

Perancangan Gas Flowline Facilities Pada Wilayah Kerja Brantas

Akhmad Syamsul Huda^{1*}, Mohammad Miftachul Munir², Mahasin Maulana Ahmad³

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*,3}

Program studi D-IV Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Email: Akhmadsyamsul@student.ppns.ac.id^{1*}; M.munir@ppns.ac.id^{2*}; Mahasinmaulana@ppns.ac.id^{3*};

Abstract – One of the oil and gas exploration companies in the Brantas Working Area aims to increase natural gas production by drilling a new gas well, TGA-19. The new TGA-19 pipeline network leading to the TGA-1/7 well area comprises 6-inch both aboveground and underground piping systems, designed to transport Process Gas (PG). Design of the piping system refers to the ASME B31.3 for aboveground piping and ASME B31.8 for underground piping. Recommendation schedule of pipe is 6" schedule 40 for aboveground piping system and 6" schedule 80 for underground piping system. Base on pipe stress analysis software, the stress value of sustained load for aboveground and underground piping system is 55,8% and 15,5% under the allowable stress value while the stress value of thermal expansion load for aboveground and underground piping system with 34,1% and 40,9% ratio that exceeding the allowable stress value.

Keyword: Design, Piping system, Oil and gas, Stress

Nomenclature

Δ	Allowable deflection (in)
t	ketebalan minimum (in)
OD	Outside diameter (in)
P	Design Pressure (psi)
E	Quality factor material
Y	Coefficient factor
W	Weld joint factor
S	Allowable stress value (psi)
w	Total berat (lb/ft)
L	Allowable pipe span (ft)
Z	Section modulus (in^3)
F	Design factor
T	Temperature derating factor
I	Moment Inertia (in^4)

1. PENDAHULUAN

Gas bumi, Sebagai salah satu penyokong terbesar perekonomian negara untuk pembangunan nasional, industri hulu migas berpengaruh terhadap pendapatan negara dan ketenagakerjaan wilayah kerja lapangan migas . Salah satu perusahaan eksplorasi minyak dan gas bumi di Wilayah Kerja Brantas bertujuan untuk meningkatkan produksi gas bumi dengan melakukan pengeboran sumur gas baru. Jaringan perpipaan baru dari sumur lama menuju area sumur lama terdiri dari sistem perpipaan *aboveground* dan *underground* dengan diameter pipa 6 inch. Fluida yang dialirkan adalah Process Gas (PG) memiliki design temperature sebesar 200 F dan design pressure 700 Psi.

Dalam melakukan perancangan sistem perpipaan perlu dilakukan perhitungan *minimum thickness* untuk mendapatkan spesifikasi ukuran

pipa serta perhitungan *maximum allowable pipe span* untuk mencari jumlah *support* yang optimal [2]. Dalam menentukan nilai *maximum allowable pipe span* dapat dihitung menggunakan perhitungan *allowable pipe span* berdasarkan *limitation of deflection* dan *limitation of stress* [2][3]. Nilai *allowable pipe span* diambil dari nilai terkecil dari kedua perhitungan tersebut. Untuk analisa tegangan pada *software* akibat beban sustain maupun ekspansi termal dapat dicari menggunakan *load case* yang dipengaruhi oleh nilai dari berat pipa, berat insulasi, berat fluida, tekanan dan temperatur yang terdapat pada sistem perpipaan [4][5]. Load case tersebut dikombinasikan dan menghasilkan nilai tegangan aktual pada sistem perpipaan.

Dengan *design condition* tersebut, beban dan ekspansi panas yang diterima pipa perlu dilakukan perhitungan dan simulasi yang tepat, antara lain perhitungan minimum ketebalan pipa, perhitungan peletakan pipe support, dan analisis tegangan untuk menentukan apakah sistem perpipaan tersebut aman digunakan sesuai dengan code and standard.

