

EVALUASI JARAK *SUPPORT*, DIAMETER, DAN TEBAL MINIMUM PADA PIPA CRUDE OIL DI PPSDM MIGAS CEPU

Miftahul Rezki¹, Hafid Suharyadi¹

¹Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi Mineral Akamigas, Jalan Gajah Mada No.38 Cepu, Blora, 58315

*E-mail: miftahul12rezki@gmail.com

ABSTRAK

Sistem perpipaan dalam industri minyak dan gas bumi merupakan media atau tempat untuk menyalurkan fluida minyak dan gas bumi. Untuk mengalirkan fluida Cruide Oil di PPSDM Migas Cepu menggunakan desain pipa yang telah dirancang sebelumnya yaitu pipa Seamless ASTM A106 Grade A NPS 6 inchi Schedule 40. Pada saat dilakukan pengambilan data dan perhitungan diameter ekonomis serta ketebalan minimum syarat dan ketentuan menurut ASME B31.3 didapatkan diameter outside 4,46 inchi dan tebal minimum 0,0023 inchi. Proses piping memperoleh hasil yang aman namun tidak ekonomis untuk penggunaan proses operasi. Sedangkan jarak antar penyangga yang diijinkan dengan perhitungan menggunakan Poinned/Simply berdasarkan defleksi yaitu 29,23 ft dan tegangan 37,82 ft.

Kata kunci: ASME B31.3, Jarak antar penyangga, diameter dan tebal minimum

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya kegiatan industri minyak dan gas bumi terbagi dalam 5 bidang meliputi kegiatan eksplorasi, produksi, pengolahan, transportasi dan pemasaran. Saat mengelola operasi industri mereka dibagi menjadi 2 kategori: operasi hulu dan operasi hilir. Kegiatan sektor hulu mengelola dan mengawasi Satuan Kerja Khusus pelaksanaan kegiatan minyak dan gas disingkat (SKK Migas), sedangkan kegiatan hilir mengelola dan mengawasi oleh Badan Pengelola Hilir (BPH) pada awalnya, kedua lembaga ini dibentuk sebagai perwakilan pemerintah dalam mengelola industri migas di negara Indonesia. Industri minyak dan gas bumi memainkan peranan penting dalam masyarakat modern saat ini dalam memenuhi kebutuhan seperti untuk pemanas, energi listrik dan transportasi. Di Indonesia lima tahun terakhir terjadi pipa transfer *Oil* pada bulan Maret 2018 adanya kebocoran pada pipa distribusi *Crude Oil* diameter 20 inchi dan ketebalan 12 mm dari lawe-lawe ke kilang PT. Kilang Pertamina RU V di Balikpapan. Kegagalan ini disebabkan oleh faktor eksternal seperti peralatan dan metode pemeriksaan yang kurang memadai, permasalahan ini mengakibatkan lima orang nelayan meninggal dunia dan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan di teluk Balikpapan. Area seluas 7.000 hektar terkena dampak masalah ini dan sepanjang Pantai rusak di kota Balikpapan dan Panjam pasir utara adalah 60 kilometer.[6]

Penggunaan pipa industri migas sangat efisien dan efektif sebagai sarana penyaluran migas terutama untuk jarak jauh jalur laut maupun darat. Karena banyaknya jalur yang dilalui jaringan pipa, hal ini dapat menyebabkan kerusakan dan bahaya keselamatan seperti kebocoran, tumpahan, ledakan, dan pencemaran lingkungan karena berbagai alasan, baik internal maupun eksternal. Oleh karena itu, tujuan dari penulisan jurnal ini adalah mengevaluasi Jarak *Support*, Diameter dan Tebal Minimum pada Pipa *Crude Oil* di PPSDM Migas dan pada penulisan jurnal ini, penulis hanya akan membahas Evaluasi Jarak *Support*, Diameter dan Tebal Minimum pada Pipa *Crude Oil* di PPSDM Migas serta tidak membahas hal-hal yang mencakup perhitungan *pressure drop* (penurunan tekanan pada pipa) dan hanya membahas *stress analysis* yang diakibatkan oleh beban puntir yang terjadi pada pipa (*torsional stress*). Tidak membahas

tegangan radial, tegangan momen lentur (*bending stress*), tegangan arah sumbu aksial (*longitudinal stress*), tegangan pipa bentuk melingkar (*hoop stress*) dan lain-lain.

Dalam bidang rekayasa, fungsi dan penggunaan pipa sangat penting sebagai saluran distribusi zat cair dan gas. Secara khususnya dalam industri minyak & gas, pipa digunakan sebagai saluran distribusi minyak dari kilang melalui proses pengolahan hingga ke tangki penyimpanan akhir atau konsumen. Setiap perusahaan minyak di seluruh dunia menggunakan pipa sebagai saluran pengaliran minyak, walaupun jenis, ukuran, dan materialnya bervariasi sesuai dengan kebutuhan perusahaan masing-masing. Karena fungsi pipa sangat penting dan bahan yang digunakan bervariasi, studi lanjutan diperlukan pemilihan material pipa.[10]

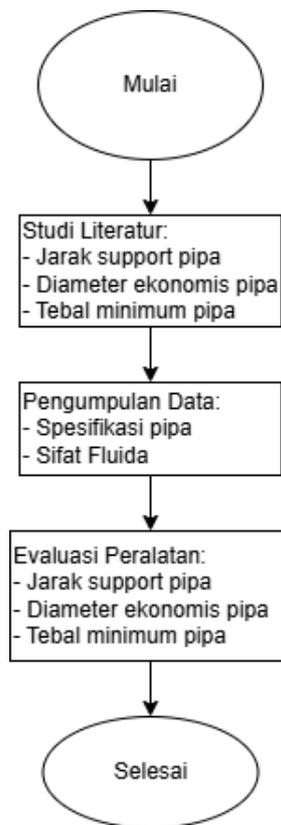
Jaringan pipa merupakan bagian dalam suatu proses flow diagram suatu industri gas dan pipa rentan memiliki risiko kegagalan yang perlu diperhitungkan sehingga perlu dilakukan pemeriksaan. Dalam industri migas, fokus utama harus diberikan kepada pipa penyalur. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pipa penyalur sering berada dalam kontak langsung dengan fluida yang mengalir di dalamnya, sehingga risiko kegagalan lebih tinggi daripada peralatan lainnya [3]. Sistem pipa juga ditemukan di semua jenis industri, mulai dari sistem pipa tunggal hingga sistem cabang yang kompleks. Contoh sistem perpipaan adalah sistem distribusi air bersih di rumah atau kota, sistem pemindahan minyak dari sumur ke tangki penyimpanan, sistem distribusi AC pada gedung, sistem distribusi uap pada proses pengeringan dan lain-lain. Sistem perpipaan mencakup seluruh komponen dari titik asal sampai tujuan termasuk saringan (*strainer*), katup (*valve*), sambungan (*fitting*), nozzle dan lain sebagainya. Untuk sistem perpipaan yang menggunakan cairan, biasanya dari tempat asal cairan tersebut dipasang filter untuk menyaring kotoran agar tidak menghalangi aliran cairan tersebut. Filter dilengkapi dengan katup searah (*foot valve*) yang mencegah aliran balik ke lokasi atau tangka semula. Sedangkan sambungan dapat berupa sambungan penampang tetap, sambungan penampang variabel, sambungan bengkok (*elbow*) atau sambungan berbentuk T dan masih banyak bagian yang digunakan dalam sistem perpipaan.[4]

Dalam dunia industri, pipa memiliki beberapa standar yang biasanya disebut dengan standar ASME yang didefinisikan sebagai pedoman yang digunakan untuk mendesain, produsen operator atau penggunaan alat. Pada pipa ini menggunakan standar ASME B31.3 process piping yang meliputi desain pabrik kimia, industri perminyakan, kilang pengolahan bahan kimia dan hidrokarbon dan pengolahan air serta uap. Pada standar ini memiliki aturan untuk pipa yang digunakan baik di industri migas ataupun industri pemrosesan[1]. Pipa disebut juga suatu benda berbentuk silinder dengan lubang di tengahnya terbuat dari baja yang digunakan untuk mengalirkan zat cair, fluida dan gas. Selain itu, dalam dunia industri ada beberapa istilah yang berhubungan dengan sistem perpipaan yang umum dikenal, seperti *piping* dan *pipeline*. *Piping* adalah suatu pipa di dalam suatu perusahaan yang digunakan untuk mengangkut cairan (cair atau gas) antara satu peralatan dengan peralatan lainnya untuk melewati proses tertentu. *Piping* ini tidak akan keluar dari satu wilayah *plant*. Sedangkan *pipeline* adalah sistem pipa untuk menyuplai atau mengedarkan cairan dari satu pabrik ke pabrik lainnya, seringkali melintasi beberapa area.

2. METODE

Pada metode ini dilakukan observasi oleh penulis sehingga pengumpulan data dan informasi tentang evaluasi ini dilakukan secara aktual serta digambarkan dalam diagram alir yang diawali dengan studi literatur yang menentukan jarak support pipa, diameter keekonomian pipa, tebal minimum pada pipa, kemudian dilakukan pengumpulan data lapangan yaitu penentuan spesifikasi pipa dan sifat fluida. Setelah dilakukan evaluasi terhadap peralatan yang mencakup pada metode yang ingin dilakukan evaluasi yaitu Maksimum jarak antar penyangga/*Maximum*

Allowable Pipe Span yang diijinkan untuk sistem perpipaan horizontal dibatasi dua faktor utama yaitu batasan tegangan, dan Batasan defleksi. langkah kerja pada pengambilan data lapangan dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Kerja

Support merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk menahan atau menopang sistem perpipaan selama pipa itu berfungsi dengan baik. Alat ini dirancang agar pipa lebih tahan terhadap faktor bentuk pembebanan baik disebabkan oleh desain pipa, berat pipa, maupun temperatur pada pipa. Akibat faktor inilah akan mengakibatkan tegangan ditahan oleh pipa *Support*. [9] Penyangga pipa harus diberi jarak berdasarkan jumlah faktor, termasuk kemampuan untuk menempatkan penyangga pada lokasi yang diinginkan, membatasi jarak yang diinginkan dan menghindari tegangan berlebihan yang diperbolehkan serta konsentrasi di antara penyangga. Kestabilan suatu sistem perpipaan akan terpengaruh oleh penempatan penyangga, maka dilakukan perhitungan untuk jarak pada penyangga pada saat pemilihan dan penggunaan yang disebut *span support*. *Span support* merupakan jarak terkecil dari penyangga satu dengan penyangga selanjutnya, namun masih dalam kondisi aman dari tegangan dan defleksi. [7]

Persamaan untuk menghitung maksimum jarak penyangga yang diijinkan untuk pipa horizontal yang menggunakan *Poinned/Simply Support* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 dan 2 dibawah ini yaitu: [5]

$$L_s = \sqrt{\frac{0,33 \times Z \times Sh}{W}} \quad (1)$$

Berikut rumus berdasarkan batasan defleksi yaitu:

$$L_s = \sqrt[4]{\frac{\Delta \times E \times I}{22,5 \times W}} \quad (2)$$

Persamaan untuk Menbighitung maksimum jarak penyangga pipa horizontal dengan asumsi menggunakan *Fixed/Clamp Support* dapat dihitung menggunakan persamaan 3 dan 4 dibawah ini.

Berikut rumus berdasarkan batasan tegangan yaitu [9]

$$L_s = \sqrt{\frac{0,4 \times Z \times Sh}{W}} \quad (3)$$

Berikut rumus berdasarkan batasan defleksi yaitu:

$$L_s = \sqrt[4]{\frac{\Delta \times E \times I}{13,5 \times W}} \quad (4)$$

B. Perhitungan Diamater Pipa Minyak (De)

Perhitungan diameter pipa minyak dapat dihitung dengan persamaan 5 dibawah ini. [9]

$$De = 0,276 \times Q^{0,479} \times S^{0,142} \times \mu^{0,027} \quad (5)$$

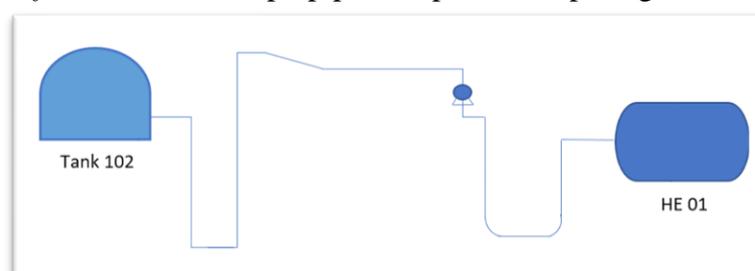
C. Perhitungan Tebal Minimum pada Dinding Pipa

