

SKRIPSI
ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN
PERPINDAHAN PADA KONSTRUKSI SISTEM TPA
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II
VERSI 7.00



MUHAMMAD HANADI
09121000243

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

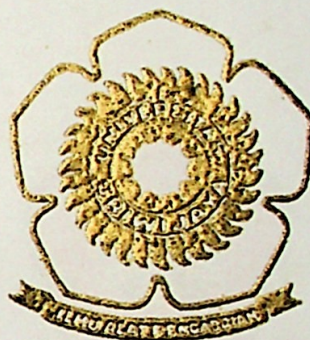
2007

21. 867 207
Muk
a
2017.

50103055.



SKRIPSI
ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN
PERPINDAHAN PADA KONSTRUKSI SISTEM PIPA
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II
VERSI 7.00



MUHAMMAD HAMIDI

03121005053

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2017

SKRIPSI
ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN
PERPINDAHAN PADA KONSTRUKSI SISTEM PIPA
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II
VERSI 7.00

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik



MUHAMMAD HAMIDI
03121005053

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 001 / TH / AK / 2017
Diterima Tgl. : 26 / 4 - 2017
Paraf : 

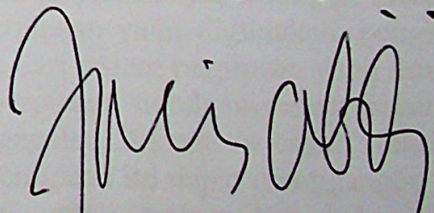
SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD HAMIDI
NIM : 03121005053
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONSTRUKSI
Judul Skripsi : ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN
PERPINDAHAN PADA KONSTRUKSI SISTEM
PIPA DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM
CAESAR II VERSI 7.00
Diberikan : SEPTEMBER 2016
Selesai : MARET 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Indralaya, April 2017
Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi


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

RINGKASAN

ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN PADA KONSTRUKSI SISTEM PIPA DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II VERSI 7.00.

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Maret 2017

Muhammad Hamidi; Dibimbing oleh Ir. H. Zainal Abidin, M.T.
xii + 56 halaman, 48 gambar, 3 tabel, 41 lampiran

Di dalam sebuah industri diperlukan suatu media untuk mengalirkan fluida dari satu atau beberapa titik ke satu atau beberapa titik lainnya. Dalam hal ini media yang digunakan adalah pipa. Gabungan pipa-pipa yang memiliki panjang total relatif pendek dan digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu peralatan ke peralatan lainnya yang beroperasi pada suatu plant disebut sistem perpipaan. Pada sistem perpipaan dapat dijumpai komponen-komponen yang melengkapi sistem tersebut, seperti katup, percabangan, *elbow*, *flange*, *nozzle*, *reducer*, tumpuan, isolasi, dan lain-lain.. Sistem perpipaan terbagi menjadi dua kategori yaitu *piping* dan *pipeline*. Perbedaan keduanya dapat dilihat dari fungsi, lokasi penggunaan serta panjang totalnya yang terdapat pada sistem perpipaan. *Piping* digunakan untuk mengalirkan fluida antara peralatan-peralatan yang beroperasi pada suatu *plant*. Sedangkan *pipeline* lebih berfungsi untuk kebutuhan transmisi dan distribusi fluida dari suatu daerah ke daerah lainnya. Kemudian untuk menghubungkan pipa satu dengan pipa lainnya, yang kita sebut dengan *spool*, biasanya menggunakan pengelasan. *Pipeline* merupakan suatu sistem pemipaan yang sering digunakan sebagai alat pendistribusian minyak dan gas bumi dalam jumlah besar. Pada pengoperasiannya *pipeline* akan melalui jarak dan medan yang sangat beragam, baik jalur darat (diatas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah), sungai, bawah laut, atau di daerah lepas pantai. Sistem perpipaan ini harus mampu menahan semua beban yang bekerja, yaitu beban yang besarnya tetap sepanjang waktu (beban statik) maupun beban yang berubah-ubah menurut fungsi waktu (beban dinamik). Pipa juga digunakan sebagai sarana untuk menghantarkan fluida baik berupa gas, minyak, air dan fluida lainnya dari suatu tempat ke tempat yang lain. Adapun sistem pengaliran fluida dilakukan dengan metode gravitasi maupun dengan sistem aliran bertekanan. Pada umumnya pipa memiliki standart dalam penggunaan dan pengoperasiannya, sehingga dibutuhkan bentuk pengkodean dalam suatu sistem perpipaan yang digunakan, pengkodean itu dilakukan sesuai dengan bentuk keadaan dari sistem perpipaan yang dirancang dalam suatu sistem. Kemampuan sistem perpipaan untuk menahan beban yang bekerja sehingga tidak menimbulkan kegagalan dikenal sebagai fleksibilitas sistem perpipaan. Kegagalan pada sistem perpipaan ini dapat mengganggu sistem perpipaan. Perlu dilakukan penganalisaan untuk memastikan bahwa sistem perpipaan pada kondisi aman saat di operasikan. Kemudian kegagalan pada sistem perpipaan terjadi akibat adanya tegangan yang berlebih pada pipa yang disebabkan adanya beban maksimum dan terkonsentrasi yang tidak diatur dengan sistem penumpu yang baik, tegangan yang berlebih tersebut dihasilkan karena

