

# MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA

CIV-106



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA



Pertemuan ke-6

## Kinematika Zat Cair

Rizka Arbaningrum, ST., MT  
rizka.arbaningrum@upj.ac.id



# MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

## Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

1. PENGANTAR MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA
2. SIFAT-SIFAT ZAT CAIR
3. HIDROSTATIKA
4. KESEIMBANGAN BENDA TERAPUNG
5. KESETIMBANGAN RELATIF
6. KINEMATIKA ZAT CAIR
7. PERSAMAAN BERNOULLI
- 8. UJIAN TENGAH SEMESTER**
9. PERSAMAAN MOMENTUM
10. ALIRAN MELALUI LUBANG DAN PELUAP
11. ALIRAN ZAT CAIR
12. ALIRAN MELALUI PIPA
13. ALIRAN MELALUI SISTEM PIPA
14. ALIRAN MELALUI SALURAN TERBUKA
15. MODEL DAN ANALISIS DIMENSI
- 16. UJIAN AKHIR SEMESTER**



# MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA (CIV-106)

## Pokok Bahasan



PENDAHULUAN

MACAM ALIRAN

GARIS ARUS DAN TABUNG ARUS

PERCEPATAN PARTIKEL ZAT CAIR

DEBIT ALIRAN

PERSAMAAN KONTINUITAS



- Kinematika aliran mempelajari gerak partikel zat cair tanpa meninjau gaya yang mengakibatkan gerakan tersebut.
- Di dalam aliran zat cair gerak partikel sulit diikuti, oleh karena itu pada umumnya ditentukan kecepatan pada suatu titik sebagai fungsi waktu.
- Dengan diperolehnya kecepatan selanjutnya dapat diketahui distribusi tekanan dan kemudian gaya yang bekerja pada zat cair.

### **POKOK BAHASAN**

1. **Pendahuluan**
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**



Aliran zat cair dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa cara seperti berikut:

1. Aliran viskos dan inviscid → fungsi viskositas
2. Aliran kompresibel dan inkompresibel → fungsi tekanan dan rapat massa
3. Aliran laminar dan turbulen → fungsi bilangan Reynold
4. Aliran sub-kritis, kritis, dan super kritis → fungsi bilangan Froude
5. Aliran mantap dan tak mantap → fungsi waktu
6. Aliran seragam dan tak seragam → fungsi ruang (jarak)
7. Aliran satu, dua, dan tiga dimensi
8. Aliran rotasional dan tak rotasional

### **POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas



1. Pada benda cair yang bergerak timbul gaya-gaya geser yang diakibatkan oleh kekentalan dan turbulensi cairan, yang akan melawan gerak tersebut.
2. Garis arus adalah garis lurus atau bengkok di mana di setiap titik garis singgungnya menunjukkan arah arus dan vektor besarnya kecepatan arus
3. Jalan arus adalah garis yang menunjukkan jalannya bagian-bagian elementer cairan yang mengalir.
4. Pada aliran stasioner garis arus dan jalan arus berimpit.
5. Pipa arus adalah kumpulan sejumlah garis-garis arus dengan pangkal sebuah garis tertutup dan ujungnya garis tertutup pula

### **POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**



- Aliran Viskos :  
Kekentalan zat cair diperhitungkan (zat cair riil)
- Aliran invisid :  
Kekentalan zat cair dianggap nol (zat cair ideal)

**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**



- Aliran kompresibel :  
Rapat massa berubah dengan perubahan tekanan
- Aliran tak kompresibel :  
Rapat massa tidak berubah dengan perubahan tekanan,  
rapat massa dianggap konstan.

