

**ANALISA TEGANGAN KONSTRUKSI MAIN STEAM PIPE DI  
PLTGU PURA DAYA PRIMA MUSI II DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK COSMOSWORK  
DAN CAESAR II V4.2.**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh**

**HALDI BINA SEPPUTERA**  
**03043150051**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
2009**

5  
621.867 207  
Sep  
a  
c-09/1700  
2009

**ANALISA TEGANGAN KONSTRUKSI MAIN STEAM PIPE DI  
PLTGU PURA DAYA PRIMA MUSI II DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK COSMOSWORK  
DAN CAESAR II V4.2.**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menempuh Gelar Sarjana Teknik  
di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**HALDI BINA SEPPUTERA**  
**03043150051**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
2009**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

SKRIPSI

ANALISA TEGANGAN KONSTRUKSI MAIN STEAM PIPE  
DI PLTGU PURA DAYA PRIMA MUSI II DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK COSMOSWORK  
DAN CAESAR II V4.2.



Oleh:

HALDI BINA SEPPUTERA

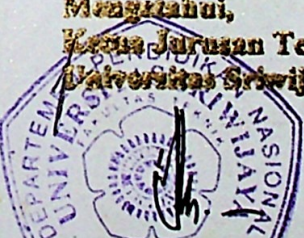
03043150051

Inderalaya, November 2009

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing Skripsi:

Ir. Zainal Abidin, MT  
NIP. 19580910 198602 1 001

Mengetahui,  
Kepala Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Sriwijaya:



Ir. Helmy Alisan, MT  
NIP. 19591015 198703 1 006

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda

Diterima Tanggal:

Paraf

: 1867/TA/DA/2009  
: 20-11-2009  
:

## SKRIPSI

Nama : HALDI BINA SEPPUTERA  
NIM : 03043150051  
Mata Kuliah : METODE ELEMEN HINGGA  
Judul : ANALISA TEGANGAN KONSTRUKSI MAIN STEAM  
PIPE DI PLTGU PURA DAYA PRIMA MUSI II  
DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK  
COSMOSWORK DAN CAESAR II V4.2.

Diberikan : 3 Agustus 2009  
Selesai : November 2009

Diketahui oleh  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 19591015 198703 1 006

Inderalaya, November 2009  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Dosen Pembimbing,

Ir. Zainal Abidin, MT  
NIP. 19580910 198602 1 001

*Motto :*

*"Kita tak akan pernah tau cara berdiri jika kita tak pernah jatuh"*

*(Originally by me)*

KUPERSEMBAHKAN UNTUK

*Hanya kupersembahkan untuk*

*Keluargaku tercinta mamak, bapak,*

*mbak Venny, mbak Ekok, mas Adi dan*

*mas Eko.*

## ABSTRAK

Sistem perpipaan sebagai salah satu alat transportasi yang selalu terlibat dalam industri pembangkit listrik. Karena sistem pipa tersebut berada dalam kondisi tekanan dan temperatur yang tinggi maka perancangan konstruksi sistem pipa tersebut harus memenuhi kriteria – kriteria yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

*Main Steam Pipe* atau sistem pipa uap utama merupakan salah satu bagian utama dari unit sistem perpipaan di PLTGU Pura Daya Prima Musi II yang berfungsi untuk mengalirkan uap atau *steam* dari boiler ke turbin uap. Sistem pipa tersebut bekerja pada keadaan temperatur  $450^{\circ}\text{C}$  dan mempunyai tekanan yang berbeda yaitu sebesar 3,83 MPa untuk pipa diameter 108 mm dan sebesar 3,43 MPa untuk diameter 159 mm, sehingga pipa tersebut tergolong konstruksi pipa panas yang memerlukan ketahanan lebih terhadap deformasi dan ekspansi termal. Analisa tegangan pada sistem pipa ini menggunakan perangkat lunak yang menggunakan prinsip metode elemen hingga yaitu *CosmosWork* dan *Caesar II V4.2*.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Tritunggal atas segala rahmat dan berkat-Nya dalam kehidupan dan aktivitas yang dapat dijalani hingga sampai saat ini dan juga atas penyertaan-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Analisa Tegangan Konstruksi Main Steam Pipe di PLTGU Pura Daya Prima Musi II dengan Menggunakan Perangkat Lunak CosmosWork dan Caesar II V4.2.”** ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu sebagaimana yang diharapkan.

