

Analisa Redesain *Support Pipeline Aboveground* KM 00.950 – KM 01.100 Jalur Balongan – Mundu di Pesisir Balongan

Abdul Fajri Prasetyo^{1*}, George Endri Kusuma², Daisy Dwijati K. R. A.³

¹Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia

^{2,3}Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia

*E-mail: abdul.fajri@gmail.com; kusuma.george@gmail.com; daisy.dwijati@gmail.com

Abstrak

Pipeline yang berada di KM 00.950 sampai ke KM 01.00 pada jalur pesisir daerah Balongan terkena abrasi. Abrasi tersebut mengakibatkan penurunan permukaan tanah sehingga *pipeline* yang sebelumnya dalam kondisi tertanam (*buried*) berubah menjadi *pipeline aboveground* yang tidak tersangga. Berdasarkan masalah tersebut di atas suatu desain *support pipeline* dijadikan fokus penelitian ini. *Support pipeline* tersebut harus memenuhi kriteria *code* ASME B 31.8. Analisa tegangannya dilakukan secara manual dan menggunakan *software* CAESAR II yang akan dibandingkan dengan kriteria penerimaan pada *code* ASME B31.8. Perhitungan dan pemodelan pada balok kolom beton menggunakan *software* SAP2000, yang akan digunakan sebagai penyangga *pipeline aboveground*. Desain *support pipeline aboveground* menghasilkan 7 buah *support* dengan jenis U-Bolt. Pemodelan kondisi redesain pada *software* CAESAR II menunjukkan nilai tegangan sebesar 11,6 % dari batasan *allowable stress* pada *code* ASME B 31.8. Nilai momen *ultimate* pada balok yang digunakan sebagai penyangga lebih kecil daripada momen balok yang direncanakan ($M_u \leq M_n$), yaitu $401288,11 \text{ Nmm} \leq 2957880 \text{ Nmm}$ sehingga mampu menyangga dengan aman.

Keywords : Analisa tegangan, ASME B 31.8, Detail Engineering Drawing (DED), desain *support*, *pipeline aboveground*.

1. PENDAHULUAN

Pipeline merupakan sistem jaringan penghubung untuk sarana transportasi fluida produksi dari satu tempat ke tempat lainnya. *Pipeline* yang berada pada jalur pantai beresiko terkena abrasi. Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Permasalahan yang terjadi pada *pipeline* jalur Balongan – Mundu KM 00.950 sampai KM 1.100 adalah pada saat muka air laut naik dan pantai mengalami abrasi. Hal ini menyebabkan penurunan permukaan tanah sedalam 2,2 m dan jarak muka tanah ke pipa setinggi 1,4 m. Kondisi *pipeline* setelah terkena abrasi dapat dilihat pada Gambar 1



Dari Gambar 1.1 jalur *pipeline* mengalami *freespan* karena tanah yang menjadi tumpuan tergerus oleh abrasi dan *pipeline* tersebut bergesekan dengan *pipeline* yang berada di bawahnya. Berdasarkan masalah tersebut pemasangan *support* perlu dilakukan. *Support* adalah alat yang digunakan untuk menyangga dan menahan sistem perpipaan. *Support* tersebut dirancang agar dapat menahan berbagai macam bentuk pembebanan baik karena berat pipa, fluida, maupun beban dari luar.

2. METODOLOGI.

2.1. Prosedur Penelitian

Redesain *pipeline* dilakukan pada jalur Balongan – Mundu KM 00.950 sampai KM 1.100. Analisa penelitian dilakukan sesuai dengan referensi yang telah ditentukan. Tahapan tersebut menghitung secara manual jumlah dan posisi *pipesupport* untuk menyangga *pipeline* yang terkena abrasi. Kemudian perhitungan tegangan akibat beban *sustain* pada *pipeline* dilakukan baik secara manual maupun menggunakan *software* CAESAR II. Nilai perhitungan tersebut akan dievaluasi menggunakan

allowable stress material ASME B31.8. Perhitungan dan pemodelan pada balok kolom beton menggunakan *software* SAP2000, yang akan digunakan sebagai penyangga *pipeline aboveground*.