Penentuan dinding pipa hal yang sangat penting, karena sebuah pipa harus bisa menahan tekanan fluida yang berkeja dalam sistem perpipaan tersebut [2]. Perhitungan ini bertujuan untuk penentuan ketebalan pada material biasanya hal ini diatur dalam Code dan Standard sebagai acuan desain dalam sebuah proyek. [7] Hal ini mensyaratkan bahwa ketebalan minimum termasuk kelonggaran untuk kekuatan mekanis, tidak boleh kurang dari ketebalan yang dihitung dengan menggunakan persamaan 1.6 yaitu: [1]

$$t_m = \frac{P \times D}{2(SEW \times PY)} \quad (6)$$

3. PEMBAHASAN

Sistem perpipaan ini berfungsi sebagai pemanasan awal *Heat Exchanger*. Pengolahan diawali dengan pemindahan minyak mentah (*Crude Oil*) dari tangki penampung 102 ke HE-1 (*Heat Exchanger 01*) menggunakan pompa sentrifugal tipe P-100/3/4 pada suhu 30°C pada *inlet* HE-1. Berikut adalah *flowchart* sistem perpipaan dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Sketsa Sistem Perpipaan

Data hasil spesifikasi pipa, komposisi pada fluida dan sifat yang diperoleh tercantum pada tabel 1 dan tabel 2 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi Pipa

Keterangan	Data
Material Pipa	A106 Grade A
Nominal Pipe Size	6 inch
Schedule	40
Thickness	0,280 inch
Outside Diameter	6,625 inch
Inside Diameter	6,065 inch
Length Pipe	328,084 ft

Tabel 2. Sifat Fluida (Crude Oil)

Keterangan	Data	Konversi
Tekanan Internal (P)	20 psi	20 psi
Kapasitas (Q)	25 m ³ /s	10,84 GPM
Suhu (T)	30 °C	86 °F
Spesifik Gravity (SG)	0,992	0,992

Jarak maksimum yang diperbolehkan antara *Allowable Pipe Span* untuk sistem pipa horizontal dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Z &= 8,50 \text{ in}^3 \\
 Sh &= 16 \text{ ksi} &= 16000 \text{ psi} \\
 E &= 86 \text{ °F} \\
 y_2 &= 29,31 \text{ psi (interpolasi)} \\
 I &= 24,18 \text{ in}^4 \\
 \Delta &= \text{Defleksi maksimum} &= 5/8 \text{ in} \\
 w_p &= 18,97 \text{ lb/ft} \\
 w_w &= 12,51 \text{ lb/ft} \\
 w_f &= 0,992 \times w_w &= 12,4 \text{ lb/ft} \\
 w_t &= 18,97 \text{ lb/ft} + w_f &= 31,37 \text{ lb/ft}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan jarak penyangga pada pipa horizontal dengan menggunakan *Poinned/Simply Support* dan *Fixed/Clamp Support* tercantum pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Jarak Penyangga

<i>Poinned/Simply Support</i>	<i>Fixed/Clamp Support</i>
Berdasarkan defleksi: 29,23 ft	Berdasarkan defleksi: 33,21 ft
Berdasarkan tegangan: 37,82 ft	Berdasarkan tegangan: 41,64 ft

Pada hasil perhitungan jarak penyangga diatas diambil dari hasil defleksi yang terkecil dengan *Poinned/Simply Support* yaitu sebesar 29,23 ft berdasarkan defleksi dan 37,82 ft berdasarkan tegangan. Selain itu, pehitungan diameter dapat dilakukan dengan persamaan 5.

$$\begin{aligned} De &= 0,276 \times 472,5^{0,479} \times 0,265^{0,142} \times 2,370^{0,027} \\ &= 4,468 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Perhitungan tebal minimum dinding pipa juga dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 6.

$$\begin{aligned} t_m &= \frac{15 \text{ psi} \times 6,625 \text{ inchi}}{2 \times 0,72 \times 1 \times 30000 \text{ psi}} \\ &= 0,0023 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Maka dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan untuk diameter yang dibutuhkan dan tebal minimum pipa pipa dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Diameter Pipa yang Terpasang dan Dibutuhkan

Keterangan	Data
Diameter Pipa Minyak (De) yang terpasang	6,625 in
Tebal Minimum pada Dinding Pipa	0,280 in
Maka pipa yang dibutuhkan adalah	
Material	Seamless ASTM 106 Grade A
Outside Diameter yang dibutuhkan	4,468 inchi
Thickness Minimum	0,0023 inchi

Pada perhitungan diatas, pipa yang terpasang dengan material ASTM 106 NPS 6 inchi *schedule* 40 namun pipa yang dibutuhkan saat ini yaitu NPS 4 inchi *schedule* 40. Maka pipa ini dapat dinyatakan sudah aman namun tidak ekonomis.

4. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan berdasarkan *standard and code* ASME B31.3, jarak *Support* pipa pada sistem perpipaan dari tangki 102 menuju *heat exchanger* 01 di Kilang PPSDM Migas penulis dapat menyimpulkan banyak hal terutama dari spesifikasi pemasangan pipa *Seamless* ASTM A106 *Grade* A dengan NPS 6 inchi dan *schedule* 40, masih dinyatakan aman namun tidak ekonomis, maksimum jarak penyangga pipa horizontal yang diijinkan menggunakan *Poinned/Simply Support* yang dihitung berdasarkan defleksi dengan jarak 29,23 ft pada masing-masing penyangga dengan tegangan 37,72 ft. Dalam perhitungan ini penulis menyarankan agar pipa aman dan ekonomis maka pipa yang dibutuhkan dalam sistem perpipaan ini adalah ASTM 106 *Grade* A dengan diameter 4,46 inchi dan ketebalan minimal 0,0023 inchi

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASME. 2019. *Process Piping*, The American Society of Mechanical Engineers, USA.
- [2] Aziz, Nur. 2023. Perancangan Prototype Kontruksi Pipa Industri Mengacu pada ASME Code B31.3. Universitas Ibn Khaldun Bogor. Vol. 5 No.3. E-ISSN 2655-1950
- [3] Chandra, Daniel dkk. 2021. Perhitungan Perkiraan Sisa Umur Pipa Gas Pada LPG Station Amurang Dengan Perangkat Lunak CAESAR II. Jilid 7, No. 1.
- [4] Istiqomah, Nurul, dkk. 2022. *Process Pengolahan Minyak Mentah di Unit Kilang PPSDM Migas Cepu*. Jurnal Teknologi dan Manajemen Sistem Industri (1) (JTMSI (1)), Vol.1, No.1.
- [5] KLHK. 2018. *Laporan Tim Penanganan Kejadian Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Teluk Balikpapan Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Pasir Utara, Provinsi Kalimantan Timur*. Jakarta.

- [6] Krisbianto, Dedy, dkk. 2022. Analisis Perancangan Support pada Pipeline Suatu Project X dengan menggunakan Program Caesar II. ISSN 2962-2980.
- [7] Pridyatama, Parada Anugerah. 2014. Analisa Rancangan Pipe Support pada Sistem Perpipaan High Pressure Vent Berdasarkan Stress Analysis dengan Pendekatan Caesar II.
- [8] Suharyadi H, Dulf A, Soegiato T. 2022. Perancangan Sistem Perpipaan untuk Fluida Migas dari Tangki TK0305 ke Pipa Header Suction Pompa 33LP0001. Vol 4 No. 1
- [9] Saputra I, Hendra S, dkk. 2020. Analisa Rancangan Pipe Support pada Aliran Fuel Gas Menggunakan Auto Pipe. Vol. 2 No. 2
- [10] Sasongko, Gregorius. 2016. Analisis Kegagalan Pipa Elbow 180 pada Furnace. Universitas Diponegoro. Vol. 4, No.2.

Daftar Simbol

L_s	=	Jarak antara Support, ft
Z	=	Momen Tekanan Bengkok, in^3
S_h	=	Tegangan yang diijinkan pada suhu operasi, psi
E	=	Modulus Elastisitas, psi
I	=	Momen Inersia, in^4
Δ	=	Defleksi Maksimum (5/8), in
t_{min}	=	Ketebalan Dinding Minimum, in
t	=	Ketebalan Desain, in
P_o	=	Tekanan operasi, psi
D	=	Diameter Luar Pipa, in
F	=	Desain Faktor, (0,72)
E	=	Join Effisiensi (SMLS=1, BW=0,60, ERW= 0,85)
SY	=	Minimum Yield Streng Material, psi
D_{in}	=	Diametr Dalam, in
L	=	Panjang Pipa, ft
Q	=	Kapasitas, gpm
SG	=	Spesifik Grafity
T	=	Temperatur, °F
De	=	Diameter Ekonomis, in
W	=	Berat Total, lb/ft
S	=	Berat jenis pada suhu aliran, air pada suhu 60°F sama dengan 1.
μ	=	Viskositas Aliran, Cp