

ANALISIS PENGARUH EXPANSION LOOP PADA TEGANGAN PIPA DAN GAYA NOZEL

Syahrul Husni Harahap
Pusat Pengembangan Sistem Reaktor Maju -BATAN

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH EXPANSION LOOP PADA TEGANGAN PIPA DAN GAYA NOZEL. Telah dilakukan analisis sistem pemipaan tanpa *expansion loop* dan menggunakan *expansion loop* yang bertujuan untuk melihat pengaruhnya terhadap tegangan pipa dan gaya nozel agar diperoleh sistem pemipaan yang handal, aman dan memenuhi *code*. Analisis ini dilakukan dengan pembobanan statik, yaitu *operating*, *sustain* dan *expansion*. Hasil analisis berupa tegangan telah dibandingkan dengan ASME *code* seksi III, subseksi NC (nuklir kelas 2). Selain itu diperoleh juga data berupa gaya dan momen pada nozel pompa dan nozel bejana tekan. Dari hasil analisis tersebut dapat dilihat bahwa *expansion loop* dapat dengan baik mengurangi pengaruh termal dan *stiffness*, sehingga diperoleh tegangan pipa di bawah tegangan izin. Selain itu gaya dan momen pada nozel pompa dan bejana tekan juga telah berkurang. Oleh karena itu, *Expansion loop* cukup efektif untuk mengurangi tegangan, gaya dan momen sehingga diperlukan pada sistem pemipaan yang memiliki keterbatasan ruang untuk instalasinya.

Kata kunci : analisis, *expansion loop*, pemipaan, gaya nozel

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF EXPANSION LOOP ON PIPE STRESS AND NOZEL FORCES/MOMENT. Analysis of the effects of expansion loop on piping system has been carried out. The purpose of the analysis was to obtain piping system that is reliable and safe, as well as in accordance with the applicable standards and codes. Static loading including *operating*, *sustain* and *expansion* loadings were applied. The results of the analysis in the forms of stress loadings has been compared with the relevant codes and standards i.e. ASME code section III, subsections NC (nuclear class 2). In addition to that, data on forces and moments on the nozzle and pressure vessel were also obtained. Based on the analysis, it has been shown that the expansion loop is capable of reducing the effects of thermal strain and stiffness, so that the resulted pipe stress, forces and moments that occur on the equipment were below the permitted values. Moreover, the forces and moments on the

Analisis ini bertujuan untuk melihat pengaruh penggunaan *expansion loop* terhadap tegangan dan pada sistem pemipaan dibandingkan dengan sistem pemipaan tanpa *expansion loop* yang dianalisis secara statik berdasarkan *ASME code* seksi III, subseksi NC (nuklir kelas 2) pada kondisi pembebanan operasi (*operating*), *sustaint* dan ekspansi (*Expansion*)

TEORI TEGANGAN ASME CODE SECTION III, SUBSECTIONS NC (KELAS 2)

Suatu sistem pemipaan akan mengalami pembebanan pada kondisi operasi atau tidak beroperasi, beban-beban ini mengakibatkan terjadinya tegangan di pipa yang harus diperhitungkan. Faktor tegangan yang perlu diperhatikan pada pipa, adalah tegangan *sustaint* dan tegangan ekspansi

Tegangan Sustaint

Tegangan *sustaint* pada pipa, adalah tegangan yang diakibatkan oleh gaya-gaya mekanik yang terjadi pada sistem pemipaan, berat dan tekanan persamaannya adalah :

$$S_{SL} = \frac{B_1 P D_o}{2 t_n} + \frac{B_2 M_A}{Z} < S_a = 1.5 S_h \quad (\text{psi}) \quad (1)$$

Tegangan Ekspansi

Tegangan ekspansi diakibatkan oleh adanya perubahan temperatur pada pipa, sehingga terjadi ekspansi termal dan tegangan pada pipa yang dinyatakan dalam rumus

$$S_E = \frac{i M_c}{Z} < S_a \quad (\text{psi}) \quad (2)$$

Batas tegangan yang diizinkan (*Allowable stress*) untuk ekspansi dihitung dengan

$$S_a = f (1.25 S_c + 0.25 S_h) S_h - S_t \quad (\text{psi}) \quad (3)$$

dengan

$$S_{SI} = \text{Tegangan sustaint, (psi)}$$

- D_x, D_y dan D_z = Pergeseran nozel pada arah x, y dan z, (inci)
 l_x dan l_z = Panjang nozel pada arah radial peralatan, (inci)
 l_y = Panjang nozel pada arah vertikal peralatan, (inci)
 α = Koefisien muai panjang / °F)
 Δt = Selisih antara temperatur operating dengan temperatur *ambient*, (°F)

METODE DAN TATA KERJA

Jenis Beban Analisis

Analisis dilakukan menggunakan metode beban statik yang diberikan pada sistem pemipaan, dimana beban statik tersebut adalah *operating*, *sustaint* dan *expansion*. Jenis beban ini dapat dilihat pada Tabel 1 dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh berbagai beban terhadap sistem pemipaan.