**POKOK BAHASAN**

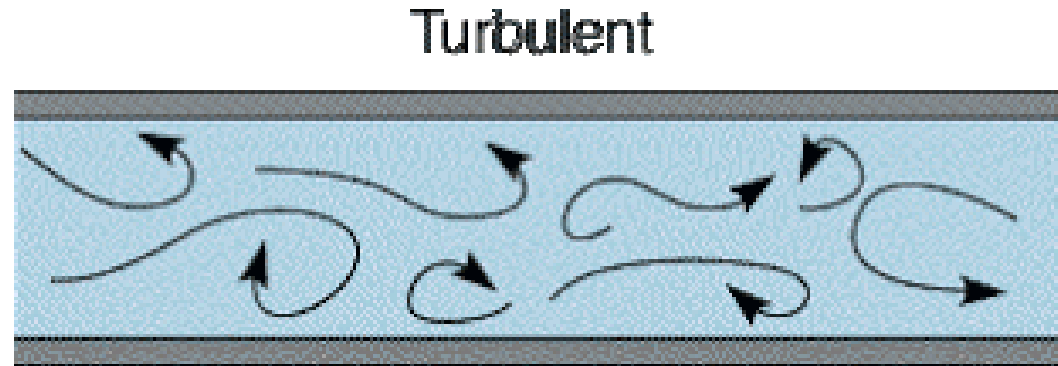
1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**





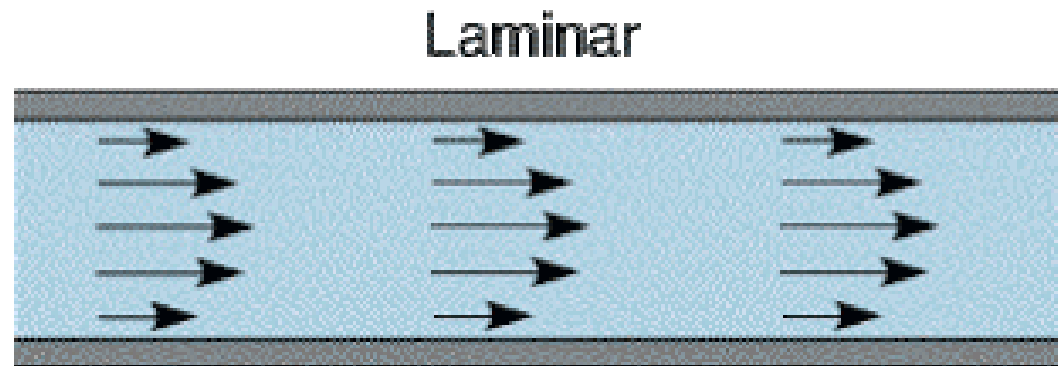
## Aliran turbulen :

- partikel-partikel zat cair bergerak tidak teratur dan garis lintasannya saling berpotongan.
- Bilangan reynold rendah



## Aliran laminar :

- partikel-partikel zat cair bergerak teratur dengan membentuk garis kontinyu dan tidak saling berpotongan
- Bilangan reynold tinggi



## POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas



- **Aliran mantap (steady flow) :**

terjadi jika variabel aliran pada zat cair tidak berubah terhadap waktu

- **Aliran tak mantap (unsteady flow) :**

Terjadi jika variabel aliran berubah terhadap waktu

Varibel aliran misalnya :

- Kecepatan
- Tekanan
- Rapat massa
- Tampang Aliran
- Debit

**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas



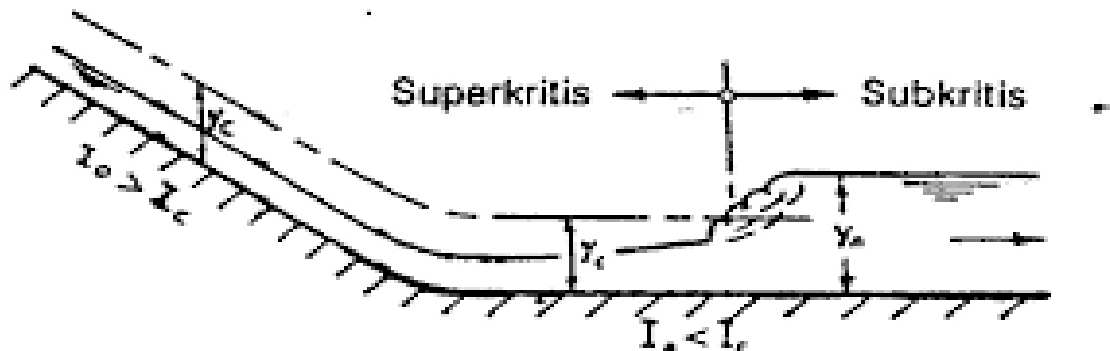
- **$Fr < 1$  Sub Kritis**

Kecepatan aliran  $<$  kecepatan gelombang hulu aliran di pengaruhi pengendali hilir

