

# Aliran dalam Pipa

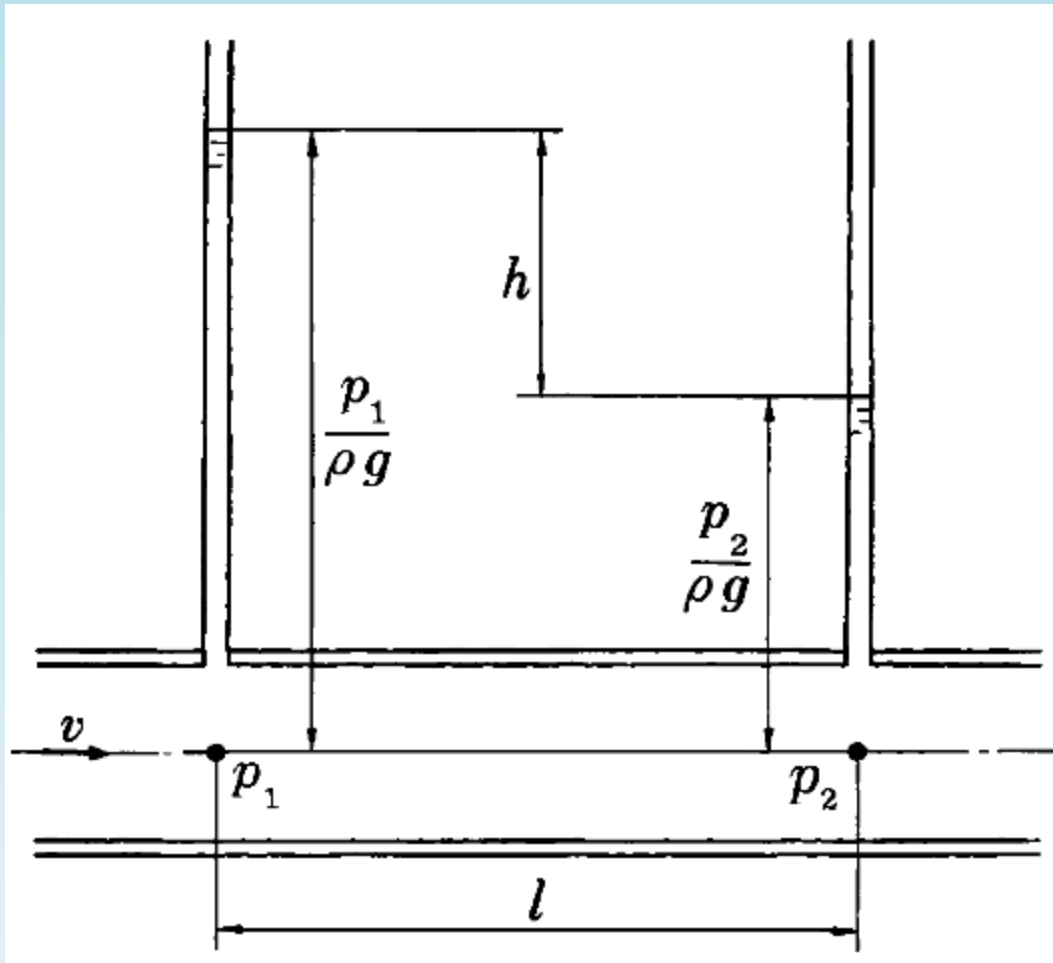
MATERI V

# Aliran dalam Pipa

- Aliran dalam pipa bersifat **dinamik** dan berada dalam **ruang tertutup**.
- Beberapa kerugian yang ada pada aliran dalam pipa (**kerugian tinggi tekanan**):
  - Kerugian tinggi tekanan besar (**Major Losses**)
  - Kerugian tinggi tekanan kecil (**Minor Losses**)



# Persamaan Energi Bernoulli



$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

$h_L = \text{head loss (kerugian tinggi tekanan)}$

# Major Losses (Persamaan **Darcy Weisbach**)

$$h_{major} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g}$$

$h_{major}$  = *kerugian tinggi tekanan karena gesekan sepanjang pipa*

$\lambda$  = *koefisien Darcy atau fraksi gesekan*

$l$  = *panjang pipa*

$d$  = *diameter pipa*

$v$  = *kecepatan aliran dalam pipa*

$g$  = *percepatan gravitasi*

# Koefisien Darcy ( $\lambda$ )

Aliran laminar,  $Re < 2000$

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Aliran turbulen,  $Re > 4000$   
pada pipa halus

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left[ \frac{2,51}{Re} \right]$$

Aliran turbulen,  $Re > 4000$   
pada pipa kasar

$$\frac{1}{\lambda} = 2 \log \left[ \frac{ks/d}{3,71} \right]$$

$ks =$  *kekasaran mutlak (mm)*

Aliran turbulen,  $Re > 4000$   
peralihan dari pipa halus ke  
kasar

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left[ \frac{2,51}{Re} + \frac{ks/d}{3,71} \right]$$

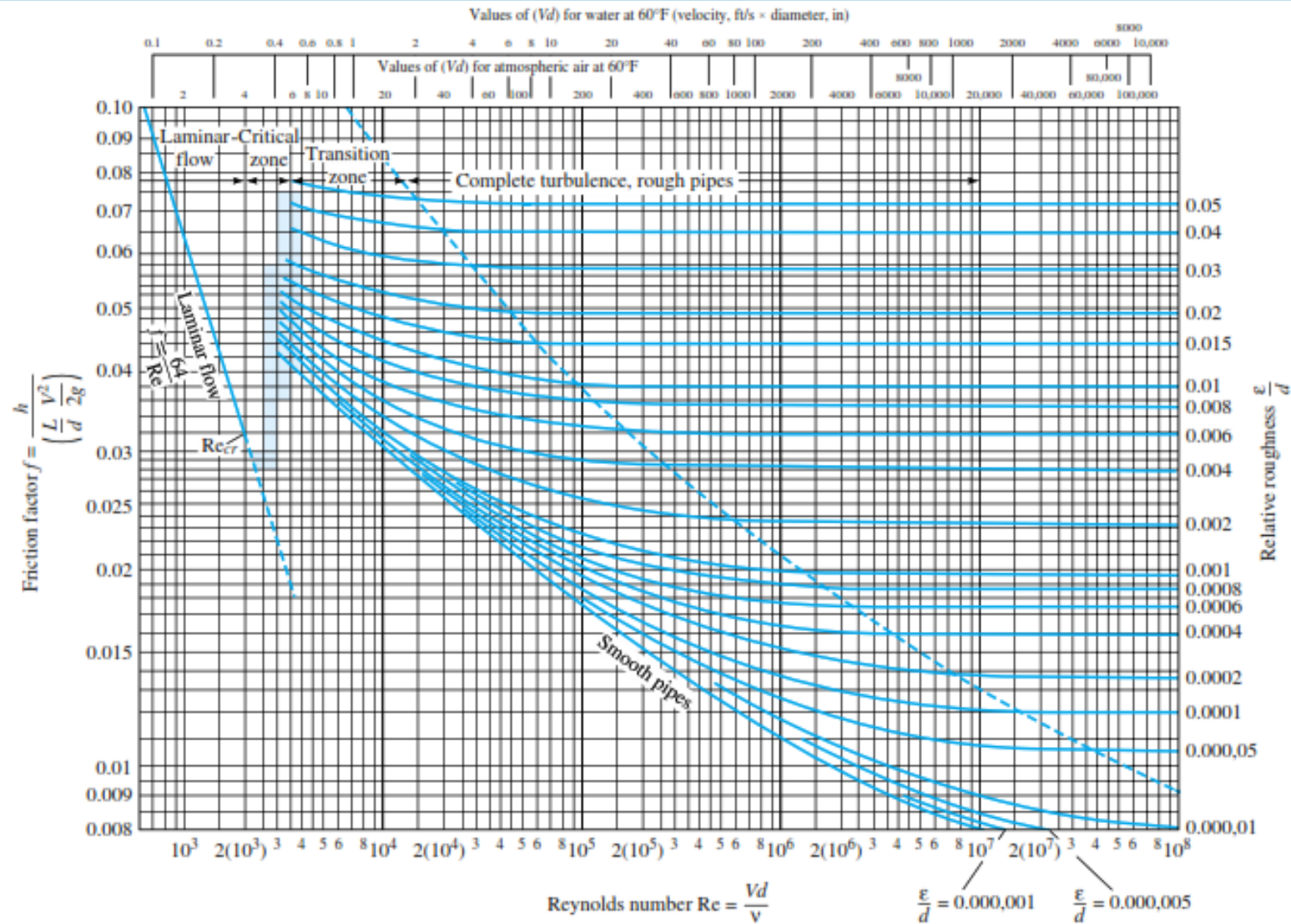
# Kekasaran Mutlak (*ks*)

Bahan	Kekasaran Mutlak ( <i>ks</i> )
Tembaga, kuningan	0,00135 – 0,00152
Baja yang dikeling	0,9 – 9,0
Beton	0,3 – 3,0
Kayu	0,18 – 0,9
Besi cor	0,26
Besi digalvanis	0,15
Besi cor diaspal	0,12
Baja, Besi tempa	0,045

# Contoh Soal

- Sebuah pipa panjangnya  $10\text{ m}$  dengan diameter  $0,1\text{ m}$ . Jika bilangan Reynold adalah  $4500$  dan kecepatan fluidanya adalah  $0,2\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , tentukan **kerugian tinggi tekanan** dengan kasus pada pipa halus!
- Diketahui  $v_1 = 0,3\frac{\text{m}}{\text{s}}$  dan  $v_2 = 0,5\frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Jika  $P_1 = 500\text{ Pa}$ , maka tentukan  $P_2!$  ( $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ;  $\rho = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )

# Diagram Moody





# Contoh Diagram Moody

- Diketahui kekasaran mutlak adalah  $0.002 \text{ mm}$  dengan diameter pipa adalah  $0.001 \text{ m}$ . jika viskositas kinematiknya adalah  $14.1 \times 10^{-6} \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$  dan kecepatan fluida adalah  $0.141 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ , tentukan fraksi gesekan ( $\lambda$ ) dengan menggunakan diagram moody!

# Major Losses (Persamaan Hazen William)

$$Q = 0,2783 \times c \times d^{2,63} \times s^{0,54}$$

$$s = \left[ \frac{Q}{0,2783 \times c \times d^{2,63}} \right]^{1,85}$$

$$h_{major} = s \times L$$

$$h_{major} = \left[ \frac{Q}{0,2783 \times c \times d^{2,63}} \right]^{1,85} \times L$$

- $c$  = koefisien kekasaran pipa Hazen William  
 $Q$  = debit fluida  
 $s$  = kemiringan garis energi

# Tabel Kekasaran Hazen William

Jenis Pipa	c
PVC	150
Baja	100
GIP (Galvanized Iron Pipe)	120
DIP (Ductile Iron Pipe)	110
ACP (Asbestos Iron Pipe)	140

*catatan : untuk pipa yang berumur > 10 tahun, nilai  $c \approx 90$*

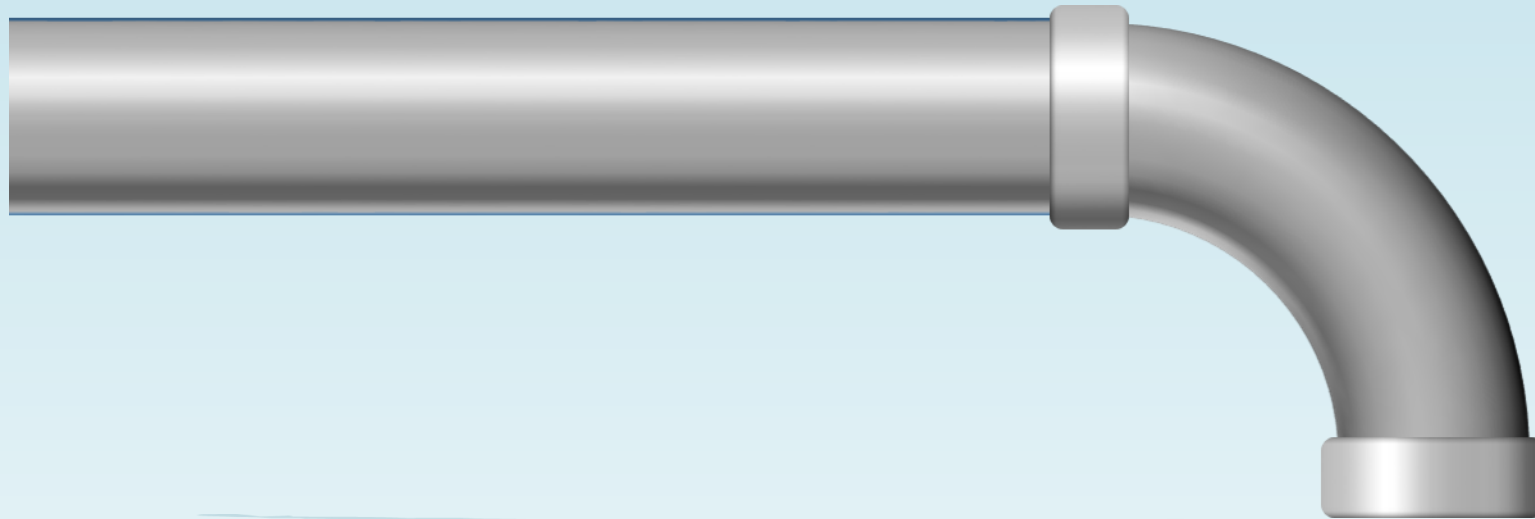
# Contoh Soal

- Debit suatu air di dalam pipa PVC adalah  $0,5 \frac{m^3}{s}$  dan diameter pipa adalah  $0,1 m$ . Jika panjang pipa adalah  $10 m$ , maka tentukan **kerugian tinggi tekanan!**

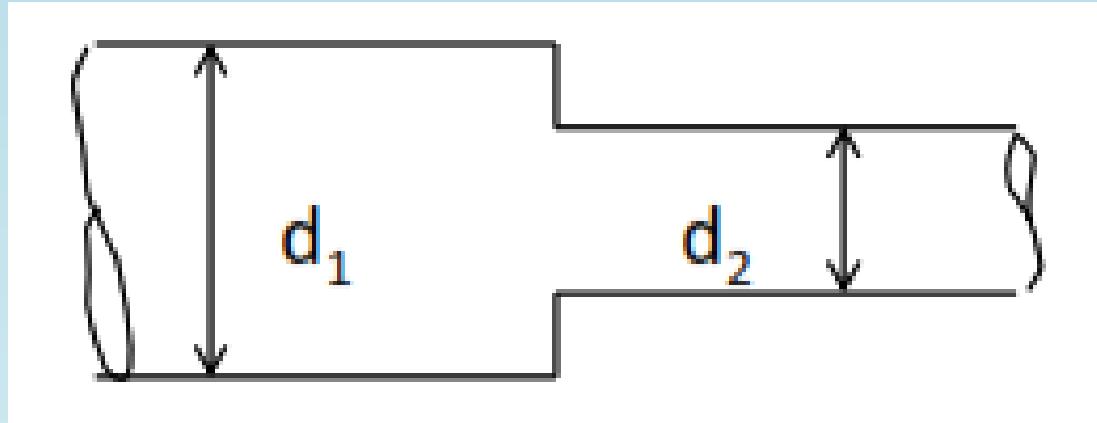
# Minor Losses

$$h_{minor} = k \frac{v^2}{2g}$$

$h_{minor}$  = kerugian tinggi tekanan karena kontraksi, ekspansi, dan belokan  
 $k$  = koefisien kerugian tinggi tekanan

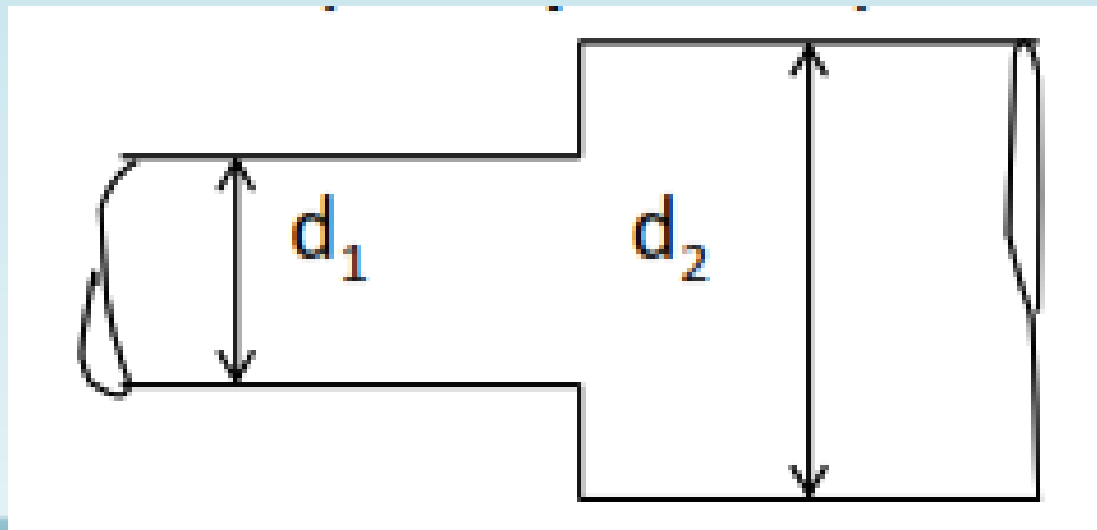


# Kontraksi dan Ekspansi



$$k = c \left[ 1 - \frac{A_2}{A_1} \right]^2$$

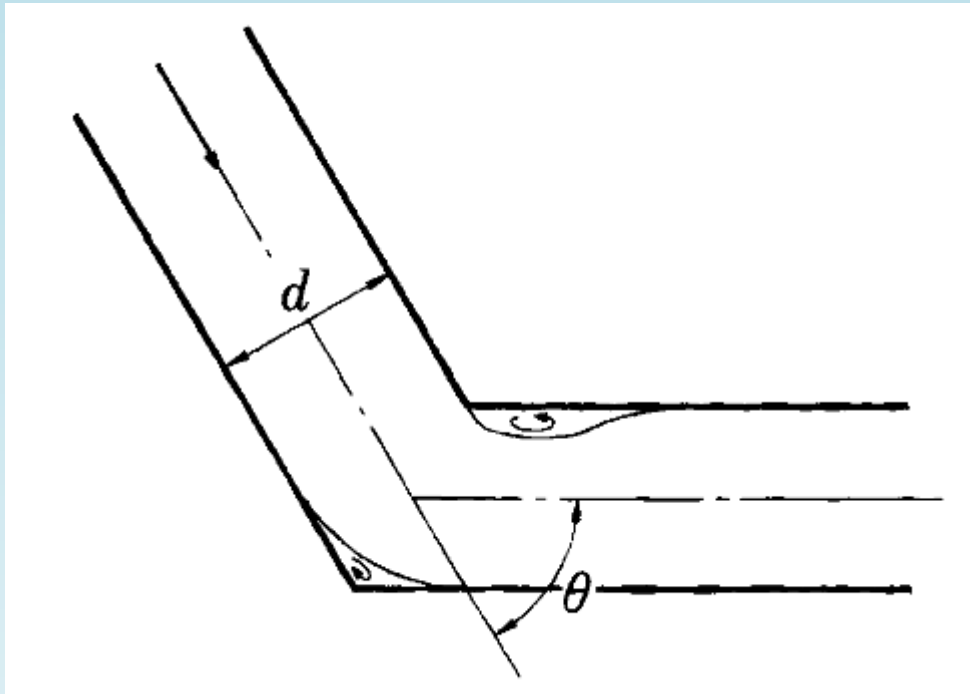
Nilai kontraksi  $c = 0,4 - 0,5$



$$k = c \left[ 1 - \frac{A_2}{A_1} \right]^2$$

Nilai ekspansi  $c = 1,0 - 1,2$

# Belokan

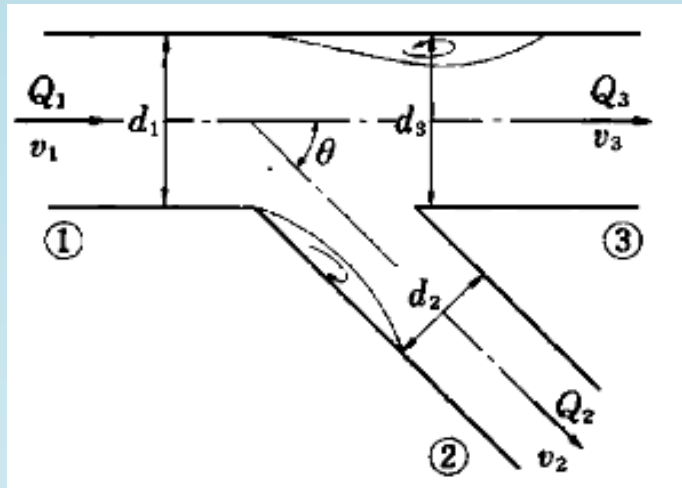


**Table 7.2** Loss factor  $\zeta$  for elbows

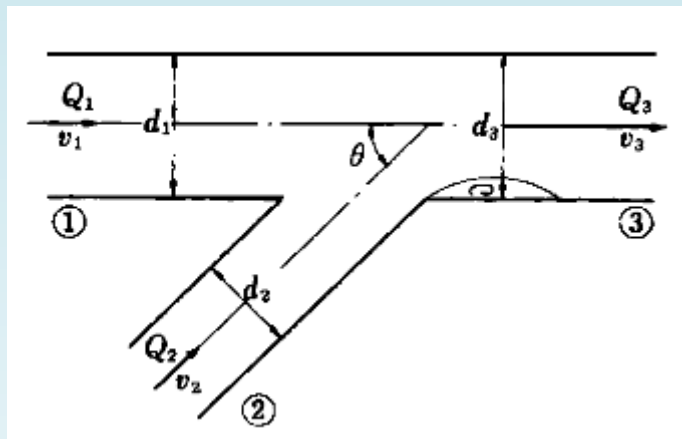
$\theta^\circ$	5°	10°	15°	22.5°	30°	45°	60°	90°
$\zeta$ Smooth	0.016	0.034	0.042	0.066	0.130	0.236	0.471	1.129
Coarse	0.024	0.044	0.062	0.154	0.165	0.320	0.687	1.265

$$h_b = \zeta_b \frac{v^2}{2g}$$

# Pipa Bercabang dan Sambungan



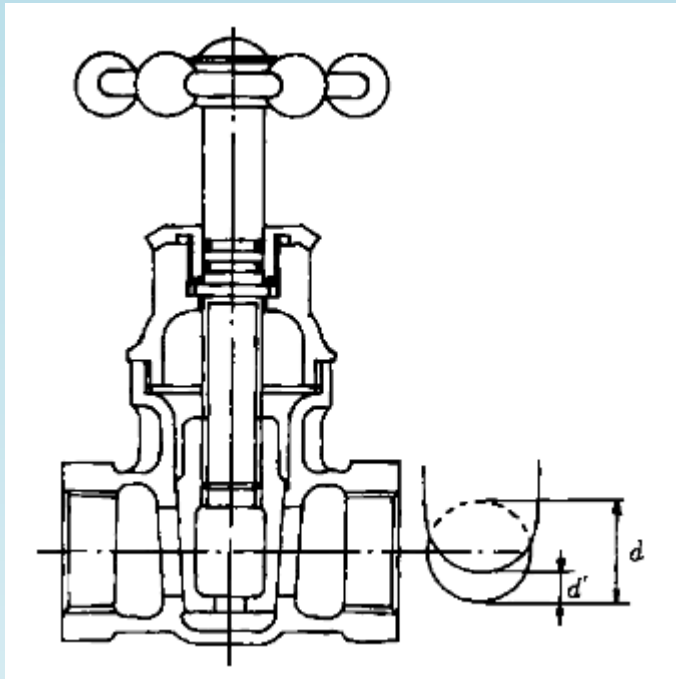
$$h_{s1} = \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g} \quad h_{s2} = \zeta_2 \frac{v_1^2}{2g}$$



$$h_{s1} = \zeta_1 \frac{v_3^2}{2g} \quad h_{s2} = \zeta_2 \frac{v_3^2}{2g}$$

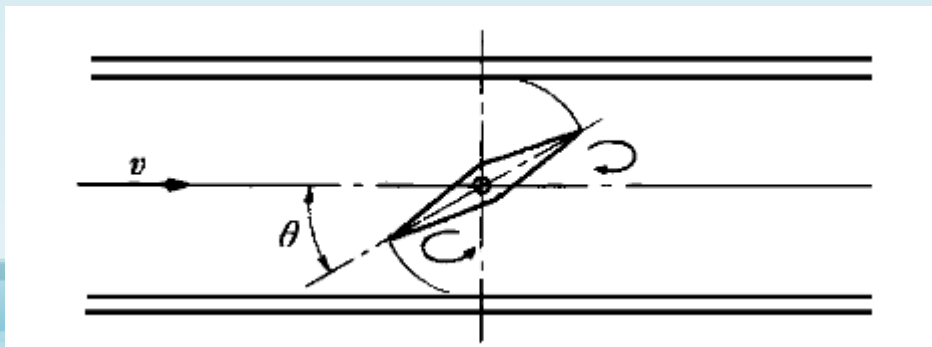


# Gate dan Butterfly Valve



**Table 7.3** Values for  $\zeta$  for 1 inch gate valves ( $d = 25.5$  mm)

$d'/d$	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1
$\zeta$	211	40.3	10.15	3.54	0.882	0.233



**Table 7.5** Values of  $\zeta$  for circular butterfly valves

$\theta^\circ$	10°	20°	30°	50°	70°
$z$	0.52	1.54	3.91	32.6	751