

SKRIPSI

**ANALISIS DISTRIBUSI TEGANGAN REGANGAN DAN
PERPINDAHAN PADA SISTEM PERPIPAAN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**DARWIN NEHEMIA
03051281722041**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

**ANALISIS DISTRIBUSI TEGANGAN REGANGAN DAN
PERPINDAHAN PADA SISTEM PERPIPAAN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:
DARWIN NEHEMIA
03051281722041**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DISTRIBUSI TEGANGAN REGANGAN DAN PERPINDAHAN PADA SISTEM PERPIPAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DARWIN NEHEMIA


03051281722041

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanti, S.T., M. Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Indralaya, 24 Desember 2021
Pembimbing Skripsi



Ir. H. Zainal Abidin. M.T
NIP.195809101986021001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**Nama : DARWIN NEHEMIA
NIM : 03051281722041
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : ANALISIS DISTRIBUSI TEGANGAN REGANGAN
DAN PERPINDAHAN PADA SISTEM PERPIPAAN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP
Dibuat tanggal : 23 MARET 2021
Selesai Tanggal : 25 NOVEMBER 2021**

Mengetahui,

Irsyadi Yant
Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Irsyadi Yant, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001**

Indralaya, 24 Desember 2021

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi

Zainabti
**Ir. H. Zainal Abidin, M.T
NIP. 195809101986021001**

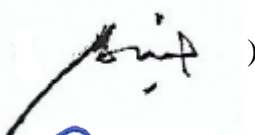
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Distribusi Tegangan Regangan dan Perpindahan pada Sistem Perpipaan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 November 2021.

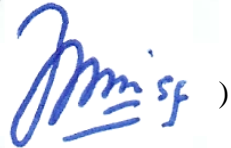
Palembang, 24 Desember 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi


Ketua:

1. (Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, PhD.) ()
NIP. 196409111999031002

Sekretaris:

2. (Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T.) ()
NIP. 197002281994121001

Anggota:


3. (Amir Arifin, S.T, M, Eng, PhD.) ()
NIP. 197909272003121004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi Yani S.T., M.Eng., PhD
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,


Ir. Zainal Abidin. M.T.
NIP. 195809101986021001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisis Distribusi Tegangan, Regangan, dan Perpindahan pada Sistem Perpipaian Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karunia-NYA yang selalu menjaga dan memberkati.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. H. Zainal Abidin, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
5. Ibu Astuti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, mendidik, serta memotivasi penulis selama perkuliahan.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Kedua Orang Tua serta kakak dan adik yang selalu mendoakan dan mendukung penulis baik moral dan materi dalam penulisan Tugas Akhir ini.
8. Wina Saragih yang selalu membantu, menyemangati, mengingatkan, dan mendoakan penulis selama pengerjaan skripsi dari awal hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman seperjuangan batak mesin 17 Alfian, Polado, Felix, Ricthi yang telah memberi dukungan dan semangat serta berjuang bersama selama perkuliahan.

10. Teman dan keluarga Boentoe'17 yang telah berbagi suka dan duka, tawa dan lelah selama berkuliah di Indralaya.

Penulis sangat 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, November 2021

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Darwin Nehemia

NIM : 03051281722041

Judul : Analisis Distribusi Tegangan Regangan dan Perpindahan Pada Sistem Perpipaan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap

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, 23 Desember 2021



Darwin Nehemia
03051281722041

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Darwin Nehemia

NIM : 03051281722041

Judul : Analisis Distribusi Tegangan Regangan dan Perpindahan Pada Sistem Perpipaan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim 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, 23 Desember 2021



Darwin Nehemia

NIM. 03051281722041

RINGKASAN

ANALISIS DISTRIBUSI TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN
PADA SISTEM PERPIPAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN
UAP

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 22 November 2021

Darwin Nehemia; Dibimbing oleh Ir. H. Zainal Abidin, M.T

*Distribution Analysis of Stress, Strain and Displacement in Gas and Steam Power
Plant Piping Systems*