- **$FR=1$  Kritis**

- **$FR>1$  Super kritis**

Kecepatan aliran  $>$  kecepatan gelombang hulu aliran di pengaruhi pengendali hilir



**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas



- **Aliran seragam:**

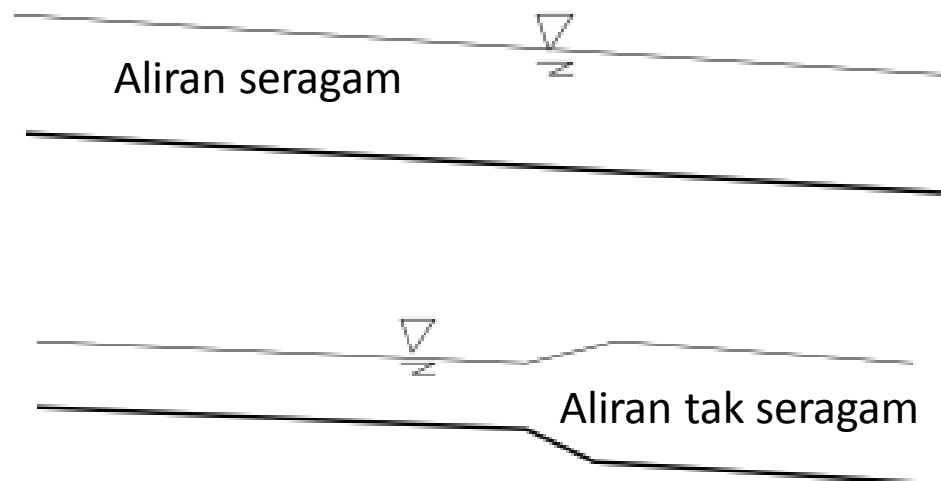
Apabila tidak ada perubahan variabel aliran di satu titik ke titik yang lain di sepanjang saluran

- **Aliran tak seragam :**

Apabila ada perubahan variabel aliran di satu titik ke titik yang lain di sepanjang saluran

Varibel aliran misalnya :

