

SKRIPSI

ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN DARI OUTLET SEPARATOR MENUJU INLET PROCESS DAN BYPASS PLANT DI PT. TITS SAMPURNA LIMAU TIMUR PRABUMULIH MENGUNAKAN PROGRAM CAESAR II



Oleh :

GIN-GIN R.H.

0511605052

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ITS

5
621. 867 207

- 50-81425

61n

a

2016

SKRIPSI

ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN DARI *OUTLET SEPARATOR* MENUJU *INLET PROCESS* DAN *BYPASS PLANT* DI PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR PRABUMULIH MENGUNAKAN PROGRAM CAESAR II

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh :

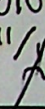
GIN-GIN R.H.

03111005052

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2016

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 018/TM/AK/2016
Diterima Tgl. : 11/11 - 2016
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : GIN-GIN R.H.
NIM : 03111005052
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN DARI *OUTLET SEPARATOR* MENUJU *INLET PROCESS* DAN *BYPASS PLANT* DI PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR PRABUMULIH MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II
DIBUAT : 25 FEBRUARI 2016
SELESAI : 26 OKTOBER 2016

Indralaya, Oktober 2016
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 196902131995031001 

RINGKASAN

ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN DARI *OUTLET SEPARATOR* MENUJU *INLET PROCESS* DAN *BYPASS PLANT* DI PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR PRABUMULIH MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Oktober 2016

Gin-Gin R.H ; Dibimbing oleh Ir. H. Zainal Abidin, M.T

Stress Analysis of Piping Sytems From Outlet Separator to Inlet Process and Baypass Plant at PT.Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih Using The Program Caesar II

xx + 70 halaman + 6 tabel + 44 gambar + 73 Lampiran

Didalam sebuah *Process Plant*, baik itu *LNG plant*, *Petrochemical Plant*, *Fertilizer Plant*, *Nuclear Plant*, *Gheothermal Plant*, *Gas Plant*, baik di *On-Shore* maupun di *Offshore*, semuanya mempunyai dan membutuhkan *piping*. *Piping* adalah jalur perpipaan yang menghubungkan antara *line* dalam suatu *plant* produksi. *Piping* mempunyai fungsi untuk mengalirkan fluida dari suatu tempat ke tempat lainnya.

Setelah sistem perpipaan terpasang dan beroperasi, maka muncul tegangan tegangan pada sistem perpipaan tersebut, antara lain akibat beban *sustained*, dan tegangan akibat beban *thermal*. Tegangan akibat beban *sustained* adalah tegangan yang disebabkan akibat beban berat pipa dan tekanan dalam pipa sedangkan akibat beban *thermal* disebabkan oleh kenaikan temperatur kerja pada pipa sehingga pemuaian pada pipa.

Analisa tegangan pipa adalah suatu cara perhitungan tegangan pada pipa yang diakibatkan oleh beban statik maupun beban dinamik yang merupakan efek resultan dari gaya gravitasi, perubahan temperatur, tekanan didalam pipa dan diluar pipa, perubahan jumlah debit fluida yang mengalir didalam pipa dan pengaruh gaya seismik.

Perkembangan teknologi komputer yang sangat cepat dewasa ini sangat membantu kecepatan dan keakuratan dalam perhitungan analisa tegangan pipa. Terdapat beberapa program komputer yang dapat digunakan untuk melakukan analisa tegangan pipa diantaranya program AUTO PIPE, PS CAEPIPE, CAESAR II dan sebagainya.

Pipa adalah istilah untuk benda silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemerosesan seperti fluida cair, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus. *Piping system* (sistem perpipaan) adalah gabungan dari pipa-pipa yang memiliki panjang total relatif pendek dan memiliki komponen-komponen seperti katup, *flange*, *elbow*, percabangan, *nozzle*, *reducer*, *support*, dan lain-lain yang beroperasi pada suatu *plant*.

Tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yakni Tegangan Normal (*Normal Stress*) dan Tegangan Geser (*Shear Stress*). Tegangan normal terdiri dari tiga komponen tegangan yaitu Tegangan

Longitudinal (*Longitudinal Stress*), Tegangan Tangensial atau Tegangan Keliling (*Circumferential Stress* atau *Hoop Stress*), Tegangan Radial (*Radial Stress*). Tegangan Geser terdiri dari dua komponen tegangan yaitu tegangan akibat gaya geser dan Tegangan puntir (*torsional stress*). Persamaan tegangan kode ASME/ANSI B31.3 membagi tegangan berdasarkan beban yang terjadi menjadi tiga macam yaitu Tegangan karena beban tetap (*Sustained load*), Tegangan karena beban ekspansi (*Expansion load*) dan Tegangan karena beban tidak terduga (*Occasional load*).

Sistem perpipaan gas yang terdapat Di PT. Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih dipilih sebagai rujukan dalam menganalisa tegangan-tegangan yang terjadi pada konstruksi sistem pipa tersebut. Tujuan utama menganalisis sistem perpipaan adalah untuk mengetahui reaksi gaya, momen dan tegangan yang terjadi pada konstruksi sistem perpipaan tersebut. Konstruksi sistem perpipaan yang dianalisa adalah sistem perpipaan dari *outlet separator* menuju *inlet process* dan *bypass plant*, dengan spesifikasi material API 5L Grade B dengan Schedule 80, Temperatur 83°F, dengan Tekanan 570 Psi. Adapun cara yang digunakan untuk menganalisa sistem perpipaan tersebut adalah dengan menggunakan Caesar II. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah dengan memodelkan sistem perpipaan dengan elemen sederhana dan menentukan pembebanan pada sistem, sehingga menghasilkan *Translasi*, *Rotasi*, reaksi Gaya dan momen di setiap *node* ataupun pada *restrain*, dan tegangan yang terjadi disepanjang pipa. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan program Caesar II maka didapat tegangan maksimum di *node* 235 sebesar 17883.7 Psi, gaya maksimum terjadi di sumbu Y yaitu pada *node* 160 sebesar 12895 lb dan momen maksimum terjadi di sumbu Z yaitu pada *node* 210 sebesar 24710.3 ft.lb.

Kata Kunci : Caesar II, Sistem Perpipaan, Tegangan, Gaya, Momen
Kepustakaan : 18 (1981-2014)

SUMMARY

STRESS ANALYSIS OF PIPING SYTEMS FROM OUTLET SEPARATOR TO INLET PROCESS AND BAYPASS PLANT AT PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR PRABUMULIH USING THE PROGRAM CAESAR II

Scientific Paper in the From of Skripsi, October 2016

Gin-Gin R.H ; supervised by Ir. H. Zainal Abidin, M.T

Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Perpipaan Dari Outlet Separator Menuju Inlet Process dan Bypass Plant di PT.Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih Menggunakan Program Caesar II

xx + 70 pages + 6 table + 44 Pictures + 73 Attachement

In a Process Plant, such as LNG plant, Petrochemical Plant, Fertilizer Plant, Nuclear Plant, Gheothermal Plant, Gas Plant, both in Onshore and in Offshore, all have and need piping. Piping is the piping lane that connects the line in a production plant. Piping has the function to moving the fluid from one place to other place.

After the piping system is installed and operating, it appears stress on the piping system, among other things as a result of sustained load, and stress as a result of thermal load. Stress as a result of sustained load is the stress that is caused as a result of heavy loads and pressure pipe in the pipe while as a result of thermal load caused by the increase in working temperature on the pipe so that the pipe expansion.

Pipe stress analysis is a method of calculating the stress on the pipe caused by static load and dynamic load which is a resultant effect of gravity, changes in temperature, pressure within the pipe and outside the pipe, changing the amount of discharge fluid flowing in the pipe and the influence of seismic force.

The development of computer technology is very fast these days hardly aid the speed and accuracy in the calculation of pipe stress analysis. There are some computer programs that can be used for pipe stress analysis program including AUTO PIPE, PS CAEPIPE, CAESAR II etc.

Pipe is a term for a hollow cylinder object and used to move the substances processing results such as liquid fluid, vapors, solids are melted and fine powder. Piping system is a combination of pipes which have a total length is relatively short and has components such as valves, flange, elbow, branching, nozzles, reducers, support, and others that operate on a plant.

The stress that occur in piping systems can be grouped into two categories, namely Normal Stress and Shear Stress. Normal stress is composed of three components, namely Longitudinal Stress, Circumferential Stress or Hoop Stress, Radial Stress. Shear stress consists of two components, namely stress due to shear forces and torsional stress. Stress equations code ASME / ANSI B31.3 divide the stress by the load happens to be three kinds of stress for constant load (Sustained load), stress because expansion load and stress as the load is not unexpected (Occasional load).

Piping system of gas that there in PT.Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih was chosen as a reference for analyzing the stress that occurs of construction of the piping system. The main purpose of analyzing the piping system is to find out the reaction force, the moment and the stress that occurs of construction of the piping system. The construction of pipe systems that analyzed was pipe system from the outlet separator to the inlet separator and bypass process plant, with the material specification API 5L Grade B Schedule 80, Temperature 83 ° F, with a pressure of 570 Psi. The methods to analyze the piping system was using Caesar II. The steps that done are by modeling the piping system with simple elements and determine a load on the system, so as to produce translation, rotation, reaction force and moment at each node or restraint, and stress which occurs along the pipeline. After calculation with using Caesar II program then obtained the maximum stress on the node 235 amount of 17883.7 Psi, maximum force occurs in the Y axis is on the node 160 amount of 12895 lb and a maximum moment occurs in the Z axis is on the node 210 amount of 24710.3 ft.lb.

Keywords : Caesar II,Piping System, Stress, Force, Moment
Citations : 18 (1981-2014)

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN DARI *OUTLET SEPARATOR* MENUJU *INLET PROCESS* DAN *BYPASS PLANT* DI PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR PRABUMULIH MENGUNAKAN PROGRAM CAESAR II

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Di Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

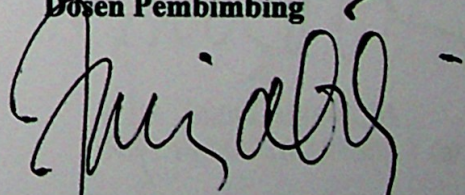
Oleh:

GIN-GIN R.H.
NIM. 03111005052

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 19690213 199503 1 001

Indralaya, Oktober 2016
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Ir. H. Zainal Abidin, M.T
NIP. 19580910 198602 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi ini dengan judul “Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Perpipaan Dari *Outlet Separator Menuju Inlet Process Dan Bypass Plant* Di PT.Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih Menggunakan Program Caesar II” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Oktober 2016

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

Irsyadi Yani, S.T, M. Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

(.....)

Anggota :

Dipl.-Ing, Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D
NIP. 19640911 199903 1 002

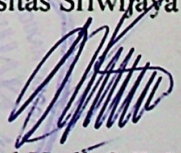
(.....)

Gustini, S.T, M.T
NIP. 19780824 200212 2 001

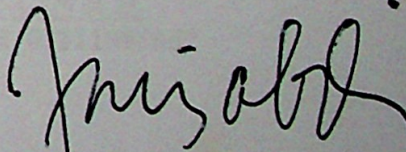
(.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Universitas Sriwijaya




Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 19690213 199503 1 001

Pembimbing Skripsi


Ir. H. Zainal Abidin, M.T
NIP. 19580910 198602 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : GIN-GIN R.H.

NIM : 03111005052

Judul : ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN
DARI *OUTLET SEPARATOR* MENUJU *INLET PROCESS* DAN
BYPASS PLANT DI PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR
PRABUMULIH MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi dosen pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Oktober 2016



GIN-GIN R.H.
NIM. 03111005052

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di Jambi, Provinsi Jambi pada tanggal 28 September 1992. Pasangan dari Bapak Toto dan Ibu Noneng. Menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 4 Keluang. Setelah tamat dari SD Negeri 4 Keluang pada tahun 2004, penulis melanjutkan ke SMP Negeri 2 Keluang dan penulis menamatkan pendidikan sekolah menengah pertama pada tahun 2007. Setelah penulis menamatkan pendidikan sekolah menengah pertama pada tahun 2007, Selanjutnya penulis memilih melanjutkan pendidikannya di SMK Negeri 2 Sekayu dan menamatkan pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan pada tahun 2010, penulis akhirnya memilih melanjutkan pendidikannya di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Angkatan 2011. Semasa kuliah kegiatan yang dilakukan seperti biasa yaitu belajar. Penulis juga pernah mengikuti Kerja Praktek di PT.Medco E&P Indonesia Rimau Asset, Sumatra Selatan. Dengan judul evaluasi *maximum allowable working pressure* dan *thickness pipe* menggunakan data hasil pengujian *ultrasonic test* di field kaji compressor Pt. Medco E&P Indonesia. Penulis juga pernah mengikuti kompetisi Kendaraan Hemat Bahan Bakar yang diselenggarakan oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan bekerja sama dengan Institut Teknologi Sepuluh November pada tahun 2014 dan mendapatkan peringkat ke-3 pada kategori *prototype* berbahan bakar bensin. Diluar akademik penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM), Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi seorang mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan jenjang strata 1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Zainal Abidin, M.T selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan sebagian waktunya untuk bimbingan dan memberikan arahan sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktu yang direncanakan.

Dalam kesempatan ini penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih tersebut penulis tujuhan kepada :

1. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Akademik
4. Bapak Dr. Ir. Hendri Chandra M.T. selaku Kepala KBK Konstruksi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu, pengetahuan, dan wawasan.
6. Para Karyawan dan Staf Administrasi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Keluarga Tercinta ; Ibu, Bapak, Adik serta saudara-saudara penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta do'anya kepada penulis.
8. Sahabat-sahabatku Soldier MESIN 2011 ; Putra, Sonny, Agik, Rasid, Bagus, Akbar, Ruli, Reno, Aidil, Ismail, Erik, Gohok, Arsyah, Faris, Hamzah, Cesar, Topik, Anhara, Arif, Raihan, Dani, Fasal, Asep, Beni,

Sandi, Dio, Firton, Dian, Dimas Gembul, Ilham, Dwi, Imam w, Imam Geo, Faisal moo, Faisal fikri, Firman, Irfan, Hafis, Yossi, Rido, Naban, Baren, Waluyo, Brema, Abdi, Ebol, Fran, Try, Haryanto, Poltak, Redi Blek, Dwik, Ulfa, Diah, Ebi, dll. Terima kasih buat canda tawa yang kalian semua berikan.

9. Keluarga besar Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
10. Sahabat-sahabat di kosan PTC, Eggie Dia Elva Rizky, Novrian alias Bobi, Tony, Irvan, Kak Apen, Dipta, Adel, Delika, Deni, Bobby.
11. Sriwijaya Eco Team dan Rajawali Team serta seluruh kerabat yang bertugas, Gaaasss!!!!
12. Seluruh keluarga besar civitas akademika Universitas Sriwijaya.
13. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan dorongan yang tidak dapat dituliskan namanya satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan.

Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Perpipaian Dari *Outlet Separator* Menuju *Inlet Process* Dan *Bypass Plant* Di PT.Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih Menggunakan Program Caesar II” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, Oktober 2016

Penulis,

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

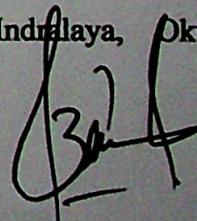
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : GIN-GIN R.H.
NIM : 03111005052
Judul : ANALISA TEGANGAN PIPA PADA SISTEM PERPIPAAN
DARI *OUTLET SEPARATOR* MENUJU *INLET PROCESS* DAN
BYPASS PLANT DI PT.TITIS SAMPURNA LIMAU TIMUR
PRABUMULIH MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

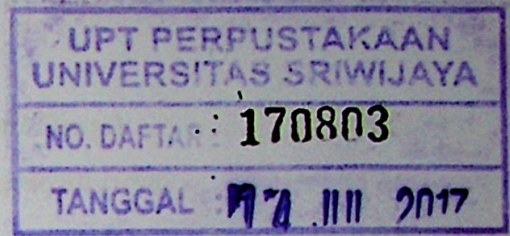
Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2016



GIN-GIN R.H.
NIM. 03111005052

DAFTAR ISI



HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN AGENDA	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN PERSETUJUAN	viii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRASI	ix
RIWAYAT PENULIS	x
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	xx

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pipa	5
2.1.1 Bahan Pipa	5
2.1.2 Jenis Pipa Berdasarkan Metode Pembuatan	6
2.1.3 NPS dan Ukuran Tebal Pipa	8
2.2 <i>Code</i> dan <i>Standard</i> Sistem Perpipaan	8
2.3 Tegangan Pada Pipa	9

2.3.1 Tegangan <i>Longitudinal</i> (<i>Longitudinal Stress</i>)	10
2.3.2 Tegangan <i>Circumferencial</i> atau Tegangan <i>Hoop</i>	12
2.3.3 Tegangan <i>Radial</i>	13
2.3.4 Tegangan Geser (<i>Shear Stress</i>)	14
2.4 Persamaan Tegangan Berdasarkan ANSI/ASME B31.3	15
2.5 Komponen Sistem Perpipaan	17
2.5.1 <i>Fitting</i> (Sambungan)	17
2.5.2 Penyangga Atau <i>Support</i>	20
2.5.3 <i>Valve</i>	21
2.6 Penelitian-Penelitian Sebelumnya	25

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	28
3.2 Pengenalan <i>Softwere</i>	29
3.3 Spesifikasi Data	31
3.4 Penggunaan CAESAR II	32
3.4.1 Penentuan <i>Job Name</i>	33
3.4.2 Satuan Yang Digunakan	33
3.4.3 <i>Input</i> Data Pada Caesar II	33
3.4.3.1 Penentuan <i>Node</i> dan Panjang Pipa	34
3.4.3.2 Pembuatan Sambungan (<i>flange</i>)	34
3.4.3.3 Pembuatan Benkokan (<i>Elbow</i>)	35
3.4.3.4 Pembuatan <i>Valve</i>	36
3.4.3.5 Pembuatan <i>Tee</i>	36
3.4.3.6 Pembuatan <i>Reducer</i>	36
3.4.3.7 Pembuatan Penyangga Pipa	37
3.4.4 Error Checking	38
3.4.5 Analisis Statik	39

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemodelan Caesar II	41
4.2 Perhitungan Dengan Program Caesar II	43

4.2.1	<i>Case 1, W+T1+P1 (OPE) atau Operating Load Case</i>	44
4.2.2	<i>Case 2, W+P1 (SUS) atau Sustained Load Case</i>	54
4.3	Pembahasan	64

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2.1 Proses Pembuatan <i>Seamless Pipe</i>	6
2.2 Proses <i>Butt-Welded Pipe</i>	7
2.3 <i>Spiral-welded pipe</i> sebelum dilas	7
2.4 Jenis-Jenis Pipa Baja karbon	8
2.5 Gaya Dalam Arah Aksial	11
2.6 Tegangan Longitudinal <i>Pressure</i>	11
2.7 Tegangan Lentur	12
2.8 Tegangan <i>Sirkumferensial</i>	13
2.9 Tegangan Radial	14
2.10 Tegangan akibat gaya geser pada pipa	14
2.11 <i>Elbow</i>	18
2.12 <i>Eccentric dan Concentric Reducer</i>	18
2.13 <i>Tee</i>	19
2.14 Jenis-jenis flange	20
2.15 <i>Flexible Support</i>	21
2.16 a) <i>Restrain-Anchors</i>	21
b) <i>Restraint-Guides</i>	21
c) <i>Rigid Support</i>	21
2.17 <i>Gate Valve</i>	22
2.18 <i>Ball Valve</i>	23
2.19 <i>Globe valve</i>	23
2.20 <i>Check Valve</i>	24
3.1 Diagram Alir Penelitian	28
3.2 Diagram alir simulasi	30
3.3 Konstruksi Sistem pipa	32
3.4 Tampilan awal CAESAR II	32
3.5 <i>New Job Name Specification</i>	33
3.6 Satuan Yang digunakan	33
3.7 <i>Piping Input</i> atau <i>Input Spreadsheet</i>	34

3.8 Kotak penulisan <i>node</i> dan panjang pipa	34
3.9 Pemodelan <i>flange</i>	35
3.10 Spesifik <i>WeldNeck Flange</i> didapat dari <i>Pipe date Pro</i>	35
3.11 Pemodelan pembuatan <i>elbow</i>	35
3.12 Pemodelan pembuatan <i>Valve</i>	36
3.13 Pemodelan Pembuatan <i>Tee</i>	36
3.14 Pemodelan pembuatan <i>Reducer Eccentric 8" x 6"</i>	37
3.15 Pemodelan pembuatan Penyangga Pipa	37
3.16 <i>Icon Error Checking</i> pada <i>Menu Bar</i>	38
3.17 Contoh <i>Error dan warning</i> pada pengecekan bila terjadi kesalahan	38
3.18 <i>Error dan warning</i> bila tidak ada kesalahan pada pemodelan	39
3.19 Jenis beban pada pemodelan	39
3.20 Analisa Pada Keadaaan Beban Statis	40
4.1. Pemodelan Konstruksi Sistem Pipa dari Caesar II	41
4.2 Potongan pemodelan konstruksi pipa hasil Caesar II	42
4.3 Nilai Tegangan Maksimal dari Perhitungan Caesar II <i>Case 1</i>	49
4.4 Nilai Tegangan Maksimal dari Perhitungan Caesar II <i>Case 2</i>	59

DAFTAR TABEL

2.1 Faktor reduksi siklus f	16
3.1 Data yang diperoleh	31
4.1 Tegangan yang terjadi pada masing-masing <i>node</i> pada keadaan <i>Operating load case</i>	44
4.2 Hasil perhitungan Caesar II untuk gaya dan momen pada setiap <i>node</i> pada keadaan <i>operating load case</i>	49
4.3 Tegangan yang terjadi pada masing-masing <i>node</i> pada keadaan <i>Sustained load case</i>	54
4.4 Gaya dan momen pada setiap <i>node</i> pada keadaan <i>sustained load case</i>	60

MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

Sesungguhnya kesuksesan itu berjalan diatas kesusahan dan pengorbanan

*Jika ingin mengubah derajat dunia harus dengan USAHA
Jika ingin mengubah derajat kita di akhirat tingkatkan IMAN
Jadilah yang lembut itu HATI, yang tipis itu BUDI,
Yang tebal itu IMAN, yang tajam itu AKAL,
Yang baik itu SIFAT dan yang manis itu SENYUMAN*

Bukanlah hidup kalau tidak ada masalah, bukanlah sukses kalau tidak melalui rintangan, bukanlah menang kalau tidak dengan pertarungan, bukanlah lulus kalau tidak ada ujian, dan bukanlah berhasil kalau tidak berusaha.

Karya Tulis Ini Ku Persembahkan Untuk :

- ❖ *Atas Rasa Syukur Ku Kepada ALLAH SWT.*
- ❖ *Kedua Orang Tuaku Dan Adikku Yang Selalu Menyayangi Dan Mendoa'kanku.*
- ❖ *Dosen Pembimbingku.*
- ❖ *Sahabat-Sahabatku.*
- ❖ *Orang Yang Saya Sayangi.*
- ❖ *Teman-Teman Seperjuangan (TM '11).*
- ❖ *Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.*
- ❖ *Almamaterku (Universitas Sriwijaya).*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Process Plant adalah suatu sistem yang bertujuan memproses suatu fluida mentah menjadi fluida atau barang jadi dan memiliki nilai komersial. Beberapa contoh *Process Plant* antara lain Kilang minyak, Kilang Gas, Pabrik Petrokimia dan sebagainya. Pada *Process Plant* ini digunakan berbagai macam alat pemrosesan seperti *Three Phase Separator*, *Compressor*, *Heat Exchanger* dan lain-lain (Firdaus dan Satrijo, 2014).

Pada sebuah *Process Plant*, baik itu *LNG plant*, *Petrochemical Plant*, *Fertilizer Plant*, *Nuclear Plant*, *Gheothermal Plant*, *Gas Plant*, baik di *On-Shore* maupun di *Offshore*, semuanya mempunyai dan membutuhkan *piping*. *Piping* adalah jalur perpipaan yang menghubungkan antara *line* dalam suatu *plant* produksi. *Piping* mempunyai fungsi untuk mengalirkan fluida dari suatu tempat ke tempat lainnya (Prydiatama dan Kurniawan, 2014).

Perancangan sistem perpipaan yang baik dan aman sangat dibutuhkan untuk menjamin kelangsungan dari proses serta menjamin umur pemakaian dari sistem pemipaan sesuai dengan siklus rancangan. Parameter aman sendiri adalah ketika pipa mampu menahan beratnya sendiri pada kondisi pembebanan karena tekanan *internal* pipa dan berat yang terdapat pada pipa serta karena pembebanan pengaruh *temperature*. Namun pada kenyataannya dilapangan masih ditemukan kegagalan-kegagalan yang terjadi pada sistem pipa, baik pada saat instalasi maupun operasi (Pridyatama dan Kurniawan, 2014).

Kemampuan sistem perpipaan untuk menahan beban yang bekerja sehingga tidak menyebabkan kegagalan disebut *fleksibilitas* sistem perpipaan. Kegagalan pada sistem perpipaan ini dapat mengganggu proses operasi yang berlangsung. Analisa *fleksibilitas* dan tegangan pada sistem perpipaan perlu dilakukan untuk memastikan bahwa sistem perpipaan berada pada kondisi aman saat di operasikan. Sistem perpipaan harus mempunyai *fleksibilitas* yang cukup, agar pada saat terjadi pemuaian termal dan kontraksi, pergerakan dari penyangga dan titik persambungan pada sistem perpipaan tidak akan menyebabkan kegagalan sistem

perpipaan akibat tegangan yang berlebihan, kebocoran pada sambungan, beban berlebihan pada sambungan dengan komponen (Manurung dan Syam, 2013).

Setelah sistem perpipaan terpasang dan beroperasi, maka muncul tegangan tegangan pada sistem perpipaan tersebut, antara lain akibat beban *sustained*, dan tegangan akibat beban *thermal*. Tegangan akibat beban *sustained* adalah tegangan yang disebabkan akibat beban berat pipa dan tekanan dalam pipa sedangkan akibat beban *thermal* disebabkan oleh kenaikan temperatur kerja pada pipa sehingga pemuaian pada pipa. Nilai tegangan-tegangan ini harus memenuhi standar keamanan dan tidak boleh melebihi *Yield Strength* dari material pipa supaya tidak terjadi kegagalan pipa dan kebocoran yang sangat berbahaya bagi lingkungan (Firdaus dan Satrijo, 2014).

Analisa tegangan pipa adalah suatu cara perhitungan tegangan pada pipa yang diakibatkan oleh beban statik maupun beban dinamik yang merupakan efek resultan dari gaya gravitasi, perubahan temperatur, tekanan didalam pipa dan diluar pipa, perubahan jumlah debit fluida yang mengalir didalam pipa dan pengaruh gaya seismik (Santoso dan Zacharias, 2012).

Perkembangan teknologi komputer yang sangat cepat dewasa ini sangat membantu kecepatan dan keakuratan dalam perhitungan analisa tegangan pipa. Terdapat beberapa program computer yang dapat digunakan untuk melakukan analisa tegangan pipa diantaranya program AUTO PIPE, PS CAEPIPE, CAESAR II dan sebagainya (Santoso dan Zacharias, 2012).

Dari uraian tersebut diatas, penulis tertarik untuk membahas masalah perpipaan ini dengan judul **"Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Perpipaan Dari Outlet Separator Menuju Inlet Process Dan Bypass Plant Di PT.Titis Sampurna Limau Timur Prabumulih Menggunakan Program CAESAR II"**.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat pentingnya sistem perpipaan seperti yang sebelumnya telah di uraikan di latar belakang, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam konstruksi sistem pipa :

1. Spesifikasi material pipa yang di gunakan
2. Temperatur operasi

3. Tekanan operasi
4. Jenis fluida yang dialirkan
5. Komponen-komponen sistem perpipaan yang digunakan

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka dapat dianalisa perilaku dari konstruksi sistem pipa tersebut atas dasar hasil dari perhitungan tegangan, gaya, dan momen-momen yang terjadi oleh *software* Caesar II.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan dalam rancangan sistem pipa, maka penulis memberikan batasan-batasan masalah:

1. Dalam menganalisis perhitungan yang hanya melakukan analisis tegangan yang terjadi akibat perilaku statik pada sistem perpipaan seperti gaya-gaya, torsi dan momen-momen yang diakibatkan oleh pengaruh berat, temperature, dan tekanan.
2. Analisis ini berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan bantuan *software* Caesar II.
3. Pipa yang digunakan dianggap *homogen* dan *isotropis*.
4. Pipa yang digunakan sesuai dengan standar ASME B31.3.
5. Semua lasan sesuai dengan kode ASME B31.3 dan tegangan sisa las dianggap tidak ada.
6. Pengaruh gempa dan beban angin diabaikan.
7. Tidak memperhitungkan masalah *pressure drop* yang terjadi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama yang ingin dicapai penulis dari analisa tegangan konstruksi sistem pipa adalah :

1. Menghitung tegangan-tegangan terbesar yang terjadi pada suatu sistem pipa dengan menggunakan perangkat lunak Caesar II.
2. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi pipa dan mengetahui posisi gaya terbesar dengan menggunakan perangkat lunak Caesar II

3. Menghitung momen-momen yang terjadi pada konstruksi sistem pipa dan mengetahui posisi momen terbesar tersebut dengan menggunakan perangkat lunak Caesar II.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Untuk menambah wawasan pengetahuan pada semua pihak yang berkepentingan dan mahasiswa Teknik Mesin mengenai sistem perpipaan yang berkaitan dengan penggunaan program Caesar II, khususnya tentang analisa tegangan sistem perpipaan.
2. Hasil dari analisa tegangan dapat digunakan sebagai bantuan untuk mengontrol daerah-daerah kritis pada sistem perpipaan ini.
3. Mengetahui besar nilai-nilai tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan ini.
4. Mengetahui gaya-gaya dan momen yang terjadi pada konstruksi pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- ASME B31.3. 2008. *Process Piping*, The American Society Mechanical Engineering, New York
- Chamsudi, Ahmad.(2005). *Diktat – Piping Stress Analysis*. Jakarta : Chamsudi Copyright
- COADE Engineering Software. 2000. CAESAR II Application Guide
- COADE Engineering Software. 2000. CAESAR II Technical Reference Manual
- COADE Engineering Software. 2000. CAESAR II User Guide
- Ellenberger, Phillip, 2005, *Piping Systems & Pipelines : ASME Code Simplified*, The McGraw-Hill, USA.
- Firdaus Hendri H, Satrijo Djoeli. 2014. *Perancangan Analisa Sistem Perpipaan Process Plant Dengan Metode Elemen Hingga*. Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol 2, No 4,
- ITT Grinnell Industrial. 1981. *Piping Design and Engineering*. ITT Grinnell Press, New York
- Kristianto Graha. 2012. *Perancangan Dan Analisa Tegangan Sistem Perpipaan Dengan Metode Elemen Hingga*. Tugas Akhir, Semarang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,
- Manurung Peter, Syam Bustami. 2013. *Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Perpipaan Heavy Fuel Oil Dari Daily Tank Unit 1 Dan 2 Menuju Heat Exchanger Di PLTU Belawan*. Jurnal e-Dinamis, Vol.5, No.1. ISSN 2338-1035,
- Mohinder L, Nayyar. 2000. *Piping Handbook Seventh Edition*. McGraw-Hill, USA
- Parisher Roy A. Rhea Robert A. 2002. *Pipe Drafting And Design Second Edition*, Gulf Professional Publishing, USA
- Peng, Ling Chuan, Tsen Long. 2009. *Pipe Stress Engineering*, ASME Press, New York.
- Pridyatama P.A, Kurniawan B.A. 2014. *Analisa Rancangan Pipe Support Pada Sistem Perpipaan High Pressure Vent Berdasarkan Stress Analysis*

Dengan Pendekatan Caesar II. Jurnal Teknik POMITS, Vol.3, No.2
ISSN:2337-3539,

Raswari. 2009. *Perancangan Dan Penggambaran Sistem Perpipaan*. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta,

Santoso Budi, Zacharias Petrus. 2012. *Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Pendingin Sekunder Reaktor Trigma Mark II Bandung*. Jurnal Perangkat nuklir, Vol. 06, No 01, ISSN No.1978-3515

Smith, Paul R., 1987, *Piping and Pipe Support System Design and Engineerin.*, Mc-Grawhill Book Company, San Francisco

Widharto Sri. 2005. *Buku Pedoman Ahli Pemasangan Pipa*. Pradnya Paramita, Jakarta