

# RANCANGAN FLEKSIBILITAS INTALASI PIPA

Murni  
Program Diploma III Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

## Abstracts

*Murni, in paper Accretion of length or decrease of effect expansion of pipe at one particular pipe installation will result damage of installation. To avoid that thing is hence an pipe installation require to be reckoned or planned maturely so that pipe installation earn flexible so that do not destroy in the event of accretion of length and or decrease.*

### I. PENDAHULUAN

Masyarakat pada umumnya kurang memahami bahwa instalasi perpipaan akan rusak apabila tidak disediakan tempat untuk ekspansi akibat pertambahan panjang atau penyusutan pipa tersebut. Panjang pipa akan berubah dengan berubahnya temperatur pipa dan temperatur pipa itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya temperatur fluida di dalam serta temperatur sekelilingnya. Pertambahan panjang atau penyusutan pipa selain ditentukan oleh perubahan temperatur pipa juga tergantung pada jenis bahan pipa serta panjang pipa itu sendiri.

Fleksibilitas pipa ini bertujuan untuk menjaga agar instalasi pipa tidak rusak yaitu terjadi perubahan bentuk atau pembengkokan akibat pemuaian yaitu pertambahan panjang maupun penyusutan setiap jalur perpipaan terutama jalur-jalur kritis seperti jalur yang disambung dengan nozzle peralatan.

Untuk menjaga agar instalasi pipa tidak rusak bila terjadi pertambahan atau penyusutan pipa, biasanya instalasi pipa perlu ditambah dengan sambungan pipa ekspansi, sambungan ini untuk menyerap perubahan panjang pipa tersebut. Namun ada kalanya pipa ekspansi ini dapat dihilangkan, asalkan instalasi pipa tersebut sudah fleksibel menurut perhitungan, sehingga dapat mengurangi anggaran pembuatan instalasi.

Untuk itu kami ingin menjelaskan bagaimana cara menghitung dan membuat instalasi pipa agar dapat fleksibel. Mudah-mudahan tulisan ini dapat menambah pengetahuan bagi para pembaca pada umumnya dan khususnya bagi yang ingin membuat instalasi perpipaan.

### II. PERUBAHAN PANJANG PIPA

Setiap benda apabila dipanaskan akan memuai atau mengembang, begitu pula apabila didinginkan dari suhu normal akan menyusut, mengembang dan menyusutnya suatu benda tergantung pada penambahan atau penurunan temperatur yang

diberikan pada benda tersebut, sebagai contoh : bila benda mempunyai panjang  $L$ , dengan kedua ujungnya dijepit mendapat pengaruh panas, bila koefisien muai panjang  $\alpha$  dan kenaikan temperatur  $\Delta T$ , maka benda tersebut akan bertambah panjang  $\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$ .

Begitu pula dengan pipa, panjang pipa akan berubah dengan berubahnya temperatur pipa tersebut dan temperatur pipa itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya temperatur fluida yang ada di dalam tersebut serta temperatur sekelilingnya. Perpanjangan pipa selain ditentukan oleh perubahan temperatur pipa, juga tergantung pada jenis bahan pipa itu sendiri.

Perpanjangan pipa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\gamma = 1000 \cdot L \cdot C \cdot \Delta T$$

Dimana :

- $\gamma$  : perpanjangan pipa (mm)
- $L$  : panjang pipa mula-mula (m)
- $C$  : koefisien ekspansi linier (mm / mm<sup>0</sup> C)
- $\Delta T$  : perubahan temperatur

### III. PERHITUNGAN FLEKSIBILITAS PIPA

Untuk memudahkan perhitungan dibutuhkan data dari bahan yang akan digunakan dalam instalasi perpipaan misalnya ketebalan pipa, bahan pipa, gaya-gaya, tekanan, temperatur, serta fluida yang berada dalam pipa, disamping itu tidak kalah pentingnya data-data peralatan dari pembuat atau penjual, terutama batas-batas yang diijinkan, baik gaya, momen lengkung dan tegangan.

