

**PERANCANGAN *EXPANSION LOOP***  
**pada PIPA *STEAM* 22 barg**

**SKRIPSI**

Disusun oleh:

Nama : Mochamad Rizal Sufyan

NPM : 133030157



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PASUNDAN**  
**BANDUNG**  
**2019**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERANCANGAN *EXPANSION LOOP* pada PIPA *STEAM* 22 barg

---



Nama : Mochamad Rizal Sufyan

NPM : 133030157

Pembimbing I

(Ir. Gatot Santoso. MT)

Pembimbing II

(Ir. Agus Sentana. MT)

## ABSTRAK

Suatu sistem perpipaan di PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Geotermal) mengalami kerusakan yang disebabkan oleh pergerakan tanah (longsor) yang menghantam pipa dan sehingga terjadi ledakan. Pipa tersebut berfungsi untuk menyalurkan steam dari sumur ke turbin, steam beroperasi pada tekanan 22 bar dan temperatur 225°C. Spesifikasi pipa termasuk ke dalam material standar A106 Gr.B dengan diameter 36 inci dan tebalnya adalah 9,53 mm. Dari insiden longsor tersebut tidak menyebabkan korban jiwa, melainkan hanya menyebabkan total blackout pada sistem perpipaan PLTG. Sehingga perusahaan mengalami kerugian yang relatif sangat besar.

Dari hasil pemodelan, bahwa pada jalur pipa baru tanpa dipasangkan loops tegangan maksimum yang terjadi di pipa nodal A/B/C 25 yaitu sebesar 2746.4 MPa dan di pipa nodal A/B/C 40 yaitu sebesar 473.0 MPa, akibat beban termal yang bekerja. Nilai rasio maksimum yang di dapatkan yaitu di pipa nodal A/B/C 25 dan pipa nodal A/B/C 40, dengan nilai rasio yang terjadi masing-masing sebesar 10.87 dan 1.82. Dikarenakan beban yang terjadi melebihi tegangan izin material pipa tersebut, maka dalam hal ini Penulis menyatakan pipa tersebut Gagal dalam menerima beban termal yang terjadi. Untuk mengatasi overstress tersebut, maka Penulis mencoba melakukan suatu perancangan Expansion Loop.

Berdasarkan hasil analisis desain alternatif yang pertama hanya dapat mengurangi besarnya tegangan kerja (ekspansi) di pipa nodal A/B/C 40 yaitu dari 473 MPa ke 44.9 Mpa. Besar tegangan kerja dan displacement di pipa nodal A/B/C 25 tetap sama. Sedangkan berdasarkan hasil analisis desain alternatif yang ke dua yaitu bahwa beban maksimum yang terjadi disebabkan oleh beban gempa dengan besar 133.2 Mpa dengan nilai rasio 0.94, pada pipa nodal A/B/C 25 sekitar anchor, beban kerja yang terjadi masih dibawah nilai batas kekuatan material (141.5 MPa) pipa steam tersebut, maka desain dapat diterima.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Suatu *piping system* di PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) mengalami kerusakan yang disebabkan oleh pergerakan tanah (longsor) yang menghantam pipa, sehingga terjadi ledakan.



Gambar 1.1 Foto Area Longsoran

Insiden tersebut tidak menyebabkan korban jiwa, melainkan menyebabkan *blackout* pada PLTP dan sehingga perusahaan mengalami kerugian yang sangat besar.

Akibat kejadian tersebut maka dilakukan tindakan yang serius, yaitu memperbaiki jalur perpipaan supaya PLTP dapat kembali beroperasi, disini penulis mencoba mendesain jalur perpipaan tersebut dengan desain yang baru.

