

Kavitasi Dalam „Control Valve,, (Kerangan Pengendali) Dan Cara Pencegahannya

Oleh : Ir. Muchtisar DP.
Bidang Pendidikan Dan Latihan
PPTMGB "Lemigas Cepu.

1. PENDAHULUAN.

Tingkah laku fluida didalam aliran suatu sistem perpipaan amat ditentukan oleh kondisi operasi dalam sistem tersebut. Fluida dapat mengalir amat lambat, cepat atau terlalu cepat.

Untuk menilai cepat-lambatnya aliran dilihat dari segi peralatan biasanya dipergunakan ukuran-ukuran/ besaran-besaran dalam keadaan normal; biasa, wajar. Yaitu suatu keadaan dimana dengan adanya aliran tersebut, alat-alat tidak rusak atau tidak cenderung untuk rusak. Aliran yang terlampau lambat atau terlampau cepat pada umumnya dapat merusak sistem perpipaan tertentu. Kerusakan ini bisa menyerang pipanya sendiri ataupun alat-alat pada sistem perpipaan tersebut.

Kavitasi yang terjadi dalam kerangan pengendali merupakan salah satu akibat tingkah laku fluida dalam aliran. Kavitasi ini dapat menimbulkan suara bising, getaran dan kerusakan-kerusakan pada kerangan pengendali. Akibat lebih jauh lagi adalah sistem kontrol akan rusak dan tidak berfungsi ditambah kecenderungan rusaknya hubungan alat-alat dengan sistem perpipaan akibat getaran.

Semuanya merupakan kerugian-kerugian yang perlu dicegah. Kavitasi sendiri merupakan fenomena yang perlu diketahui sebab akibat dan cara pencegahannya.

2. CONTROL VALVE (KERANGAN PENGENDALI).

Kerangan pengendali merupakan alat kontrol (pengendali) aliran fluida. Fluidanya bisa berupa cairan uap atau gas.

Bukaan kerangan ini dapat diatur lebar atau sempit menurut keperluan. Supaya tahan terhadap tekanan, gesekan, dan temperatur, pengkaratan, maka kerangan ini harus kuat dan baik.

Kerangan pengendali sebagai alat pengendali (kontrol) merupakan alat presisi juga yang dibuat secara teliti dan sempurna. Oleh sebab itu harganya pun sangat tinggi. Harus teliti dalam memilih dan menentukan jenis bentuk dan material serta ukuran kerangan pengendali ini agar tepat penggunaannya

Beberapa faktor penting dalam memilih kerangan ialah :

- Ukuran kerangan
- Material
- Tekanan kerja

- Cara penyambungan dengan sistem perpipaan
- Cara kerja kerangan
- Konstruksi dalam
- Diafragma, motor dan per (spring)

3. FENOMENA KAVITASI.

Kavitasi banyak dikenal sehubungan dengan perpompaan. Kavitasi dalam perpompaan juga merupakan hal yang merugikan. Dalam tulisan ini tidak dibahas.

Untuk kerangan pengendali, kavitasi terjadi dalam kondisi operasi dimana "pressure drop" atau kapasitas aliran tinggi.

Pada dasarnya kavitasi terjadi bila sebagian cairan yang mengalir berubah menjadi uap. Dalam kerangan pengendali terjadi pada saat aliran cairan dipercepat mendadak didalam valve orifice atau didalam sempitan-sempitan kerangan pengendali tersebut.

Uap yang terjadi dapat terlokalisasi dalam bentuk partikel-partikel dan tekanan dapat naik sampai ribuan atmosfer.

Partikel-partikel uap bertekanan tinggi ini menggores "plug" (penyumbat) dan "seat" (dudukan sumbat) bahkan body (badan kerangan) itu sendiri. Disamping itu timbul pula suara bising dan getaran-getaran. Suara ini menimbulkan polusi (pencemaran) suara dan getaran dapat merusak sistem perpipaan atau sambungan-sambungan pada alat-alat atau mesin atau bejana yang berhubungan dengan sistem perpipaan tersebut.

Dalam aliran cairan, kavitasi dapat terjadi bila tekanan statik aliran fluida lebih kecil dari pada vapor pressure (tekanan uap) cairan tersebut. Tekanan statik terendah dalam kerangan pengendali adalah selepas dari orifice (sempitan).

Pada keadaan demikian cairan dapat berubah menjadi uap. Setelah itu tekanan naik kembali (pressure recovery) dan uap dapat berubah kembali menjadi cairan.

Perubahan dua kali (dua tingkat) inilah yang menimbulkan fenomena kavitasi. Kenaikan tekanan kembali tadi, besar kecilnya sangat ditentukan oleh konstruksi dalam kerangan itu.

Kalau valve-nya makin "streamlined" maka recovery tekanan makin besar sehingga dengan demikian kemungkinan kavitasi juga makin besar.

4. KONDISI KRITIS

Dengan uraian diatas, jelas kavitasi disebabkan oleh

banyak faktor. Faktor besar utama adalah pressure drop dan pressure recovery.

Pressure drop dalam kerangan pengendali, dimana kavitasi mulai terjadi disebut pressure drop kritis (Δp_{crit}).

Kavitasi akan terjadi bila pressure drop dalam operation melebihi pressure drop kritis dan tekanan outlet lebih besar dari pada tekanan uap dari fluida yang mengalir dalam kerangan tersebut.

Dalam banyak hal pressure drop berkisar antara (25 - 30) % dari total perbedaan tekanan untuk sistem perpipaan dengan tekanan rendah dan menengah. Sedangkan untuk sistem dengan tekanan tinggi pressure drop berkisar antara (10 - 15) %.

Perbandingan pressure recovery ditandai dengan faktor

aliran kritis (C_f).

Hubungan antara pressure drop kritis dengan faktor aliran kritis matematis sebagai berikut:

$$\Delta p_{crit} = C_f^2 (p_1 - p_v) \text{ tanpa reducer.}$$


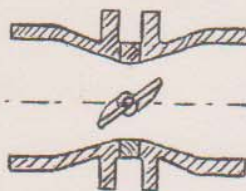
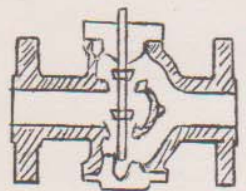
$$\Delta p_{crit} = \left(\frac{C_{fr}}{R} \right)^2 (p_1 - p_v) \text{ dengan reducer.}$$

R = faktor koreksi kapasitas aliran sub kritis,

Harga R dan C_{fr}/R tergantung dari perbandingan diameter aliran dan diameter orifice serta bentuk/konstruksi kerangannya.

Lihat tabel 1. (beberapa contoh).

Tabel 1. Efek inlet dan outlet reducer.

Valve Masonellan	Flow to	D/d=1,5		D/d=2		C_f	K_c
		R	C_{fr}/R	R	C_{fr}/R		
 Type 20.000 dan 21.000	Close	0,96	0,84	0,94	0,86	0,85	0,58
	Open	0,96	0,89	0,94	0,91	0,90	0,65
 Type 37.000	Flow kesemua arah	0,81	0,74	0,72	0,83	0,65	0,32
 Type 10.000	Contained	0,96	0,89	0,94	0,91	0,90	0,70
	V-pors	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,73

Bila kavitasi tidak boleh terjadi maka sebagai ganti C_f^2 adalah angka K_c (koefficient of incipient cavitation).

Tekanan difrensial dalam keadaan tersebut dapat dicari dengan rumus: $\Delta p_{i,c} = K_c (p^1 - p) (P_1 - P_v)$

5. PENCEGAHAN KAVITASI.

Dari hubungan matematis diatas $\Delta p_{crit} = C_f^2 (p_1 - p_v)$

maka untuk menghindari kavitasi dapat dilakukan dengan cara mengurangi pressure drop dalam valve menjadi lebih kecil pressure drop kritis, atau dengan kata lain menaikkan harga p_{crit} .

Hal ini dapat dilakukan dengan menaikkan harga p_1 dengan cara memasang kerangan pada bagian rendah pada sistem perpipaan.

Cara lain adalah dengan memilih kerangan dengan harga C_f atau K_C yang lebih besar. Misalnya untuk kerangan Masoneilan dipilih type 20,000 dari pada type 37,000. Cara lain dilakukan juga adalah dengan merubah arah aliran. Untuk menaikkan C_f dapat pula dilakukan dengan memasang 2 kerangan sama secara seri. Harga C_f kombinasi dari 2 kerangan diestimate sebesar jumlah akar kwadrat C_f masing-masing.

$$(C_f)_{total} = \sum \sqrt{C_{fi}}$$

6. PENUTUP.

Walaupun kavitasi dapat diatasi dengan cara merubah letak kerangan, namun perubahan ini akan membawa akibat kenaikan biaya perpipaan. Sebab itu, lebih baik dilakukan seleksi yang cermat sebelumnya pada saat dilakukan design sistem perpipaannya.

Tentu saja akhirnya semua ini ditentukan oleh hasil perhitungan ekonomis, perbandingan antara penambahan biaya perpipaan dengan harga kerangan disamping juga perlu diperhatikan kemudahan operational.

Ref. :

1. Masoneilan : Handbook for Control Valve Sizing.
2. Pignone Sud : Control Valves.
3. David W. James : Introd. to Process Measurement and Control.
4. I.S.A.