- Kecepatan
- Tekanan
- Rapat massa
- Tampang Aliran
- Debit



**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas



- **Aliran satu dimensi :**

Kecepatan di setiap titik pada tampang mempunyai besar dan arah yang sama

- **Aliran dua dimensi :**

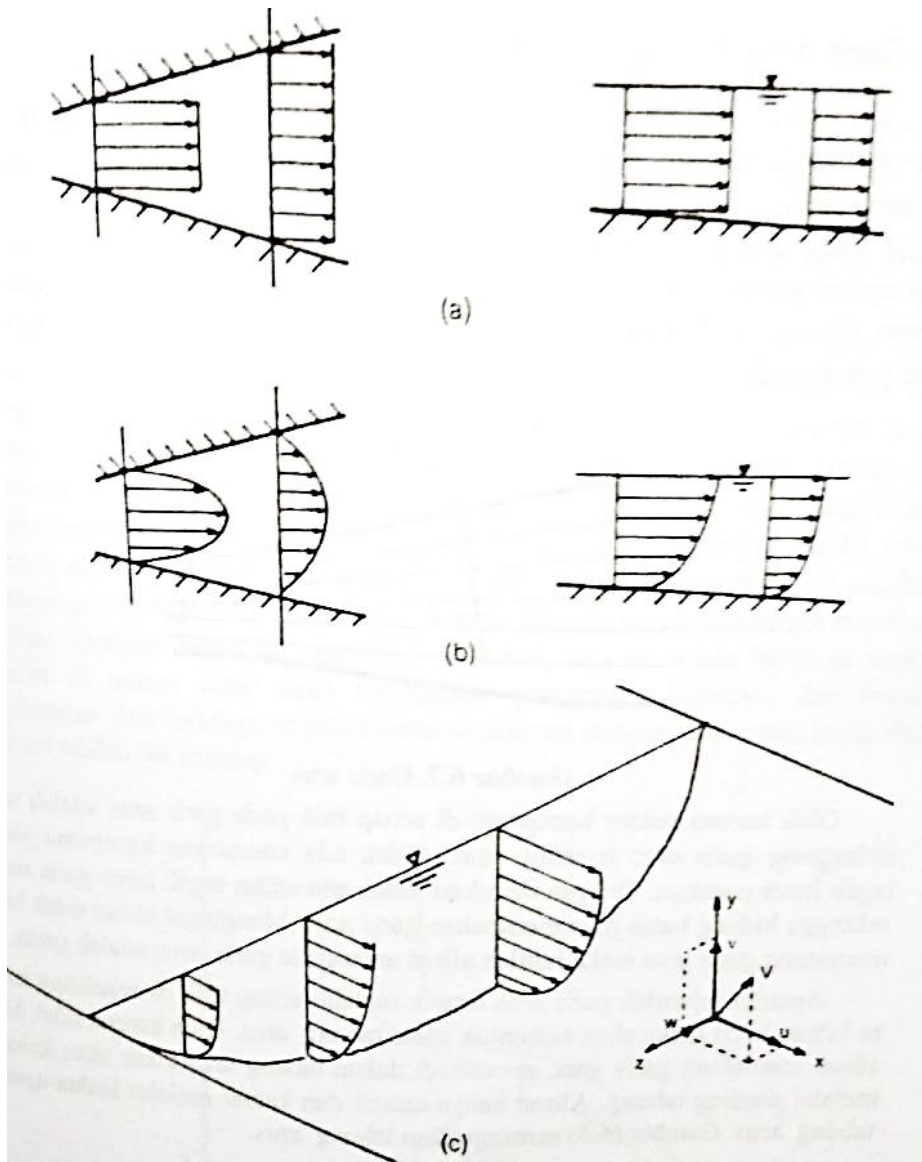
Semua partikel dianggap mengalir dalam bidang sepanjang aliran, sehingga tidak ada aliran tegak lurus pada bidang tersebut

- **Aliran tiga dimensi :**

Komponen kecepatan  $u$ ,  $v$  dan  $w$  adalah fungsi ruang  $x$ ,  $y$  dan  $z$

**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**



**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**

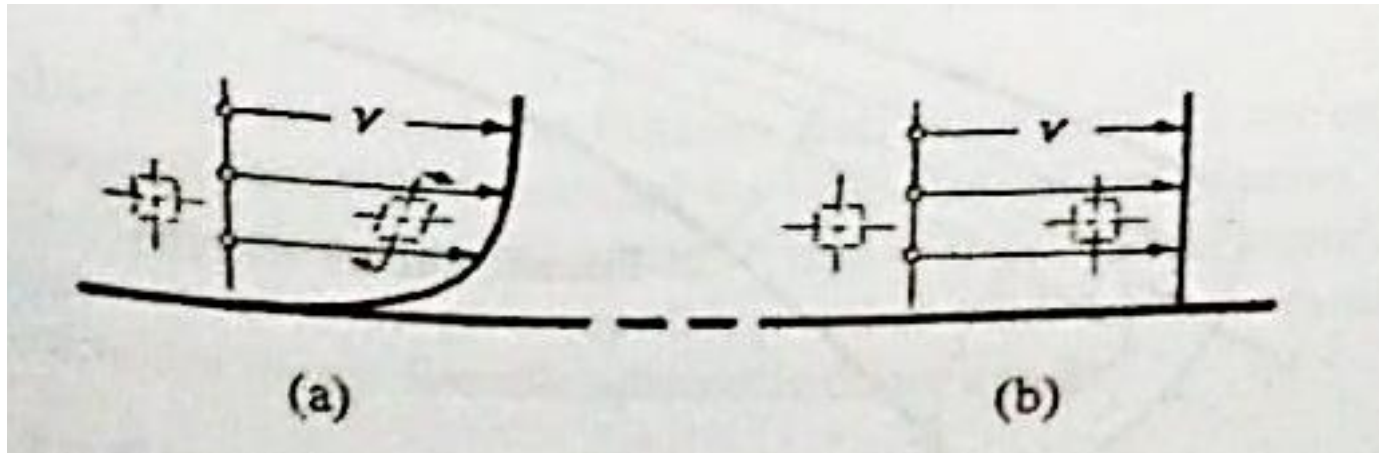


- **Aliran Rotasional :**

Bila setiap partikel zat cair mempunyai kecepatan sudut (berotasi) terhadap pusat massanya

- **Aliran Tak Rotasional :**

Bila setiap partikel zat cair tidak mempunyai kecepatan sudut (tidak berotasi) terhadap pusat massanya



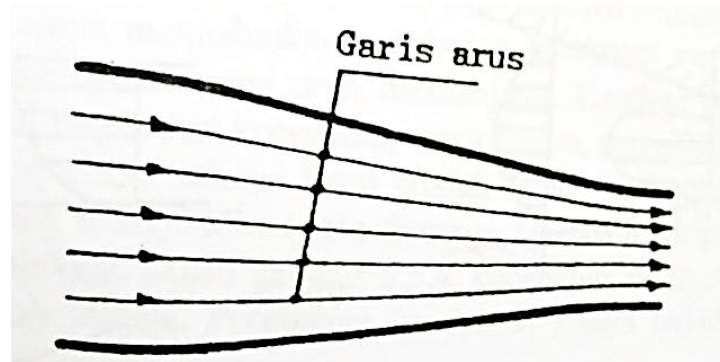
**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. **Macam Aliran**
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. **Debit Aliran**
6. **Persamaan Kontinuitas**



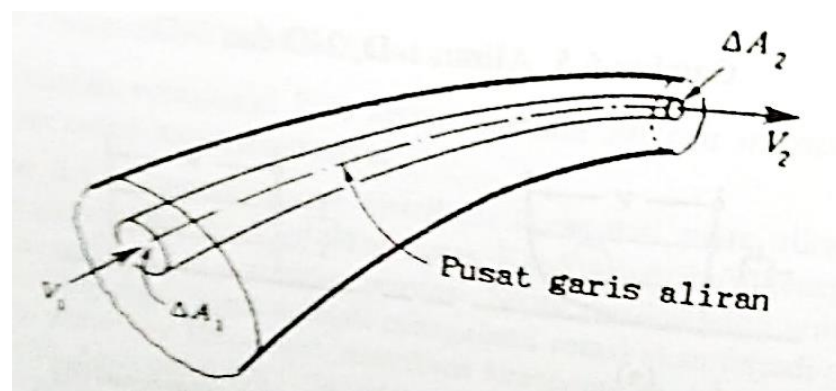
- **Garis Arus:**

Adalah kurva khayal yang ditarik didalam aliran zat cair untuk menunjukkan arah gerak di berbagai titik dalam aliran



- **Tabung Arus:**

Terbentuk jika sejumlah garis aliran ditarik melalui setiap titik di sekeliling suatu luasan kecil dalam aliran



