

**ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN *REBOILED*  
*CONDENSAT DRUM* MENUJU *CONDENSATE STABILIZER***



**FIBRI BAHTIAR MUHAMMAD SURURI**

**NIM: 41318120039**

**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA 2020**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN *REBOILED*  
*CONDENSAT DRUM* MENUJU *CONDENSATE STABILIZER***



Disusun Oleh:

Nama : Fibri Bahtiar Muhammad Sururi

NIM : 41318120039

Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)**

**2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN *REBOILED CONDENSAT*  
*DRUM* MENUJU *CONDENSATE STABILIZER***



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun Oleh:

Nama : Fibri Bahtiar Muhammad Sururi

NIM : 41318120039

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing  
**MERCU BUANA**

Pada tanggal: 10 Agustus 2020

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Ir. Yuriadi Kusuma, M.Sc



Alief Avicenna Luthfie S.T., M.Eng

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fibri Bahtiar Muhammad Sururi  
NIM : 41318120039  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : *Analisa Tegangan Pada Sistem Perpipaan Reboiled Condensat Drum Menuju Condensat Stabilizer Menggunakan Software Caesar II*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya 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 tanpa paksaan.

Jakarta, Juli 2020



Fibri Bahtiar M Sururi

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji syukur kepada Allah SWT, atas rahmat, hidayah dan petunjuk-Nya dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan perhatian dari berbagai pihak, maka dalam tugas ini penulis menyampaikan rasa terima kasih terhadap:

1. Allah SWT, atas rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat diberikan kelancaran, kemudahan dan keyakinan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua saya bapak Masykuri dan Ibu Umamah, yang senantiasa memberikan kasih sayang, perjuangan, dukungan motivasi dan doa.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST. MT selaku ketua program studi teknik mesin.
4. Pembimbing tugas akhir saya bapak Ir. Yuriadi Kusuma M.Sc yang telah membantu dan memberi masukan tugas akhir kepada penulis
5. Teman teman satu kontrakan “BBS santuy” yang selalu memberi semangat dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Senior di PT Krakatau Steel Dimas Pratama yang juga ikut membimbing dalam pengerjaan tugas akhir ini
7. Teman-teman satu angkatan yang telah berbagi waktunya mencari ilmu bersama, menghadirkan bahagia dan dukungan dalam masa kuliah selama program Sarjana Strata Satu (S1).
8. Tim band “Guyon Waton” sebuah band dari jawa yang selalu mengiringi dengan musiknya ketika pengerjaan tugas akhir

Dalam hal ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini, semoga laporan kerja praktik ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, Juli 2020

Fibri Bahtiar M Sururi

## ABSTRAK

Proses pemanasan fluida cair pada *reboiled condensate drum* menggunakan *elektrical heater* akan menghasilkan fluida gas. Fluida gas mengalir menuju *Condensate Stabilizer*. Sistem perpipaan dari *Reboiled Condensate drum* menuju *Condensate Stabilizer* terjadi pada temperatur operasi 244,7 °C dan temperatur desain 267,44 °C. Selama operasinya sistem perpipaan akan menerima beban (*load*), yang mengakibatkan terjadinya tegangan pipa di sepanjang sistem perpipaan tersebut. Analisa tegangan dilakukan beban tetap (*sustained load*) yang terdiri dari *axial stress*, *bending stress*, *circumferential stress*, dan analisa beban dilakukan pada *sustained load*, *occasional load* dan *thermal expansion load*. Analisa perhitungan manual menggunakan *simple beam formula* dan *software Caesar II* bertujuan untuk mengetahui jarak *pipe support* maksimum yang dioerbolehkan, nilai tegangan dan beban sistem perpipaan tidak melebihi nilai *allowable stress* berdasarkan *ASME Code B31.3*, sehingga sistem perpipaan dapat dikatakan aman ketika beroperasi. Hasil perhitungan manual sebesar 45293 kN/m<sup>2</sup> dan *software Casear II* sebesar 40554 kN/m<sup>2</sup> terjadi pada pembebana *thermal expansion load* yang merupakan tegangan atau beban tertinggi pada sistem perpipaan. Hasil tersebut tidak melebihi *allowable stress* berdasarkan *ASME Code B31.3* yang bernilai 330568 kN/m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** *Reboiled Condensate Drum*, *Condensate Sabilizer*, tegangan *sustained*, *thermal expansion load*, *ASME Code B31.3*, *software Caesar II*