Skripsi ini merupakan persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang meluangkan waktu, menyumbangkan tenaga, pikiran, pendapat, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak Bapak Ir. Zainal Abidin, MT, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikirannya kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini .
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Qomarul, MT, selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Jimmy D Nasution,ST,MT, selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf tata usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak dan Ibu ku yang selalu memberikan segalanya baik moril maupun materiil.

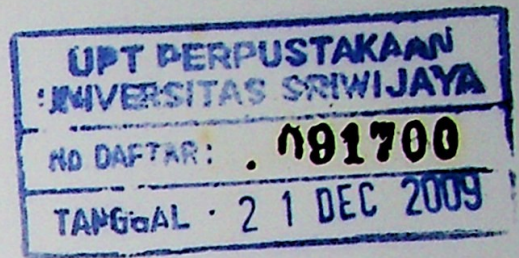
7. Ayuk-ayuk dan kakak – kakakku yang selalu memberikan dorongan semangat dan perhatian.
8. Teman - temanku Ikhsan, mang Roy, Dudul, Hadi, Budi, Jono, Aang, Andi, Festian, Saibi, Dadang, Angga, Idrus, Fepy dan Jikin terimakasih atas bantuan, dorongan, doa, perhatian, dan motivasi yang selalu kalian berikan yang sangat berarti bagi penulis.
9. Semua rekan Teknik Mesin Angkatan 2004 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat sederhana dan banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, November 2009

Haldi Bina Sepputera





## DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL .....	
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
I.1. Latar Belakang .....	I-1
I.2. Tujuan Penulisan.....	I-2
I.3. Permasalahan .....	I-3
I.4. Pembatasan Masalah.....	I-4
I.5. Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1. Pengenalan Pipa.....	II-1
II.2. Teori Dasar Tegangan Pipa .....	II-2
II.3. Tegangan – Tegangan Utama Pada Pipa .....	II-3
II.4. Tegangan Ekspansi .....	II-9
II.5. Kode Standar Untuk Sistem Perpipaan .....	II-10
II.6. Analisa Tegangan Pipa Dengan Program Komputer.....	II-11

	HALAMAN
<b>BAB III. PENGENALAN PROGRAM</b> .....	III-1
III.1. Pengenalan Program <i>SolidWorks</i> dan <i>CosmosWork</i> .....	III-1
III.2. Analisis Menggunakan <i>CosmosWork 2007</i> .....	III-8
III.3. Pengenalan Program Caesar II V4.2 .....	III-14
 <b>BAB IV. PEMBAHASAN</b> .....	 IV-1
IV.1. Analisa Menggunakan <i>CosmosWork</i> .....	IV-2
IV.2. Analisa Struktur Pada Pipa .....	IV-3
IV.3. Analisa Dengan Caesar II V4.2.....	IV-7
IV.4. Case 3, W+T1+P1 (OPE) atau OPERATING .....	IV-9
IV.5. Case 4, W+P1 (SUS) atau SUSTAINED LOAD.....	IV20
 <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
V.1. Kesimpulan.....	V-1
V.2. Saran.....	V-3

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

### HALAMAN

Gambar II.1. Tegangan-tegangan yang Terjadi pada Pipa.....	II-2
Gambar II.2. Tegangan Longitudinal.....	II-4
Gambar II.3. Tegangan Akibat Tekanan dalam Pipa.....	II-5
Gambar II.4. Tegangan Akibat Gaya Geser.....	II-8
Gambar II.5. Tegangan Akibat Momen Puntir.....	II-8
Gambar III.1. Bidang gambar.....	III-2
Gambar III.2. <i>Features</i> .....	III-3
Gambar III.3. Proses <i>Extrude Boss</i> .....	III-4
Gambar III.4. Proses <i>Extrude Cut</i> .....	III-4
Gambar III.5. Proses <i>Revolve Boss</i> .....	III-5
Gambar III.6. Proses <i>Sweep Boss</i> .....	III-6
Gambar III.7. Proses <i>Loft Boss</i> .....	III-6
Gambar III.8. Proses <i>Fillet</i> .....	III-7
Gambar III.9. Proses <i>Chamfer</i> .....	III-7
Gambar III.10. Pipa.....	III-8
Gambar III.11. <i>Study dialog box</i> .....	III-14
Gambar III.12. Menentukan <i>Restraint</i> pada pipa.....	III-10
Gambar III.13. Menentukan <i>Load</i> pada pipa.....	III-11
Gambar III.14. Proses <i>Meshing</i> pada pipa.....	III-11
Gambar III.15. Indikator proses <i>Running Analisis</i> .....	III-12
Gambar III.16. Hasil analisis <i>CosmosWork</i> .....	III-13
Gambar III.17. Diagram Alir Caesar.....	III-15
Gambar III.18. <i>New Job Name Specification</i> .....	III-17
Gambar III.19. <i>Piping Input</i> atau <i>Input Spreadsheet</i> .....	III-17

