

Analisis Penentuan Kedalaman Penanaman Pipa *Flowline* Untuk Mencegah Terjadinya *Upheaval Buckling*

Analysis of Determining the Depth of Flowline Pipe Planting to Prevent Upheaval Buckling

Jamal Rauf Husain¹, Arif Nurwaskito², Muhammad Syahril³

¹ Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Indonesia

²⁻³ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

Info Artikel

Diajukan: 02 Januari 2023

Diterima: 30 Maret 2023

Diterbitkan: 31 Maret 2023

Keywords:

Flowline; upheaval buckling, friction force; axial force; stress analysis

Kata Kunci:

Flowline; upheaval buckling, gaya friksi; gaya aksial; stress analysis



Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

A force inside a pipe drains fluid from wells producing oil and natural gas. When the power works exceed the pipe's maximum resistance limit, it will cause deformation in the line. This research aimed to evaluate the height of the trench to determine the threshold of tremendous friction force working on the pipe to withstand the axial force, which can cause upheaval buckling. The method used is the calculation of stress analysis. The line of 12 inches measured its style and voltage was planted in the trench with 1.5 meters high and 3 meters wide and the soil density of 14.70kN/m³. The data used in the calculation were the design pressure, the outside diameter of the pipe, the minimum melting point of the line, the design factor, the factor of pipe connections, the derating factor, the modulus young, the thermal expansion coefficient, the pipe installation temperature, the maximum operating temperature, the Poisson ratio, the internal pipe pressure, the sectional area of the inner pipe, the pipe cross-sectional area, the depth of pipe planting, the trench width, the value of pipe nondimension, and the soil density of flowline area. The analysis result indicated that the friction force is 356,025.71N/m, and the axial force is 44,927.35N/m. These results showed that the friction force working on the pipe could withstand the axial force working. The cost of making the trench can still be decreased by reducing the height of the track to 1 m. The excellent friction force in the channel with a size of 1m is 252,501.92N/m, where the value is still more significant than the axial force. In conclusion, the friction force working with the trench 1m high can still hold the axial force working on the pipe.

ABSTRAK

Di dalam sebuah pipa yang mengalirkan fluida dari sumur produksi minyak dan gas bumi terdapat gaya yang apabila bekerja melebihi batas maksimum dari resistansi pipa maka akan menyebabkan deformasi pada pipa tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengevaluasi ketinggian *trench* untuk mengetahui ambang batas dari besar gaya friksi yang bekerja pada pipa untuk menahan gaya aksial yang dapat menyebabkan *upheaval buckling*. Metode yang digunakan yaitu metode perhitungan *stres analysis*. Pipa yang diukur gaya dan tegangannya berukuran 12inci dan ditanam pada *trench* dengan tinggi 1,5m dan lebar 3m serta densitas tanah 14,70kN/m³. Data yang digunakan dalam perhitungan yaitu *design pressure*, diameter luar pipa, titik luluh minimum pipa, faktor desain, faktor sambungan pipa, *derating factor*, *modulus young*, koefisien ekspansi termal, temperatur instalasi pipa, temperatur operasi maksimum, *poisson ratio*, tekanan internal pipa, luas penampang internal pipa, luas potongan melintang pipa, kedalaman penanaman pipa, lebar *trench*, nilai nondimensial pipa dan densitas tanah area *flowline*. Hasil analisis didapatkan besar gaya friksi sebesar 356.025,71N/m dan gaya aksial sebesar 44.927,35N/m. Hasil ini menunjukkan bahwa gaya friksi yang bekerja pada pipa sudah mampu menahan gaya aksial yang bekerja. Sedangkan untuk biaya pembuatan *trench* masih dapat direduksi dengan cara mengurangi ketinggian *trench* menjadi 1m. Besar gaya friksi pada *trench* dengan ketinggian 1m adalah 252.501,92N/m dimana nilai ini masih lebih besar daripada gaya aksial.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya friksi yang bekerja dengan ketinggian *trench* 1m masih dapat menahan gaya aksial yang bekerja pada pipa.