MERCU BUANA

***Pipe Stress Analysis of Piping System from Reboiled Condensate Drum to Condensate Stabilizer***

***ABSTRACT***

*The process of heating fluid in a reboiled condensate drum using an electric heater will produce a fluid gas. Gas fluid will flow towards the Condensate Stabilizer. The piping system from the Reboiled Condensate drum to the Condensate Stabilizer occurs at an operating temperature of 244.7 °C and a design temperature of 267.44 °C. During operation the piping system will receive a load, which results in the occurrence of pipe stress along the piping system. Stress analysis is carried out at a sustained load, with consist of axial stress, bending stress, circumferential stress, and load analysis is carried out on sustained load, occasional load and thermal expansion load. Manual calculation analysis using simple beam formula and Caesar II software with a pipe thickness of 5.49 m and distance between supports 2.5 m. The results of manual calculations of 45293 kN / m<sup>2</sup> and Casear II software of 40554 kN/m<sup>2</sup> occurred in the thermal expansion load does not exceed the allowable stress based on ASME Code B31.3 which is worth 330568 kN / m<sup>2</sup> so that it is declared safe*

***Keywords:*** *Reboiled Condensate Drum, Condensate Sabilizer, sustained load, thermal expansion, ASME Code B31.3, Caesar II software*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
<b>1.1 LATAR BELAKANG</b>	1
<b>1.2 RUMUSAN MASALAH</b>	2
<b>1.3 TUJUAN PENELITIAN</b>	3
<b>1.4 BATASAN MASALAH</b>	3
<b>1.5 SISTEMATIKA PENULISAN</b>	4
BAB II	5
<b>2.1 PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN</b>	5
2.1.1 Perhitungan Tebal Dinding Pipa	8
2.1.2 Pemilihan Material	9
2.1.3 Komponen Perpipaan	10
2.1.4 Analisa Tegangan Sistem Pemipaan	13
2.1.5 Pembebanan Sistem Pemipaan	20
2.1.6 <i>Safety Factor</i>	22
<b>2.2 PERENCANAAN SUPPORT</b>	22
2.2.1 <i>Jenis Support</i>	23
2.2.2 <i>Perencanaan Jarak Antar Support</i>	24
<b>2.3 REBOILED CONDENSATE DRUM</b>	25
2.3.1 <i>Batasan Beban Nozzle Reboiled Condensate Drum</i>	25



<b>2.4 CONDENSATE STABILIZER</b>	26
2.4.1 Batasan Beban <i>Nozzle Condensate Stabilizer</i>	26
<b>2.5 CAESAR II</b>	26
<b>BAB III</b>	28
<b>3.1 DIAGRAM ALIR ANALISA TEGANGAN PIPA</b>	28
<b>3.2 PENGUMPULAN DATA SISTEM PERPIPAAN</b>	29
3.2.1 Data Spesifikasi Material dan Sistem Perpipaan	29
3.2.2 Piping and Instrument Diagram	30
3.2.3 Gambar Isometrik Perpipaan	30
<b>3.3 PENGOLAHAN DATA</b>	30
3.3.1 Input Data Pada <i>Caesar II</i>	32
3.3.2 <i>Check Errorr</i>	33
3.3.3 Analisa Sesuai Batasan <i>ASME B31.3</i>	33
3.3.4 Analisa Beban <i>Nozzle</i>	33
3.3.5 <i>Output data pada Caesar II</i>	34
<b>3.4 JADWAL KEGIATAN ANALISA TEGANGAN SISTEM PERPIPAAN REBAOILED CONDENSAT DRUM MENUJU CONDENSATE STABILIZER</b>	35
<b>BAB IV</b>	37
<b>4.1 PERHITUNGAN MANUAL BEBEN STATIS</b>	37
4.1.1 Perhitunga Tebal Dinding Pipa	37
4.1.2 Perhitungan Berat Total Pipa	38
4.1.3 Modulus Pada Pipa	39
4.1.4 Pengayangga (Pipe Support) / Pipe Span (L)	39
4.1.5 Tegangan Longitudinal	40
4.1.6 Menghitung Tegangan <i>Hoop Stress</i> Atau Sirkumferensial	49
4.1.7 Menghitung Tegangan Radial	50
4.1.8 Menghitung Tegangan Beban Sustain ( <i>Sustained Load</i> )	50
4.1.9 Menghitung Tegangan Beban Okasional	51
4.1.10 Menghitung Tegangan Akibat <i>Thermal Expantion</i>	51
<b>4.2 HASIL PERHITUNGAN BEBAN STATIS</b>	53
4.2.1 Hasil Metode Perhitungan Manual Beban Statis	53
4.2.2 Hasil Metode Perhitungan <i>Caesar II</i> Beban Statis	54

