

MODUL PRAKTIKUM

LABORATORIUM MEKANIKA FLUIDA

Dosen:

Robby Yussac Tallar, Ph.D



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

BANDUNG

2023

Daftar Isi

Daftar Isi

BAB 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

1.2 Maksud dan Tujuan

BAB 2 Tinjauan Pustaka

2.1 Pengenalan

2.2 Jenis-jenis Aliran Pipa

2.3 Debit Aliran

2.4 Hukum Kontinuitas

2.5 Hukum Thomson

2.6 Hukum Darcy – Weisbach

2.7 Faktor Gesekan

2.8 Kehilangan Energi

2.9 Bilangan Reynolds

2.10 Kekasaran Pipa

2.11 Diagram Moody

BAB 3 Alat- Alat Yang Dipergunakan

3.1 Alat Yang Digunakan

BAB 4 Langkah Percobaan

4.1 Pengamatan pada Pipa

4.2 Pengamatan pada aliran yang melewati ambang ukur Thomson

BAB 5 Format Penulisan Hasil Percobaan

5.1 Pencarian Datum

5.2 Tinggi Pipa

5.3 Pembacaan Alat Ukur Thomson

5.4 Pembacaan Piezometer

5.5 Pengukuran Diameter

5.6 Pengukuran Suhu

BAB 6 Format Analisis Data

- 6.1 Menghitung datum / lantai
- 6.2 Menghitung tinggi pipa
- 6.3 Perhitungan debit aliran
- 6.4 Penentuan koefisien
- 6.5 Menghitung bacaan rata-rata piezometer
- 6.6 Menghitung tinggi tekan (h)
- 6.7 Mencari tinggi energi dan jenis aliran
 - 6.7.1 Primer
 - 6.7.2 Sekunder
- 6.8 Mencari Kekasaran Pipa

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, air bukanlah istilah yang asing terdengar di telinga kita. Dalam peranannya air dapat menyebabkan suatu bencana, di samping peranannya yang dapat membawa banyak sekali manfaat bagi manusia. Untuk menangani peranan yang buruk dari air, kita sebaiknya dapat “menguasai” dan mengelola air dengan sebaik-baiknya.

Mekanika Fluida adalah salah satu ilmu sipil yang dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan berbagai hal yang berkaitan dengan bidang hidrolika. Penggunaan ilmu mekanika fluida tidak semudah yang dibayangkan oleh manusia pada umumnya. Dalam penerapannya banyak sekali rumus-rumus ataupun suatu strategi yang harus dibuktikan kebenarannya.

Oleh karena itu, kami selaku mahasiswa/i Sipil Universitas Kristen Maranatha merasa mempunyai tanggung jawab terhadap salah satu peran dalam meningkatkan penggunaan ilmu tentang Mekanika Fluida ini. Dalam percobaan kali ini, kami berusaha untuk melakukan percobaan yang berkaitan dengan salah satu cabang kecil dalam ilmu mekanika fluida yaitu aliran dalam pipa saluran tertutup.

Diharapkan dengan pelaksanaan percobaan ini, kita dapat lebih mengerti tentang kebenaran suatu rumus dan hal-hal yang dapat terjadi dalam suatu pipa tertutup.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari pelaksanaan percobaan ini adalah untuk mengetahui bagaimana cara mengaplikasikan rumus-rumus yang sudah diberikan pada bangku perkuliahan. Selain itu pula untuk menguji kebenaran dari rumus tersebut dalam berbagai kondisi yang terjadi di lapangan.

Adapun gambaran besar tentang tujuan pelaksanaan percobaan yang akan dilakukan adalah :

- ✓ Mengetahui penggunaan waterpass
- ✓ Menghitung debit aliran dalam suatu pipa
- ✓ Membuktikan kebenaran rumus thomson dalam hal perbandingan koefisien ambang ukur thomson
- ✓ Menentukan tinggi tekan pipa
- ✓ Mengetahui jenis aliran yang terjadi dalam suatu pipa
- ✓ Menghitung kehilangan energi yang terjadi pada setiap sambungan pipa
- ✓ Mencoba penerapan rumus blasius dan rumus Darcy-Weisbach dalam mencari faktor gesekan
- ✓ Mencari kekasaran pipa dengan penerapan kombinasi pencarian Diagram Moody dan rumus Lapisan Batas

BAB 2

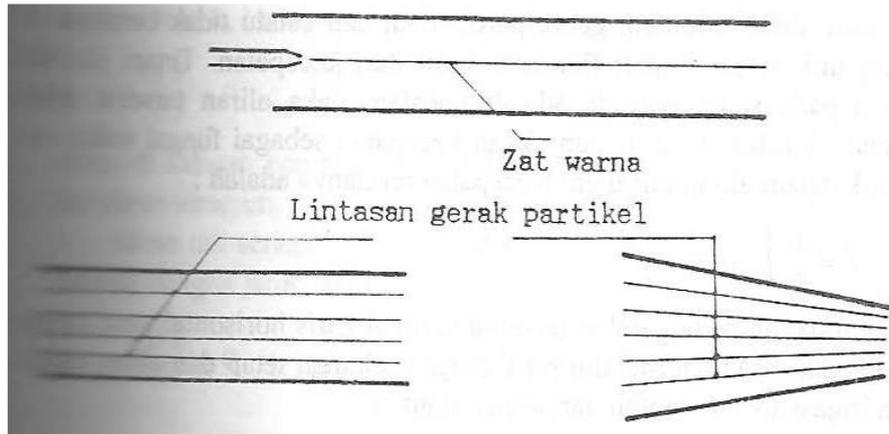
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengenalan

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran, dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Fluida yang dialirkan melalui pipa bisa berupa zat cair atau gas, dan tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer. Apabila zat cair di dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk dalam aliran saluran terbuka. Karena mempunyai permukaan bebas, maka fluida yang dialirkan adalah zat cair. Tekanan di permukaan zat cair di sepanjang saluran terbuka adalah tekanan atmosfer.