Gambar III.20. Pipa dalam 3 Dimensi.....	III-18
Gambar III.21. <i>Piping Error Checker</i> .....	III-19
Gambar III.22. Tampilan untuk Running <i>Static Analysis</i> .....	III-19
Gambar III.23. Output <i>Static Analysis</i> .....	III-20
Gambar III.24. Contoh Penomoran.....	III-21
Gambar III.25. Penomoran pada <i>Bend</i> .....	III-22
Gambar IV.1 Konstruksi Pipa Dalam 2 Dimensi.....	IV-1
Gambar IV.2 Diagram alir pemodelan struktur pipa.....	IV-2
Gambar IV.3 Kontur <i>Mesh</i> pipa.....	IV-3
Gambar IV.4 Distribusi tegangan.....	IV-4
Gambar IV.5 <i>Displacement</i> .....	IV-5
Gambar IV.6 Distribusi regangan pada pipa.....	IV-6
Gambar IV.7 Pipa dalam 3 dimensi.....	IV-8

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel II.1. Faktor reduksi material.....	II-9
Tabel III.1. Cara-cara Pengisian Input Spreadsheet.....	III-21
Tabel IV.1. Jumlah elemen dan nodal.....	IV-3
Tabel IV.2. Hasil Analisa Tegangan.....	IV-4
Tabel IV.3. Hasil Analisa Displacement.....	IV-5
Tabel IV.4. Hasil Analisa Regangan.....	IV-6
Tabel IV.5. Translasi dan Rotasi Pada Masing – masing Node.....	IV-9
Tabel IV.6. Gaya dan Momen pada Masing-masing Nodal.....	IV-12
Tabel IV.7. Tegangan yang Terjadi pada Masing-masing Nodal.....	IV-16
Tabel IV.8. Tegangan Yang Terjadi Pada Saat Beban Terpasang dengan Data Berat Dan Tekanan Pada Masing – masing Node.....	IV-16
Tabel V.1. Perbandingan Hasil Kedua Program.....	V-2

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Gambar dan material Main Steam Pipe

Lampiran 2 Report CosmosWork

Lampiran 3 Gambar out put Caesar



---

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

**I.1. Latar Belakang**

Dalam sektor industri pembangkit listrik, sistem perpipaan memegang peranan penting dalam penyaluran fluida yang akan diproses. Sistem perpipaan pada pembangkit listrik banyak menggunakan pipa yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi.

Sistem perpipaan merupakan sarana yang paling penting dan sangat sering dipergunakan dalam setiap kasus pemindahan fluida, jika terjadi kesalahan dalam rancangan sistem perpipaan dan tidak sesuai dengan Kode Standar yang ditetapkan, dapat membahayakan jiwa manusia. Kenyataannya banyak kecelakaan fatal sering terjadi, baik itu ledakan., kebakaran, dan lebih jauh dari itu, dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan yang disebabkan instalasi perpipaan tersebut.

Berdasarkan hal-hal di atas, penulis tertarik untuk memilih Tugas Akhir di bidang perpipaan dengan judul **Analisa Tegangan Konstruksi Main Steam Pipe di PLTGU Pura Daya Prima Musi II dengan Menggunakan Perangkat Lunak CosmosWork dan Caesar II V4.2.**



---

## I.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat menyelesaikan studi di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Sedangkan tujuan penulisan tentang analisa tegangan pipa adalah sebagai berikut :

1. Menghitung tegangan yang terjadi pada pipa, agar tetap masuk dalam harga tegangan yang diizinkan berdasarkan kode standar desain pipa yang dipakai.
2. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada sistem perpipaan agar tetap berada dalam batas beban yang diinginkan.
3. Menghitung perpindahan pipa terbesar untuk mengantisipasi kemungkinan intervensi antar pipa atau pipa dengan struktur.
4. Mengetahui komponen-komponen pendukung dalam suatu sistem perpipaan.

