

## Analisis Tegangan Sist Bypass Pada Line V-4886-LMP-C8JA0-8"

Amirul Fikri<sup>1\*</sup>, Adi Wirawan Husodo<sup>2</sup>, Ni'matut Tamimah<sup>3</sup>

Program studi D4-Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*2\*3</sup>

Email: [amirulfikri@student.ppns.ac.id](mailto:amirulfikri@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [Adi\\_wirawan@ppns.ac.id](mailto:Adi_wirawan@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [nimatuttamimah@ppns.ac.id](mailto:nimatuttamimah@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>

**Abstract** - The V-4886-LMP-C8JA0-8 piping system with a temperature of 229 °C and a pressure of 2260 kPa is a boiler steam header piping system. This line temperature and pressure values and is included in the critical line, it is necessary to carry out stress analysis based on ASME B31.1. The calculated stress analysis are sustained load and thermal load stress. The calculation results of the allowable pipe span are 33,507 ft. Based on stress analysis software modeling, the largest sustained load value is 34295.1 kPa with a ratio of 29.1%. and the largest thermal load value is 9462.6 kPa with a ratio of 3.6%. it can be concluded that the stress value does not exceed the allowable stress limit based on ASME B31.1.

**Keyword:** Allowable Span, Sustained load, Thermal load.

### Nomenclature

NPS	Nominal pipe size
OD	Outside diameter (in)
ID	Inside diameter (in)
Sch	Schedule
$\rho$	Densitas pipa (lb/in <sup>3</sup> )
$t$	Wall thickness (in)
$E$	Modulus elasticity (lb/in <sup>2</sup> )
$I$	Momen inertia (in <sup>4</sup> )
$A$	Section of modulus (in <sup>3</sup> )
$Z$	Luas penampang (in <sup>3</sup> )

### 1. PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak dalam industri pertambangan memiliki *equipment* penggerak yaitu boiler. Boiler merupakan *equipment* yang memiliki fungsi utama sebagai penghasil *steam*. Boiler menghasilkan *steam* dari hasil memanaskan air umpan dari *feed water* yang kemudian dialirkan kedalam pipa-pipa yang dipanaskan dengan panas hasil pembakaran bahan bakar. Hasil dari pemanasan tersebut menghasilkan *steam* yang akan digunakan sebagai penggerak turbin.

*Steam header line* boiler ini memiliki sistem *bypass* dengan *pressure* 26.3 Bar dan *temperature* 229 °C diameter 8 inch. Pada ASME B31.1 *Power Piping*, pipa dengan *pressure* 1 Bar termasuk dalam boiler *external piping* [2]. Pipa 8 inch dengan *temperature* di atas 150 °C yang terhubung *equipment static* termasuk dalam *critical line* sehingga perlu dianalisa dengan *software* analisa tegangan [1]. Abalisis statik sistem perpipaan dipengaruhi oleh berat, *ekspansi thermal*, perpindahan *support*, tekanan *internal* dan tekanan *eksternal* [3]. Rachmanu melakukan analisis tegangan terhadap rancangan sistem perpipaan steam menggunakan *software stress analysis*, terutama akibat pengaruh adanya *sustained*, *thermal* dan *ocational load* [5]. Fikry

melakukan analisis tegangan terhadap rancangan sistem perpipaan steam menggunakan *software stress analysis*, terutama akibat pengaruh adanya *sustained* dan *load* [4]. Hasil Analisis yang didapatkan diharapkan dapat dijadikan pertimbangan perusahaan untuk pengembangan sistem boiler.

*Steam header line* boiler ini memiliki *pressure* 26.3 Bar dan *temperature* 229 °C diameter 8 inch. Pada ASME B31.1 *Power Piping*, pipa dengan *pressure* 1 Bar termasuk dalam boiler *external piping*. Menurut Chamsudi, (2005) pipa 8 inch dengan *temperature* di atas 150 °C yang terhubung *equipment static* termasuk dalam *critical line* sehingga perlu dianalisa dengan *software* analisa tegangan [1].