Metode Perhitungan Fleksibilitas pipa haruslah didasarkan :

- Batas angker diketahui atau diasumsikan
- Perencanaan temperatur, koefisien ekspansi baik untuk jalur utama atau cabang
- Perencanaan pada koneksi khusus seperti start up, siklus operasi dan lain-lain

Tabel 1. Koefisien ekspansi linier pipa

Bahan pipa	Koefisien ekspansi Linier (mm/mm/°C)	Ekspansi pipa Satu meter dengan kenaikan 100°C (mm)
Besi rol	0,000012348	1,2348
Baja	0,000010980	1,0980
Besi cor	0,000010620	1,0620
Tembaga	0,000017100	1,7100
Kuningan	0,000018720	1,8720
Timah hitam	0,000028260	2,8620
Baja tahan karat (sus 304)	0,000017300	1,7300

Tabel 2. Pertambahan panjang berbagai macam pipa pada beberapa Perubahan Temperatur (dalam mm setiap 100 m Panjang Ekspansi)

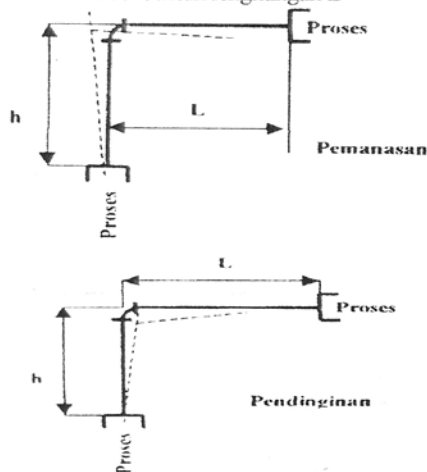
Jenis pipa	Pipa baja	Pipa Tembaga	Pipa Kuningan	Pipa baja Tahan karat
Koefisien Ekspansi (mm/mm °C)	0,00001098	0,00001710	0,00001872	0,00001730
Perubahan Temperatur °C				
20	21,96	34,20	37,44	34,60
40	43,92	68,40	74,88	69,20
60	65,88	102,60	112,32	103,80
80	87,84	136,80	149,76	138,40
100	109,80	171,00	187,20	173,00

Tabel 3. Panjang pipa yang menimbulkan Ekspansi 38 mm

Perubahan Temperatur (°C)	Panjang pipa (m)			
	Pipa Baja	Pipa Tembaga	Pipa Kuningan	Pipa PVC
80	43,0	22,7	25,7	6,3
100	34,5	22,2	20,5	5,0

Adakalanya perpanjangan pipa dapat diatasi, karena ujung pipa yang lain dapat bergerak bebas (tak tertekan) namun begitu ukuran instalasi pipa perlu perhitungan secara cermat agar supaya tidak merusak instalasi pipa itu sendiri bila terjadi pemuaiian.

- Instalasi bentuk lengkungan L



Gambar 1. Instalasi pipa bentuk lengkungan L

Bentuk seperti ini dapat dihitung dengan rumus :

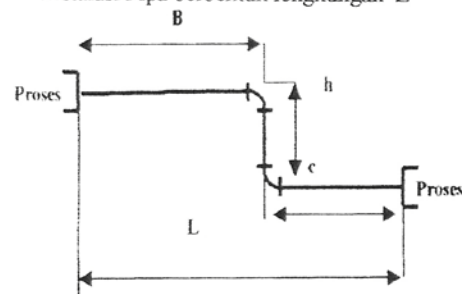
$$h_{\text{min}} = \frac{0,762}{1000} DoL \cdot \Delta T \text{ meter}$$

$$L_{\text{min}} = \frac{400 \cdot (h^2)}{0,3048 Do \cdot \Delta T}$$

dimana :