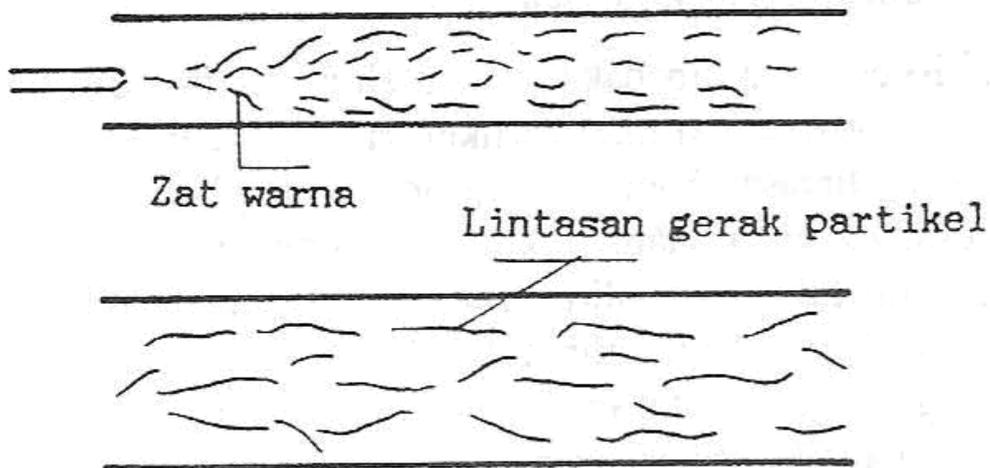
2.2 Jenis-jenis Aliran Pipa

Aliran viskos dapat dibedakan dalam aliran laminar dan turbulen. Aliran disebut laminar apabila partikel-partikel zat cair bergerak teratur dengan membentuk garis lintasan kontinu dan tidak saling berpotongan. Apabila zat warna diinjeksikan pada suatu titik dalam aliran, maka zat warna tersebut akan mengalir menurut garis aliran yang teratur seperti benang tanpa terjadi difusi atau penyebaran. Pada aliran di saluran/pipa yang mempunyai bidang batas sejajar, garis-garis lintasan akan sejajar. Sedang di dalam saluran yang mempunyai sisi tidak sejajar, garis aliran akan menguncup atau mengembang sesuai dengan bentuk saluran. Kecepatan partikel zat cair pada masing-masing garis lintasan tidak sama tetapi bertambah dengan jarak dari dinding saluran. Aliran laminar dapat terjadi apabila kecepatan aliran rendah, ukuran saluran sangat kecil dan zat cair mempunyai kekentalan besar.



Gambar 2.1 Aliran Laminer

Pada aliran turbulen, partikel-partikel zat cair bergerak tidak teratur dan garis lintasannya saling berpotongan. Zat warna yang dimasukkan pada suatu titik dalam aliran akan terdifusi dengan cepat ke seluruh aliran. Aliran turbulen terjadi apabila kecepatan aliran besar, saluran besar dan zat cair mempunyai kekentalan kecil. Aliran di sungai, saluran irigasi/drainasi dan di laut adalah contoh dari aliran turbulen.

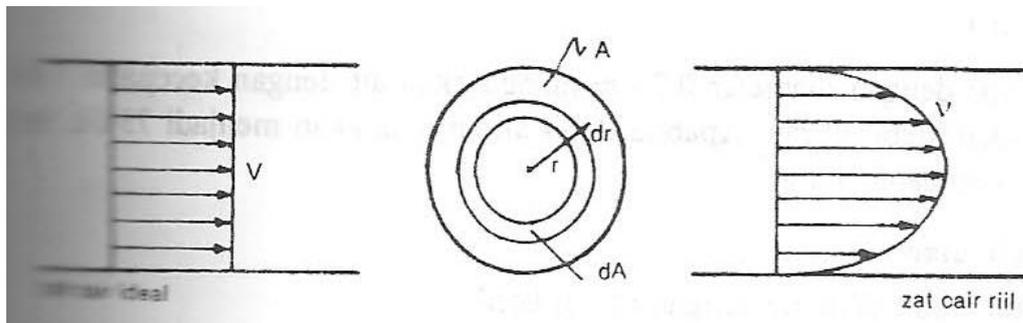


Gambar 2.2 Aliran Turbulen

2.3 Debit Aliran

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran. Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik.

Di dalam zat cair ideal, dimana tidak terjadi gesekan, kecepatan aliran adalah sama di setiap titik pada tampang lintang



Gambar 2.3 Kecepatan Aliran

Apabila tampang aliran tegak lurus pada arah aliran adalah A , maka debit aliran diberikan oleh bentuk berikut :

$$Q = A V \text{ (m}^2 \times \text{m/d} = \text{m}^3/\text{d)}$$

Untuk zat cair riil, kecepatan pada dinding batas adalah nol, dan bertambah dengan jarak dari dinding batas. Untuk aliran melalui pipa, kecepatan di pias setebal dr dan berjarak r dari sumbu, maka debit aliran melalui pias adalah :

$$dQ = dA v = 2\pi r dr v$$

Integrasi dari persamaan tersebut menghasilkan debit aliran total melalui seluruh tampang pipa A ,

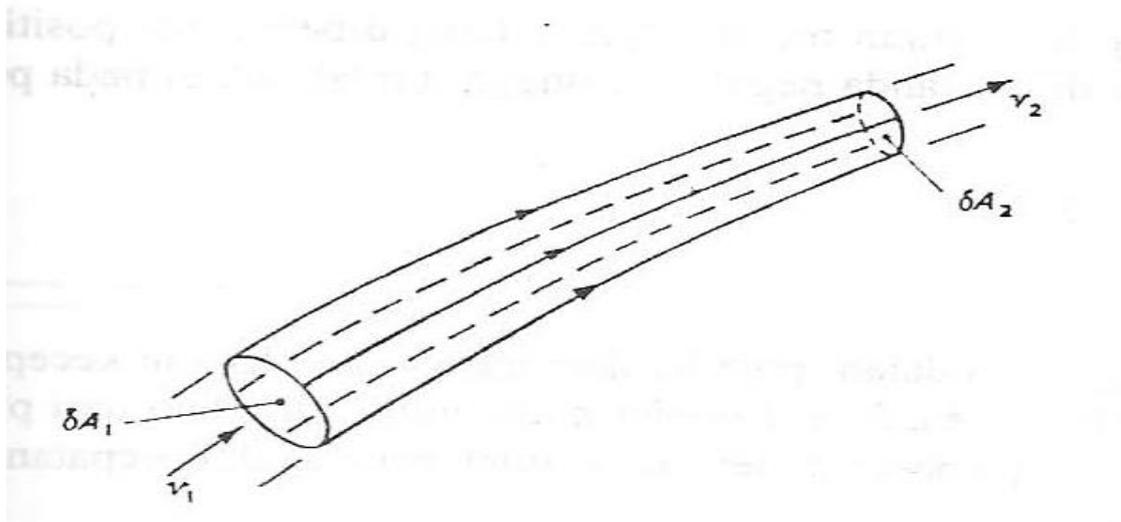
$$Q = 2\pi v \int_0^r r dr$$

Apabila terdapat hubungan antara v dan r , maka debit aliran dapat dihitung. Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata V , sehingga debit aliran adalah :