2.2. PipeSpan

2.2.1 Weight Total

$$W = W_{\text{pipe}} + W_{\text{content}} + W_{\text{insulasi}} \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan persamaan berat total dari *pipeline*. Dimana W_{pipe} merupakan berat dari pipa (lb/in), W_{content} merupakan berat fluida (lb/in), W_{insulasi} merupakan berat dari lapisan luar pipa (lb/in).

2.2.2 Limitation of Stress

$$L_S = \sqrt{\frac{0.33Zs_h}{W}} \quad (2)$$

Persamaan (2) menunjukkan persamaan *limitation of stress*. Dimana Z merupakan *section Modulus* (in³), S_h merupakan *allowable tensile stress* (psi), W merupakan berat total *pipeline* (lb/in).

2.2.3 Limitation of Deflection

$$L_d = \sqrt[4]{\frac{\Delta EI}{22,5 W}} \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan persamaan *limitation of deflection*. Dimana Δ merupakan *allowable deflection* (in), E merupakan modulus elastisitas dari material pipa (psi), I merupakan *area moment of inertia of pipe* (in⁴), W merupakan berat total *pipeline* (lb/in).

2.3. Analisa Tegangan

2.3.1 Tegangan Hoop

$$S_H = \frac{PD}{2t} \quad (4)$$

Persamaan (4) menunjukkan persamaan tegangan *hoop*. Dimana P merupakan tekanan desain (psi), D merupakan diameter *pipeline* (in), t merupakan tebal dinding *pipeline* (in).

2.3.2 Tegangan Longitudinal

$$S_L = S_p + S_T + S_B + S_X \leq 0.9 ST \quad (5)$$

Persamaan (5) menunjukkan persamaan tegangan longitudinal. Dimana S_p merupakan tegangan longitudinal tekan (psi), S_T merupakan tegangan termal (psi), S_B merupakan tegangan tekuk (psi), S_X merupakan tegangan aksial (psi), S merupakan *specified minimum yield strength* (psi), T merupakan *temperature derating factor*.

2.4. Dimensi Balok dan Kolom

Dimensi balok dan kolom dapat dikatakan aman apabila momen yang direncanakan lebih besar dari momen dari *pipeline*.

$$\phi Mn \geq Mu \quad (6)$$

Persamaan (6) menunjukkan kriteria penerimaan dimensi balok dan kolom. Dimana Mn merupakan *moment ultimate* akibat beban berfaktor (Nmm), Mu *moment nominal* yang dibutuhkan (Nmm).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Berat Total

Berat total akan digunakan untuk perhitungan penentuan jarak antar *support*. Nilai berat total dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Berat Total

Jenis Berat	Nilai	Satuan	Nilai	Satuan
Berat Pipa	2637,97	Lb	1196,563	Kg
Berat Fluida	1,8718	Lb	0,849	Kg
Panjang Pipa	590,55	Inch	15000	Mm
Total Weight	2639,84	Lb	1197,411	Kg
Weight per Length	4,47013	lb/inch	0,0978	Kg/m

b. Jarak Antar Support

Jarak antar *support* ditentukan menggunakan *allowable span* berdasarkan batasan tegangan dan batasan defleksi yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

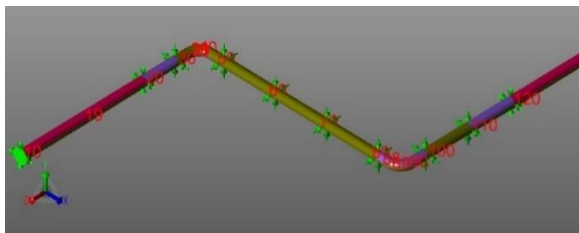
Tabel 3.2 Allowable Span

Allowable span	Nilai	Satuan
Berdasarkan batasan tegangan	8544,8	mm
Berdasarkan batasan defleksi	2667,43	mm