Tabel 1. Jenis Beban

Condition	Jenis Beban	Output type
<i>Operating</i>	$W+D_1+T_1+P_1 +F$	Gaya/Momen
<i>Sustaint</i>	$W+P_1 +F_1$	Tegangan
<i>Expansion</i>	$DS_1 - DS_2$	Tegangan

W = Beban mati (lb)

T_1 = Temperatur operasi (°F)

P_1 = Tekanan Desain (psi)

F = Gaya (lb)

$DS_1 - DS_2$ = *Stress range* akibat pergeseran (psi)

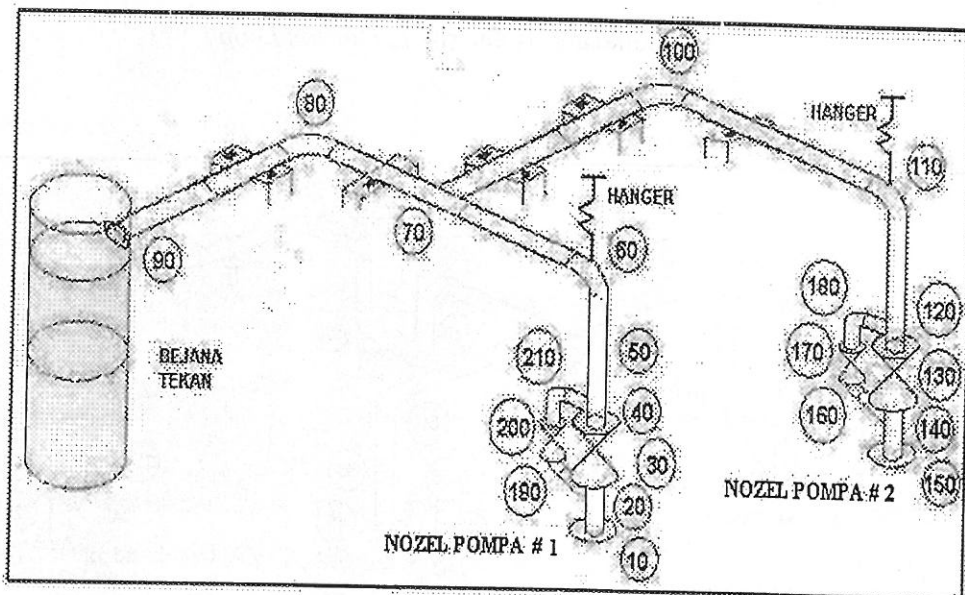
Operating = kondisi operasi pada temperatur disain

Sustaint = kondisi akibat berat pipa, peralatan pipa dan tekanan

Expansion = kondisi akibat termal

Tabel 2. Data input

Data Input					
Diameter pipa (NPS)	20 inch	Displacement	Dx	0 inch	
Schedule No.	10		Dy	0.81 inch	
Wall Thickness	0.25 inch	Pompa # 1 dan # 2	Dz	0 inch	
Corrosion allowance	0.0313 inch	Displacement	Dx	0 inch	
Insulation thickness	3 inch		Nozel Vessel	Dy	0.42 inch
Material	A 106 B			Dz	-0.16 inch
Temperatur	500 °F	Tekanan	30 lb/in ²		



Gambar 1. Isometrik tanpa Expansion Loop

Kondisi Analisis

Operating

Pada kondisi *operating* di evaluasi adalah *ouput* yang ada hubungannya dengan nozel peralatan. Pada kondisi ini dilakukan evaluasi terhadap gaya dan momen yang bekerja pada nozel.

Sustaint

Pada kondisi *sustaint* dilakukan evaluasi tegangan yang terjadi di setiap *node* elemen pipa untuk mengetahui tegangan maksimum pada sistem pemipaan.