Pada penelitian ini dilakukan analisis tegangan akibat beban-beban statis yang bekerja pada sistem perpipaan. Tegangan statis yang dikaji adalah tegangan yang bekerja pada sistem perpipaan akibat *sustained* dan *thermal load*. Analisis ini mengacu dengan *standard* yang digunakan adalah (ASME B31.3, 2018)

### 2. METODOLOGI

Sistem perpipaan *steam header* boiler yang terhubung pada boiler termasuk dalam *critical line* yang harus dianalisa dengan komputer [1]. *Line* dimodelkan menggunakan *software stress analysis*. Pembebanan yang dilakukan pada penelitian ini adalah *sustain load*, dan *thermal load*. Dimana analisa tegangan akibat pembebanan pada setiap segmen dicari menggunakan *load case* sesuai dengan batasan yang diijinkan oleh ASME B31.1. Analisis tegangan akibat *sustained load* pada sistem perpipaan menggunakan *load case* sustain dari *software*. Kombinasi *load case sustain* terdiri dari berat total sistem perpipaan dan tekanan desain sistem perpipaan (W + P1). Analisis tegangan akibat *thermal load* pada sistem perpipaan

menggunakan *load case expansion* dari *software*. Kombinasi *load case expansion* terdiri dari pengurangan *load case operating* oleh *load case sustain* (L1 – L3).

Menurut ASME B31.1 (2018) bahwa tegangan akibat beban *sustain* merupakan penjumlahan dari semua tegangan longitudinal (SL – psi) yang disebabkan oleh tekanan, berat dan berat *sustain* lain. Persamaan (1) digunakan untuk menentukan besarnya tegangan akibat beban *sustain* (ASME B31.3, 2010).

$$S_L = \frac{PD_o}{(1000)4t_n} + \frac{0.75iM_A}{Z} \leq 1.0 S_h \quad (1)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Steam header line* boiler termasuk kriteria *critical line* kategori C yang harus dianalisis dengan bantuan *computer* yang mana pemodelan pipa pada *line* tersebut menggunakan *software stress analysis* menurut Chamsudi (2005). Pemodelan ini disesuaikan dengan penentuan *load case* yang dianalisis yaitu tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan akibat *sustained load* dan tegangan *thermal expansion load*. Nilai dari hasil analisis harus memenuhi batas ijin tegangan yang mengacu pada standar ASME B31.1. Spesifikasi teknis dari sistem perpipaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

#### 3.1 Sustained Load

Setelah melakukan pemodelan pada *bypass line* di *software*, maka dilakukan analisis tegangan akibat *sustained load* pada setiap segmen dengan *load case* (W + P1). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang terjadi apakah memenuhi batas ijin sesuai dengan ASME B31.1. Pada Tabel 2 merupakan detail hasil dari tegangan akibat *sustained load* pada keseluruhan pipa dengan insulasi *rock wool*. Nilai tegangan terbesar terdapat pada *node 59* dengan nilai 34295.1 KPa yang juga ditunjukkan pada Tabel 2 Nilai tegangan pada *sustained load* tergolong masih rendah karena gaya yang bekerja berasal dari berat pipa dan *fluida* serta *pressure* pada sistem.

Dari hasil analisa tegangan menggunakan *software stress analysis* akibat *sustained load* pada sistem *bypass line* menunjukkan bahwa sistem perpipaan tersebut masih dibawah batas izin tegangan yang ditentukan oleh *code* dan standard ASME B31.1. seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2. Lalu letak dari nilai *stress* terbesar yang berada pada *node 59* dan bernilai 34.295,1 Kpa.

#### 3.2 Thermal Load

Analisis tegangan akibat *thermal load* pada setiap segmen dengan *load case* (L1 – L3). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang terjadi apakah memenuhi batas ijin sesuai dengan ASME B31.1. Pada Tabel 3 merupakan

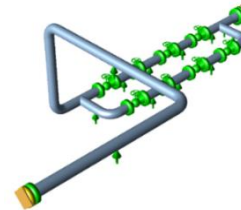
detail hasil dari tegangan akibat *thermal load* pada keseluruhan pipa dengan insulasi *rock wool*. Nilai tegangan terbesar terdapat pada *node 59* dengan nilai 9.462,6 Kpa.

Dari hasil analisa tegangan menggunakan *software stress analysis* akibat *thermal load* pada sistem perpipaan *bypass line* menunjukkan bahwa sistem perpipaan tersebut masih dibawah batas izin tegangan yang ditentukan oleh *code* dan standard ASME B31.1. seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3. Lalu letak dari nilai *stress* terbesar yang berada pada *node 59* dan bernilai 9.462,6 KPa.