$$Q = A V$$

2.4 Hukum Kontinuitas

Apabila zat cair mengalir secara kontinyu melalui pipa atau saluran terbuka, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua tampang. Keadaan ini disebut dengan hukum kontinuitas aliran zat cair.



Gambar 2.4 Hukum Kontinuitas

Volume zat cair yang masuk melalui penampang 1 tiap satuan waktu :

$$V_1 dA_1$$

Volume zat cair yang keluar dari penampang 2 tiap satuan waktu :

$$V_2 dA_2$$

Oleh karena tidak ada zat cair yang hilang di dalam tabung aliran, maka :

$$V_1 dA_1 = V_2 dA_2$$

Integrasi dari persamaan tersebut pada seluruhampang aliran, akan didapat volume zat cair yang melalui medan aliran,

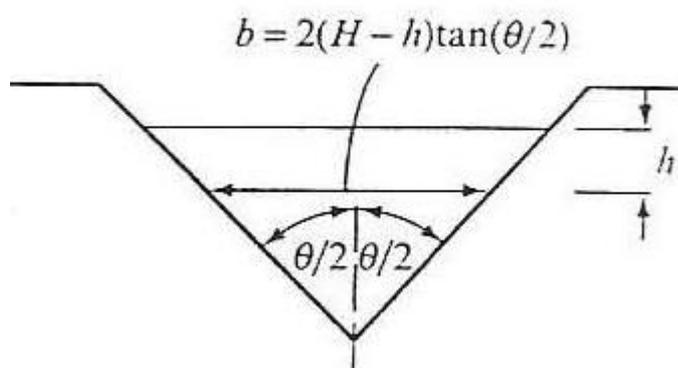
$$V_1 \int_{A_1} dA_1 = V_2 \int_{A_2} dA_2$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

atau

$$Q = A V = \text{konstan}$$

2.5 Hukum Thomson



Gambar 2.5 Thomson

$$Q = \sqrt{(2g)} \tan(\theta/2) \int_0^H (H - h) h^{1/2} dh$$

$$= 2 \sqrt{(2g)} \tan(\theta/2) \left(\frac{2}{3} H h^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right)_0^h$$

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{(2g)} \tan(\theta/2) H^{5/2}$$

2.6 Hukum Darcy – Weisbach

Rumus Darcy – Weisbach merupakan dasar menghitung head turun untuk aliran fluida dalam pipa-pipa dan saluran-saluran. Persamaannya adalah :

$$\begin{aligned} \text{Head turun(m)} &= \text{faktor gesekan } f \times \frac{\text{panjang (m)}}{\text{garis tengah (m)}} \times \text{head kecepatan } \frac{V^2}{2g} \text{ (m)} \\ &= f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \end{aligned}$$

Head kecepatan eksak pada suatu irisan penampang diperoleh dengan mengalikan kuadrat kecepatan rata-rata $(Q/A)^2$ dengan sebuah koefisien α dan dibagi dengan $2g$. Untuk aliran turbulen dalam pipa-pipa dan saluran-saluran, α bisa dianggap sebagai satu tanpa menyebabkan kesalahan yang berarti dalam hasil-hasil perhitungannya.

2.7 Faktor Gesekan

Faktor gesekan f dapat diturunkan secara matematis untuk aliran laminar, tetapi tak ada hubungan matematis yang sederhana untuk variasi f dengan bilangan Reynolds yang tersedia untuk aliran turbulen. Selanjutnya, Nikuradse dan lain-lainnya telah menemukan bahwa kekasaran relatif pipa (perbandingan ukuran ketidaksempurnaan permukaan terhadap garis tengah sebelah dalam pipa) mempengaruhi juga harga f .

Untuk aliran turbulen, banyak ahli hidraulika telah mencoba menghitung f dari hasil-hasil percobaan mereka sendiri dan dari percobaan orang lain.

Untuk aliran turbulen dalam pipa-pipa mulus dan kasar, hukum-hukum tahanan universal dapat diturunkan dari :

$$f = 8 \tau_0 / \rho V^2$$

keterangan :

τ_0 = tegangan geser pada dinding

Untuk pipa-pipa mulus Blasius menganjurkan, untuk bilangan-bilangan Reynolds antara 3000 dan 100000 :

$$f = 0,316 / R_E^{0.25}$$

Untuk harga-harga R_E sampai kira-kira 3000000, persamaan von Karman yang diperbaiki Prandtl adalah :

$$1/\sqrt{f} = 2 \log (R_E \sqrt{f}) - 0,8$$

Untuk semua pipa, lembaga hidraulik dan banyak insinyur menganggap bahwa persamaan Colebrook bisa dipercaya untuk menghitung f . Persamaannya adalah :

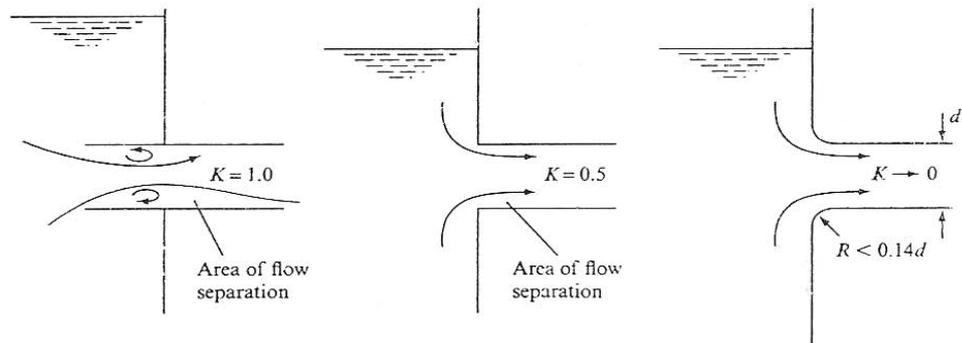
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{2,51}{R_E \sqrt{f}} \right]$$

