengan Loop .....	61
Gambar 4.11	Perpindahan Panas Pipa Isolasi .....	67
Gambar 4.12	Piping Input Data .....	73
Gambar 4.13	Model Pipa .....	74
Gambar 4.14	Pergeseran Pipa Maksimum pada Beban Operasi .....	78
Gambar 4.15	Pergeseran Pipa Maksimum pada Beban Operasi .....	79
Gambar 4.16	Pergeseran Pipa Maksimum pada Beban Ekspansi .....	80

## DAFTAR NOTASI

A	: Luas penampang pipa	(m <sup>2</sup> )
CA	: <i>Corrosion Allowance</i>	(mm)
D <sub>i</sub>	: Diameter dalam pipa	(m)
D <sub>o</sub>	: Diameter luar pipa	(m)
d $\dot{Q}$	: Energi panas yang keluar	(J/s) (W)
dQ	: Energi panas (kerja) yang keluar	(J/kg)
E	: Modulus Elastisitas	(N/m <sup>2</sup> )
E <sub>1</sub>	: Energi masuk pada sistem	(J/kg)
E <sub>2</sub>	: Energi keluar pada sistem	(J/kg)
E <sub>f</sub>	: Energi gesekan	(J/kg)
<i>h<sub>f</sub></i>	: <i>Head loss minor</i>	(m)
<i>h<sub>i</sub></i>	: Koefisien konveksi fluida	(W/m <sup>2</sup> K)
<i>h<sub>o</sub></i>	: Koefisien konveksi udara bebas	(W/m <sup>2</sup> K)
g	: Percepatan gravitasi	(m/s <sup>2</sup> )
k	: konduktivitas termal	(W/m <sup>2</sup> K)
L	: Panjang pipa	(m)
P	: Gaya	(N)
P <sub>1</sub>	: Tekanan	(kg/ms <sup>2</sup> ) (kPa)
Q	: Debit aliran fluida	(m <sup>3</sup> /s)
R	: Kerugian panas yang hilang	(K/W)
S <sub>A</sub>	: Tegangan maksimum yang diijinkan	(psi) (kPa)

$S_A$	: Tegangan termal maksimum	(psi) (kPa)
$T$	: Temperatur	(°C) (K)
$v$	: Kecepatan aliran fluida	(m/s)
$\dot{W}_p$	: Energi kerja pada pompa	(J/kg)
$W_p$	: Daya	(J/s) (W)
$Z$	: Ketinggian	(m)
$\alpha$	: Koefisien muai	(mm/m)
$\dot{m}$	: Laju aliran massa	(kg/s)
$\rho$	: Massa jenis fluida	(kg/m <sup>3</sup> )
$\mu$	: Viskositas	(N.s/m <sup>2</sup> )