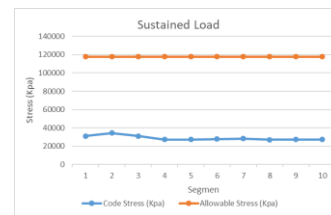
Tabel 1: Material Spesifikasi

Deskripsi	Nilai	Satuan
Material	A 106 Grade B	
NPS	8	in
SCH	20	-
Outside Diameter	219,08	mm
Inside Diameter	212,75	mm
Allowable Stress	117900	kPa
Modulus Elasticity	209	MPa
Thickness	6,35	mm
Konduktivitas Thermal	51	W/m-K
SMTS	35000	psi
SMYS	60000	psi
Corrosion Allowance	3	mm in

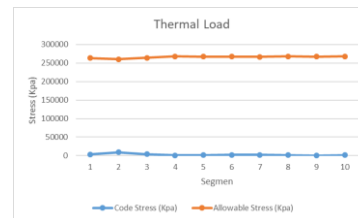
Sumber : Data Perusahaan



Gambar 3.1 Pemodelan Sistem Perpipaan



Gambar 3.2 Grafik Sustained Load



Gambar 3.3 Grafik Thermal Load

Tabel 2 Tegangan Sustained Load

Segmen	Node	Code Stress (Kpa)	Allowable Stress (Kpa)	Ratio Stress %	Acceptance
1	40-50	31126,3	117900,3	26,4	Accept
2	58-59	34295,1	117900,3	29,1	Accept
3	70-80	31109,7	117900,3	26,4	Accept
4	120-125	27177,2	117900,3	23,1	Accept
5	125-130	27239,2	117900,3	23,1	Accept
6	160-165	27703,4	117900,3	23,5	Accept
7	165-170	28325,6	117900,3	24,0	Accept
8	245-2450	27124,4	117900,3	23,0	Accept
9	290-300	27365,5	117900,3	23,2	Accept
10	415-420	27238,5	117900,3	23,1	Accept

Tabel 3 Tegangan *Thermal Load*

Segmen	Node	Code Stress (Kpa)	Allowable Stress (Kpa)	Ratio Stress %	Acceptance
1	40-50	3141,5	263624,6	1,2	Accept
2	58-59	9462,6	260455,7	3,6	Accept
3	70-80	4050,9	263814,2	1,5	Accept
4	120-125	743,6	267610,9	0,3	Accept
5	125-130	1204,4	267511,6	0,5	Accept
6	160-165	2425,7	267047,4	0,9	Accept
7	165-170	2332,5	266425,3	0,9	Accept
8	245-250	1475,4	267626,5	0,6	Accept
9	290-300	305,0	267385,3	0,1	Accept
10	415-420	1568,8	267632,2	0,6	Accept

4.

**KESIMPULAN**

Simulasi untuk menganalisa tegangan sistem perpipaan pada line steam header boiler telah dilakukan. Hasil analisa menunjukkan bahwa besarnya tegangan akibat *sustained load* dan tegangan akibat *thermal load* yang terjadi pada sistem perpipaan masih memenuhi kriteria aman menurut ASME B31.1. Hal ini disebabkan nilai maksimal dari kedua tegangan tersebut masih berada di bawah tegangan ijin yang ditentukan.

**7. PUSTAKA**

[1] A. Chamsudi, “*Piping Stress Analysis*” Diktat-*Piping Stress Anal.*, p. 99, 2005.

[2] ASME B31.1, *Power Piping – ASME Code for Pressure Piping*, B31.1-2018, vol. 1. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2022.

[3] S. Kanappan, *Introduction to Pipe Stress Analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1986.

[4] Fikry, H., Husodo, A. W., & Wardani, D . (2023). Analisis Tegangan dan Alternatif Desain Insulasi Pipa dari *Tie-In Point Existing* Menuju Mist Eliminator Vessel.

[5] Rachmanu, T. H., Santoso, M., & Arumsari, N. (2017). Analisa Tegangan Pipa Main Steam Dari Outlet Superheater Menuju Inlet Turbin Studi Kasus PLTU Tembilahan 2x7 MW. 2nd Conference on Piping Engineering and It’s Application, 2–7