2.8 Kehilangan Energi

Kehilangan energi pada suatu pipa dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu kehilangan energi primer yang disebabkan adanya kehilangan energi akibat gesekan (kehilangan energi primer) dan kehilangan energi sekunder yang disebabkan oleh perubahan penampang pipa, sambungan, belokan, dan katup. Pada pipa panjang, kehilangan tenaga primer biasanya jauh lebih besar dari pada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut kehilangan tenaga sekunder dapat diabaikan. Pada pipa pendek kehilangan tenaga sekunder harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5 % dari kehilangan tenaga primer maka kehilangan tenaga tersebut bisa diabaikan. Untuk memperkecil kehilangan tenaga sekunder, perubahan penampang atau belokan dibuat secara berangsur-angsur.

Kehilangan energi sekunder dapat terjadi karena beberapa hal :

✓ Pemasukan



Gambar 2.6 Kehilangan Energi Sekunder Pemasukan

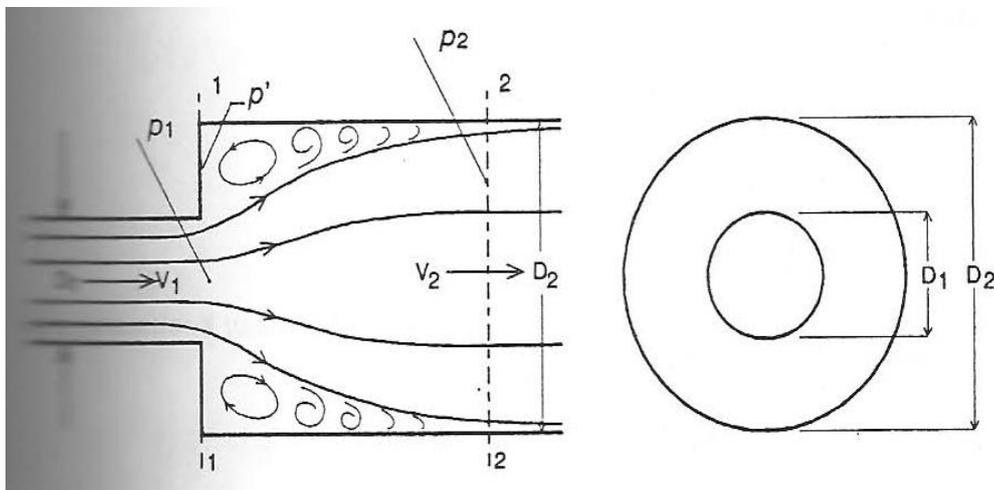
$$\Delta H_i = k \times \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

v = kecepatan

g = gaya gravitasi

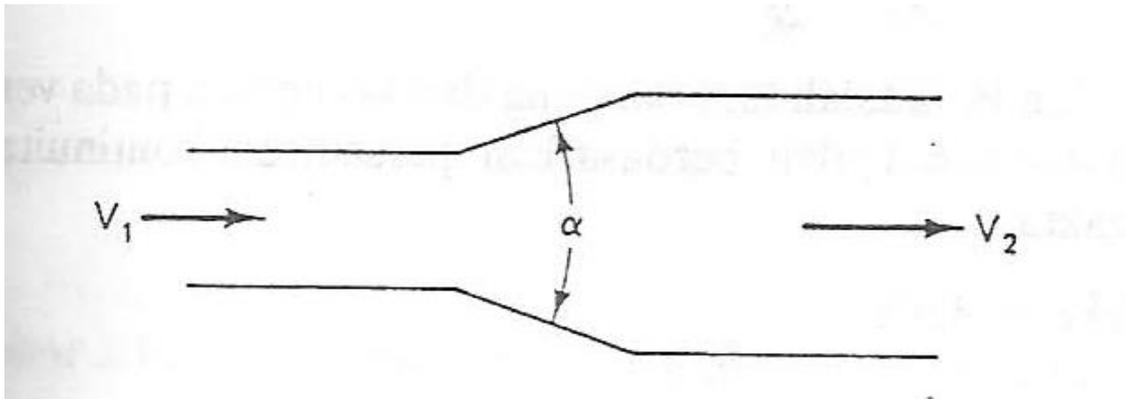
✓ Perbesaran Penampang



Gambar 2.7 Perbesaran Penampang Tiba-tiba

Perbesaran penampang mendadak dari aliran seperti yang ditunjukkan pada gambar, mengakibatkan kenaikan tekanan dari p_1 menjadi p_2 dan kecepatan turun dari v_1 menjadi v_2 . Pada tempat di sekitar perbesaran penampang (1) akan terjadi olakan dan aliran akan normal kembali mulai dari tampang (2). Di daerah antara tampang 1 dan 2 terjadi pemisahan aliran. Aliran efektif hanya melalui tampang

yang dibatasi oleh garis arus terluar.



Gambar 2.8 Perbesaran Penampang Berangsur-angsur

Kehilangan energi pada perbesaran penampang akan berkurang apabila perbesaran dibuat secara berangsur-angsur seperti ditunjukkan dalam gambar. Kehilangan energi diberikan oleh persamaan berikut :