adanya pembebanan yang terjadi secara terus menerus dan dapat berubah yang diberikan kepada sistem perpipaan, sehingga dapat merubah sifat dan keadaan pipa tersebut. Maka dalam merancang atau membangun sistem perpipaan yang baik seharusnya dilakukan analisa tegangan terlebih dahulu untuk mengantisipasi dan mengatasi jika terjadi tegangan yang berlebih. Saat ini terdapat beberapa perangkat lunak guna membantu melakukan analisis tegangan pipa. Perangkat lunak tersebut telah memenuhi kaidah persyaratan sebuah alat bantu analisis karena telah berdasarkan pada kode dan standar yang baku untuk perpipaan. Pada penulisan ini dilakukan studi kasus dengan bantuan perangkat lunak Caesar II versi 7.00 dimana pada hasil akhirnya didapatkan besarnya gaya-gaya dan momen yang bekerja pada pipa, dan tegangan yang bekerja pada pipa. Sistem perpipaan harus mempunyai fleksibilitas yang cukup, agar pada saat pengoperasiannya, tidak terjadi kegagalan sistem perpipaan akibat tegangan yang berlebihan (overstress) pada pipa. Dalam skripsi ini membahas mengenai sistem perpipaan pada perpipaan Lube dan Seal Oil. Dimana fungsi dari perpipaan Lube dan Seal Oil ini adalah untuk mengalirkan oli dari Lube dan Seal Oil 103 J.L.O.C ke kompressor 2A – J.L.P. Dari hasil simulasi dapat diketahui tegangan batas ijin dari material pipa carbon steel tipe A312 TP 304 dari Lube dan Seal Oil 103 J L.O. ke Kompressor 2A-103 J.L.C yang digunakan pada sistem perpipaan terhadap tegangan yang timbul pada sistem perpipaan, yaitu sebesar : 137895.1 kPa.

Kata Kunci : Tegangan Statik, Sistem Perpipaan, Lube dan Seal Oil, Tegangan Ijin

SUMMARY

ANALYSIS OF STRESS, STRAIN AND DISPLACEMENT IN PIPELINE CONSTRUCTION SYSTEM USING CAESAR II PROGRAM VERSION 7.00

Scientific papers in the form of a scription, March 2017

Muhammad Hamidi; Guided by Ir. H. Zainal Abidin, M.T.

xii + 56 pages, 48 pictures, 3 tables, 41 attachments

In an industry we need a media to drain fluid from one or several points to one or some other point. In this case the medium used is the pipe. Combined pipes that have a total length which is relatively short and is used to drain fluid from one equipmet to the other equipment operating at a plant is called the piping system. In the piping system can be found a components that complement those systems, such as valves, branching, elbows, flanges, nozzles, reducers, joint, insulation, etc .. piping systems are divided into two categories: piping and pipeline. Difference between the two can be seen from the function, the location of use and the total length contained in the piping system. Piping is used to drain the fluid between equipment of an operating plant. While the pipeline is functioning for transmission and distribution needs of the fluid from one region to another. Then to connect pipes to each other pipelines, which we call the spool, usually using welding. Pipeline is a piping system which is often used as a means of distribution of oil and gas in large quantity. In operation the pipeline going through the diverse distance and terrain, both by land (above ground or below ground level), the river, under the sea, or in the offshore area. The piping system must be able to withstand all of the work load, the load amount of static over time (static load) and load change according to the function of time (dynamic loads). Pipe is also used as a means for delivering fluid in the form of gas, oil, water and other fluids from one place to the other. As for fluid jetting system was conducted by gravity or by pressure. Generally piping has a standard in using and operating, so it takes the coding form in a piping system that is used, the coding was done in accordance with the shape of the state of the piping system is designed in a system. The ability of piping systems to withstand the work load so as not to cause the failure of the piping system known as flexibility. Failure in piping systems can interfere with the piping system. Analysis needs to be done to ensure that the piping system in a safe condition when operated. Then failure in piping systems are the result of stress overload on the pipe that caused the maximum load and concentrated unregulated joint system , stress overload is the result from the load that occurs continuously and may change given to the piping system , so as to change the nature and circumstances of the pipe. So in designing or building a good system piping stress analysis should be done in advance to anticipate and address in case of excess stress. Currently there are some software to help perform pipe stress analysis. The software has meet the requirements of an analysis tool because it has been based on standardized codes and standards for piping. At this writing the case studies with the help of Caesar II software version of 7:00 in which the end result is obtained magnitude of the forces and moments

acting on the pipe, and the stress acting on the pipe. Piping system should provide sufficient flexibility so that at the time of operation, no piping system failure done due to excessive stress (overstress) on the pipe. In this paper discusses the piping in piping systems of Lube and Seal Oil. Where the function of piping Lube and Seal Oil is to drain the oil from the Lube and Seal Oil 103 J.L.O.C to the compressor 2A - J.L.P. From the simulation results can be seen from the stress limit of carbon steel pipe material TP 304 A312 types of Lube and Seal Oil 103 J L.O. 2A-103 compressor to J.L.C used in piping systems to the stress arising in piping systems, amounting to: 137895.1 kPa.

Keywords: *Static Stress, Piping Systems, Lube and Seal Oil, Allowable Stress*

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Hamidi

NIM : 03121005053

Judul : Analisis Tegangan, Regangan dan Perpindahan pada Konstruksi Sistem Pipa dengan Menggunakan Program Caesar II versi 7.00.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi 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, April 2017



Muhammad Hamidi
NIM. 03121005053

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN PADA KONSTRUKSI SISTEM PIPA DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II VERSI 7.00

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

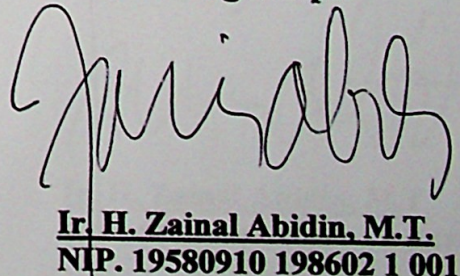
MUHAMMAD HAMIDI
03121005053

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya, Maret 2017
Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi



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

HALAMAN PERSETUJUAN

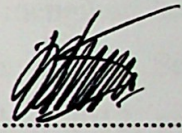
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Tegangan, Regangan dan Perpindahan pada Konstruksi Sistem Pipa dengan Menggunakan Program Caesar II Versi 7.00” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Maret 2017.