- h : panjang pipa yang pendek (m)
- Do : diameter luar pipa (inch)
- L : panjang pipa yang panjang (m)
- Δ T : perbedaan temperatur (° F)

- Instalasi Pipa berbentuk lengkungan Z



Gambar 2. Instalasi pipa berbentuk lengkungan Z

Bentuk seperti ini dapat dihitung dengan rumus :

$$h_{min}^2 = \frac{0,762}{1000} DoL \cdot \Delta T \text{ meter}$$

$$h_{min} = 0,0276 \sqrt{DoL \cdot \Delta T \text{ meter}}$$

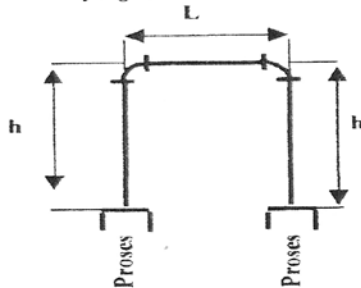
$$L_{min} = \frac{400(h^2)}{0,3048 Do \cdot \Delta T}$$

syarat :  $B/C \geq 4$

Dimana :

- h : panjang pipa (m)
- Do : diameter luar pipa (inch)
- L : panjang pipa yang panjang (m)
- L : B + C
- $\Delta T$  : perbedaan temperatur ( $^{\circ}F$ )
- B & C : masing-masing panjang pipa mendatar (m)

- Instalasi pipa berbentuk lengkungan U dengan kedua kaki yang sama.



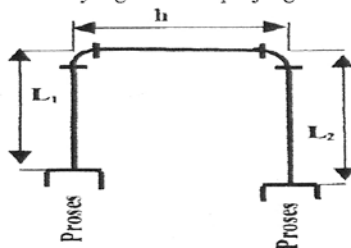
Gambar 3. Instalasi pipa berbentuk lengkungan U

$$h_{min}^2 = \frac{0,488}{1000} Do \cdot L \cdot \Delta T \text{ meter}$$

$$h_{min} = 0,022 \sqrt{Do \cdot L \cdot \Delta T \text{ meter}}$$

$$L_{min} = \frac{625(h^2)}{0,3048 Do \cdot \Delta T} \text{ meter}$$

- Instalasi pipa berbentuk lengkungan dengan kedua kaki yang tak sama panjang.



Gambar 4. Instalasi berbentuk lengkungan dengan kedua kaki tak sama panjang

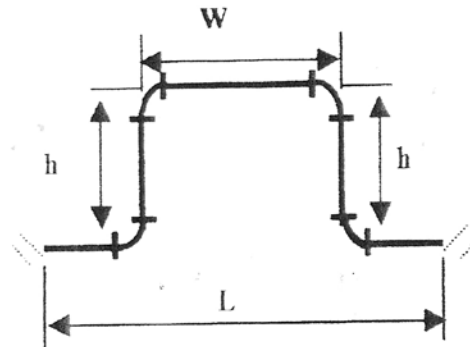
$$h_{min}^2 = 0,640 Do(L_1 - L_2) \cdot \Delta T \text{ meter}$$

$$h_{min} = 0,0253 \sqrt{Do(L_1 - L_2) \cdot \Delta T \text{ meter}}$$

$$(L_1 - L_2)_{min} = \frac{500(h^2)}{0,3048 Do \cdot \Delta T} \text{ meter}$$

- Instalasi pipa berbentuk lurus panjang

Untuk pipa panjang diperlukan sambungan yang dapat menyerap perubahan panjang karena pemuaian. Sambungan ini dapat berupa loop ataupun sambungan ekspansi yang banyak dijual di pasaran umum, adapun jenis dan kemampuan menyerap perpanjangan / perpindahan, serta kemampuan menerima tekanan, temperatur dan bahan bermacam-macam sehingga kita bisa memiliki sesuai dengan yang kita kehendaki. Sedangkan untuk sambungan ekspansi jenis loop dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 5. Sambungan ekspansi jenis loop

$$h_{min}^2 = \frac{0,122}{1000} DoL \cdot \Delta T \text{ meter}$$

$$h_{min} = 0,011 \sqrt{DoL \cdot \Delta T \text{ meter}}$$

$$L_{min} = \frac{2500(h^2)}{0,3048 Do \cdot \Delta T} \text{ meter}$$

$$W_{min} = 0,5h$$

Dimana :

- W<sub>1</sub> h : panjang pipa (m)
- L : panjang pipa sampai sambungan (m)
- Do : diameter luar pipa
- $\Delta T$  : perbedaan temperatur ( $^{\circ}F$ )

#### IV. JUMLAH SAMBUNGAN EKSPANSI

Jumlah sambungan ekspansi yang harus dipasang pada suatu sistem pipa tergantung pada suatu sistem pipa tergantung pada :

- Bahan sistem pipa
- Besarnya perubahan panjang
- Jenis sambungan ekspansi

Jumlah sambungan ekspansi dapat ditentukan dengan rumus :

$$n = \frac{\gamma}{\sigma}$$

dimana :

- n = jumlah sambungan ekspansi
- $\gamma$  = perubahan panjang (mm)
- $\sigma$  = ekspansi maksimum (mm) yang dapat diserap sambungan

Selain menggunakan rumus diatas dapat juga diperkirakan jumlah sambungan ekspansi secara kasar sebagai berikut : biasanya sambungan ekspansi dipasang untuk menyerap perpanjangan atau perpendekan pipa sebesar 30 mm untuk sambungan ekspansi type tunggal. jarak antara dua sambungan berurutan sekitar 30 m untuk pipa baja dan sekitar 20 m untuk pipa tembaga. sedang untuk pipa tegak biasanya dipasang sebuah sambungan ekspansi setiap 45 m.

#### V. PEMASANGAN SAMBUNGAN EKSPANSI

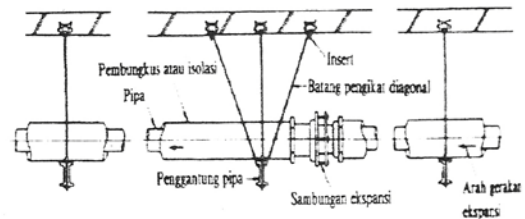
Untuk menghindari terjadinya kondensasi dan pengumpulan air (untuk uap) pada sambungan ekspansi loop, maka posisi loop harus diletakan diatas atau menyudut ke atas dan juga pemasangan sambungan ekspansi tidak dapat dipisahkan dengan pemasangan instalasi pipanya sendiri.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pipa adalah sebagai berikut :

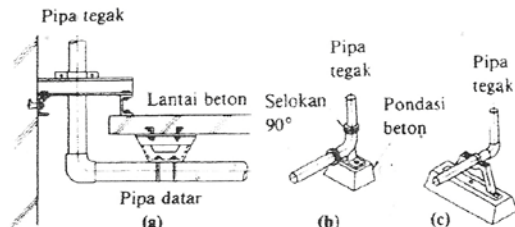
- Penggantung atau penumpu  
Penggantung atau penumpu pipa harus mampu menerima beban berat pipa ditambah dengan perlengkapannya seperti : katup, isolasi dan isi pipa itu sendiri.
- Lokasi Penggantung

Penggantung atau penumpu pipa harus dipasang pada tempat-tempat berikut ini :

- Di sekitar katup dan sambungan ekspansi (untuk katup ukuran 100 mm atau lebih harus dipasang pada kedua sisinya)
- Pada belokan pipa mendatar
- Pada dasar pipa tegak
- Pada cabang pipa
- Pada pipa yang disambungkan ke mesin atau peralatan



Gambar 6. Contoh pengikaran pipa dan sambungan ekspansi dengan penggantung



Gambar 7. Contoh penggantung dan penumpu bagian bawah pipa tegak

- Jarak antar penggantung  
Jarak antar penggantung sebaiknya dibuat seperti yang dilihat di tabel di bawah ini :

