

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian *sling pump* skala laboratorium dengan pergantian *water mur* dengan *water swivel joint* disajikan seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian pada variasi diameter corong inlet 5cm, 6cm, dan 7 cm.

Diameter Corong Inlet (cm)	Jumlah Inlet (buah)	Jumlah Lilitan (buah)	Putaran (rpm)	Kondisi Tercelup <i>sling pump</i>	Tekanan Indikator (P) bar	Debit Aktual (liter/menit)	Debit rata-rata (liter/menit)
5	1	16	40	80%	0,2	3,6	3,5
						3,4	
						3,5	
6	1	16	40	80%	0,2	5,9	5,78
						5,75	
						5,7	
7	1	16	40	80%	0,2	6,4	6,33
						6,4	
						6,2	

4.2. Perhitungan Kecepatan Aliran

Perhitungan kecepatan aliran air pada diameter corong inlet 7 cm dengan kecepatan putar 40 rpm dan kondisi tercelup 80%.

4.2.1 Perhitungan kecepatan aliran air pada komponen *major* dengan kecepatan putaran 40 rpm dan kondisi tercelup 80%.

Debit aktual rata-rata

$$Q = \frac{\sum Q}{n}$$

$$Q = \frac{6,4 \text{ liter/menit} + 6,4 \text{ liter/menit} + 6,2 \text{ liter/menit}}{3}$$

$$Q = 6,33 \text{ liter/menit} = 0,1055 \text{ dm}^3/\text{s} = 1,055 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

a. Kecepatan aliran air pada pipa *delivery* ($v_{m,y,4}$)

Diketahui:

- Diameter dalam pipa $d_4 = \frac{3}{4}'' = 2,2 \text{ cm} = 0,022 \text{ m}$

Dihitung:

Kecepatan aliran air

$$v_{m,y,4} = \frac{4 \times Q_{\text{aktual}}}{\pi \times (D_{i,m,y,4})^2}$$

$$v_{m,y,4} = \frac{4 \times 1,055 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times 0,022^2}$$

$$v_{m,y,4} = 0,27 \text{ m/s}$$

b. Kecepatan aliran air pada pipa 1'' ($v_{m,y,3}$)

Diketahui:

- Diameter dalam pipa $d_3 = 1'' = 2,8 \text{ cm} = 0,028 \text{ m}$

Dihitung:

$$v_{m,y,3} = \frac{4 \times Q_{aktual}}{\pi \times (D_{i,m,y,3})^2}$$

$$v_{m,y,3} = \frac{4 \times 1,055 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times 0,028^2}$$

$$v_{m,y,3} = 0,17 \text{ m/s}$$

c. Kecepatan aliran air pada *hollow shaft* (v_2)

Diketahui:

- Diameter dalam pipa *hollow shaft*, $d_2 = 1,6 \text{ cm} = 0,016 \text{ m}$

Dihitung:

$$v_{m,y,2} = \frac{4 \times Q_{aktual}}{\pi \times (D_{i,m,y,2})^2}$$

$$v_{m,y,2} = \frac{4 \times 1,055 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times (0,016)^2}$$

$$v_{m,y,2} = 0,52 \text{ m/s}$$

d. Kecepatan aliran air pada selang $\frac{3}{4}$ " (v_1)

Diketahui:

- Diameter dalam selang $d_1 = \frac{3}{4}$ " = $1,75 \text{ cm} = 0,0175 \text{ m}$

Dihitung:

$$v_{m,y,1} = \frac{4 \times Q_{aktual}}{\pi \times (D_{i,m,y,1})^2}$$

$$v_{m,y,1} = \frac{4 \times 1,055 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times (0,0175)^2}$$

$$v_{m,y,1} = 0,43 \text{ m/s}$$

Kecepatan aliran air pada diameter corong inlet dengan persentase tercelup sling pump 80% di dalam air. Dengan menggunakan langkah yang sama seperti diatas, hasil perhitungan untuk diameter corong inlet lainnya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.2. Kecepatan air pada diameter corong inlet dengan persentase pencelupan sling pump 80% di dalam air.