## I.3. Permasalahan

Peranan transportasi fluida untuk kelangsungan berbagai jenis industri mutlak dilakukan. Sistem perpipaan sebagai salah satu alat transportasi fluida selalu terlibat di berbagai proses industri, seperti industri perminyakan, industri pupuk, industri pembangkit tenaga listrik, sistem pengairan, sistem pendingin, dan lain-lain.

Kesalahan dalam perancangan sistem perpipaan dan yang tidak sesuai dengan kode standar yang telah ditetapkan dapat membahayakan jiwa manusia dan kerugian bagi perusahaan atas investasi perpipaan tersebut.





---

Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam perancangan sistem perpipaan antara lain :

1. Kondisi lapangan yang diperlukan untuk perencanaan konstruksi.
2. Jenis fluida yang akan dialirkan.
3. Temperatur operasi.
4. Tekanan operasi.
5. Spesifikasi dan analisa kekuatan material yang digunakan.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dapat dianalisa keamanan konstruksi sistem pipa tersebut. Dari hasil perhitungan tegangan ekspansi termal, momen, dan gaya-gaya yang terjadi pada suatu konstruksi sistem pipa, dibandingkan dengan standarisasi yang berlaku seperti ASME, ASTM, ANSI dan lain-lain, maka suatu konstruksi sistem pipa dapat dikatakan aman apabila tegangan ekspansi aktualnya lebih kecil daripada tegangan ekspansi izin material.

#### **I.4. Pembatasan Masalah**

Seperti telah dijelaskan pada latar belakang ternyata pokok permasalahan materi masih cukup luas, untuk itu diperlukan suatu batasan masalah agar skripsi ini menjadi terarah dan jelas permasalahannya. Pada perhitungan analisa tegangan ini dibatasi hanya pada analisa tegangan yang terjadi akibat perilaku statik pada sistem perpipaan seperti : translasi, rotasi, gaya-gaya, momen, dan tegangan yang



---

diakibatkan oleh pengaruh berat, tekanan, dan temperatur. Analisa ini berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *CosmosWork* dan *Caesar II V4.2*.

### I.5. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan, maka perlu dibuat sistematika penulisan. Sistematika ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam penulisan dan untuk mempersingkat waktu pembacaan, karena berisi penjelasan dari tiap bab secara garis besarnya.

#### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, permasalahan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II**

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas teori dasar yang berhubungan dengan tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan secara umum.

#### **BAB III**

#### **ANALISA PERHITUNGAN KONSTRUKSI**

Bab ini berisi tentang perhitungan konstruksi mengenai tegangan yang terjadi pada konstruksi sistem pipa uap (*main steam pipe*) di PLTGU Pura Daya Prima Musi II dengan



menggunakan perangkat lunak *CosmosWork* dan *CaesarII V4.2*.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang pembahasan perhitungan tegangan dengan bantuan perangkat lunak yaitu *CosmosWork* dan *CaesarII V4.2*.

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan dan saran-saran mengenai penyelesaian permasalahan yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Phillip Ellenberger, P.E. (1976), "Piping System & Pipeline", McGraw Hill.
2. Peter Smith, (2005), "Piping Materials Guide" Elsevier Inc, United States of America.
3. Victor Helguero, (1986), "Piping Stress Handbook" Second Edition. Gulf Publishing Company Book Division, Houston, Texas.
4. ...., (1985), "Pipe Stress Analysis Seminar Notes".Coade, Inc.Houston, Texas.
5. ...., (2006), "SolidWorks Student Workbook", SolidWorks Corporation, Concord, Massachusetts.
6. Ed Howard, (2007), "FEA Tutorial with CosmosWork 2007"
7. D.N, Jimmy, (2004) "Desain Mekanik Dengan SolidWorks", Buku Ajar Jurusan Teknik Mesin UNSRI, Indralaya.