Tabel 4. Jarak tumpuan atau penggantung pipa

Klasifikasi	Keterangan		Jarak tumpuan	
Pipa Tegak	Pipa besi	Pipa lurus	Satu titik setiap batang pipa	
	cor	Pipa disambung	Dua potong	Satu titik, salah satu batang
		-sambung	Tiga potong	Satu titik, salah satu barang di tengah
	Pipa baja		Satu titik atau lebih setiap lantai	
Pipa timah hitam, pipa PVC, pipa tembaga		1,2 m atau lebih setiap lantai		
Pipa Mendatar	Pipa besi	Pipa lurus	Satu titik setiap batang pipa	
	cor	Pipa disambung	Satu titik setiap sambungan	
		-sambung		
Pipa baja, diameter :		< 20 mm	1,0 m atau kurang	
		25 – 40 mm	2,0 m atau kurang	
		50 – 80 mm	3,0 m atau kurang	
		90 – 150 mm	4,0 m atau kurang	
		200 mm dan lebih	5,0 m atau kurang	

Pipa timah hitam (lebih dari 0.5 m panjang)	Dalam hal pipa berubah bentuk, ditumpu dengan talang dan pelat besi galvanis tebal 0,4 mm atau lebih pada seluruh panjangnya, dan ditumpu setiap jarak 1,5 m atau kurang	
Pipa tembaga, diameter :	< 20 mm	1,0 m atau kurang
	25 – 40 mm	1,5 m atau kurang
	50 mm	2,0 m atau kurang
	65 – 100 mm	2,5 m atau kurang
	125 mm dan lebih	3,0 m atau kurang
Pipa PVC, diameter :	< 16 mm	0,75 m atau kurang
	20 – 40 mm	1,0 m atau kurang
	50 mm	1,2 m atau kurang
	65 – 125 mm	1,5 m atau kurang
	150 mm dan lebih	2,0 m atau kurang

- Pemasangan pada penggantung (penumpu)  
Pipa serta sambungan ekspansi harus dipasang pada tempat dan cara yang tepat agar dapat berfungsi dengan baik.  
Pemasangan pipa perlu sedemikian rupa agar dapat bergerak dengan bebas sehingga perpanjangan atau perpendekannya dapat diserap oleh sambungan ekspansi tanpa menimbulkan kemungkinan kerusakan.

#### VI. KESIMPULAN

- Suatu instalasi perpipaan memerlukan perencanaan dan pemasangan yang baik untuk menghindari kerusakan akibat pemuaian.
- Sambungan ekspansi tak diperlukan apabila dalam perhitungan instalasi pada pipa tersebut sudah fleksibel.
- Pemilihan sambungan ekspansi perlu disesuaikan dengan keadaan di lapangan.
- Sambungan ekspansi tak akan berfungsi maksimum bila salah dalam pemasangannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

9. Ashrae Handbook 1983, **Equipment Volume, American Society of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers**. Inc, 1791 Tullie circle ME, Atlanta.
10. Holman J, P 1976, **Heat Transfer** Mc. Graw Hill
11. Hodge BK 1985, **Analisis and Design of Energy Systems**, Prentice – Hall, New Jersey United States of Amerika.
12. Kharmi, JK Gupta 1980, **A Text Book of Machine Design**, Eurasia Publishing House (Pot) LTD, New Delhi.
13. Raswari 1986, **Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan**, Universitas Indonesia, Jakarta.
14. Soufyan, Morimura 1984, **Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing**, PT. Pradya Paramita, Jakarta.
15. Syamsir A Muin 1988, **Pesawat-pesawat Konversi Energi I (ketel uap)**, Rajawali Pers, Jakarta.
16. William J.Mcguiness, Benjamin Stein, 1981, **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings**, John Wiley and Sons Inc, Singapore, New York.