Diameter corong inlet (cm)	Jumlah inlet (buah)	Putaran (rpm)	Kondisi tercelup sling pump	Kecepatan aliran (m/s)				
				Pipa Delivery	Pipa 3/4"	Pipa 1"	Pipa hollow shaft	Selang 3/4"
5	1	40	80%	0,15	0,15	0,09	0,29	0,24
6	1	40	80%	0,21	0,21	0,13	0,40	0,33
7	1	40	80%	0,27	0,27	0,17	0,52	0,43

4.3. Perhitungan Head Kerugian (*Head Loss*)

4.3.1 Head Kerugian Gesek Sebagai Rugi Mayor

Head kerugian gesek sebagai rugi *mayor* pada kecepatan putaran 40 rpm dengan persentase pencelupan *sling pump* 80%.

1. Perhitungan head kerugian pada pipa *hollow shaft*

Diketahui:

- Kecepatan aliran air dalam pipa (v) = 0,52 m/s
- Panjang pipa, $L = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$
- Diameter dalam pipa, $d_i = 1,6 \text{ cm} = 0,016 \text{ m}$
- $\rho = 996,59 \text{ kg/m}^3$ (Lampiran 1)
- $\mu = 0,000852 \text{ kg/m.s}$ (Lampiran 1)

Dihitung:

a. Bilangan *reynolds* (Re)

$$\text{Re} = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

$$\text{Re} = \frac{996,59 \text{ Kg/m}^3 \times 0,52 \text{ m/s} \times 0,016 \text{ m}}{0,000852 \text{ Kg/m.s}}$$

$$\text{Re} = 9731,95$$

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa aliran air pada pipa *hollow shaft* adalah *turbulen* karena nilai $\text{Re} > 4000$.

b. Angka kekasaran relatif

Untuk pipa *galvanized iron* dari diagram *moody* diperoleh angka kekasaran $\varepsilon = 0,15 \text{ mm} = 0,00015 \text{ m}$ (Lampiran 4)

$$k = \frac{\varepsilon}{d}$$

$$k = \frac{0,00015 \text{ m}}{0,016 \text{ m}}$$

$$k = 0,0093$$

c. Koefesien gesek (f)

Berdasarkan bilangan *Reynolds* dan angka kekasaran di atas, maka kerugian gesek (f) diketahui dari diagram *Moody* sehingga diperoleh kerugian gesek $f = 0,04254$

d. Head kerugian pada pipa selang (h_l)

$$h_l = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{(2 \times g)}$$

$$h_l = 0,04254 \times \frac{0,12 \text{ m}}{0,016 \text{ m}} \times \frac{(0,52 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_l = 0,00439 \text{ m}$$

2. Perhitungan head kerugian pada pipa 1''

Diketahui:

- Kecepatan aliran air dalam pipa, $v = 0,17 \text{ m/s}$
- Panjang pipa, $L = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$
- Diameter dalam pipa, $d_i = 1'' = 2,8 \text{ cm} = 0,028 \text{ m}$

Dihitung:

a. Bilangan *reynolds* (Re)

$$Re = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

$$Re = \frac{996,59 \text{ Kg/m}^3 \times 0,17 \text{ m/s} \times 0,028 \text{ m}}{0,000852 \text{ Kg/m.s}}$$

$$Re = 5567,80$$

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa aliran air pada pipa 1'' adalah *turbulen* karena nilai $Re > 4000$.

b. Angka kekasaran relatif

Diasumsikan material pipa yang digunakan adalah plastik, sehingga dari tabel angka kekasaran diperoleh angka kekasaran, $\varepsilon = 0,15\text{mm} = 0,00015\text{ m}$ (Lampiran 4)

$$k = \frac{\varepsilon}{d}$$

$$k = \frac{0,00015\text{ m}}{0,028\text{ m}}$$

$$k = 0,000053$$

c. Koefisien gesek (f)