Hasil perhitungan jarak antar penyangga pada perhitungan diatas berdasarkan batasan tegangan dan batasan defleksi maksimal diambil yang lebih kecil yaitu 2667,43 mm. Sehingga penentuan jarak penyangga pada *pipeline aboveground* tidak diijinkan melebihi 2667,43 mm.

c. Analisa Displacement

Nilai *displacement* redesain *pipeline* didapat dari pemodelan menggunakan *software* CAESAR II. Gambar *displacement pipeline* redesain dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Displacement pipeline redesain

Berdasarkan Gambar 3.1 node 10 sampai node 20 merupakan bagian *pipeline* yang tertanam, kemudian node 20 sampai 120 adalah *pipelinedalam* kondisi diatas tanah (*aboveground*) dan node 120 sampai 220 adalah *pipeline* tertanam (*burried*). Analisa ini hanya dilakukan pada *pipeline aboveground* yaitu pada node 20 sampai 120. Pada pemodelan ini *pipeline aboveground* sudah dipasang penyangga (*support*). Nilai *displacemet pipeline* kondisi redesain dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Displacement Redesign

No.	Node	DX	DY	DZ
		(in)	(in)	(in)

1.	20	-0,00	-0,0008	-0,00
2.	30	-0,00	-0,0000	-0,00
3.	50	0,00	-0,0000	0,00
4.	60	0,00	-0,0000	-0,00
5.	80	0,00	-0,0000	0,00
6.	90	0,00	-0,0000	-0,00
7.	110	-0,00	-0,0000	-0,00
8.	120	0,00	-0,0016	-0,00

Pada Tabel 3.3 nilai *displacement pipeline* kondisi redesain lebih dominan bergerak pada arah sumbu Y daripada arah sumbu X dan Z. Nilai *displacement* terbesar terjadi pada sumbu Y node 120 yaitu -0,0016 inch atau -0,04 mm.

d. Analisa Tegangan

Total tegangan longitudinal yang terjadi pada jalur *pipeline* dapat diketahui dengan cara menjumlahkan keseluruhan nilai tegangan longitudinal yang terjadi pada *pipeline* menggunakan persamaan 5. Hasil perhitungan total tegangan longitudinal dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Nilai Total Tegangan Longitudinal

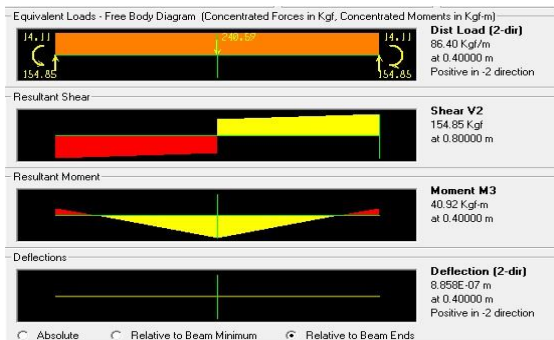
Segment	S _P	S _T	S _B	S _x	S _L	Allowable Stress (psi)
1	1514,7	6457,011	22,278	0	7993,989	31500
2	1514,7	6457,011	52,728	0	8024,439	31500
3	1514,7	6457,011	58,133	0	8029,844	31500
4	1514,7	6457,011	58,113	0	8029,844	31500

5	1514,7	6457,011	58,113	0	8029,844	31500
6	1514,7	6457,011	47,587	0	8019,081	31500
7	1514,7	6457,011	40,370	0	8012,081	31500
8	1514,7	6457,011	40,370	0	8012,081	31500