Indralaya, Maret 2017

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

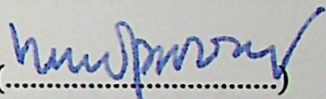
Ketua :

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

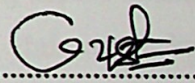
()

Anggota :

1. Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 19600528 198903 1 002

()

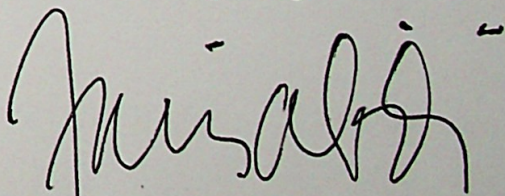
2. Gustini, S.T, M.T.
NIP. 19780824 200212 2 001

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi


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

RIWAYAT PENULIS

Penulis yang bernama lengkap Muhammad Hamidi, dilahirkan di Palembang pada tanggal 13 Februari 1994. Anak ke empat dari pasangan Bapak Djakfarussodiq dan Ibu Nurbaiti ini memulai pendidikan di TK Harapan Bangsa tahun 1999, melanjutkan pendidikan di SD Negeri 117 Palembang tahun 2000 selama enam tahun. Kemudian pada tahun 2006 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 14 Palembang.

Setelah menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 14 Palembang pada tahun 2009, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 14 Palembang dan memilih jurusan IPA selama tiga tahun. Semasa SMA penulis mengikuti kegiatan ekstrakurikuler Sepak bola dan memiliki hobi bermain futsal. Setelah menyelesaikan pendidikan di sekolah menengah atas pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikannya di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Angkatan 2012 melalui jalur ujian tertulis SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Orang tua dan keluarga penulis sangat berperan penting dalam kehidupan penulis yang telah banyak memberikan do'a, nasihat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan studinya hingga saat ini, terkhusus Ayahanda dan Ibunda tersayang penulis sehingga bisa seperti saat ini. penulis sangat bersyukur kepada Allah SWT karena telah memberikan orang tua terbaik bagi penulis dan penulis akan selalu berusaha melakukan yang terbaik untuk berupaya membahagiakan orang tua tersayang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis persembahkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul **“Analisis Tegangan, Regangan dan Perindahan Pada Konstruksi Sistem Pipa Dengan Menggunakan Program Caesar II Versi 7.00”**, disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T. selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak M. Yanis, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik selama kuliah di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. H. Zainal Abidin, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu peulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Zaki Abdullah, selaku Pembimbing lapangan dalam pegumpulan data dan penyelesaian skripsi di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
6. Semua karyawan PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, khususnya di Depertemen Mekanikal dan Inspeksi Teknik yang telah turut membantu dalam pegumpulan data dan informasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Kedua Orang tua Bapak Djakfarussodiq dan Ibu Nurbaiti, beserta keluarga besar yang selalu mendukung dan mendo'akan selama proses penyelesaian skripsi ini.
8. Teman perjuangan dari awal kuliah hingga akhir kuliah Dwiki, Bimo, Acong, Pai, Erol, Fikri serta rekan-rekan PBSN.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Maret 2017

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Hamidi

NIM : 03121005037

Judul : Analisis Tegangan, Regangan dan Perpindahan Pada Konstruksi Sistem Pipa Dengan Menggunakan Program Caesar II Versi 7.00.

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, April 2017

Penulis,

Muhammad Hamidi

NIM. 03121005053

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- Tepat waktu dalam segala hal.
- Habiskan semua kegagalanmu semasa muda.
- Berusaha, berdoa dan bertawakal.

Karya tulis ini ku persembahkan untuk :

- Atas rasa syukurku kepada ALLAH SWT
- Bapak Djakfarussodiq dan Ibu Nurbaiti
[Kedua orangtua yang selalu mendo'akanku]
- Teman-teman Konstruksi Mesin 2012
- Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2012
- Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN AGENDA	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
RIWAYAT PENULIS	x
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	xii
HALAMAN PERSEMBAHAN	xiii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR SIMBOL	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	3
 BAB 2 TEORI DASAR	
2.1. Pengenalan pipa	4
2.2. <i>Code</i> dan <i>standard</i> Sistem Pemipaan	4

2.3. Jenis-jenis beban pada Sistem Perpipaan	5
2.3.1. Beban sustain (<i>Sustain loads</i>)	6
2.3.2. Beban Ekspansi Termal (<i>Ekspansion load</i>)	6
2.3.3 Operasi (<i>Operating load</i>)	7
2.3.4 Beban occasional (<i>Occasional load</i>)	7
2.4. Tegangan pada Sistem Pemipaan	8
2.4.1 Tegangan Longitudinal	9
2.4.1.1 Tegangan Aksial	9
2.4.1.2 Tegangan Longitudinal	10
2.4.1.3 Tegangan Lentur	10
2.4.2 Tegangan Geser	11
2.4.2.1 Gaya Geser	11
2.4.2.1 Tegangan Geser Akibat ekspansi termal	12
2.5.1 Tegangan Radial	12
2.5.2 Tegangan Sirkumferensial	13
2.5.3 Regangan	13
2.6 Kode Standard untuk Sistem Perpipaan	14
2.6.1 Ketebalan Pipa (<i>Wall Thickness</i>)	15
2.7 Analisa Tegangan Pipa dengan Program Komputer	15
2.7.1 <i>Anchor</i>	16
2.7.2 <i>Restrain</i>	16
2.7.2.1 <i>Axial Restrain</i>	16
2.7.2.2 <i>Rod Hanger</i>	17
2.7.2.3 <i>Sgway strut</i>	17
2.7.2.4 <i>Structural steel restrain</i>	18
2.7.2.5 Penetrasi dinding atau lantai	18
2.7.2.6 <i>Slide Support</i>	18
2.7.3 <i>Variabel Spring Hanger Support</i>	19
2.7.4 <i>Constant Spring Hanger</i>	19
2.7.5 <i>Snubber</i>	20
2.7.6 <i>Sway brace</i>	20

2.8 Pegenalan Metode Elemen Hingga	21
2.8.1 Prinsip Dasar Metode Elemen Hingga	21
2.9 Matriks Kekakuan Akibat Pembebanan Lentur	22

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pendahuluan	27
3.2. Studi Kasus	27
3.2.1 Spesifikasi Pipa	27
3.2.2 Spesifikasi Fluida	27
3.2.3 Alat Bantu Analisa Konstruksi	28
3.3. Diagram Alir	29
3.4. Urutan Proses Analisa	29
3.4.1 Pembuatan Data Awal	30
3.4.2 Studi Literatur	30
3.4.3 Metode Pengerjaan	30
3.4.3.1 Pemodelan Sistem Perpipaan	30
3.4.3.2 Mengecek Error Pemodelan	31
3.4.4 Penggunaan Caesar II dan Prosedur Simulasi	31
3.4.4.1 Memasukkan Data Input Pipa	33
3.4.4.2 Memeriksa Pemodelan	34
3.4.4.3 Analisa Statik	35

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemodelan Sistem Perpipaan Caesar II	37
4.1.1 Letak Tegangan Bending Maksimum	47
4.1.1 Perhitungan ketebalan pipa	48
4.2 Case W+T1+H (SUS) <i>Sustain</i>	48
4.2.1 Perpindahan Maksimum Sumbu DX	49
4.2.2 Perpindahan Maksimum Sumbu DY	50
4.2.3 Perpindahan Maksimum Sumbu DZ	50
4.3 Gaya dan Momen Maksimum Sistem Perpipaan	54

4.3 Diagram tegangan bending hasil simulasi	55
---	----

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.Kesimpulan	56
5.2.Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sebuah Pipa dan Elemen tiga dimensinya	8
Gambar 2.2. Tegangan Aksial	9
Gambar 2.3. Tegangan akibat gaya geser	11
Gambar 2.4. Tegangan akibat momen puntir	12
Gambar 2.5. Tegangan Radial	13
Gambar 2.6. Tegangan Sirkumferensial	13
Gambar 2.7. <i>Restrain Type Shoe</i>	16
Gambar 2.8. <i>Rod Hanger</i>	17
Gambar 2.9. <i>Sgway strut</i>	17
Gambar 2.10. <i>Structural steel restrain</i>	18
Gambar 2.11. Penetrasi dinding/lantai	18
Gambar 2.12. <i>Slide Support</i>	18
Gambar 2.13. <i>Variabel Spring Hanger Support</i>	19
Gambar 2.14. <i>Constant Spring Hanger</i>	19
Gambar 2.15. <i>Snubber</i>	20
Gambar 2.16. <i>Sway brace</i>	20
Gambar 2.17. Sebuah Elemen Batang	23
Gambar 2.18. Segmen Elemen Batang	24
Gambar 3.1. Isometrik Pipa Dengan AutoCad 2011	28
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.3. Tampilan Awal Caesar II	32
Gambar 3.4. Piping Input Pada Caesar II	33
Gambar 3.5. Data Satuan yang Digunakan Dalam Pemodelan	32
Gambar 3.6. Input Panjang Awal Potongan	34
Gambar 3.7. Error dan Warning Pada Pengecekan	35
Gambar 3.8. Error dan Warning Bila Tidak Terjadi Kesalahan	35
Gambar 3.9. Pemilihan Jenis Beban Pada Pemodelan	36
Gambar 4.1. Kotak Penulisan Nama Kalkulasi	39

Gambar 4.2 Kotak Standar Satuan yang digunakan di CAESAR II	39
Gambar 4.3 Kotak Penulisan Node Pertama	40
Gambar 4.4 Kotak Penulisan Data Pipa, Temperatur dan Tekanan	40
Gambar 4.5 Pemodelan Pipa Lurus	41
Gambar 4.6 Kotak Penulisan Data Code yang digunakan	41
Gambar 4.7 Pemodelan <i>Anchor</i>	42
Gambar 4.8 Pemodelan <i>flange</i>	42
Gambar 4.9 Pemodelan <i>Gate Valve</i>	42
Gambar 4.10 Pemodelan <i>Hangers</i>	43
Gambar 4.11 Pemodelan <i>Elbow 90°</i>	43
Gambar 4.12 Pembuatan <i>Support +Y</i> sumbu DX	43
Gambar 4.13 Pemodelan hasil Input Program Caesar II	44
Gambar 4.14 Pemilihan Analisa Untuk Beban Sustain	45
Gambar 4.15 Letak Tegangan Bending Maksimum	47
Gambar 4.16 Perpindahan Maksimum Sumbu DX	50
Gambar 4.17 Perpindahan Maksimum sumbu DY	50
Gambar 4.18 Perpindahan Maksimum Sumbu DZ	51
Gambar 4.19 Gaya Maksimum FY pada node 10	54
Gambar 4.20 Momen Maksimum MZ	54
Gambar 4.21 Grafik Hasil Simulasi Program Caesar II Versi 7.00	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tabel Tegangan Bending dan Tegangan Torsi	44
Tabel 4.2 Tabel Displacement	49
Tabel 4.3 Gaya dan Momen masing-masing Node	51

DAFTAR SIMBOL

A_i	: Luas penampang dalam pipa (m^2)
A_m	: Luas penampang material pipa (m^2)
S_p	: Tegangan akibat tekanan dalam pipa (Pa)
D_m	: Diameter rata-rata pipa (m)
D_o	: Diameter luar pipa (m)
D_i	: Diameter dalam pipa (m)
F_{ax}	: Gaya normal (N)
τ_{max}	: Tegangan geser maksimum (Pa)
P	: Tekanan dalam pipa (Pa)
V	: Gaya geser (N)
M_b	: Momen lentur (N-m)
C	: Jarak sumbu netral ke titik yang diperhatikan (m)
I	: Momen inersia (m^4)
S_R	: Tegangan Radial (Pa)
R	: Jarak radius ke titik yang diperhatikan (m)
R_i	: Jari-jari dalam pipa (m)
R_o	: Jari-jari luar pipa (m)
S_H	: Tegangan sirkumferensial (Pa)
W	: Gaya berat (N)
K	: Kekakuan benda (N/m)
M	: Momen (N/m)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di dalam sebuah industri diperlukan suatu media untuk mengalirkan fluida dari satu atau beberapa titik ke satu atau beberapa titik lainnya. Dalam hal ini media yang digunakan adalah pipa. Gabungan pipa-pipa yang memiliki panjang total relatif pendek dan digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu peralatan ke peralatan lainnya yang beroperasi pada suatu *plant* disebut sistem perpipaan. Pada sistem perpipaan dapat dijumpai komponen-komponen yang melengkapi sistem tersebut, seperti katup, percabangan, *elbow*, *flange*, *nozzle*, *reducer*, tumpuan, isolasi, dan lain-lain.

Sistem perpipaan terbagi menjadi dua kategori yaitu *piping* dan *pipeline*. Perbedaan keduanya dapat dilihat dari fungsi, lokasi penggunaan serta panjang totalnya yang terdapat pada sistem perpipaan. *Piping* digunakan untuk mengalirkan fluida antara peralatan-peralatan yang beroperasi pada suatu *plant*. Sedangkan *pipeline* lebih berfungsi untuk kebutuhan transmisi dan distribusi fluida dari suatu daerah ke daerah lainnya. Kemudian untuk menghubungkan pipa satu dengan pipa lainnya, yang kita sebut dengan *spool*, biasanya menggunakan pengelasan. *Pipeline* merupakan suatu sistem pemipaan yang sering digunakan sebagai alat pendistribusian minyak dan gas bumi dalam jumlah besar. Pada pengoperasiannya *pipeline* akan melalui jarak dan medan yang sangat beragam, baik jalur darat (diatas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah), sungai, bawah laut, atau di daerah lepas pantai.

Di dalam merencanakan suatu sistem perpipaan perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain:

1. Mampu menahan tekanan akibat fluida di dalamnya.
2. Mampu mengatasi gaya gesek akibat aliran fluida.

3. Mampu mengatasi momen akibat gaya berat pipa (beban statik), fluida di dalamnya (beban dinamik) serta akibat gaya-gaya luar.
4. Mampu mengatasi beban *fatigue*.
5. Mampu mengatasi beban termal.
6. Mampu mengatasi sifat korosif fluida.

Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut pada suatu perencanaan sistem perpipaan dapat memberikan data sebagai acuan untuk perencanaan sistem perpipaan. Dari beberapa kesulitan tersebut maka penulis memutuskan untuk membuat penelitian yang berjudul **"Analisis tegangan, regangan dan pergeseran pada konstruksi sistem pipa dengan menggunakan program Caesar II versi 7.00 "**

1.2. Perumusan Masalah

Sistem perpipaan mempunyai peranan penting dalam suatu industri, diantaranya industri kimia, perminyakan, dan pembangkit listrik. Sistem perpipaan yang digunakan pada industri-industri tersebut pada umumnya adalah sistem perpipaan dengan tekanan tinggi. Karenanya kegagalan pada sistem perpipaan tersebut dapat menyebabkan suatu kerusakan yang cukup besar baik bagi keselamatan manusia maupun kerusakan peralatan lain yang berada di sekitarnya.

Melihat pentingnya suatu sistem perpipaan dalam suatu proses industri maka dalam proses perancangan sistem perpipaan banyak hal-hal yang perlu ditinjau dengan berbagai pertimbangan yang mengacu pada peraturan yang telah dibuat seperti pemilihan diameter dan ketebalan pipa sehingga kegagalan yang dapat menyebabkan kerusakan baik bagi manusia maupun peralatan lainnya dapat dihindari.

1. Bagaimana cara menganalisa tegangan yang terjadi pada jalur pemipaan *Lube dan Seal Oil* 103 J L.O.C ke kompressor 2A-103 J.L.P sepanjang 31 meter.

2. Validasi perhitungan dalam analisa matematis dan membandingkannya dengan analisa software Caesar II versi 7.00 diharapkan mampu memprediksi besarnya tegangan dan mengetahui daerah kritis yang terdapat pada sistem perpipaan tersebut.

1.3. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembuatan penelitian ini maka penulis membatasi masalah antara lain:

1. Analisis tegangan mengacu pada kode B31.3 untuk sistem perpipaan minyak dan gas.
2. Analisis dilakukan dengan perangkat lunak Caesar II versi 7.0.
3. Analisis dilakukan hanya sebatas analisa statik sistem perpipaan.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis letak tegangan bending yang terjadi di sepanjang pipa pada sistem perpipaan *Lube* dan *Seal Oil* 103 J L.O.C ke kompressor 2A-103 J.L.P dengan menggunakan software Caesar II versi 7.00.
2. Untuk menganalisis batas aman dari material pipa yang digunakan pada sistem perpipaan *Lube* dan *Seal Oil* 103 J L.O.C ke kompressor 2A-103 J.L.P terhadap tegangan yang timbul pada sistem perpipaan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat di jadikan acuan bagi penelitian yang relevan.
2. Sebagai bekal ilmu bagi mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- ASME B31.3., 2002. *Process Piping*. American National Standard, New York.
- Anugrah, Parada dan Budi Kurniawan. 2014. "Analisa Rancangan *Pipe Support* pada Sistem Perpipaan *High Pressure Vent* Berdasarkan *Stress Analysis* dengan Pendekatan Caesar II ". Surabaya : Jurnal Teknik Pomits. Volume 3, No 2. ISSN : 2337-3539.
- Akbar, Hendra dan Imam Rohmani . 2014. "Analisa *Pipe Support* terhadap *flexibility* dan tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan PT. PERTAMINA (Persero) Residu Catalyst Cracking Offgas to Propylene Project (ROPP) 030 ". Surabaya : Jurnal Teknik Pomits. Volume 4, No 3. ISSN : 2447-3540.
- David R. Sherwood and Dennis J. Whistance., 2009. *The Piping Guide Design and Drafting*. Syntek Books Company Inc, San Fransisco.
- Grinnell., 1981. *Piping Design and Engineering*. Second Edition, Grinnell Company Inc.
- Logan, Daryl., 2007. *A first Course in the Finite Elemen Method*. 4th Ed. Boston, Canada.
- Manurung, Pater., 2013. Analisa Tegangan Pipa Pada Sistem Perpipaan *Heavy Fuel Oil* Dari *Daily Tank* Unit 1 DAN Unit 2 Menuju *Heat Exchanger* Di PLT Belawan. Jurnal e-Dinamis. Volume 5, No 1, jurnal.usu.ac.id, 7 Oktober 2016.
- Liang-Chuan, dan Tsen Long Peng., 2009. *Pipe Stress Engineering*. USA, ASME Press.
- Smith, P., 2005. *Piping Material Selection And Aplications*. United States of America.
- Sam Kannappan, P.E., 1985. *Introduction To Pipe Stress Analysis*. John Wiley and Son, Inc.
- Raswari., 1986. Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan. UI Press, Jakarta.
- Tijara Pratama Bekerja Sama Dengan IOCS ASIA PTE.LTD (Singapore) Dan Coade INC, USA., 2004. Pelatihan Dasar Analisa Tegangan Pipa. Hotel ISIS Slipi, Jakarta.