Dengan desain baru yaitu pemasangan *expansion loops*, diharapkan sistem perpipaan tersebut dapat beroperasi lebih aman lagi. Pada desain sebelumnya, di titik tersebut sering mengalami pergeseran yang relatif sangat besar akibat perilaku fluida yang bekerja pada pipa. Hal ini diperkuat dengan pernyataan seorang

operator “Bahwa pipa di area tersebut saat musim penghujan sering mengalami pergeseran yang relatif lebih besar, peristiwa tersebut diiringi dengan suara berdenting”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Sesuai latar belakang yang sudah dijelaskan, didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu:

- 1) Bagaimana cara melakukan pemodelan dan perhitungan sistem perpipaan tersebut untuk mencari besarnya tegangan dan displacement yang terjadi.
- 2) Jika dibutuhkan expansion loop bagaimana cara menentukan posisinya.
- 3) Bagaimana caranya menentukan ukuran expansion loop.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian diharapkan dapat :

- 1) Pemodelan dengan menggunakan *software* AutoPIPE.
- 2) Mencari besarnya tegangan maksimum yang terjadi.
- 3) Mencari besarnya pergeseran (*displacement*) yang terjadi pada jalur pipa.
- 4) Mendesain *expansion loop*.

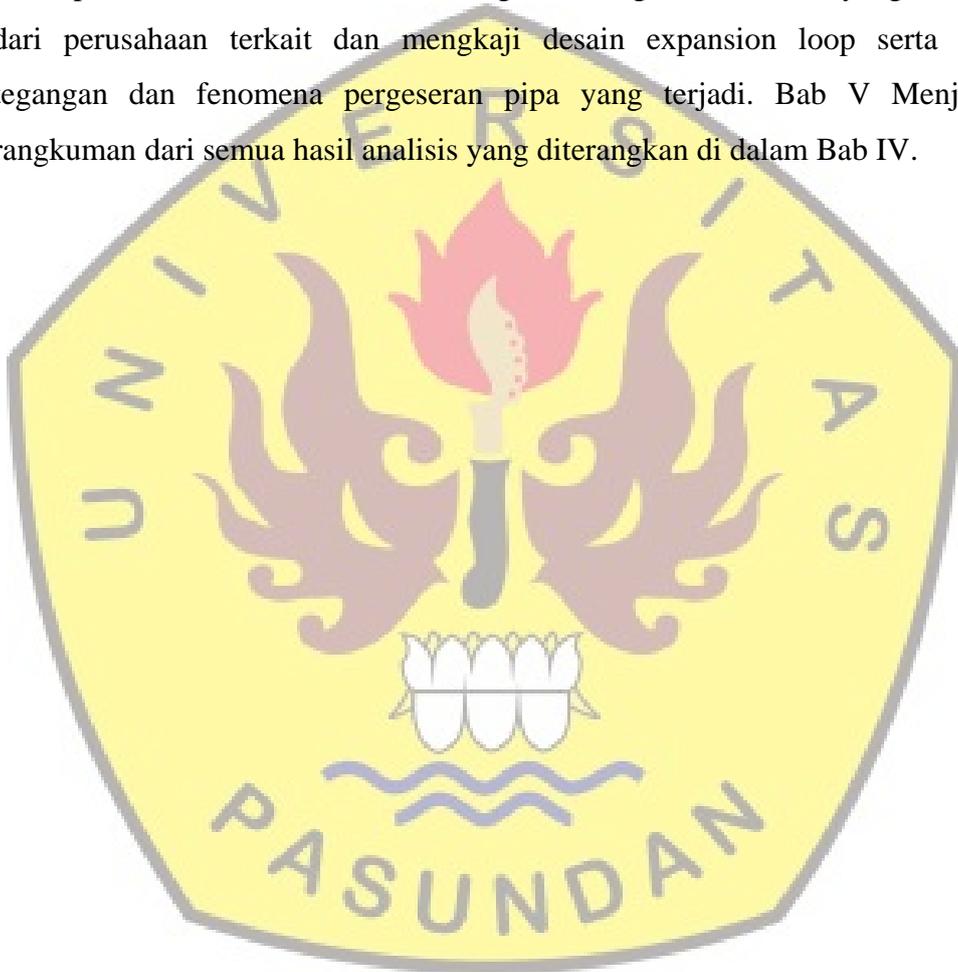
## 1.4. Batasan Masalah

Berikut ini adalah batasan masalah yang diterapkan dalam menyelesaikan skripsi penulis :