Corresponding Author:

Arif Nurwaskito

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia;

arif.nurwaskito@umi.ac.id

PENDAHULUAN

Minyak dan gas bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki cadangan berlimpah di beberapa tempat tertentu di Indonesia. Salah satunya yaitu di Sulawesi Tengah yang memiliki banyak sumur-sumur minyak dan gas bumi yang saat ini masih dalam tahap pembangunan fasilitas produksi. Penambangan minyak dan gas sedikit berbeda dengan penambangan *ore* atau bijih pada umumnya (Abdillah, 2014). Jika pada penambangan *ore* atau bijih alat pengangkut materialnya berupa *belt conveyor*, maka pada proses penambangan minyak dan gas, pipa-pipalah yang berfungsi untuk mengangkut atau mengalirkan gas dari sumur-sumur sumber minyak dan gas berada ke fasilitas produksi tempat minyak dan gas tersebut disaring dan diolah lebih lanjut untuk kemudian dijual (Rahman, 2012; Rasmawati, 2010).

Pada proyek penambangan minyak dan gas, *flowline* adalah suatu istilah dalam dunia minyak dan gas bumi yang merupakan bagian dari suatu sistem perpipaan yang fungsi utamanya yaitu mengalirkan fluida dari sumur produksi menuju ke area pusat pengolahan (Thamsi et al., 2021). Penentuan jenis material pipa yang akan digunakan disesuaikan dengan bahan yang dialirkan di dalamnya, semakin tinggi tekanan dan suhu bahan yang dialirkan, maka semakin tebal pula pipa yang digunakan. Semakin tinggi tingkat korosi bahan yang dialirkan, maka akan semakin mahal juga material pipa yang akan dibeli (Jafar et al., 2022). Bahan-bahan yang dialirkan di dalam pipa dengan suhu dan tekanan tertentu akan menimbulkan gaya/tekanan yang menyebabkan pipa akan bergerak ataupun pada kondisi yang sangat buruk, maka pipa akan bengkok. Gaya tersebut merupakan gaya aksial yang ditimbulkan oleh beberapa gaya yang bekerja pada pipa pada saat beroperasi mengalirkan minyak dan gas bumi dari sumur-sumur produksi menuju ke fasilitas produksi (Weaver, 2000).

Alasan pengambilan judul yang membahas tentang *upheavel buckling* (pembengkokan pada pipa akibat adanya gaya aksial) karena peneliti merasa perlu mengkaji lagi penyebab terjadinya *upheavel buckling* dan mencari tahu bagaimana solusi yang tepat untuk mencegah terganggunya kegiatan produksi minyak dan gas bumi yang juga apabila terjadi kebocoran akibat *upheavel buckling* tentunya akan berakibat fatal bagi lingkungan dan makhluk hidup di sekitarnya.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan *stress analysis*, yang merupakan metode perhitungan gaya dan tegangan yang bekerja pada pipa. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengumpulkan dokumen-dokumen proyek yang berkaitan dengan penelitian. Dokumen-dokumen tersebut meliputi *flowline in-situ stress analysis report* untuk mengetahui nilai-nilai serta rumus yang digunakan untuk perhitungan *stress analysis*, kemudian *code and standard* yang digunakan untuk mengetahui standar internasional yang digunakan untuk perhitungan pipa *flowline* (ASME, 2004; ASME, 2009). Selain itu ada juga data tentang *overall heat and material balance* yang digunakan untuk mengetahui berat fluida yang mengalir di dalam pipa yang akan digunakan untuk menghitung gaya friksi yang bekerja pada pipa. Data yang terakhir yaitu *soil density flowline* yang digunakan untuk mengetahui berapa densitas tanah pada jalur pembuatan *trench* pipa penyalur dari sumur produksi ke area CPP (*Central Processing Plan*).

Data-data yang berasal dari dokumen *flowline in-situ stress analysis report*, *overall heat and material balance* dan *soil density flowline* akan diolah berdasarkan *code and standard* yang berlaku pada perusahaan. Adapun data-data yang kemudian akan dihitung berdasarkan *code and standard* yang berlaku yaitu:

1. Ketebalan pipa (*wall thickness*)



2. Tegangan *hoop* (*hoop stress*)
3. Tegangan kompresif akibat ekspansi termal
4. Tegangan longitudinal kompresif akibat tekanan internal
5. Resultan gaya aksial efektif pada pipa *restraint*
6. Besar gaya friksi tanah dan berat pipa
7. Berat jenis tanah

Dari hasil pengolahan data *stress analysis* kemudian akan dilihat berapa besar gaya friksi dan gaya aksial yang bekerja pada pipa. Setelah dilakukan perhitungan *stress analysis*, kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan *stress analysis* yang dibuat oleh perusahaan (Bakri et al., 2021; Sulfahmi et al., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari data-data dokumen proyek yang telah dikumpulkan, maka hasil yang didapatkan dengan ketinggian *trench* 1m dan lebar 3m, nilai dari gaya friksi sebesar 356.025,71N/m dengan nilai gaya aksial sebesar 44.927,35N/m dimana nilai ini menunjukkan bahwa besar gaya friksi telah mampu menahan besar gaya aksial yang bekerja pada pipa.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Stress Analysis*

No	Variabel yang dihitung	Hasil perhitungan
1	Ketebalan pipa	5,6mm
2	<i>Hoop Stress</i>	0,47lb/inchi
3	Tegangan kompresif akibat ekspansi termal	-16.086,33psi
4	Tegangan longitudinal kompresif akibat tekanan internal	-118.875,56psi
5	Resultan gaya aksial efektif pada pipa <i>restraint</i>	44.927,35N/m
6	Besar gaya friksi tanah dan berat pipa	356.025,71N/m
7	Berat jenis tanah	12,34N/in ²

Pada pipa *flowline* yang diteliti mempunyai densitas tanah paling rendah sehingga untuk mereduksi biaya pembuatan *trench*, dapat diaplikasikan ke seluruh pipa dengan densitas tanah di atas 14,70kN/m³, karena dengan densitas yang makin tinggi maka akan semakin besar pula gaya friksi yang bekerja pada pipa *flowline* (Wakila et al., 2022).

Untuk mereduksi biaya dan waktu pembuatan *trench* pipa *flowline* 12inci, maka ketinggian *trench* dikurangi menjadi kedalaman 1m atau setara dengan tiga kali diameter pipa sehingga lebar *trench* diabaikan sesuai peraturan pada standar internasional ASME B31.1 (*Power Piping*) bahwa untuk pipa yang ditanam dengan kedalaman lebih dari tiga kali diameter pipa tersebut maka gaya friksi yang bekerja pada pipa ikut dipengaruhi oleh lebar *trench*. Sedangkan untuk pipa yang ditanam sama dengan tiga kali diameter pipa tidak terdapat pengaruh lebar *trench* tetapi hanya dipengaruhi oleh kedalaman *trench* (Juradi et al., 2021).

Dari hasil perhitungan gaya friksi untuk pipa *flowline* yang ditanam pada *trench* dengan ketinggian 1m serta lebar 3m didapatkan nilai gaya friksi sebesar 252.501,92N/m. Dari nilai tersebut menunjukkan bahwa besar gaya friksi yang bekerja masih mampu menahan gaya aksial yang bekerja pada pipa dengan nilai sebesar 44.927,35 N/m. Selain mengurangi biaya pembuatan *trench*, pengurangan pada ketinggian *trench* ini juga dapat mengurangi waktu pembuatan dari *trench* pipa *flowline* 12inci sehingga lebih efisien dalam pengerjaannya.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan *stress analysis* yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pipa *flowline* 12inci masih dapat beroperasi dengan kedalaman *trench* 1m dan lebar 3m karena gaya friksi yang bekerja masih dapat menahan gaya aksial yang bekerja pada pipa sehingga dapat terhindar dari *upheaval buckling* serta biaya yang besar dalam pembuatan *trench* dengan kedalaman 1,5m dan lebar 3m.



UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pembimbing dalam kegiatan penelitian Bapak Ari Wijanarko serta seluruh Tim *Commisioning* PT Wijaya Karya Sulawesi Tengah yang telah memberikan kesempatan, bantuan fasilitas, dan bimbingan selama kegiatan penelitian berlangsung.

REFERENSI

- Abdillah, A. (2014). *Analisa Tegangan Pipa pada Jalur Pemipaan Gas*. Bengkulu. Universitas Bengkulu.
- ASME B31.1. (2004). *Power Piping*. Amerika. American National Standards Institute and Designated.
- ASME B31.3. (2004). *Process Piping*. Amerika. American National Standards Institute and Designated.
- ASME B31.4. (2009). *Pipeline Transportation System for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids*. Amerika. American National Standards Institute and Designated.
- ASME B31.8. (2012). *Gas Transmission and Distributing Piping Systems*. Amerika. American National Standards Institute and Designated.
- Bakri, S., Nawir, A., Farid, M., Nurhawaisyah, S. R., Munir, A. S., Bakri, H., & Thamsi, A. B. (2021). Karakterisasi Kandungan Mineral dan Sifat Kerentanan Magnetik Pasir Besi Pantai Galesong Takalar Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 9(3), 275–284. <https://doi.org/10.33536/jg.v9i3.1115>
- Jafar, N., Ridwan, F., & Thamsi, A. B. (2022). Identification of Rare Earth Metal Content in Fly Ash and Bottom Ash Coal Combustion of PT Bosowa Energi PLTU Jeneponto Regency. *International Journal of Engineering and Science Applications*, 9(2), 78–83. <http://pasca.unhas.ac.id/ojs/index.php/ijesca/article/view/4244>
- Juradi, M. I., Widodo, S., Anshariah, A., Nawir, A., Umar, E. P., Heriansyah, A. F., Budiman, A. A., F., F., & Thamsi, A. B. (2021). Identifikasi Clay Bands Pada Endapan Batubara Berdasarkan Data Well Logging Di Daerah Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Geomine*, 9(1), 17–24. <https://doi.org/10.33536/jg.v9i1.812>
- Sulfahmi, P., Asmiani, N., & Thamsi, A. B. (2020). Analisis Manfaat Sektor Pertambangan Terhadap Prekonomian Kab Luwu Timur Menggunakan Metode Analisis Location Quention Dan Analisis Shift-Share. *Jurnal GEOSAPTA*, 6(2), 81–84. <https://doi.org/10.20527/jg.v6i2.7094>
- Rahman, F. F., Wardhana, W dan Hadiwidodo, Y. S. (2012). *Analisa Penyebab Terjadinya Upheavel Buckling pada Pipeline 16" dan Corrective Action*. Surabaya. Intitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Raswari. (2010). *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta. Universitas Indonesia (UI-Press).
- Weaver, R. (2000). *Desain Pipa Proses Volume 1*. Jakarta. Universitas Indonesia (UI-Press).
- Weaver, R. (2000). *Desain Pipa Proses Volume 2*. Jakarta. Universitas Indonesia (UI-Press).
- Thamsi, A. B., Jafar, N., & Fauzie, A. (2021). Analisis Pengaruh Morfologi Pada Pembentukan Nikel Laterit PT Prima Sentosa Alam Lestari Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal GEOSAPTA*, 7(2), 75–78. <https://doi.org/10.20527/jg.v7i2.9114>
- Wakila, M. H., Thamsi, A. B., Umar, E. P., Yusuf, F. N., & Bakhri, S. (2022). KAJIAN KUALITAS ENDAPAN ASPAL DI DESA WAANGU-ANGU DAN DESA LAWELE, KABUPATEN BUTON. *Jurnal Pertambangan*, 6(2), 60–64. <https://doi.org/10.36706/JP.V6I2.1013>