<b>4.3 HASIL PERBANDINGAN PERHITUNGAN BEBAN STATIS</b>	54
<b>4.4 HASIL PERHITUNGAN BEBAN STATIS</b>	56
4.4.1 Hasil Perhitungan Beban Statis Per Node	56
<b>4.5 HASIL ANALISA BEBAN NOZZLE MENGGINAKAN SOFTWARE CAESAR II</b>	61
4.5.1 Hasil Analisa Beban <i>Nozzle Reboiled Condensate Drum</i>	61
4.5.2 Hasil Analisa Beban <i>Nozzle Condensate Stabilizer</i>	62
<b>BAB V</b>	63
5.1 SIMPULAN	63
5.2 SARAN	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	64
<b>LAMPIRAN A</b>	66
<b>LAMPIRAN B</b>	67
<b>LAMPIRAN C</b>	68



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jalur pipa kritis pada peralatan statis	7
Gambar 2.2 Jalur pipa kritis pada peralatan berputar	7
Gambar 2.3 Diagram tegangan regangan	10
Gambar 2.4 <i>Fitting</i>	11
Gambar 2.5 <i>Flange</i>	12
Gambar 2.6 <i>Gate valve</i>	13
Gambar 2.8 Aksial <i>force</i>	15
Gambar 2.9 Tegangan <i>Longitudinal Pressure</i>	15
Gambar 2.10 <i>Bending Stress</i>	16
Gambar 2.11 Tegangan tangensial ( <i>Hoop stress</i> )	17
Gambar 2.12 <i>Radial Stress</i>	19
Gambar 2.13 Data <i>maximum allowable stress</i> pada <i>nozzle reboiled condensate drum</i> .	25
Gambar 2.14 Data <i>maximum allowable stress</i> pada <i>nozzle condensate stabilizer</i> .	26
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Analisa Tegangan Sistem Perpipaan	28
Gambar 3.2 Diagram alir pengolahan data	32
Gambar 3.3 Arah Momen dan Gaya <i>Equipment</i>	34
Gambar 4.1 Diagram benda Bebas terdistribusi	42
Gambar 4.2 Nilai <i>Modulus Elasticity</i> menurut ASME B31.3	52
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Analisa Tegangan Pipa	55
Gambar 4.4 Grafik <i>axial, bending</i> dan <i>circumferential stress</i>	58
Gambar 4.5 Grafik <i>sustained load</i> pipa	59
Gambar 4.6 Grafik <i>Occasional Load</i>	60
Gambar 4.7 Grafik <i>Thermal Expansion Load</i>	61

## DAFTAR TABEL

Table 2.1 Nilai tegangan material (ASME, 2014)	9
Tabel 3.1 <i>Modulus Elastisitas</i> (ASME B31.3)	29
Tabel 3.1 Data Sistem Perpipaan	29
Tabel 3.3 <i>Allowable Stress</i> Berdasarkan ASME B31.3	33
Tabel 3.5 <i>Allowable Nozel Equipment Condensate Stabilizer</i>	34
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan manual <i>axial stress</i> semua node	41
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan manual <i>inner pressure stress</i> semua node	41
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan manual <i>circumferential stress</i> semua node	50
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan manual <i>occasional load</i> semua node	51
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Manual Beban Pipa	53
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Software CAESAR II Beban Pipa	54
Tabel 4.7 Perbandingan Perhitungan Analisis Pipa	54
Table 4.8 Nilai Axial Stress, Bending Stress, dan Circumferential Stress Pipa 280-CO-1007-037	56
Tabel 4.9 Hasil <i>Sustained, Occasional</i> dan <i>Expansion Load</i>	58
Table 4.10 Hasil analisa pembebanan <i>Nozzle Reboiled Condensate Drum</i>	61
Table 4.11 Hasil analisa pembebanan <i>Nozzle Condensate Stabilizer</i>	62