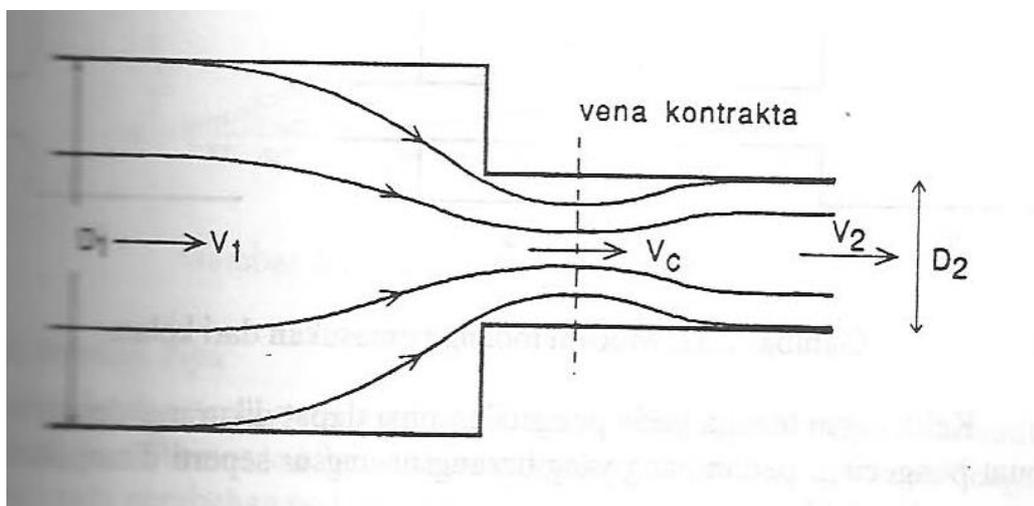
$$h_e = K' \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Dengan K' tergantung pada sudut α dan diberikan pada tabel :

α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	75°
K'	0,078	0,31	0,49	0,60	0,67	0,72	0,72

Tabel 2.1 K' Dari Perbesaran Penampang

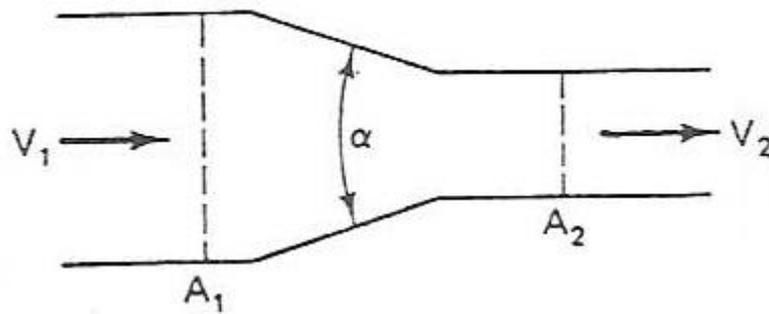
✓ Pengecilan Penampang



Gambar 2.9 Pengecilan Penampang Tiba-tiba

Pada pengecilan penampang yang mendadak, garis aliran pada bagian hulu dari sambungan akan menguncup dan akan mengecil pada vena kontrakta. Percobaan – percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa luas penampang pada vena kontrakta sekitar $0,6 A_2$.

Kehilangan energi pada pengecilan pipa dapat dikurangi dengan membuat pengecilan penampang yang berangsur-angsur seperti ditunjukkan dalam gambar :

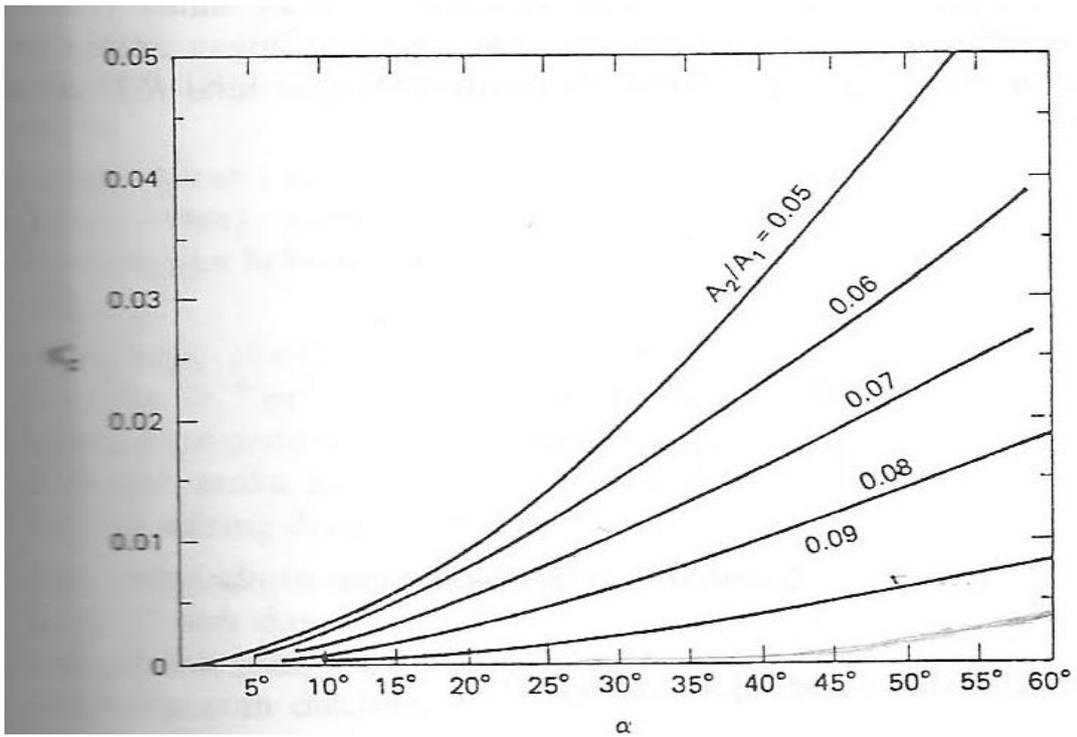


Gambar 2.10 Pengecilan Penampang Berangsur-angsur

Kehilangan energi diberikan oleh bentuk :

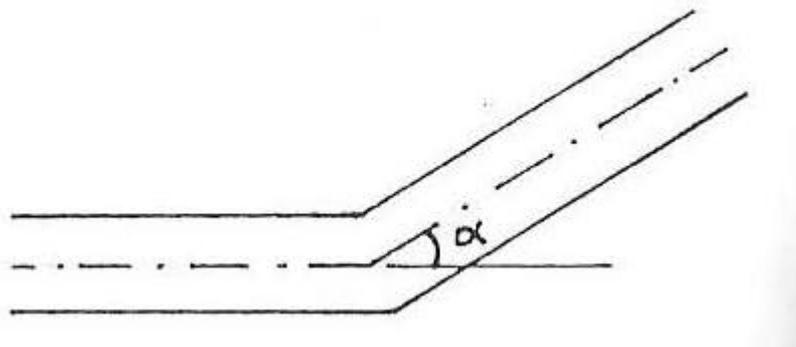
$$h_e = K'c \frac{V_2^2}{2g}$$

Nilai $K'c$ tergantung pada sudut transisi α dan perbandingan luas penampang A_2/A_1 seperti ditunjukkan dalam gambar :