XXIX + 60 Halaman, 3 tabel, 49 gambar, 11 lampiran

RINGKASAN

Sistem perpipaan ialah Suatu sistem pada instalasi atau konstruksi pipa pada suatu pabrik, kapal atau kilang, dimana pipa digunakan sebagai alat transportasi dari aliran, baik dalam bentuk gas maupun cairan. Pipa merupakan komponen atau alat yang berguna untuk mendistribusikan fluida baik itu cairan maupun gas dari tempat satu ke tempat yang lain. Di dalam pengoperasian industri pembangkit listrik terdapat pipa yang bernama pipa *high pressure primary superheater*, yang berguna untuk mengaliri fluida air bertemperatur tinggi. Di dunia perindustrian, suatu sistem perpipaan haruslah mempunyai kemampuan dalam menerima beban kerja yang diberikan tanpa mengakibatkan suatu kegagalan, agar tidak menimbulkan suatu kerusakan yang bisa berakibat fatal terhadap kerusakan peralatan yang ada serta keselamatan manusia yang ada di sekitarnya. Salah satu kegagalan yang bisa terjadi ialah pada saat pipa tidak mampu lagi menerima temperatur yang cukup tinggi dan beban tekanan yang besar, maka bisa berakibat terjadinya kebocoran pada pipa, khususnya pada sambungan pipa yang dikarenakan telah terjadi tegangan yang

melebihi izin material pipa tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengecekan pada desain pipa *high pressure primary superheater* agar memastikan bahwa pipa tersebut beserta komponen-komponen yang ada sudah berada pada posisi yang benar dan siap agar tidak terjadi tegangan yang melebihi batas tegangan izin materialnya. Oleh sebab itu dilakukan analisis terhadap desain pipa *high pressure primary superheater* ini tentunya dengan standar tegangan pipa yang digunakan. Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini ialah untuk menganalisis serta untuk mengetahui tegangan, regangan, serta perpindahan yang terjadi terhadap pipa tersebut dengan menggunakan bantuan aplikasi Caesar ii agar lebih tetap dan efisien. Proses analisis diawali dengan pemodelan pipa *high pressure primary superheater* dengan menggunakan *Caesar ii*. Pemodelan dilakukan dengan memasukkan setiap data spesifikasi pipa yang didapat, diantaranya yaitu ukuran pipa, diameter, material pipa, schedule pipa serta temperatur dan tekanan yang dihasilkan. Setelah semua data diinput maka dilakukan pemeriksaan apakah pemodelan terdapat kesalahan atau tidak, jika tidak ada maka dilanjutkan dengan proses analisis. Dan setelah proses analisis selesai dilakukan maka didapatlah hasil tegangan, regangan dan perpindahannya. Hasil tegangan akibat beban operasi yaitu sebesar 36.205,2 KPa pada node 40, tegangan akibat beban sustain sebesar 25.394,8 KPa pada node 229 dengan tegangan izin sebesar 97.224,5 KPa yang masih terbilang aman, kemudian tegangan akibat beban ekspansi sebesar 14.876,3 KPa pada node 40 dengan besar tegangan izin sebesar 248.098,1 KPa yang tergolong aman untuk digunakan. Untuk regangan yang terjadi cukup besar terhadap sumbu y, tapi terbilang aman karena resultan gaya yang diberikan sama besarnya dengan regangan yang terjadi. Hasil analisis perpindahan akibat beban operasi sebesar 54,701 mm pada node 179, hasil perpindahan akibat beban sustain sebesar 7,059 mm pada node 260, dan hasil perpindahan akibat beban ekspansi sebesar 52,37 mm pada node 179. Dan dari hasil analisis tidak terdapat daerah-daerah kritis yang mengalami tegangan maksimum berlebih pada pipa. Dengan berdasarkan hasil analisis yang didapat maka disimpulkan bahwa pipa dalam kondisi aman untuk digunakan.

Kata Kunci: Tegangan, *High Pressure Primary Superheater*, Perpindahan, Perpipaan, Sustain, Ekspansi, Fluida, *Caesar ii*

SUMMARY

DISTRIBUTION ANALYSIS OF STRESS, STRAIN AND DISPLACEMENT IN GAS AND STEAM POWER PLANT PIPING SYSTEMS

Writings in the form of a thesis, November 22, 2021

Darwin Nehemia; Supervised by Ir. H. Zainal Abidin, M.T

Analisis Distribusi Tegangan, Regangan dan Perpindahan pada Sistem Perpipaan
Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap

XXIX + 60 Pages, 3 tables, 49 images, 11 appendices

SUMMARY

Piping system is a system in the installation or construction of pipes in a factory, ship or refinery, where pipes are used as alat transportation from the flow, both in the form of gases and liquids. Pipes are components or tools that are useful for distributing fluids both liquids and gases from one place to another. In the operation of the power plant industry there is a pipe called high pressure primary superheater pipe, which is useful for flowing high-temperature water fluid. In the industrial world, a piping system must have the ability to accept the workload provided without causing a failure, so as not to cause a damage that can be fatal to damage to existing equipment and the safety of human in the vicinity. One of the failures that can occur is when the pipe is no longer able to receive a high enough temperature and a large pressure load, it can result in leakage in the pipe, especially in the pipe connection because there has been a stress that exceeds the pipe material permit. Therefore, it is necessary to check the design of the high pressure primary superheater pipe to ensure that the pipe and existing components are in the correct position and ready so that there is no stress that exceeds the material clearance stress limit. So, an analysis of the design of this high pressure primary superheater pipe is certainly with the standard pipe stress used. The purpose of this research is to analyze and to find out the voltage, strain, and displacement that occurs against the pipe by using the help of caesar ii application to be more fixed and efficient. The analysis process begins with the modeling of high pressure primary superheater pipes using Caesar ii. Modeling is done by entering every pipe specification data

obtained, including the size of the pipe, diameter, pipe material, pipe schedule and the temperature and pressure produced. After all the data is inputted then an examination is carried out whether the modeling is there is an error or not, if there is none then continued with the analysis process. And after the analysis process is completed, the results of stress, strain and displacement are obtained. The result of voltage due to operating load is 36,205.2 KPa at node 40, voltage due to sustain load of 25,394.8 KPa at node 229 with a permit stress of 97,224.5 KPa which is still fairly safe, then the stress due to expansion load of 14,876.3 KPa on node 40 with a large permit stress of 248,098.1 KPa which is classified as safe to use. For the strain that occurs is quite large against the y axis, but fairly safe because the resultant force given is as large as the strain that occurs. The result of the displacement analysis due to operating load of 54,701 mm at node 179, the result of displacement due to the sustain load of 7,059 mm on node 260, and the displacement result due to expansion load of 52.37 mm on node 179. And from the results of the analysis there are no critical areas that experience maximum excess stress in the pipe. Based on the results of the analysis obtained, it was concluded that the pipe is in a safe condition to use.

Keywords: *Voltage, High Pressure Primary Superheater, Displacement, Piping, Sustain, Expansion, Fluid, Caesar ii*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Perpipaan	5
2.2 Pengertian Pipa.....	6
2.3 Komponen Perpipaan	7
2.3.1 <i>Valve</i> (Katup).....	7
2.3.2 <i>Fitting</i> (Sambungan)	8
2.3.1 <i>Nozzle</i>	9
2.3.2 <i>Support</i>	10
2.3.3 <i>Flange</i>	10
2.4 Kode dan Standar Perpipaan	11
2.5 Teori Tegangan-Regangan pada Pipa	13
2.5.1 Tegangan-Tegangan pada Pipa.....	15
2.5.2 Kombinasi Tegangan Pada Dinding Pipa.....	22
2.5.3 Persamaan Tegangan Allowable	22
2.6 Persamaan Tegangan berdasarkan standar ASME/ ANSI B31.1	23
2.6.1 Persamaan Tegangan Akibat Pembebanan Sustain	23
2.6.2 Persamaan Tegangan Akibat Pembebanan Ekspansi.....	24

2.6.3	Persamaan Tegangan Akibat Pembebanan Okasional	25
2.7	Tebal Minimum dan Standar Dinding Pipa	25
2.8	Metode Elemen Hingga	26
2.8.1	Elemen Dua Dimensi	27
2.8.2	Metode Kekakuan Langsung	30
2.9	Program Caesar II	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Diagram Alir Penelitian	33
3.2	Tahapan Proses Analisis	34
3.2.1	Pengambilan Data Awal	34
3.2.2	Studi Literatur	34
3.2.3	Metode Analisis	34
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Konstruksi Perpipaan	37
4.2	Spesifikasi Data Pipa	37
4.3	Proses Pemodelan Kontruksi Pipa <i>HP Primary Superheater</i>	38
4.3.1	Penginputan Data ke Dalam Caesar II	38
4.4	Analisis Tegangan Konstruksi Pipa	43
4.4.1	Hasil Analisis Tegangan Akibat Beban Operasi	45
4.4.2	Hasil Analisis Tegangan Akibat Beban Sustain	46
4.4.3	Hasil Analisis Tegangan Akibat Beban Ekspansi	48
4.5	Analisis Regangan Pada Kontruksi Pipa	49
4.5.1	Hasil Analisis Regangan Akibat Beban Operasi	49
4.5.2	Hasil Analisis Regangan Akibat Beban Sustain	50
4.5.3	Hasil Analisis Regangan Akibat Beban Ekspansi	51
4.6	Analisis Perpindahan Pada Kontruksi Pipa	52
4.6.1	Hasil Analisis Perpindahan Akibat Beban Operasi	52
4.6.2	Hasil Analisis Perpindahan Akibat Beban Sustain	53
4.6.3	Hasil Analisis Perpindahan Akibat Beban Ekspansi	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		57

5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR RUJUKAN	i
LAMPIRAN.....	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perpipaan PLTGU Keramasan	5
Gambar 2. 2 <i>Seamless Steel Pipe</i>	6
Gambar 2. 3 <i>Welded Steel Pipe</i>	7
Gambar 2. 4 <i>Globe Valve</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Gate Valve</i>	8
Gambar 2. 6 <i>Fitting straight tee dan reducing tee</i>	8
Gambar 2. 7 Fitting elbow 45°, 90° dan 180°	9
Gambar 2. 8 <i>Fitting concentric reducer dan eccentric reducer</i>	9
Gambar 2. 9 Nozzle.....	10
Gambar 2. 10 <i>Flange</i>	11
Gambar 2. 11 Arah tegangan pada pipa	13
Gambar 2. 12 Diagram kurva Tegangan-Regangan.....	15
Gambar 2. 13 Tegangan Longitudinal Akibat Gaya Aksial Pipa.....	16
Gambar 2. 14 Tegangan Longitudinal Akibat Tekanan Internal Pipa r	17
Gambar 2. 15 Tegangan Longitudinal Akibat Momen Lengkung	18
Gambar 2. 16 Keseluruhan Tegangan Longitudinal Pada Pipa	19
Gambar 2. 17 Hoop Stress Pada Bagian Dalam Potongan Pipa	20
Gambar 2. 18 Bidang Tidak Beraturan Menjadi Bidang-Bidang segitiga Beratur.....	27
Gambar 2. 19 Bidang Tidak Beraturan menjadi Bidang-Bidang segiempat beraturan.....	28
Gambar 2.20 Elemen segitiga dengan node.....	28
Gambar 2. 21 koordinat triangular dan quadrilateral.....	28
Gambar 2. 22 Koordinat elemen segitiga	30
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	33

Gambar 4. 1 Pengaturan satuan data Caesar II	38
Gambar 4. 2 Penginputan data.....	39
Gambar 4. 3 Pembuatan Node.....	39
Gambar 4. 4 ukuran panjang	40
Gambar 4. 5 Diameter dan Wall Thickness	40
Gambar 4. 6 penginputan data-data tambahan	41
Gambar 4. 7 pembuatan elbow	42
Gambar 4. 8 Pembuatan support	42
Gambar 4. 9 pembuatan flange	43
Gambar 4. 10 pemodelan kontruksi pipa	43
Gambar 4. 11 Hasil Error Checking	44
Gambar 4. 12 Tingkatan Warna Tegangan Akibat Beban Operasi	45
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Tegangan Akibat Beban Operasi	46
Gambar 4. 14 Tingkatan Warna Hasil Tegangan Beban Sustain	47
Gambar 4. 15 Grafik Tegangan Akibat Beban Sustain.....	47
Gambar 4. 16 Tingkatan Warna Tegangan Akibat Beban Ekspansi	48
Gambar 4. 16 Grafik Hasil Tegangan Akibat Beban Ekspansi	49
Gambar 4. 17 Grafik Hasil Regangan Akibat Beban Operasi	50
Gambar 4. 18 Grafik Regangan Akibat Beban Sustain	51
Gambar 4. 20 Grafik Hasil Regangan Akibat Beban Ekspansi	52
Gambar 4. 19 Perpindahan Akibat Beban Operasi	53
Gambar 4. 20 Grafik Perpindahan Akibat Beban Operasi	53
Gambar 4. 21 Perpindahan Akibat Beban Sustain	54
Gambar 4. 22 Grafik Perpindahan Akibat Beban Sustain	54
Gambar 4. 25 Perpindahan Akibat Beban Ekspansi	55
Gambar 4. 23 Grafik Perpindahan Akibat Beban Ekspansi	55