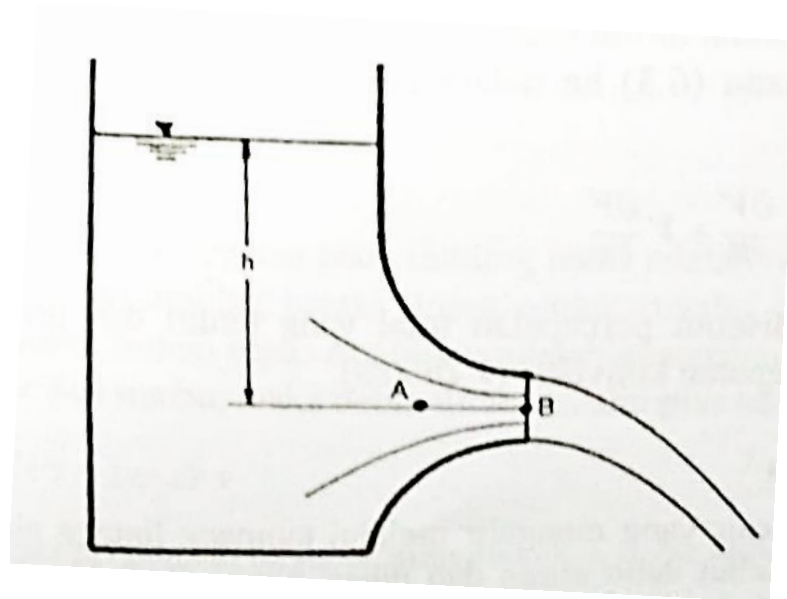
**POKOK BAHASAN**

1. Pendahuluan
2. Macam Aliran
3. **Garis Arus dan Tabung Arus**
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas





- Percepatan partikel pada zat cair yang bergerak didefinisikan sebagai laju perubahan kecepatan
- Laju perubahan kecepatan bisa disebabkan oleh perubahan geometri medan aliran atau karena perubahan waktu



### POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Macam Aliran
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. **Percepatan Partikel Zat Cair**
5. Debit Aliran
6. Persamaan Kontinuitas



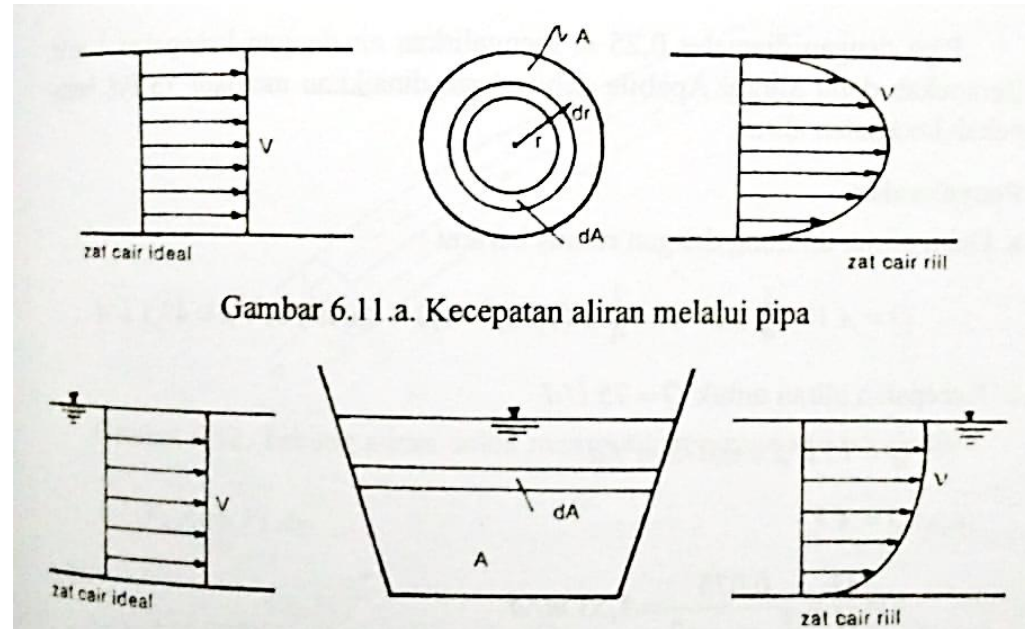
- Debit aliran adalah jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu
- Jumlah zat cair = volume zat cair

$$Q = V \times A$$

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{d)}$$

$$V = \text{Kecepatan (m/d)}$$

$$A = \text{Luas Penampang Melintang (m}^2\text{)}$$



Gambar 6.11.a. Kecepatan aliran melalui pipa

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

Dengan Q = debit  
Vol = volume  
t = waktu

### POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Macam Aliran
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. **Debit Aliran**
6. Persamaan Kontinuitas



- Apabila zat cair kompresibel secara kontinu melalui pipa atau saluran, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua tampang.