- 1) Model dibuat berdasarkan standard pipa dan tiap komponen pipa yang digunakan.
- 2) Perhitungan tegangan dan *displacement* sesuai dengan kode ASME B31.1.
- 3) Mendesain *expansion loop* berdasarkan metode M. W. Kellogg
- 4) Fluida kerja pada pipa adalah *steam* bertekanan 22 bar dan bertemperatur 225°C.
- 5) *Pipe stress analysis* ( *Static Load* ).
- 6) *Pipe stress analysis* bermetode elemen hingga yang dibantu oleh software AutoPIPE.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Berikut ini adalah sistematika penulisan laporan skripsi yaitu Bab I Tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab II Memaparkan teori-teori yang berhubungan dalam menyelesaikan studi kasus penulis. Bab III Menjelaskan langkah-langkah untuk menyelesaikan studi kasus penulis. Bab IV Membahas mengenai mengolah data-data yang didapatkan dari perusahaan terkait dan mengkaji desain expansion loop serta analisis tegangan dan fenomena pergeseran pipa yang terjadi. Bab V Menjelaskan rangkuman dari semua hasil analisis yang diterangkan di dalam Bab IV.



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	4
STUDI LITERATUR.....	4
2.1 Pengetahuan Dasar Sistem Perpipaan.....	4
2.2 Klasifikasi Beban Pada Sistem Perpipaan.....	5
2.3 Tegangan Pipa .....	6
2.4 <i>Code Stresses</i> .....	14
2.5 Efek Termal ( <i>Thermal Effects</i> ).....	17
2.6 Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> ).....	38
BAB III .....	40
METODOLOGI PENELITIAN.....	40
3.1 Metodologi Penelitian.....	40
BAB IV .....	42
PENGOLAHAN DATA & ANALISIS.....	42
4.1. Pengumpulan Data.....	42

4.1.1. Lokasi .....	42
4.1.2. Data Meteorologi.....	42
4.1.3. Data Produksi .....	43
4.2. Analisis <i>Displacement &amp; Stress</i> pada Jalur Pipa Tanpa Loop.....	44
4.3. Perancangan Expansion Loop Alternatif Ke- I.....	45
4.3.1. Analisis Tegangan .....	47
4.3.2. Analisis <i>Displacement</i> .....	49
4.4. Perancangan Expansion Loop Alternatif Ke- II .....	49
4.4.1. Analisis Tegangan .....	51
4.4.2. Analisis <i>Displacement</i> .....	54
BAB V.....	58
KESIMPULAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	60



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASME, B.31.3 (2004). Process Piping. New York, The American Society of Mechanical Engineers.
- [2] ASME, B.31.1 (2012). Power Piping. New York, The American Society of Mechanical Engineers.
- [3] Beer, Ferdinand P. E. and Russell Johnston., Jr (1985). Mechanics of Materials. Singapore, McGraw-Holl Book Co.
- [4] Khurni, R. S. and J. K. Gupta (2004). Textbook of Machine Design S.I Unit. New Delhi, Pubshing House (Pvt) Ltd.
- [5] Ludwig, E. E. (1999). Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants. Third Edition. United States of America, Gulf Publishing.
- [6] Peng, L. C. and Peng., T.L (2009). Pipe Stress Engineering. New York, American Society of Mechanical Engineers
- [7] Sam Kannappan , P. E. (1986). Introduction to Pipe Stress Analysis. New York, A WILLEY-INTERCIENCE
- [8] Turmuzi, I. (2011). "Expansion joint." Retrieved 19 Oktober 2018.