2. METODOLOGI .

2.1 Ketebalan minimum pipa *aboveground*

Untuk mendesain pipa proses *aboveground* harus menghitung ketebalan pipa minimum yang dibutuhkan untuk menjaga keamanan saat sistem beroperasi berdasarkan ASME B31.3. Perhitungan ketebalan minimum pipa *aboveground* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$t = \frac{P D}{2 (S E W + P \gamma)} \quad (1)$$

2.2 Ketebalan minimum pipa underground

Untuk mengetahui pembebanan pada pipa *underground* harus menghitung ketebalan pipa yang dibutuhkan untuk menjaga keamanan saat sistem beroperasi. Berdasarkan ASME B31.8, perhitungan ketebalan minimum pipa *underground* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$t = \frac{P D}{2 S (F E T)} \quad (2)$$

2.3 Allowable pipe span

Allowable pipe span didefinisikan sebagai jarak maksimum antara penyangga pipa yang diizinkan untuk mencegah pipa melendut atau mengalami tegangan berlebih. Dalam perhitungan *allowable pipe span* dapat dihitung berdasarkan dua persamaan berikut :

- a. *limitation on stress*

$$L = \sqrt{\frac{0,4 Z S}{w}} \quad (3)$$

- b. *limitation on deflection*

$$L = \sqrt[4]{\frac{E I \Delta}{13,5 w}} \quad (4)$$

2.4 Tegangan pada sistem perpipaan

Analisis tegangan pada pipa meliputi tegangan akibat *sustained load* dan *thermal load*. Analisis tegangan pada sistem perpipaan ini menggunakan software CAESAR II dengan *allowable stress* berdasarkan ASME B31.3 untuk pipa proses *aboveground* dan ASME B31.8 untuk *pipeline underground*. Pada pemodelan diperlukan penentuan *node/segmen* terlebih dahulu dan *load case* sesuai dengan tegangan yang akan dianalisa sebagai berikut:

Load Case	Kategori	Load Combination
L5	Sustain	SUS = W + P1
L7	Expansion	EXP = L2 – L5

2.4.1 Tegangan akibat *sustain load*

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.

2.4.1 Tegangan akibat *thermal load*

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*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi material Pipa

Untuk memulai perhitungan ketebalan minimum, *allowable pipe span*, dan analisis tegangan, maka diperlukan data yang diperoleh dari jalur *flowline* pada sistem perpipaan. Selain itu, terdapat beberapa data yang diambil dari *code and standard* serta data lain dari literatur yang terkait dengan penelitian untuk digunakan sebagai penunjang. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Material	ASTM A106 Gr. B		
NPS		6	In
OD	OD	6.625	In
Densitas Pipa	p	0.283	lb/in3
SMTS	sh	60000	lb/in2
SMYS	sy	35000	lb/in2
Modulus Elasticity	E	28600000	lb/in2
Momen of Inertia	I	106	in4
Section of Modulus	Z	24.5	in3
Luas Penampang	A	12.8	in2

3.2 Hasil Perhitungan Ketebalan

Perhitungan ketebalan minimum pipa juga nantinya diikuti dengan rekomendasi ukuran *schedule* pipa yang dibutuhkan dan tersedia di pasaran, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

	Pipa Aboveground	Pipa Underground
Ketebalan minimum	0,233 In	0,283 In
Rekomendasi	NPS 6 SCH 40	NPS 6 SCH 80
Ketebalan Aktual	0,28 In	0,432 In

3.3 Hasil Perhitungan *Allowable Pipe Span*

Dalam perhitungan *allowable pipe span* menggunakan persamaan *limitation of stress* dan *limitation of deflection* pada jalur pipa *aboveground* dan *underground* diikuti dengan jumlah *support* yang dibutuhkan pada desain sistem perpipaan didapatkan hasil sebagai berikut:

	Pipa Aboveground	Pipa Underground
Limitation of stress	15,986 ft	10,576 ft
Limitation of deflection	19,38 ft	15,764 ft
Jumlah support	0,28 In	0,432 In

Dari hasil perhitungan *allowable pipe span* diatas diambil nilai yang paling kecil diantara *limitation of stress* dan *limitation of deflection*. nilai yang digunakan pada pipa *aboveground* adalah berdasarkan *limitation of stress* yaitu sebesar 15,986 ft sehingga dari sistem perpipaan *aboveground* membutuhkan *support* sebanyak 3 buah *support*. sedangkan pada pipa *underground* adalah berdasarkan *limitation of stress* yaitu sebesar 10,576 ft sehingga dari

sistem perpipaan *underground* membutuhkan *support* sebanyak 1 buah *support*.

3.4 Tegangan akibat *sustain load*

Perhitungan nilai tegangan akibat *sustained load* mengacu pada *load case sustain software* 3D pemodelan. Nilai tegangan tertinggi pada segmen *aboveground* terdapat pada *node 90* dengan sebesar 11158 *psi* dengan batas tegangan ijin 20000 *psi*, maka didapatkan rasio tegangan yang terjadi terhadap tegangan ijin adalah 55.8%. Sedangkan Nilai tegangan tertinggi pada segmen *underground* terdapat pada *node 461* dengan sebesar 4136.5 *psi* dengan batas tegangan ijin 27000 *psi*, maka didapatkan rasio tegangan yang terjadi terhadap tegangan ijin adalah 15.5%. Hasil tersebut menunjukkan nilai tegangan tertinggi akibat pembebanan *sustain* pada kondisi desain yang masih di bawah batas tegangan yang diijinkan oleh [6]. Nilai tegangan berada dibawah tegangan ijin karena beban yang bekerja pada kondisi *sustained* adalah beban berupa pipa dan beban akibat tekanan pada fluida.

3.5 Tegangan akibat *expansion load*

Perhitungan nilai tegangan akibat *thermal load* mengacu pada *load case expansion software* 3D pemodelan. Nilai tegangan tertinggi pada segmen *aboveground* terdapat pada *node 270* dengan sebesar 10220 *psi* dengan batas tegangan ijin 30000 *psi*, maka didapatkan rasio tegangan yang terjadi terhadap tegangan ijin adalah 34,1%. Sedangkan Nilai tegangan tertinggi pada segmen *underground* terdapat pada 375 dengan sebesar 1927,5 *psi* dengan batas tegangan ijin 47156,3 *psi*, maka didapatkan rasio tegangan yang terjadi terhadap tegangan ijin adalah 40.9%. Hasil tegangan ini disebabkan oleh temepatur operasi pada desain *existing* sebesar 200 F sehingga pada kondisi ekspansi atau memuai menyebabkan nilai tegangan meningkat.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan gas flowline facilities spesifikasi ukuran pipa yang diperlukan adalah NPS 6 in SCH 40 untuk segmen pipa *aboveground* dan NPS 6 in SCH 80 untuk segmen *underground*, sedangkan maksimum *allowable pipe span* pada desain terjadi adalah 15,986 *ft* pada segmen pipa *above ground* dan 10,576 *ft* pada segmen pipa *underground*. Sedangkan untuk nilai tegangan yang terjadi pada kondisi *sustained load* dan *thermal expansion load* dinyatakan aman karena memiliki nilai tegangan dibawah tegangan ijin berdasarkan [6] baik pada segmen *aboveground* dan segmen *underground*

7. PUSTAKA

[1] Anugrah, D., 2020. ANLISIS DESAIN PIPE SUPPORT STRUKTUR BAJA PADA

SISTEM PERPIPAAN BERDASARKAN STRESS ANALYSIS. *Conference on Piping Engineering and Its Application*, Volume 5.

- [2] Akbar, Y. (2016), Analisa Maximum Allowable Working Pressure Fasilitas Pipa Produksi Dengan Menggunakan Metode *in line inspection* Pada Lapangan YA
- [1] ASME. ASME B31.3: Process Piping, ASME Code for Pressure Piping 2020
- [2] ASME. ASME B31.8: Gas Transmission and Distribution Piping System, ASME Code for Pressure Piping 2018
- [4] Chamsudi, A. (2005). *Piping Stress Analisis. Diktat - Piping Stress Analisis*. Jakarta.
- [5] Kellogg, M. W. (1956). *Design of Piping Systems* (2nd ed.). Wiley.
- [6] Mahardhika, P. (2017). Penentuan *Allowable Span* antar Penyangga Pipa SLF Berdasarkan Tegangan, Defleksi dan Frekuensi Alami. *Jurnal Iptek*, Volume 21.2, pp. 27-34.
- [7] Pratama, V. O., Wirawan, A., Tamimah, N., (2022). *Analisa Tegangan, Frekuensi Alami dan Flange Leakage Pada Redesign Sistem Perpipaan Line Outgoing Crude Oil Pada Platform PAPA*. Surabaya.