Untuk tampang/kecepatan berubah :

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$Q = AV = \text{konstan}$$

Untuk percabangan :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$\sum Q = 0$$

### POKOK BAHASAN

1. Pendahuluan
2. Macam Aliran
3. Garis Arus dan Tabung Arus
4. Percepatan Partikel Zat Cair
5. Debit Aliran
6. **Persamaan Kontinuitas**



- Open Catatan Selembar Kertas HVS A4
- Tulis tangan dengan tinta warna merah/biru
- Bolak balik
- Kumpulkan kertas catatan bersamaan dengan lembar jawab

❖ Kehadiran	:	5 %	(Absensi $\pm$ 10 menit setelah perkuliahan di mulai)
❖ <b>Tugas</b>	:	<b>25 %</b>	<b>(Latihan Soal di Kelas)</b>
❖ Ujian Tengah Semester	:	35 %	(TERTULIS - buka catatan)
❖ Ujian Akhir Semester	:	35 %	(TERTULIS - buka catatan)

**BUKU CATATAN & LATIHAN SOAL DI KUMPULKAN DI MEJA SAYA  
HARI SENIN, 11 MARET 2019  
(untuk di nilai sebagai nilai tugas)**

**BUKU AKAN DIKEMBALIKAN SAAT KULIAH PERTEMUAN KE-7**



1. Keran air dibuka dan mengalirkan air selama 10 detik, yang keluar di tampung dalam gelas ukur dan diperoleh bacaan volume sebanyak 2000 ml. Berapakah debit aliran yang melalui keran tersebut ?
2. Pipa dengan diameter 0,25 m mengalirkan air dengan kecepatan 1m/d. Berapakah debit aliran? Apabila debit aliran dinaikkan menjadi 75 liter/d berapakah kecepatan aliran ?
3. Air mengalir didalam pipa berdiameter 50 cm dengan kecepatan 1 m/detik. Berapakah debit aliran ? Jika diameter pada ujung yang lain dari pipa tersebut adalah 100 cm (pipa berubah dengan teratur), berapakah kecepatan aliran pada ujung tersebut ?
4. Air mengalir melalui pipa 1 dengan diameter 30 cm yang kemudian bercabang menjadi dua pipa, pipa 2 dan pipa 3 yang masing-masing berdiamater 20 cm dan 15 cm. Kecepatan aliran di pipa 1 dan pipa 2 berturut-turut adalah 2 m/d dan 1,5 m/d. Hitung debit aliran melalui pipa1, 2 dan 3 ?
5. Air mengalir melalui pipa A dengan diameter 25 cm dan debit 3 m/d yang kemudian bercabang menjadi dua pipa, yaitu pipa B dan pipa C yang masing-masing berdiamater 10 cm dan 5 cm. Kecepatan aliran di pipa B adalah 0,5 kali kecepatan di pipa A. Hitung debit aliran melalui pipa B dan C



1. Keran air dibuka dan mengalirkan air. Selama 10 detik air yang keluar ditampung dalam gelas ukur dan diperoleh bacaan volume sebanyak 2000 ml. Berapakah debit aliran yang melalui keran tersebut ?

Penyelesaian:

$$Q = \frac{Vol}{t} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ liter/detik}$$



$$Q = A \cdot V = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot V = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,25^2 \cdot 1 = 0,049 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,075}{0,25 \cdot \pi \cdot 0,25^2} = 1,53 \text{ m/d}$$



$$Q = A \cdot V = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot V = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,5^2 \cdot 1 = 0,196 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,196}{0,25 \cdot \pi \cdot 1^2} = 0,25 \text{ m/d}$$





$$Q_1 = A_1 \cdot V_1 = \frac{1}{4} \pi D_1^2 \cdot V_1 = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,3^2 \cdot 2 = 0,141 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_2 = A_2 \cdot V_2 = \frac{1}{4} \pi D_2^2 \cdot V_2 = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,2^2 \cdot 1,5 = 0,047 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 0,141 - 0,047 = 0,094 \text{ m}^3/\text{d}$$

TERIMAKASIH