Berdasarkan bilangan *Reynolds* dan angka kekasaran diatas, maka kerugian gesek (f) diketahui dari diagram *Moody* sehingga diperoleh kerugian gesek $f = 0,03632$

d. Head kerugian pada pipa selang (h_l)

$$h_l = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{(2 \times g)}$$

$$h_l = 0,03632 \times \frac{0,15\text{ m}}{0,028\text{ m}} \times \frac{(0,17\text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81\text{ m/s}^2)}$$

$$h_l = 0,0000286\text{ m}$$

3. Perhitungan head kerugian pada pipa 3/4"

Diketahui:

- Kecepatan aliran air dalam pipa (v) = $0,27\text{ m/s}$
- Panjang pipa, $L = 19,5\text{ cm} = 0,195\text{ m}$
- Diameter dalam pipa, $d_i = 3/4'' = 2,2\text{ cm} = 0,022\text{ m}$

Dihitung:

a. Bilangan *reynolds* (Re)

$$\text{Re} = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

$$\text{Re} = \frac{996,59 \text{ Kg} / \text{m}^3 \times 0,27 \text{ m} / \text{s} \times 0,022 \text{ m}}{0,000852 \text{ Kg} / \text{m.s}}$$

$$\text{Re} = 6948,05$$

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa aliran air pada pipa 3/4'' adalah *turbulen* karena nilai $\text{Re} > 4000$.

b. Angka kekasaran relatif

Diasumsikan material pipa yang digunakan adalah plastik, sehingga dari tabel angka kekasaran diperoleh angka kekasaran, $\varepsilon = 0,15 \text{ mm} = 0,00015 \text{ m}$ (Lampiran 4)

$$k = \frac{\varepsilon}{d}$$

$$k = \frac{0,0000015 \text{ m}}{0,022 \text{ m}}$$

$$k = 0,000068$$

c. Koefesien gesek (f)

Berdasarkan bilangan *Reynolds* dan angka kekasaran di atas, maka kerugian gesek (f) diketahui dari diagram *Moody* sehingga diperoleh kerugian gesek $f = 0,03417$

d. Head kerugian pada pipa selang (h_l)

$$h_l = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{(2 \times g)}$$

$$h_l = 0,03417 \times \frac{0,195 \text{ m}}{0,022 \text{ m}} \times \frac{(0,27 \text{ m} / \text{s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m} / \text{s}^2)}$$

$$h_l = 0,000112 \text{ m}$$

4. Perhitungan head kerugian pada pipa *delivery*

Diketahui:

- Kecepatan aliran air dalam pipa, $v = 0,27 \text{ m/s}$
- Panjang pipa, $L = 6 \text{ m}$
- Diameter dalam pipa, $d_i = 3/4'' = 0,022 \text{ m}$

Dihitung:

a. Bilangan *reynolds* (Re)

$$\text{Re} = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

$$\text{Re} = \frac{996,59 \text{ Kg/m}^3 \times 0,27 \text{ m/s} \times 0,022 \text{ m}}{0,000852 \text{ Kg/m.s}}$$

$$\text{Re} = 6948,05$$

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa aliran air pada pipa *dilevery* adalah *turbulen* karena nilai $\text{Re} > 4000$.

b. Angka kekasaran relatif

Diasumsikan material pipa yang digunakan adalah plastik, sehingga dari tabel angka kekasaran diperoleh angka kekasaran, $\varepsilon = 0,15 \text{ mm} = 0,00015 \text{ m}$ (Lampiran 4)

$$k = \frac{\varepsilon}{d}$$

$$k = \frac{0,00015 \text{ m}}{0,022 \text{ m}}$$

$$k = 0,000068$$

c. Koefisien gesek (f)

Berdasarkan bilangan *Reynolds* dan angka kekasaran di atas, maka kerugian gesek (f) diketahui dari diagram *Moody* sehingga diperoleh kerugian gesek $f = 0,03417$

d. Head kerugian pada pipa selang (h_l)

$$h_l = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{(2 \times g)}$$

$$h_l = 0,03417 \times \frac{6 \text{ m}}{0,022 \text{ m}} \times \frac{(0,27 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_l = 0,0346 \text{ m}$$

Head loss mayor pada kecepatan putar 40 rpm dengan kondisi tercelup *sling pump* 80% di dalam air. Dengan menggunakan langkah yang sama seperti di atas, hasil perhitungan untuk kecepatan putaran *sling pump* lainnya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.3. *Head loss mayor* pada diameter corong inlet, pada kecepatan putar 40rpm dengan kondisi tercelup *sling pump* 80% di dalam air.