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Hasil Regangan Akibat Beban Operasi	49
Tabel 4.2 Hasil Regangan Akibat Beban Sustain	50
Tabel 4.3 Hasil Regangan Akibat Beban Ekspansi.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Spesifikasi Material Pipa	i
Lampiran 1.2 Gambar struktur dan ukuran pipa	ii
Lampiran 2.1 Hasil Analisis Tegangan Akibat Beban Operasi.....	ii
Lampiran 2.2 Hasil Analisis Tegangan Akibat Beban Sustain.....	iii
Lampiran 2.3 Hasil Analisis Tegangan Akibat Beban Ekspansi.....	iii
Lampiran 3.1 Hasil Regangan Akibat Beban Operasi.....	iv
Lampiran 3.2 Hasil Regangan Akibat Beban Sustain.....	iv
Lampiran 3.3 Hasil Regangan Akibat Beban Ekspansi.....	v
Lampiran 4.1 Hasil Analisis Perpindahan Akibat Beban Operasi.....	v
Lampiran 4.2 Hasil Analisis Perpindahan Akibat Beban Sustain.....	vi
Lampiran 4.3 Hasil Analisis Perpindahan Akibat Beban Ekspansi.....	vii

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam dunia industri ada satu peralatan yang hampir tidak bisa lepas penggunaannya yaitu Pipa, baik itu di industri pabrik maupun industri pembangkit. Pipa ialah suatu peralatan yang digunakan untuk mengalirkan fluida bertekanan dari tempat yang satu ke tempat yang lain baik itu gas ataupun cairan. Adapun juga sistem perpipaan (*piping system*) yang merupakan gabungan dari beberapa pipa-pipa yang panjang totalnya relatif pendek yang digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu peralatan ke peralatan lainnya yang beroperasi pada suatu plant.

Di dalam sistem perpipaan selain pipa juga terdapat beberapa penghubungnya yaitu *valve*, *elbow*, *flange*, *tee*, dan sebagainya. Penghubung-penghubung tersebut berperan dalam kasus perpindahan fluida mulai dari memindahkan fluida, mengubah arah fluida, sampai membagi aliran fluida ke dua arah atau lebih (Tambe et al., 2014).

Ada beberapa istilah di dalam sistem perpipaan di dunia perindustrian yaitu jalur perpipaan (*pipeline*) dan perpipaan (*piping*). Ada perbedaan diantara istilah-istilah ini yaitu pada aspek fungsionalnya, letak dan panjang total pipa keseluruhan pada sistem perpipaan tersebut. Jika *piping* ialah suatu sistem perpipaan yang hanya ada pada satu pabrik saja dan hanya mengalirkan fluida dari titik yang satu ke titik yang lain, maka *pipeline* adalah sistem perpipaan yang dapat mengalirkan fluida dari pabrik satu ke pabrik yang lain dan mengalir melalui banyak wilayah. *Pipeline* melalui jarak dan medan yang sangat beraneka ragam, baik itu jalur darat maupun melalui jalur perairan pada saat pengoperasiannya (Erinofiardi et al., 2015)

Di dalam pengoperasian industri pembangkit listrik terdapat pipa yang bernama pipa *high pressure primary superheater*, yang berguna untuk mengaliri fluida air bertemperatur tinggi. Di dunia perindustrian, sistem perpipaan haruslah mempunyai kemampuan dalam menerima beban kerja yang diberikan tanpa

mengakibatkan suatu kegagalan yang dapat menyebabkan kerusakan baik itu keselamatan manusia maupun kerusakan peralatan yang ada di sekitarnya. Oleh sebab itu, diperlukan adanya suatu bentuk analisis yang bertujuan untuk menjamin keamanan sistem perpipaan *high pressure primary superheater* tersebut. Fleksibilitas yang dimiliki oleh sistem harus dinyatakan cukup baik, agar saat terjadi perubahan temperatur juga perpindahan akibat hasil persambungan tidak mengakibatkan kegagalan pada sistem perpipaan, seperti kebocoran pada sambungan, hingga terjadinya tegangan berlebih (Manurung & Syam, 2013).

Untuk itu dibutuhkan pengecekan desain pipa *high pressure primary superheater* untuk memastikan jika pipa, beban *nozzle*, *hanger*, dan *support* sudah berada pada posisi yang benar supaya tegangan yang terjadi pada pipa tidak melebihi batas tegangan yang diizinkan sesuai dengan kode standar (Sivanagraju, 2015). Untuk mempermudah proses analisis tegangan pada pipa, penulis menggunakan bantuan aplikasi *CAESAR II* yang dapat menganalisis distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan lebih tepat dan efisien. Kode standar internasional yang digunakan untuk menganalisis tegangan pipa ialah ASME B31.1 yang berkaitan dengan *power piping*.

Atas dasar latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Distribusi Tegangan, Regangan, dan Perpindahan Pada Sistem Perpipaan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, Penulis merumuskan beberapa masalah yaitu bagaimana pemodelan dari pipa *high pressure primary superheater* dengan menggunakan program *CAESAR II* dan bagaimana menganalisis distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan yang diakibatkan oleh pembebanan statik, pembebanan ekspansi dan pembebanan saat sistem beroperasi yang dialami oleh sistem perpipaan dengan menggunakan software *CAESAR II*.

1.3 Batasan Masalah

Ada beberapa batasan masalah dalam penelitian ini diantara lain:

1. Pipa yang dianalisis ialah pipa *high pressure primary superheater*
2. Kondisi pipa dalam keadaan statik.
3. Tidak memperhitungkan masalah penurunan tekanan.
4. Perangkat lunak yang digunakan adalah *CAESAR II 2018*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan pada pipa melalui pemodelan dengan menggunakan program *CAESAR II* serta ingin menganalisis daerah-daerah kritis yang mengalami tegangan maksimum pada pipa.

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menambah pengetahuan tentang perangkat lunak ini kepada mahasiswa teknik mesin yang ingin mendalami dan mempelajari software *CAESAR II* ini.
2. Menjadi bahan acuan bagi perusahaan dalam mengontrol area utama sistem perpipaan dan membantu operator dalam proses pemeliharaan di lapangan.
3. Dapat digunakan sebagai referensi karya tulis ilmiah dan penelitian lain yang relevan.

DAFTAR RUJUKAN

- Ardhika, M., & Abidin, Z. (2020). Analisis Distribusi Tegangan dan Perpindahan Elemen Pipa Pada Sistem Perpipaan Dengan Menggunakan Program *CAESAR II* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Armansyah, R., Satrijo, D., & Prahasto, T. (2016). Desain Dan Analisis Tegangan Sistem Perpipaan Main Steam (Low Pressure) Pada Combined Cycle Power Plant. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 187-196.
- Bisht, S., & Jahan, F. (2014). An overview on pipe design using Caesar II. *International Journal on Emerging Technologies*, 5 (2), 114.
- Ellenberger, P. (2005). *Piping Systems & Pipeline*. McGraw Hill Professional.
- Erinofiardi, E., Fauzan Suryono, A., & Abdillah, A. Desain Tegangan Pada Jalur Pemipaan Gas Dengan Pendekatan Perangkat Lunak. *Teknosia*, 1(4), 1-7.
- Grinnell. 1981. *Piping Design and Engineering*, Sixth Edition. U.S.A: Grinnell Industrial Piping, Inc.
- Hidayatullah, A., & Abidin, Z. (2018). Analisis Tegangan Dan Perpindahan Konstruksi Pipa LV-201 Menggunakan Perangkat Lunak *CAESAR II* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Husen, A., Cholis, N., & Setiadi, A. N. (2018). Analisis Tegangan Pipa Pada Sistem Instalasi Perpipaan Geothermal di Proyek X. *Bina Teknika*, 14(1), 63-77.
- Kusuma, G. E., & Mahardhika, P. (2020). Analisa Tegangan Dua Jalur Pipa dari Boiler menuju High Pressure Steam Header (HPSH) berdasarkan ASME B31. 1 Menggunakan Software Pipe Stress Analysis. In *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application* (Vol. 5, No. 1, pp. 2-7).

- Manurung, P. dan Syam. 2013. “Analisa Tegangan Pipa pada Sistem Perpipaan *Heavy Fuel Oil* dari Tank Unit 1 dan Unit 2 Menuju *Heat Exchanger* di PLTU Belawan”. Medan: Jurnal e-Dinamis, Vol.5, No.1: hal 37-46
- Nayyar, M. L. (2000). *Piping handbook*. McGraw-Hill Education.
- Parisher, R. A. (2001). *Pipe drafting and design*. Elsevier.
- Rani, M. J., & Ramanathan, K. (2016). Design and analysis of piping system with supports using Caesar-II. *International Journal of Computer and Systems Engineering*, 10 (5), 980-984.
- Raswari, T. (1987). Perencanaan Sistem Perpipaan. *Jakarta: UIP*.
- Rousseau, P. G., & Gwebu, E. Z. (2019). Modelling of a superheater heat exchanger with complex flow arrangement including flow and temperature maldistribution. *Heat Transfer Engineering*, 40(11), 862-878.
- Tambe, P. N., & Dhande, K. K. (2014). Prof..NI Jawadar “Flexibility and Stress Analysis of Piping System using CAESAR II-Case Study”. *International Journal of Engineering Reseacrch & Technology*, 3, 370-374.