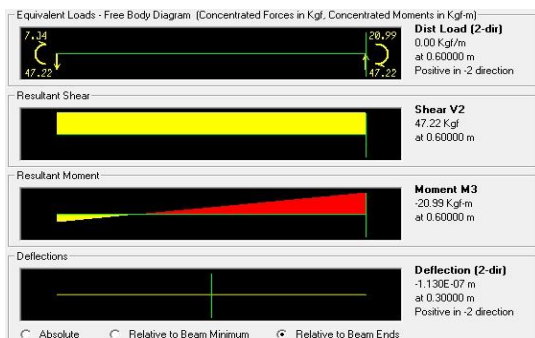
Berdasarkan Tabel 3.3 nilai total tegangan longitudinal terbesar berada pada *segment* 3,4 dan 5. Nilai tegangan total longitudinal seluruh *segment* pada kondisi redesain masih dibawah *allowable stress* (tegangan yang diijinkan).

e. Desain Kolom dan Balok

Momen *ultimate* (Mu) merupakan momen akibat beban berfaktor. Nilai momen *ultimate* (Mu) didapat dari pemodelan menggunakan *software* SAP2000. Hasil momen yang terjadi pada balok dan kolom dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3



Gambar 3. 2 Hasil momen balok



Gambar 3. 3 Hasil momen kolom

Dari hasil pemodelan menggunakan *software* SAP2000 didapat nilai momen *ultimate* (Mu) pada balok yaitu 40,92 Kgf-m atau 401288,11 Nmm sedangkan pada kolom didapat nilai momen *ultimate* (Mu) yaitu 20,99 Kgf-m atau 9806.65 Nmm.

Berdasarkan perhitungan manual didapat nilai Mn adalah 2957880 Nmm. Balok dapat dikatakan aman apabila momen *ultimate* yang dihasilkan dari beban *pipeline* kurang dari sama dengan momen balok yang direncanakan ($M_u \leq M_n$).

$$M_u \leq M_n$$

$$401288.11 \text{ Nmm} \leq 2957880 \text{ Nmm}$$

Jadi dimensi balok yang direncanakan untuk menyangga *pipeline* aman untuk digunakan, karena nilai momen *ultimate* lebih kecil dari momen balok yang direncanakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan antara lain.

1. Nilai perhitungan jarak antar penyangga berdasarkan batasan tegangan adalah 8544,8 mm dan berdasarkan batasan defleksi adalah 2667,43 mm. Nilai jarak yang digunakan adalah nilai yang lebih kecil yaitu berdasarkan batasan defleksi 2667,43 mm. Dengan demikian *pipeline aboveground* dengan panjang 15000 mm menggunakan *support* jenis U-Bolt sebanyak 7 buah.
2. Nilai tegangan tertinggi *pipeline aboveground* pada kondisi desain, *existing* dan redesain adalah 3534,3 psi, 5718,4 psi, 3671,6 psi. Dari ketiga kondisi tersebut masih dalam batasan aman sesuai dengan *code* ASME B 31.8 yaitu 31500 psi. Nilai tegangan tertinggi yang terjadi pada kondisi *existing* berada di segmen 8. Kondisi tersebut terjadi setelah *pipeline* terkena abrasi oleh air laut dan melendut karena tidak adanya penyangga.
3. Dimensi balok beton yang menyangga *pipeline aboveground* aman karena nilai momen *ultimate* lebih kecil dari momen balok yang direncanakan ($M_u \leq M_n$), yaitu $333823,14 \text{ Nmm} \leq 2957880 \text{ Nmm}$.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. ASME B31.8-2014, *Gas Transmission and Distribution Piping Systems*, U.S.A: American Society of Mechanical Engineer.
2. SNI, 2002. SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung-Indonesia: Standard Nasional Indonesia.
3. DPMB. 1981. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung- Indonesia: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
4. Chamsudi, Achmad. (2005). *Piping Stress Analysis*. Badan Tenaga Nuklir Nasional PUSPITEK, Serpong.
5. Kannapan, Sam. (1986). *Introduction to pipe stress Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.
6. Nugraha, Budi. (2012). *Piping and Pipeline Components*. Jakarta. Budi: Nugraha Copyright.
7. Pratama, PT. Tijara. (2004). *Pelatihan dasar analisa tegangan pipa*. IOCS. Ptc. Ltd (Singapore) dan COADE Inc. Jakarta.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan