

## **TUGAS AKHIR**

### **Analisa Tegangan Pipa Diameter 12” Untuk Proses *Mixed Gas* Milik PT.XXX Dengan Bantuan Program *CAESAR II***

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



**Disusun oleh:**

Nama : Sigit Maryono

NIM : 41308110039

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2014**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Sigit Maryono

N.I.M : 41308110039

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisa Tegangan Pipa Diameter 12" Untuk Proses *Mixed Gas* Milik PT. XXX dengan bantuan program *Caesar II*

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis, Juli 2014



Sigit Maryono

## LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Tegangan Pipa Diameter 12" Untuk Proses *Mixed Gas* milik PT.XXX**  
**dengan bantuan program *Caesar II***

Disusun Oleh :

Nama : Sigit Maryono  
NIM : 41308110039  
Jurusan : Teknik Mesin

Pembimbing,

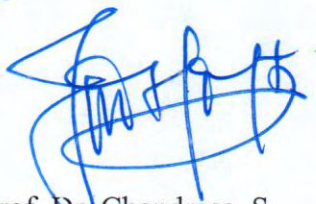
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Dr. Ir. Yuriadi Kusuma M.Eng.

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi

For



Prof. Dr. Chandrasa. S

## KATA PENGANTAR

AssalaamualaikumWr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul "*Analisa Tegangan Pipa Diameter 12" Untuk Proses Mixed Gas milik PT.XXX dengan bantuan 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 analisis fleksibilitas sistem perpipaan.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, dorongan 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 Toriq Husein, MT, Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana, Jakarta.
3. Bapak Prof. Dr. Chandrasa. S selaku dosen, Koordinator, dan Kaprodi dari Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, Jakarta.

4. Bapak Dr. Ir. Yuriadi Kusuma M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir Program Study Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, Jakarta.
5. Bapak Ir. Yenon Orsa, MT, selaku Direktur Program Kuliah Kelas Karyawan Universitas Mercu Buana Jakarta.
6. Bapak Ir. Teguh Puji Hertanto atas segala bantuan dan pencerahannya.
7. Segenap dosen pengajar Teknik Mesin UMB dan Civitas Akademika, atas ilmu yang telah diberikan.
8. Keluarga: Bapak, Ibu, Adik, Istri dan segenap keluarga besar penulis, atas segala do'a dan motivasi yang tiada terkira sehingga memperlancar proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah menjadi bagian dari sebuah takdir perjalanan hidup penulis.
10. 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, Aamiin.

Jakarta, Juli 2014

Sigit Maryono

## DAFTAR ISI

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>Halaman Judul</b>             |     |
| <b>Halaman Pernyataan</b> .....  | i   |
| <b>Halaman Pengesahan</b> .....  | ii  |
| <b>ABSTRAK</b> .....             | iii |
| <b>Kata Pengantar</b> .....      | iv  |
| <b>Daftar Isi</b> .....          | vi  |
| <b>Daftar Tabel</b> .....        | ix  |
| <b>Daftar Gambar</b> .....       | x   |
| <b>Daftar Lambang</b> .....      | xi  |
| <br>                             |     |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN</b>      |     |
| 1.1 Latar Belakang masalah ..... | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....        | 2   |
| 1.3 Batasan Masalah .....        | 3   |
| 1.4 Tujuan Penulisan .....       | 4   |
| 1.5 Metodologi Penelitian .....  | 4   |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....  | 6   |
| <br>                             |     |
| <b>BAB II    LANDASAN TEORI</b>  |     |
| 2.1 Pendahuluan .....            | 7   |
| 2.2 Analisa Tegangan .....       | 8   |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 2.3 Tegangan Pipa .....                            | 9  |
| 2.3.1 Teori Dasar Tegangan .....                   | 9  |
| 2.3.1.a Tegangan Utama <i>Cirumferential</i> ..... | 10 |
| 2.3.1.b Tegangan Longitudinal .....                | 11 |
| 2.3.1.c. Tegangan Utama Radial .....               | 12 |
| 2.4 Data Desain .....                              | 13 |
| 2.5 Kriteria Mendesain Jalur Pipa .....            | 14 |
| 2.6 Nozzle Displacement .....                      | 14 |
| 2.7 Tebal Dinding Pipa .....                       | 16 |
| 2.8 Kondisi Pembebanan .....                       | 17 |
| 2.9 Klasifikasi Beban pada Sistem Perpipaan .....  | 18 |
| 2.9.1 Beban Statik .....                           | 18 |
| 2.9.2 Beban Dinamik .....                          | 19 |
| 2.9.3 Beban Thermal .....                          | 19 |
| 2.10 Sistem Penggambaran Perpipaan .....           | 20 |
| 2.11 Penyangga ( <i>Support</i> ) .....            | 21 |
| 2.12 Program Caesar II 5.0 .....                   | 23 |
| 2.12.1 Input Caesar II 5.0 .....                   | 23 |
| 2.12.2 Output Caesar II 5.0 .....                  | 24 |

### **BAB III   METODOLOGI PENELITIAN**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 3.1 Diagram Alir .....                           | 25 |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir .....                | 26 |
| 3.2.1 Memasukan Sistem Perpipaan Data Pipa ..... | 26 |
| 3.2.2 Perhitungan .....                          | 26 |

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| 3.2.3 Meletakkan Penyangga .....              | 28        |
| 3.2.4 Analisa Tegangan Dengan Caesar II.....  | 28        |
| 3.2.5 Standart yang Dihasilkan .....          | 29        |
| <br><b>BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA</b> |           |
| 4.1 Perhitungan Tebal Pipa .....              | 30        |
| 4.2 Perhitungan Nozzel Displacement .....     | 35        |
| 4.3 Analisa Pembebanan pada Pipa .....        | 38        |
| 4.3.1 Beban Akibat Berat Pipa.....            | 38        |
| 4.3.2 Beban Akibat Berat Fluida.....          | 38        |
| 4.3.3 Beban Akibat Berat Insulasi.....        | 39        |
| 4.3.4 Beban Akibat Tekanan.....               | 39        |
| 4.3.4.a Tegangan Circumferensial .....        | 39        |
| 4.3.4.b Tegangan Longitudinal .....           | 40        |
| 4.4 Pemodelan Pipa .....                      | 41        |
| 4.5 Analisa Software Caesar .....             | 43        |
| <br><b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>         |           |
| 6.1 Kesimpulan .....                          | 76        |
| 6.2 Saran.....                                | 77        |
| <br><b>Daftar Pustaka .....</b>               | <b>78</b> |
| <br><b>Daftar Acuan .....</b>                 | <b>76</b> |
| <br><b>Lampiran</b>                           |           |

## DAFTAR TABEL

| Nomor Tabel                                 | Hal |
|---------------------------------------------|-----|
| Tabel 2.1 Jarak Maksimum antar Tumpuan Pipa | 22  |
| Tabel 2.2 <i>Basic Allowable Stresses</i>   | 33  |
| Tabel 4.1 NilaiTegangan yang diijinkan      | 34  |
| Tabel 4.2 <i>Koefisien Thermal</i> Ekspansi | 37  |
| Tabel 5.1 Hasil Akhir Analisa Tegangan      | 72  |



## DAFTAR GAMBAR

| <b>Nomor Gambar</b>                                                                            | <b>Hal</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Gambar 2.1 Arah Tegangan yang Terjadi pada Pipa                                                | 9          |
| Gambar 2.2 Tegangan Utama Longitudinal                                                         | 10         |
| Gambar 2.3 Tegangan Utama Longitudinal Akibat Gaya Aksial                                      | 11         |
| Gambar 2.4 Tegangan Utama Longitudinal Akibat Gaya Tekuk                                       | 12         |
| Gambar 2.5 Tegangan Utama Longitudinal Akibat Gaya Tekan                                       | 13         |
| Gambar 2.6 Tegangan Geser Akibat Momen Puntir                                                  | 15         |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Studi Perencanaan Jalur Perpipaan dari<br>Tower DA-501 ke Tower DA-401 | 26         |
| Gambar 4.1 Input Data Pipa                                                                     | 42         |
| Gambar 4.2 Input Material                                                                      | 42         |
| Gambar 4.3 Pemodelan Pipadan Titik Node                                                        | 43         |
| Gambar 4.4 Pemodelan Pipa dan Titik Node yang Direfisi                                         | 55         |
| Gambar 4.5 Pembebanan Pada Nozzel DA-501                                                       | 68         |
| Gambar 5.6 Pembebanan Pada Nozzel DA-202                                                       | 68         |

## DAFTAR LAMBANG

| Simbol           | Keterangan                 | Satuan             |
|------------------|----------------------------|--------------------|
| A                | Luas Penampang             | mm                 |
| C                | Corrosion Allowance        | mm                 |
| D                | Diameter                   | mm                 |
| Di               | Diameter Dalam             | mm                 |
| Do               | Diameter Luar              | mm                 |
| DP               | Pressure Desain            | KPa                |
| DT               | Temperatur Desain          | $^{\circ}\text{C}$ |
| e                | Koefisien Thermal Ekspansi |                    |
| E                | Faktor Efisiensi Sambungan |                    |
| OP               | Pressure Operasi           | KPa                |
| OT               | Temperatur Operasi         | $^{\circ}\text{C}$ |
| P                | Pressure / Tekanan         | KPa                |
| r                | Radius                     | mm                 |
| S                | Tegangan                   | KPa                |
| Sa               | Tegangan yang diijinkan    | KPa                |
| S <sub>L</sub>   | Tegangan Aksial            | KPa                |
| S <sub>R</sub>   | Tegangan Radial            | KPa                |
| S <sub>exp</sub> | Tegangan Ekspansi          | KPa                |
| S <sub>occ</sub> | Tegangan Occasional        | KPa                |
| S <sub>ope</sub> | Tegangan Operasi           | KPa                |
| t                | Tebal Pipa                 | mm                 |
| T                | Temperatur                 | $^{\circ}\text{C}$ |

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| $t_m$ | tebal minimum   | mm |
| $Y$   | Koefisien bahan |    |