Diameter corong inlet (cm)	Jumlah inlet (buah)	Putaran (rpm)	Kondisi tercelup sling pump	<i>Head loss mayor</i> (h_l) (m)			
				Pipa Hollow Shaft	Pipa 1"	Pipa 3/4"	Pipa Delivery
5	1	40	80%	0,000147	0,00009	0,000041	0,0126
6	1	40	80%	0,000268	0,000018	0,000073	0,0224
7	1	40	80%	0,000439	0,000028	0,000112	0,0346

4.3.2. Head Kerugian Gesek Sebagai Rugi *Minor*

Head kerugian gesek sebagai rugi *minor* pada kecepatan putaran 40 rpm dengan persentase pencelupan *sling pump* 80%.

1) Perhitungan rugi minor pada lilitan selang plastik

Diketahui:

- Kecepatan aliran air pada selang = 0,43 m/s
- Diameter selang (d_i) = $\frac{3}{4}$ " = 1,75 cm = 0,0175 m
- Diameter selang plastik = $\frac{3}{4}$ " = 2,2 cm = 0,022 m

Lilitan selang diasumsikan sebagai *elbow* 90° , dengan bilangan *reynolds* adalah:

$$Re = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

$$Re = \frac{996,59 \text{ Kg/m}^3 \times 0,43 \text{ m/s} \times 0,0175 \text{ m}}{0,000852 \text{ Kg/m.s}}$$

$$Re = 8802,04$$

Karena bilangan $Re > 4000$, maka aliran adalah *turbulen*, sehingga dengan mengasumsikan selang adalah pipa plastik, dari diagram *Moody* di dapat faktor nilai kekasaran (k) selang adalah:

$$k = \frac{\varepsilon}{d}$$

$$k = \frac{0,0000015 \text{ m}}{0,0175 \text{ m}}$$

$$k = 0,000857$$

Berdasarkan bilangan *Reynold* dan angka kekasaran (k) diatas, maka kerugian gesek (f) diketahui dari diagram *Moody* sehingga diperoleh kerugian gesek, $f = 0,03317$

harga $L_e/D = 25$

Harga koefisien lilitan selang sebagai fungsi bilangan *Reynold* yaitu:

$$K = f \frac{L_e}{D}$$

$$K = 0,03317 \times 25$$

$$K = 0,82925$$

Harga K diatas, adalah K untuk seperempat lilitan selang. Untuk harga koefisien seluruh lilitan selang adalah sebagai berikut:

$$\sum K_{total} = K \times N \times 4$$

Dimana :

K_{total} : Koefisien tahan seluru lilitan selang.

K : Koefisien tahanan untuk $\frac{1}{4}$ lilitan selang.

N : Jumlah lilitan selang pada *sling pump*.

$$\sum K_{total} = 0,82925 \times 16 \times 4$$

$$\sum K_{total} = 53,072$$

Kerugian aliran disepanjang lilitan selang adalah:

$$h_{LM} = K \times \frac{v^2}{(2 \times g)}$$

$$h_{LM} = 53,072 \times \frac{(0,43 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{LM} = 0,500 \text{ m}$$

2) Perhitungan *head* kerugian pada belokan permukaan selang.

Diketahui:

- Belokan diasumsikan sebagai jenis belokan siku lekuk panjang, dimana menurut tabel koefisien kerugian tinggi-tekan diperoleh nilai $K = 0,60$ (Streeter, 1985).

- Kecepatan air, $v = 0,43 \text{ m/s}$.

Dihitung :

Head kerugian pada belokan permukaan *sling pump* (h_l)

$$h_l = K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_l = 0,60 \times \frac{(0,43 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_l = 0,00565 \text{ m}$$

- 3) Perhitungan *head* kerugian pada belokan didalam *sling pump*.

Diketahui :

- Belokan diasumsikan sebagai jenis belokan balik berdekatan, dimana menurut tabel koefisien kerugian tinggi-tekan diperoleh nilai $K = 2,2$ (Streeter, 1985).
- Kecepatan air, $v = 0,43 \text{ m/s}$

Dihitung :

Head kerugian pada belokan dalam *sling pump* (h_l)

$$h_l = K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_l = 2,2 \times \frac{(0,43 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_l = 0,020 \text{ m}$$

- 4) Perhitungan kerugian tinggi-tekan akibat penyempitan mendadak (*sudden contraction*) antara selang dan *hollow shaft*.

Diketahui :

- Diameter pipa selang (d_1) : $d_1 = 0,0175 \text{ m}$
- Diameter *hollow shaft* (d_2) : $d_2 = 0,016 \text{ m}$
- Kecepatan air pada *hollow shaft*, $v = 0,52 \text{ m/s}$

Dihitung :

a. Luas penampang selang (A_1)

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times d_1^2$$

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,0175 \text{ m})^2$$

$$A_1 = 0,00024 \text{ m}^2$$

b. Luas penampang *hollow shaft* (A_2)

$$A_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times d_2^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,016 \text{ m})^2$$

$$A_2 = 0,00020 \text{ m}^2$$

c. Koefisien penyempitan

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{0,00020 \text{ m}^2}{0,00024 \text{ m}^2}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = 0,83$$

Maka harga koefisien penyempitan (C_c) untuk air telah ditentukan oleh *Weishbach* dengan harga 0,813 (Streeter, 1985).

d. Head kerugian pada penyempitan selang dan *hollow shaft*

$$h_l = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \times \left(\frac{(v)^2}{(2 \times g)} \right)$$

$$h_l = \left(\frac{1}{0,813} - 1 \right)^2 \times \left(\frac{(0,52 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)} \right)$$

$$h_l = 0,000729 \text{ m}$$

- 5) Perhitungan kerugian tinggi-tekan akibat pembesaran mendadak (*sudden expansion*) antara *hollow shaft* dan pipa 1"

Diketahui :

- Diameter pipa *hollow shaft* (d_2) : $d_2 = 0,016 \text{ m}$
- Diameter pipa 1" (d_3) : $d_3 = 0,028 \text{ m}$
- Kecepatan air pada pipa 1" : $v = 0,17 \text{ m/s}$

Dihitung :

Head kerugian pada pembesaran *hollow shaft* dengan pipa 1"

$$h_l = \frac{(v)^2}{(2 \times g)} \times \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_3} \right)^2 \right]^2$$

$$h_l = \frac{(0,17 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)} \times \left[1 - \left(\frac{0,016 \text{ m}}{0,028 \text{ m}} \right)^2 \right]^2$$

$$h_l = 0,000668 \text{ m}$$

- 6) Perhitungan kerugian tinggi-tekan akibat penyempitan mendadak (*sudden contraction*) antara pipa 1" dengan pipa 3/4".

Diketahui :

- Diameter pipa 3/4" (d_4) : $d_4 = 0,022 \text{ m}$
- Diameter pipa 1" (d_3) : $d_3 = 0,028 \text{ m}$
- Kecepatan air pada pipa 3/4" : $v = 0,27 \text{ m/s}$

Dihitung :

- a. Luas penampang pipa 1"

$$A_3 = \frac{1}{4} \times \pi \times d_3^2$$

$$A_3 = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,028 \text{ m})^2$$

$$A_3 = 0,00061 \text{ m}^2$$

b. Luas penampang pipa 3/4"

$$A_4 = \frac{1}{4} \times \pi \times d_4^2$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,022 \text{ m})^2$$

$$A_4 = 0,00037 \text{ m}^2$$

c. Koefisien penyempitan (C_c)

$$\frac{A_4}{A_3} = \frac{0,00037 \text{ m}^2}{0,00061 \text{ m}^2}$$

$$\frac{A_4}{A_3} = 0,61$$

Maka dari harga koefisien penyempitan (C_c) untuk air telah ditentukan oleh *Weishbach* dengan harga 0,712 (Streeter, 1985)

d. Head kerugian pada penyempitan pipa 1" dengan pipa 3/4"

$$h_1 = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \times \left(\frac{(v)^2}{(2 \times g)} \right)$$

$$h_1 = \left(\frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \times \left(\frac{(0,27 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)} \right)$$

$$h_1 = 0,00061 \text{ m}$$

7) Perhitungan kerugian pada belokan pipa *delivery*

Diketahui :