Gambar 2.11 Grafik Perbandingan Sudut Transisi dan Luas Penampang

✓ Belokan Pipa



Gambar 2.12 Belokan Pipa

Kehilangan energi yang terjadi pada belokan tergantung pada sudut belokan pipa. Rumus kehilangan tenaga pada belokan adalah serupa dengan rumus pada perubahan penampang, yaitu :

$$H_b = K_b \frac{V^2}{2g}$$

Dengan K_b adalah koefisien kehilangan energi pada belokan yang diberikan oleh tabel :

α	10°	20°	30°	40°	50°
K_b	0,078	0,31	0,49	0,60	0,67

Tabel 2.2 Kehilangan Energi Pada Belokan

2.9 Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds, yang tak berdimensi, menyatakan perbandingan gaya-gaya inersia terhadap gaya-gaya kekentalan (viskositas)

Untuk pipa-pipa bundar yang mengalir penuh,

$$RE = \frac{Vd\rho}{\mu} \text{ atau } \frac{Vd}{\nu} = \frac{V(2r_0)}{\nu}$$

Keterangan :

V = kecepatan rata-rata dalam m/dtk

d = garis tengah pipa dalam m

r_0 = jari-jari pipa dalam m

ν = kekentalan kinematik fluida dalam m^2/dtk

ρ = kerapatan massa fluida dalam kg/m^3

μ = kekentalan mutlak dalam Pa dtk

Untuk irisan-irisan penampang yang tak bundar/persegi, perbandingan luas irisan penampang terhadap keliling yang basah, disebut jari-jari hidraulik R (dalam m), digunakan dalam bilangan Reynolds. Pernyataan tersebut menjadi

$$RE = \frac{V(4R)}{\nu}$$

2.10 Kekasaran Pipa

Suatu fluida dapat dikatakan ideal jika fluida tersebut tidak kompresibel, tidak menguap, tidak mempunyai tegangan permukaan dan tidak mempunyai viskositas. Beberapa fluida, terutama air, betingkah laku seperti ideal di mana saja mereka jauh dari pengaruh batas yang padat dan kemudian aliran dapat dianalisa memakai konsep dari hidrodinamik teoritis dan mengabaikan gesekan fluida. Tetapi begitu aliran mendapat pengaruh dari batas padat maka hukum yang menguasainya, terutama dekat batasnya sangat berbeda. Prandtl pertamakali menyelidiki persoalan ini dan setelah itu menjelaskan perubahannya dengan mengungkapkan Teori Lapisan Batas :

$$\delta = \frac{11,6 \times v}{\sqrt{g \times R \times I}}$$

Keterangan :

δ = tebal lapisan batas (cm)

v = kekentalan kinematik (cm^2/det)

R = jari-jari Hidrolik (cm)

I = kemiringan garis energi

g = percepatan gravitasi (cm/det^2)

Untuk mencari kekasaran sebuah pipa, kita dapat menggunakan rumus yang diturunkan dari teori Lapisan Batas Prandtl dan Diagram Moody. Setelah kita mengetahui nilai δ dan e dari Diagram Moody, maka kita dapat menentukan jenis pipa tersebut :

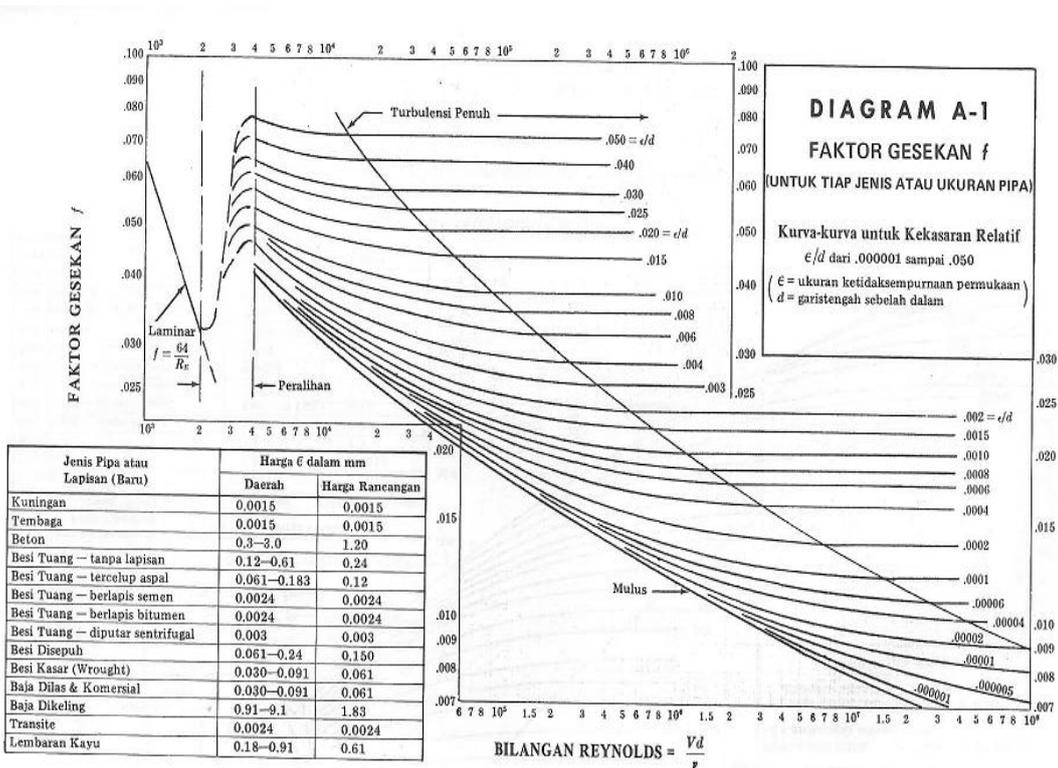
$$\frac{e}{\delta} < 0,25 \rightarrow \text{pipa halus}$$

$$0,25 < \frac{e}{\delta} \leq 6 \rightarrow \text{transisi}$$

$$\frac{e}{\delta} > 6 \rightarrow \text{pipa kasar}$$

2.11 Diagram Moody

Pada tahun 1994 Moody menyederhanakan prosedur hitungan dengan membuat suatu grafik berdasarkan persamaan Colebrook. Grafik tersebut dengan grafik Moody yang ditunjukkan dalam gambar berikut.



Gambar 2.13 Diagram Moody

Grafik tersebut mempunyai empat daerah yaitu daerah pengaliran laminar, daerah kritis dimana nilainya tidak tetap karena pengaliran mungkin laminar atau turbulen, daerah transisi dimana f merupakan fungsi dari angka Reynolds dan kekasaran dinding pipa, dan daerah turbulen sempurna dimana nilai f tidak tergantung pada angka Reynolds tetapi hanya pada kekasaran relatif. Untuk menggunakan grafik tersebut, nilai k diperoleh dari tabel tinggi kekasaran pipa. Untuk pipa tua dapat jauh lebih besar dari pipa baru, yang tergantung pada umur pipa dan sifat zat cair yang dialirkan. Untuk pipa kecil, endapan atau kerak yang

terjadi dapat mengurangi diameter pipa. Oleh karena itu diperlukan kecermatan di dalam mengestimasi nilai k dan juga f .

BAB 3

Alat- Alat Yang Dipergunakan

3.1 Alat Yang Digunakan

Dalam Praktikum Mekanika Fluida mengenai saluran tertutup, alat-alat yang digunakan antara lain :

- ✓ Alat ukur penyipat datar (waterpass)
- ✓ Bak ukur
- ✓ Pita ukur
- ✓ Jangka sorong
- ✓ Termometer
- ✓ Stopwatch
- ✓ Gelas ukur
- ✓ Pipa kenaikan / piezometer
- ✓ Bak ukur debit yang dilengkapi dengan ambang ukur Thomson
- ✓ Ember

BAB 4

Langkah Percobaan

4.1 Pengamatan pada Pipa

- ✓ Lakukan pengukuran diameter pipa luar dengan menggunakan jangka sorong.
- ✓ Lakukan pengukuran jarak pada setiap segmen pipa, yaitu antara bak udik sampai dengan bak hilir serta ambang ukur Thomson, dengan menggunakan pita ukur.
- ✓ Atur kedudukan waterpass dengan memutar ketiga sekrup penyetel, sehingga garis bidik horizontal dapat menembak ke segala arah. Hal ini dilakukan dengan mengatur gelembung udara pada nivo agar berada di tengah-tengah.
- ✓ Letakkan waterpass sedemikian rupa sehingga memungkinkan kita untuk semua posisi rangkaian pipa.
- ✓ Letakkan pipa bak ukur di atas lantai dekat bak hilir dan bak udik, ukur ketinggian lantai dengan menggunakan waterpass untuk menentukan datum.
- ✓ Letakkan bak ukur di atas pipa dan ukur ketinggian pipa untuk setiap segmen dari udik sampai dengan hilir dengan menggunakan waterpass untuk menentukan letak atau kedudukan pipa.

4.2 Pengamatan pada aliran yang melewati ambang ukur Thomson

- ✓ Baca skala meteran taraf pada awal atau pada saat air tepat diamambang ukur Thomson.
- ✓ Alirkan air dengan membuka kran pada pipa yang ditentukan dan usahakan agar permukaan air pada bak udik tetap konstan (tidak naik dan tidak turun). Hal ini dapat dilihat pada piezometer yang terletak di samping dinding bak udik lalu baca ketinggian air tersebut
- ✓ Setelah permukaan air di bak udik konstan, lakukan pembacaan ulang pada meteran taraf. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tinggi air pada ambang ukur

Thomson. Sebelum pembacaan dilakukan atur terlebih dahulu meteran taraf supaya ujung jarumnya tepat menyentuh permukaan air.

- ✓ Baca kenaikan pada setiap piezometer yang terdapat pada rangkaian pipa.
- ✓ Ukur volume air yang keluar dari pipa dengan menggunakan ember kemudian diukur dengan gelas ukur, sehingga diketahui volume air yang keluar, catat waktunya dengan menggunakan stopwatch. Jadi dapat diketahui berapa besar volume air keluar dalam waktu sekian detik.
- ✓ Lakukan percobaan pada butir 5 tersebut di atas minimal 7 kali dengan waktu yang sama (kurang lebih sama), sehingga volume air yang keluar dari pipa hampir sama atau mendekati.
- ✓ Dari percobaan diatas dapat dihitung debit air (debit = satuan volume / satuan waktu).
- ✓ Ukur suhu air di hilir pipa (dalam bak hilir).

BAB 5

Format Penulisan Hasil Percobaan

5.1 Pencarian Datum

Penembakan	Bacaan Atas (BA) cm	Bacaan Tengah (BT) cm	Bacaan Bawah (BB) cm	BT Rata-Rata (BT') cm
1				
2				
3				

5.2 Tinggi Pipa

Posisi Bacaan	BA (cm)	BT (cm)	BB (cm)	BT' (cm)
Bak Udik				
Piezometer 1				
Piezometer 2				
Piezometer 3				
Piezometer 4				
Piezometer 5				
Piezometer 6				
Bak Hilir				

5.3 Pembacaan Alat Ukur Thomson

Bacaan Awal (cm)	Bacaan Akhir (cm)

Percobaan	Waktu (det)	Volume (m ³)	c
1			
2			
3			

5.4 Pembacaan Piezometer

Piezometer	Bacaan Awal (cm)	Bacaan Akhir (cm)
Bak Udik		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

5.5 Pengukuran Diameter

Bagian	Diameter Dalam	Diameter Luar

5.6 Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu yang didapatkan adalah ° c

BAB 6

Format Analisis Data

6.1 Menghitung datum / lantai

BT' rata-rata =

6.2 Menghitung tinggi pipa

Tinggi pipa = BT' rata-rata – BT'

Posisi Bacaan	BT' (cm)	Tinggi Pipa (cm)
Bak Udik		
Piezometer 1		
Piezometer 2		
Piezometer 3		
Piezometer 4		
Piezometer 5		
Piezometer 6		
Bak Hilir		