Expansion

Pada kondisi *expansion* dilakukan evaluasi tegangan yang terjadi di setiap *node* elemen pipa untuk mengetahui tegangan maksimum pada sistem pemipaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tegangan, Gaya dan Momen

Hasil analisis yang diperoleh digunakan untuk mengevaluasi sistem pemipaan dan hasil analisis tegangan pipa yang melebihi tegangan izin (*Allowable stress*) ASME Code seksi III, subseksi NC serta gaya dan momen pada nozel pompa dan *bejana tekan*.

Tegangan

Pengamatan terhadap hasil analisis tegangan pipa dilakukan menurut kondisi pembebanan *sustaint* dan *expansion* dengan mencatat tegangan sebenarnya maksimum yang dapat dilihat dalam Tabel 3.

Hasil Analisis Penyangga Spring

Dari hasil analisis diperoleh data penyangga *spring* untuk sistem pemipaan tanpa *expansion loop* dan menggunakan *expansion loop* dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Data Penyangga Spring

Sistem Pemipaan	Tipe	Size (in)	Vertical Movement (in)	Hot Load (lb)	Installed Load (lb)	Spring Rate (lb/in)	Horizontal Movement (in)
Tanpa Expansion Loop	PSS	17	0.580	10418	11578	2000	0.596
	Grinnell	13	1.245	3222	3595	300	0.349
Expansion Loop I	PSS	14	0.596	3573	4050	800	0.173
	Grinnell	13	0.560	2853	3526	1200	0.074
Expansion Loop II	PSS	17	0.580	10418	11578	2000	0.596
	Grinnell	13	1.245	3222	3595	300	0.349

PEMBAHASAN

Pada node 60 diperoleh hasil bahwa untuk sistem pemipaan tanpa *expansion loop* untuk kondisi beban *sustaint* tegangan sebenarnya maksimum 11138.3 lb/in². Padahal tegangan izin adalah 17300 lb/in². Hasil analisis sistem pemipaan menggunakan *expansion loop I* diperoleh tegangan maksimum untuk kondisi beban *sustaint* 4573.4 lb/in² di node 60 tegangan izin adalah 25950 lb/in² dan dari *expansion loop II* diperoleh tegangan sebenarnya maksimum 3821 lb/in² di node 60 tegangan izin 25950 lb/in². Ini menunjukkan bahwa konfigurasi penyangga dapat menahan beban *sustaint*, sehingga tidak terjadi kelebihan tegangan (*over stress*) pada pipa dibandingkan dengan tegangan izin masing-masing. Kondisi beban *sustaint* disebabkan oleh berat pipa, isolasi, fluida dan perlengkapan pipa lainnya.

Hasil analisis yang diperoleh dari kondisi *expansion* untuk sistem pemipaan tanpa *expansion loop* terdapat tegangan sebenarnya maksimum 56007 lb/in² di node 20 yang

KESIMPULAN

Untuk memperoleh sistem pemipaan yang handal, aman dan memenuhi *code* yang akan dikonstruksi pada suatu ruang, seperti reaktor nuklir diperlukan *expansion loop*. Pengaruh *expansion loop I* dan *expansion loop II* pada sistem pemipaan cukup besar untuk mengurangi tegangan di pipa karena termal serta gaya dan momen di nozel peralatan seperti terlihat dalam Tabel 3 dan 4. Sistem pemipaan yang didesain tidak menggunakan *expansion loop*, maka ekspansi termal dapat menyebabkan kelebihan tegangan di pipa yang melebihi tegangan izin serta gaya dan momen di nozel peralatan menjadi besar, berarti sistem pemipaan tidak dapat menyerap ekspansi termal dengan baik dan tidak fleksibel. Dalam mendesain *expansion loop* pada sistem pemipaan perlu memperhatikan jalur pipa lainnya dan peralatan di sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, "Applications Guide CAESAR versi 3.22", Coade, Inc, Publ; Huston, Texas, April 1995; 5-14.
2. ANONIM "Design Manual-Piping Mechanical", The M.W. Kellogg Company, Publ; New York, 1988; 2321
3. RASWARI, " Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan", Edisi Kedua, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1986; 34, 40-41.
4. PAUL R. SMITH. P.E, THOMAS J. VAN LAAN. P.E, "Piping and Pipe Support Systems & Design and Engineering" First Edition, McGraw-Hill, Inc; Publ; USA, 1987; 82-83
5. HOWARD. F. RASE, "Piping Design for Process Plants", Second Edition, John Willey & Sons, Inc; Publ; New York, August, 1963; 191-192
6. ANONIM, "Design of Piping System", The M.W. Kellogg Company, Second Edition, John Willey & Sons, Inc; Publ; New York, 1955; 30-40.