- Kecepatan air pada pipa 3/4" : $v = 0,27 \text{ m/s}$
- Diameter pipa : $d = 0,022 \text{ m}$
- Tinggi *delivery* : $z_2 = 2 \text{ m}$
- Panjang *delivery* : $L = 6 \text{ m}$

Dihitung :

a. Sudut belokan (θ)

$$\sin \theta = \frac{z}{L}$$

$$\text{Maka : } \sin \theta = \frac{z}{L}$$

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{2m}{6m} \right)$$

$$\theta = 19,47^\circ$$

b. Koefisien kerugian

Berdasarkan sudut belokan diatas dan diketahui permukaan pipa halus maka kerugian gesek (f) diketahui dari tabel koefisien kerugian belokan pada sehingga diperoleh kerugian gesek : $f = 0,032$

c. Kerugian pada belokan pipa *delivery* (h_l)

$$h_l = f \times \frac{L}{d} \times \left(\frac{v^2}{(2 \times g)} \right)$$

$$h_l = 0,032 \times \frac{6m}{0,022m} \times \left(\frac{(0,27m/s)^2}{(2 \times 9,81m/s^2)} \right)$$

$$h_l = 0,0324m$$

8) Perhitungan kerugian tinggi-tekan akibat pembesaran mendadak (*sudden expansion*) antara 3/4" dan pipa 1"

Diketahui :

- Diameter pipa 3/4" (d_1) : $d_2 = 0,022m$
- Diameter pipa 1" (d_1) : $d_3 = 0,028m$
- Kecepatan air pada pipa 1" : $v = 0,17m/s$

Dihitung :

Head kerugian pada pembesaran antara 3/4" dengan pipa 1"

$$h_1 = \frac{(v)^2}{(2 \times g)} \times \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_3} \right)^2 \right]^2$$

$$h_1 = \frac{(0,17 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)} \times \left[1 - \left(\frac{0,022 \text{ m}}{0,028 \text{ m}} \right)^2 \right]^2$$

$$h_1 = 0,000216 \text{ m}$$

9) Perhitungan *sudden contraction* pipa 1" dengan pipa *delivery*

Diketahui :

- Diameter pipa 1" (d_i) : $d_4 = 0,028 \text{ m}$
- Diameter pipa *delivery* (d_i) : $d_5 = 3/4" = 0,022 \text{ m}$
- Kecepatan aliran pada pipa *delivery* : $v = 0,27 \text{ m/s}$

a. Luas penampang pipa *delivery* 1"

$$A_4 = \frac{1}{4} \times \pi \times d_5^2$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,022 \text{ m})^2$$

$$A_4 = 0,00061 \text{ m}$$

b. Luas penampang pipa 3/4"

$$A_5 = \frac{1}{4} \times \pi \times d_4^2$$

$$A_5 = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,028 \text{ m})^2$$

$$A_5 = 0,00037 \text{ m}$$

c. Koefisien penyempitan (C_c)

$$\frac{A_5}{A_4} = \frac{0,00037 \text{ m}^2}{0,00061 \text{ m}^2}$$

$$\frac{A_5}{A_4} = 0,61$$

Maka dari harga koefisien penyempitan (C_c) untuk air dapat diketahui dari tabel koefisien kontraksi (C_c) dengan harga 0,712.

d. *Head* kerugian pada penyempitan

$$h_1 = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \times \left(\frac{(v)^2}{(2 \times g)} \right)$$

$$h_1 = \left(\frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \times \left(\frac{(0,27 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9,81 \text{ m/s}^2)} \right)$$

$$h_1 = 0,00061 \text{ m}$$