6.3 Perhitungan debit aliran

$$Q = \frac{\text{Vol}}{t}$$

$$Q_{\text{rata-rata}} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}$$

6.4 Penentuan koefisien c

c teoritis = 1,39

c berdasarkan perhitungan :

$$Q = c \times \text{tg } 45^\circ \times h^{5/2}$$

$$c = \frac{Q}{1xh^{5/2}}$$

6.5 Menghitung bacaan rata-rata piezometer

Bacaan rata-rata = (bacaan akhir – bacaan awal)/2

Piezometer	Bacaan Awal (cm)	Bacaan Akhir (cm)	Bacaan Rata-rata (cm)
Bak Udik			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

6.6 Menghitung tinggi tekan (h)

Piezometer	Tinggi Pipa (cm)	z (Tinggi Pipa – ½ diameter luar) cm	Bacaan Rata-rata (cm)	h (bacaan piezo-z) cm
Bak Udik				
1				
2				
3				
4				
5				
6				

6.7 Mencari tinggi energi dan jenis aliran

$$H = h + \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Q = Qrata-rata

A = Luas penampang pipa dengan menggunakan diameter dalam

Piezometer	h (cm)	H (cm)
Bak Udik		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

T°C	0	5	10	20	25	30	40	100
v (10-6 m ³ /s)	1,794	1,519	1,310	1,010	0,897	0,804	0,650	0,300

$$Re = \frac{v_{rata-rata} \times D}{\nu}$$

6.7.1 Primer

Piezometer	ΔH (cm)
1 – 2	
3 – 4	
5 – 6	

Mencari faktor gesekan

$$\Delta H_{\text{piezo1-piezo2}} = f \times \frac{L_{\text{piezo1-piezo2}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

6.7.2 Sekunder

Kehilangan Energi Sekunder

✓ Pemasukan (Bak Udik – Piezo 1)

$$\Delta H_p = k \times \frac{v^2}{2g}$$

$$H' = H_{\text{udik}} - \Delta H_p$$

$$\Delta H_{\text{bak udik-piezo1}} = f \times \frac{L_{\text{bakudik-piezo1}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{bak udik-piezo1}} = \Delta H_{\text{bak udik-katup}} + \Delta H_{\text{katup}} + \Delta H_{\text{katup-piezo1}}$$

$$\Delta H_{\text{katup}} =$$

$$\Delta H_{\text{katup}} = k \times \frac{v^2}{2g}$$

✓ Akibat belokan

$$\Delta H_{\text{piezo2-b1}} = f \times \frac{L_{\text{piezo2-b1}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{b1-b2}} = f \times \frac{L_{\text{b1-b2}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{b2-piezo3}} = f \times \frac{L_{\text{b2-piezo3}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{piezo2-piezo3}} = \Delta H_{\text{piezo2-b1}} + \Delta H_{\text{b1}} + \Delta H_{\text{b1-b2}} + \Delta H_{\text{b2}} + \Delta H_{\text{b2-piezo3}}$$

$$\Delta H_{\text{b}} = k \times \frac{v^2}{2g}$$

✓ Akibat belokan

$$\Delta H_{\text{b4-b3}} = f \times \frac{L_{\text{b4-b3}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{b3-piezo4}} = f \times \frac{L_{\text{b3-piezo4}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H_{\text{piezo4-piezo5}} = \Delta H_{\text{piezo5-b4}} + \Delta H_{\text{b4}} + \Delta H_{\text{b4-b3}} + \Delta H_{\text{b5}} + \Delta H_{\text{b3-piezo4}}$$

$$\Delta H_{\text{b}} = k \times \frac{v^2}{2g}$$

✓ Akibat pengeluaran

$$\Delta h_{\text{out}} = \frac{v^2}{2g}$$

6.8 Mencari Kekasaran Pipa

✓ Piezo 1 dan 2

$$\Delta H_{\text{piezo1-piezo2}} = f \times \frac{L_{\text{piezo1-piezo2}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Moody

$$Re = \frac{V_{rata-rata} \times D}{\nu}$$

$$\frac{e}{D}$$

$$e =$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,25\pi d^2}{\pi d}$$

$$I = \frac{\Delta H_{1-2}}{L_{1-2}}$$

$$\delta = \frac{11,6}{\sqrt{gRI}}$$

$$\frac{e}{\delta} =$$

✓ Piezo 3 dan 4

$$\Delta H_{piezo3-piezo4} = f \times \frac{L_{piezo3-piezo4}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Moody

$$Re = \frac{V_{rata-rata} \times D}{\nu}$$

$$\frac{e}{D} =$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,25\pi d^2}{\pi d}$$

$$I = \frac{\Delta H_{3-4}}{L_{3-4}}$$

$$\delta = \frac{11,6}{\sqrt{gRI}}$$

✓ Piezo 5 dan 6

$$\Delta H_{\text{piezo5-piezo6}} = f \times \frac{L_{\text{piezo5-piezo6}}}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Moody

$$Re = \frac{V_{\text{rata-rata}} \times D}{\nu}$$

$$\frac{e}{D} =$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,25\pi d^2}{\pi d}$$

$$I = \frac{\Delta H_{5-6}}{L_{5-6}}$$

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{11,6}{\sqrt{gRI}} \\ &= \frac{11,6}{\sqrt{9,8 \times 0,0047625 \times 0,0853}} \\ &= \frac{11,6}{\sqrt{0,003981}} \\ &= \frac{11,6}{0,0631}\end{aligned}$$

Daftar Pustaka

1. Bambang Triatmodjo, 1996, *Hidraulika I*, Beta Offset, Yogyakarta
2. Bambang Triatmodjo, 1995, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta
3. Dake, J.M.K., 1985, *Hidrolika Teknik Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta
4. Randal V.Giles, 1996, *Mekanika Fluida dan Hidraulika Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta
5. Robert J. Kodoatie, 2002, *Hidrolika Terapan – Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, ANDI, Yogyakarta
6. R.H. Dugdale, 1981, *Mekanika Fluida Edisi Ketiga*, Penerbit Erlangga, Jakarta
7. John F. Douglas – Janusz M. Gasiorek, John A. Swaffield, 2001, *Fluid Mechanics 4th Edition*
8. Reuben M. Olson – Sterven J. Wright, 1993, *Dasar – Dasar Mekanika Fluida Teknik*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta