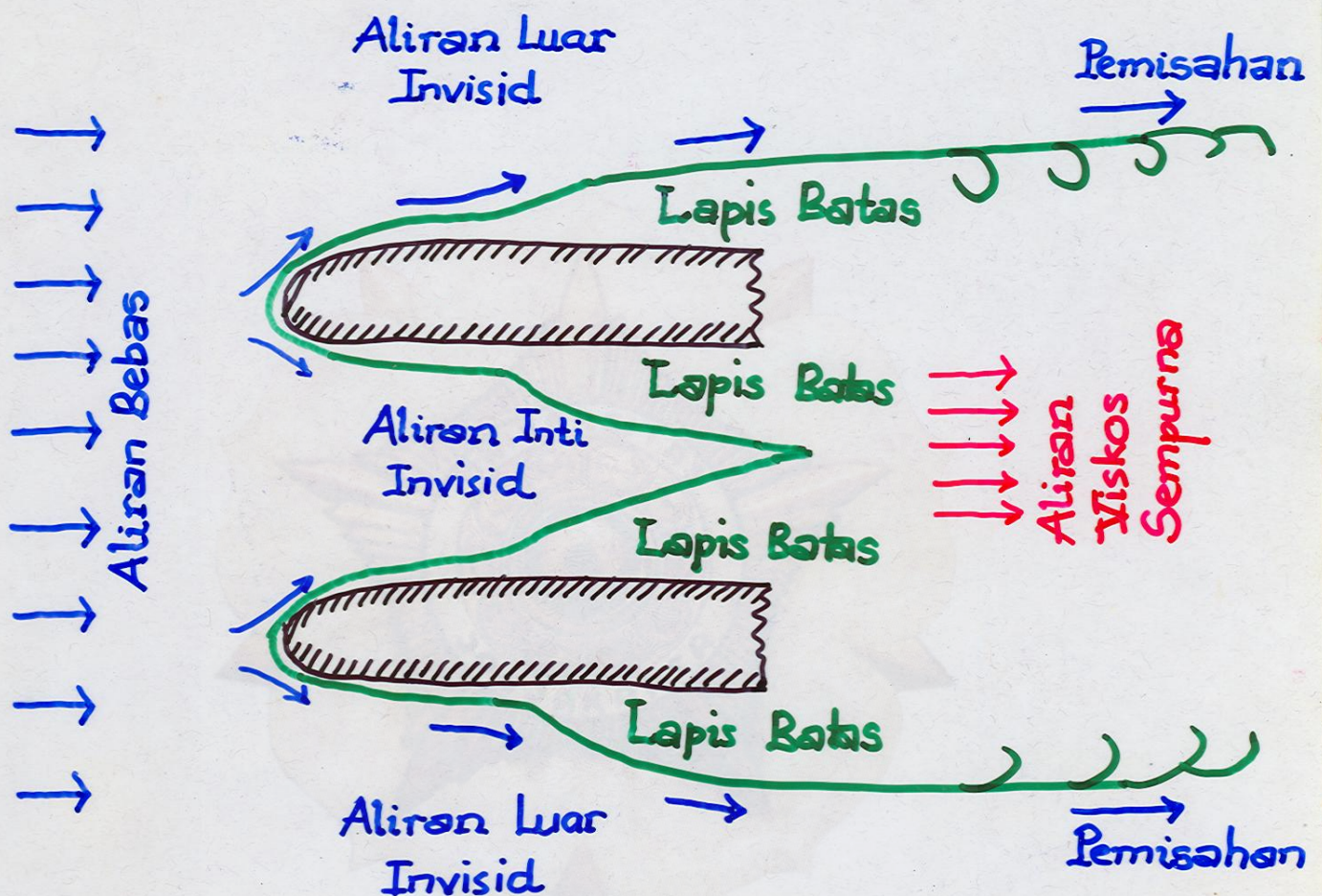


KINEMATIKA ZAT CAIR

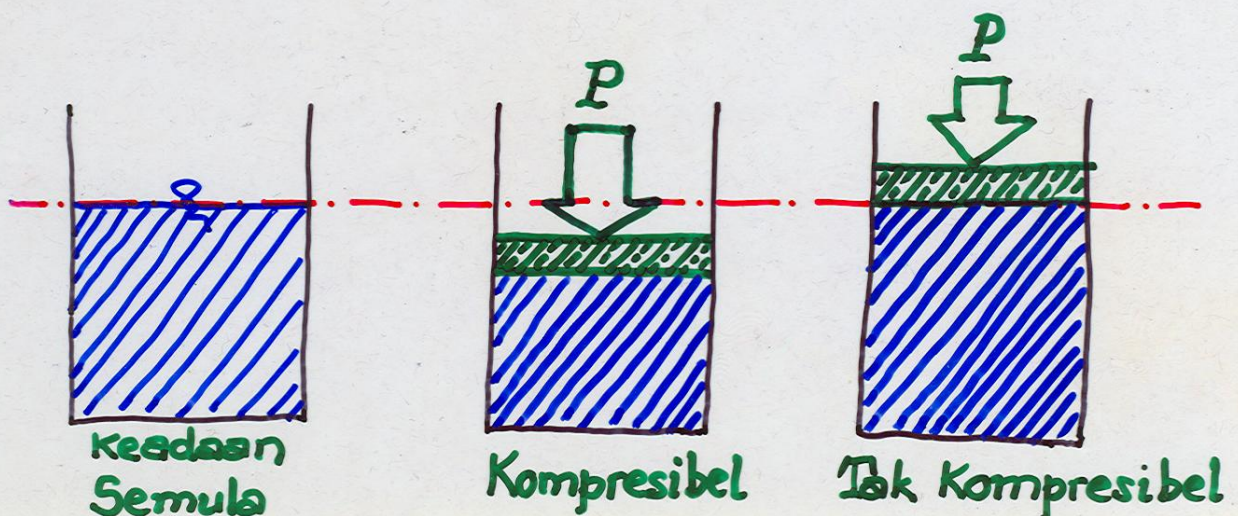
Macam Aliran

1. Aliran Invisid dan Viskos: dibedakan oleh nilai kekentalan zat cair, μ .

Aliran Invisid terjadi jika nilai μ dapat dianggap nol, sedangkan aliran Viskos terjadi jika nilai $\mu \neq \text{nol}$.



2. Aliran Kompresibel dan Tak Kompresibel: dibedakan oleh perubahan rapat massa terhadap perubahan tekanan.

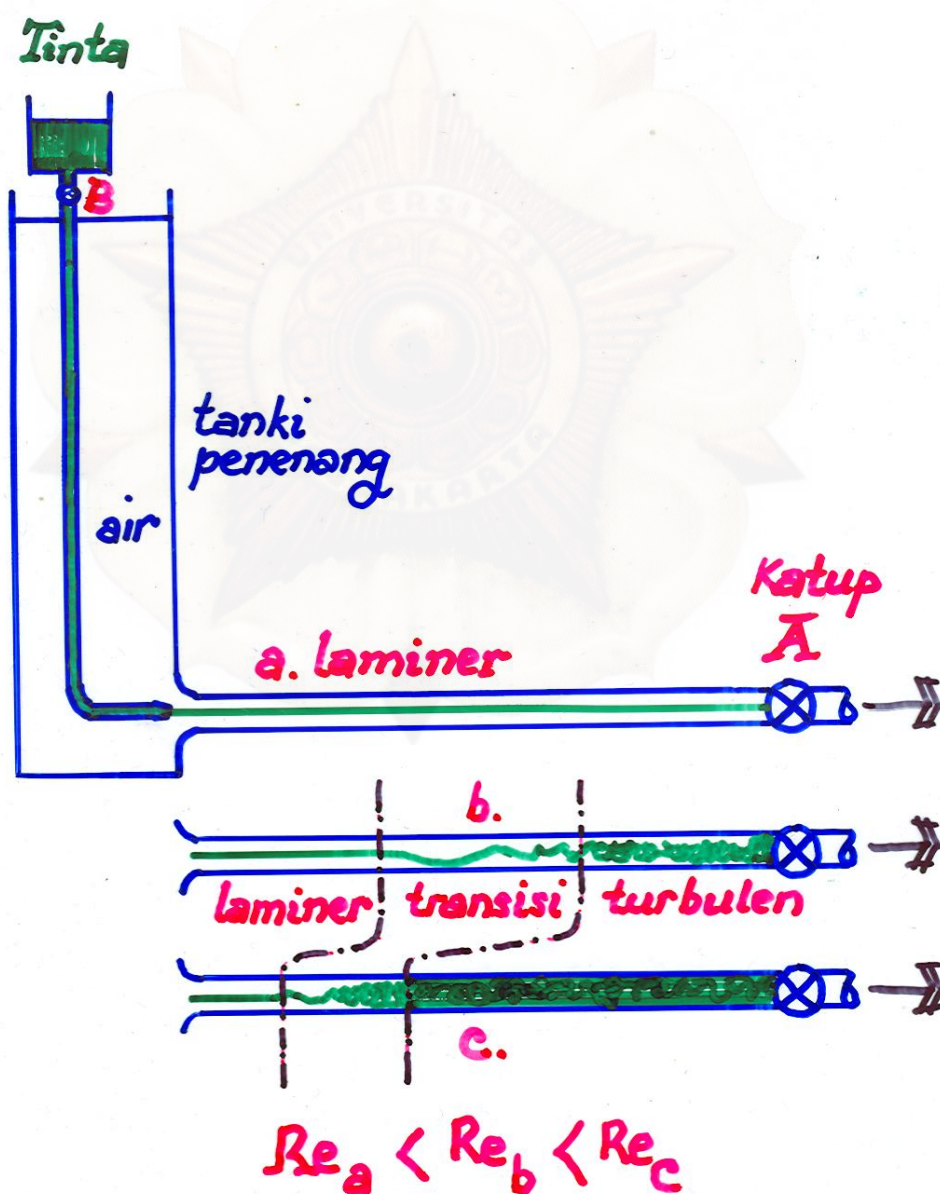


3. Aliran laminar dan turbulen: (pada aliran viskos) dibedakan oleh gerak partikel zat cair.

Pada aliran laminar: partikel zat cair bergerak teratur dgn membentuk garis kontinu dan tidak saling berpotongan.

Pada aliran turbulen: gerak partikel zat cair tidak teratur dan lintasannya saling berpotongan.

Makin tinggi nilai bilangan $Re = \frac{VL}{\nu}$ makin tidak teratur gerak partikel cairan.



Alat Percobaan Osborne Reynolds
Utk Visualisasi Aliran Dlm Pipa

4. Aliran Tunak dan Tak Tunak : dibedakan oleh perubahan parameter aliran (a.l: Q , h , V , p) terhadap waktu (t).

➤ Aliran Tunak (Steady Flow) jika parameter aliran tidak berubah. Secara matematis dinyatakan sebagai :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial V}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial p}{\partial t} = 0$$

➤ Aliran Tak Tunak (Unsteady Flow) jika parameter aliran berubah setiap saat ; atau

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0 \quad \frac{\partial h}{\partial t} \neq 0 \quad \frac{\partial V}{\partial t} \neq 0 \quad \frac{\partial p}{\partial t} \neq 0$$

5. Aliran Beraturan dan Tak Beraturan : dibedakan oleh perubahan parameter aliran sepanjang lokasi tinjauan.

➤ Aliran Beraturan / Seragam jika parameter aliran tidak berubah sepanjang lokasi tinjauan :

$$\frac{\partial Q}{\partial s} = 0 \quad \frac{\partial h}{\partial s} = 0 \quad \frac{\partial V}{\partial s} = 0 \quad \frac{\partial p}{\partial s} = 0$$

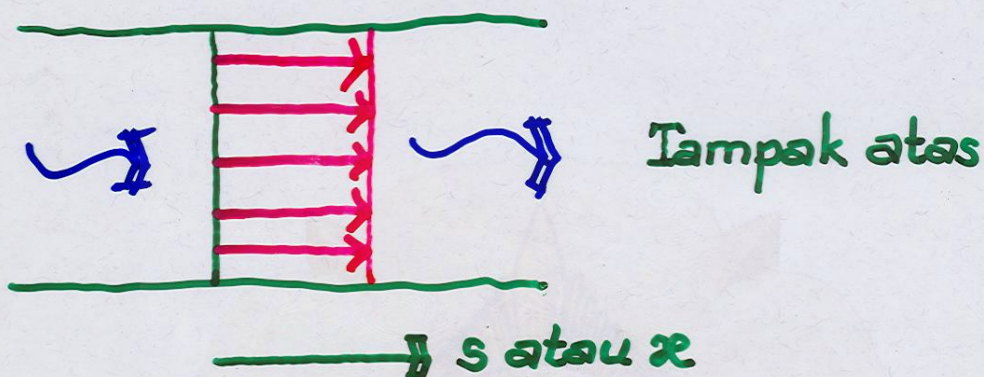
➤ Aliran Tak Seragam / Tak Beraturan jika parameter aliran berubah sepanjang lokasi tinjauan :

$$\frac{\partial Q}{\partial s} \neq 0 \quad \frac{\partial h}{\partial s} \neq 0 \quad \frac{\partial V}{\partial s} \neq 0 \quad \frac{\partial p}{\partial s} \neq 0$$

6. Aliran 1-D, 2-D dan 3-D: dibedakan oleh jumlah arah yang digunakan untuk menyatakan arah parameter aliran.

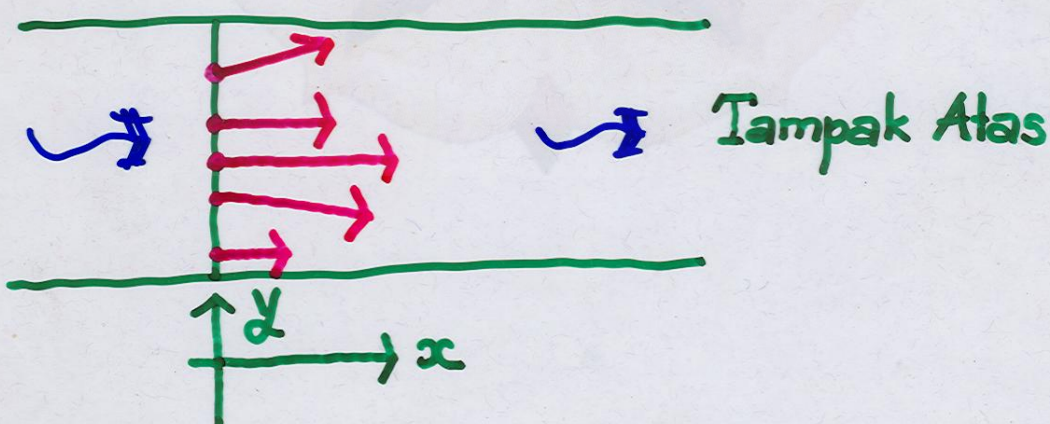
⇒ Aliran 1-D jika dalam setiap tampang lintang tinjauan hanya terdpt satu nilai dan satu arah utk parameter aliran

Contoh: tampang lintang suatu sungai

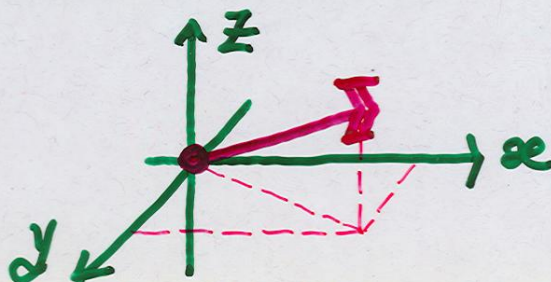


⇒ Aliran 2-D jika dalam setiap tampang lintang tinjauan terdpt 2 arah utama utk menyatakan arah parameter aliran

Contoh:

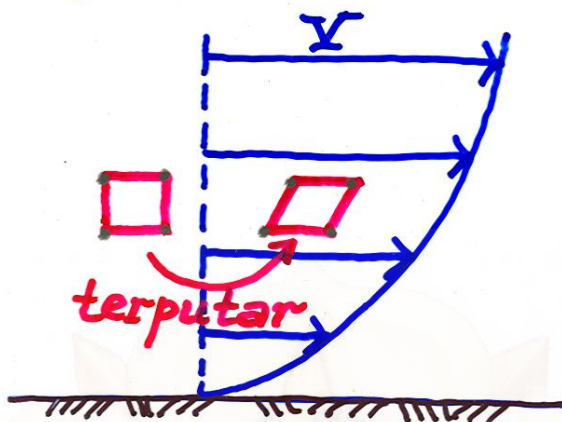


⇒ Aliran 3-D jika dalam setiap tampang lintang tinjauan terdapat 3 arah utama utk menyatakan arah parameter aliran.

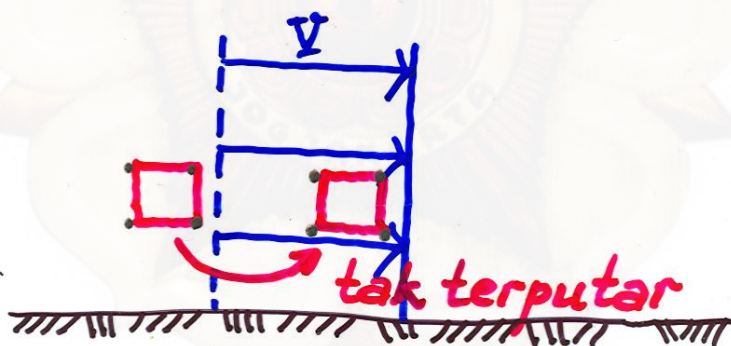


7. Aliran Berotasi dan Tak Berotasi : dibedakan oleh adanya / terdptnya kecepatan sudut pada aliran tinjauan.

- Aliran Berotasi jika kecepatan sudutnya $\neq 0$
Contoh : Aliran turbulen dan viskos melalui dinding batas lurus



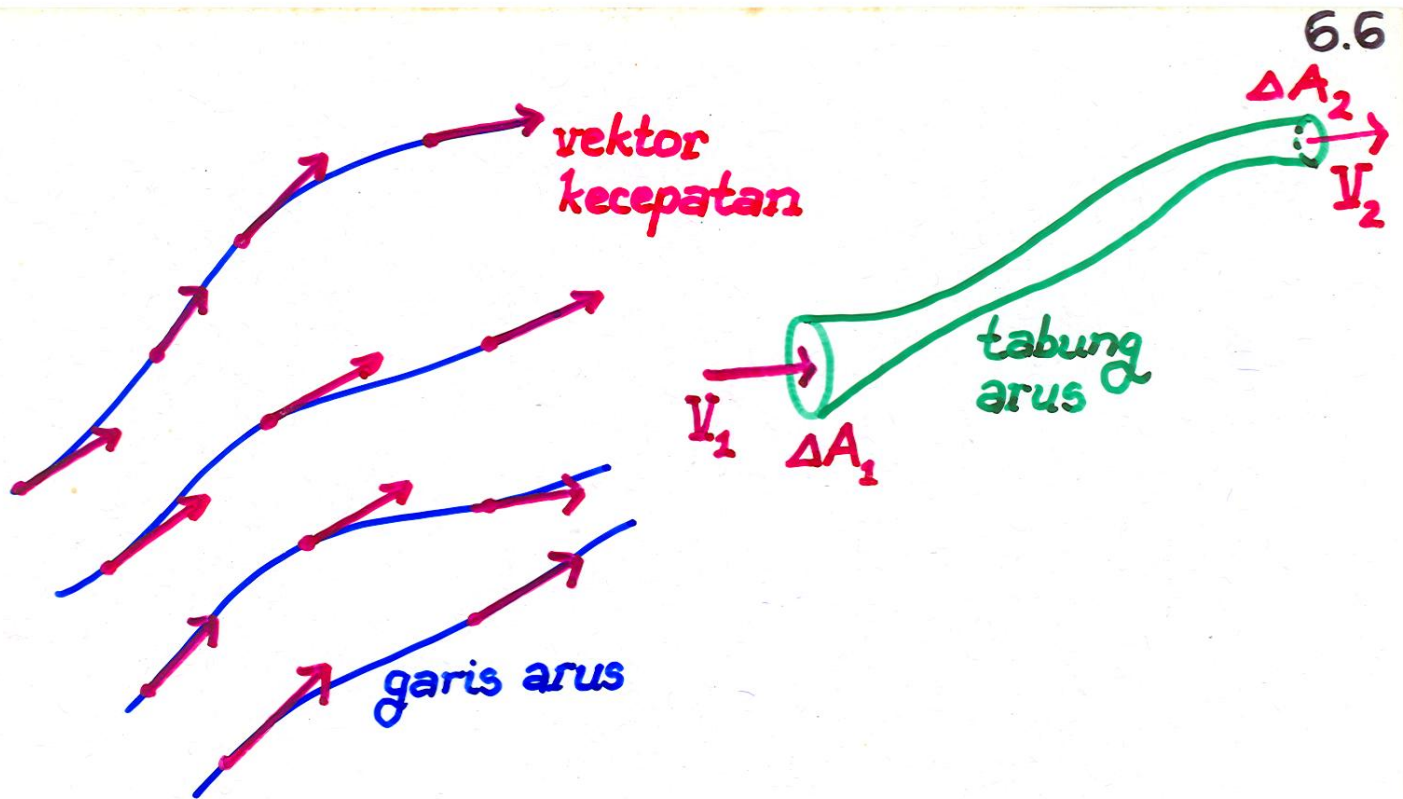
- Aliran Tak Berotasi jika kecepatan sudutnya $= 0$
Contoh : Aliran laminar dan inviscid



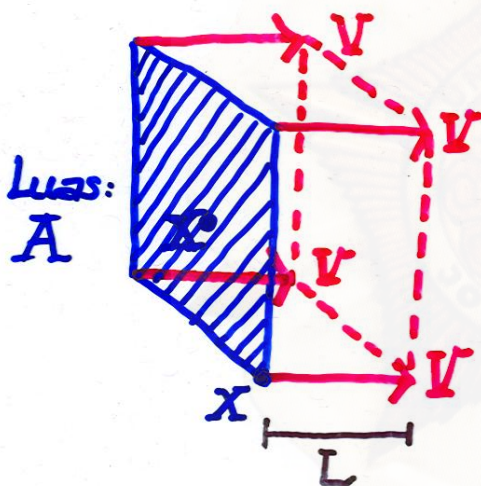
Aliran Garis Arus dan Tabung Arus

Garis arus adalah garis khayal yang digambar di dalam suatu aliran air dimana garis singgung di setiap titik pada kurva tersebut merupakan arah vektor kecepatan di titik ybs.

Tabung arus adalah tabung khayal yg dindingnya terdiri dari garis arus.



⇒ Debit Aliran : volume air yang melalui tampang tinjauan tiap satuan waktu.



- Luas tampang tinjauan : $A \text{ m}^2$
Kecepatan rerata aliran : $V \text{ m/d}$
- Butir air α oleh kecepatan aliran $V \text{ m/d}$ terbawa sepanjang L .
- Sedang panjang L utk tiap satuan waktu tinjauan :
 $L = \text{kecep.} \times \text{waktu}$
 $= V \text{ m/d} \times 1 \text{ det} = V \text{ m}$

- Volume air yg terangkut :

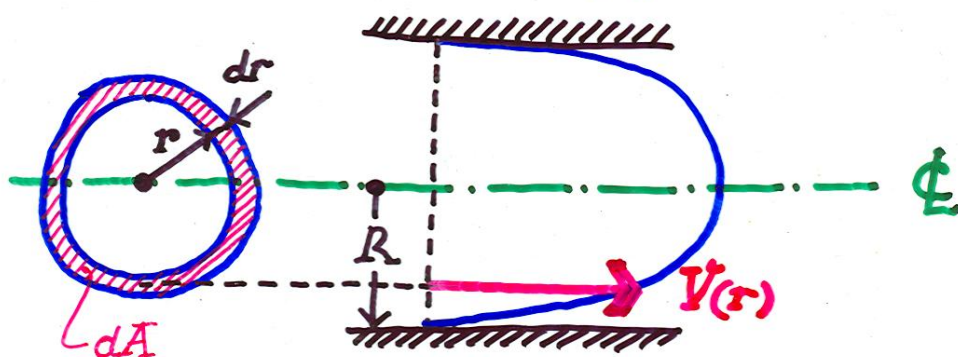
$$V = \text{Luas} \times L$$

$$= A \text{ m}^2 \times V \text{ m} = AV \text{ m}^3$$

- Waktu tinjauan adalah 1 detik, maka sesuai dgn definisi : $Q = \text{Vol} / \text{waktu} \rightarrow$

$$Q = A \cdot V \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Contoh: Aliran air dalam pipa bulat



Pada bagian luas yg diarsir kecepatan alirannya adalah seragam yaitu $V(r)$, sehingga rumus debit pada halaman 6.6 berlaku :

Debit = Luas \times Kecepatan

$$dQ = dA \times V_r$$

$$= (2\pi r)(dr) \times V_r$$

panj. \uparrow
lbr.

Jadi debit total :

$$Q = \int_{r=0}^{r=R} dQ = 2\pi \int_{r=0}^{r=R} V(r) \cdot r \cdot dr.$$

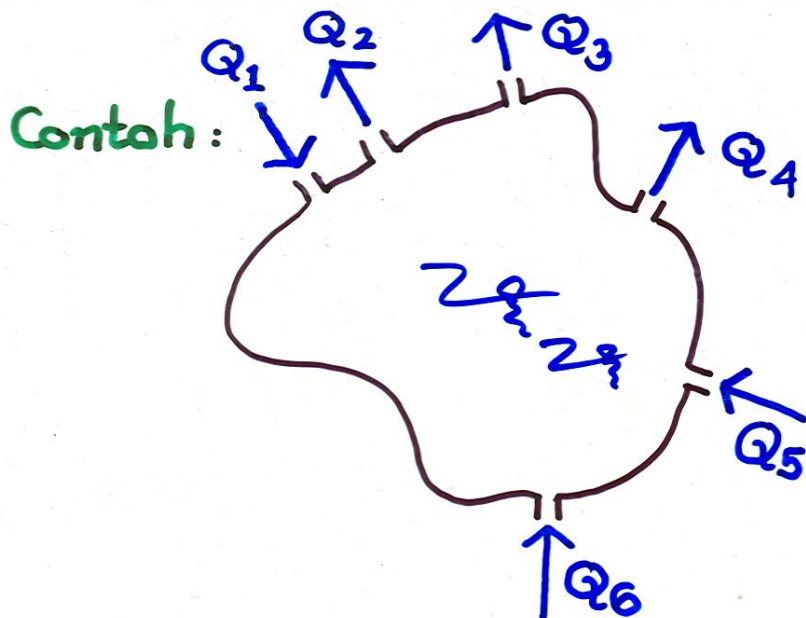
Hukum Kekekalan Massa / Persamaan Kontinuitas

Massa cairan adalah kekal \rightarrow utk cairan yg inkompresibel massa cairan masuk = massa cairan keluar \rightarrow debit masuk = debit keluar.

Contoh : Pada tabung arus halaman 6.6

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$$

$$V_1 \times \Delta A_1 = V_2 \times \Delta A_2$$

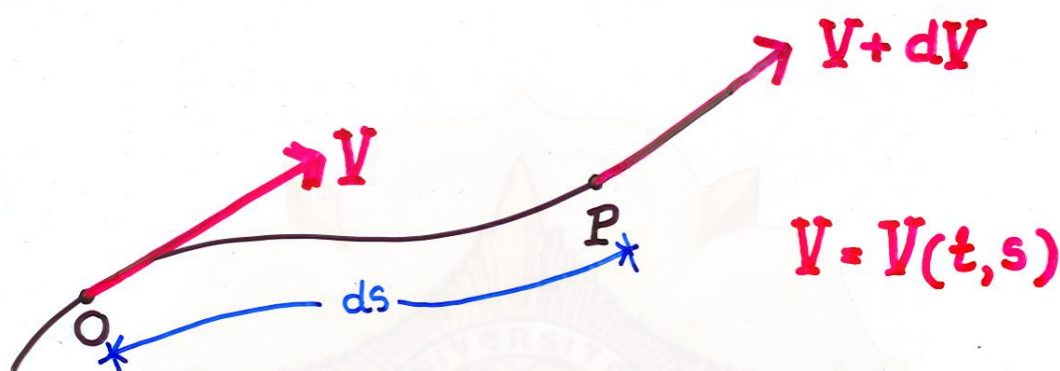


$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$$

$$Q_1 + Q_5 + Q_6 =$$

$$Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Percepatan Gerak Partikel Zat Cair



Percepatan adalah laju perubahan kecepatan terhadap waktu

Definisi : 1) $a = \frac{dV}{dt}$

$$2) dV = \frac{\partial V}{\partial t} dt + \frac{\partial V}{\partial s} ds$$

Jadi $a = \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial s} \left(\frac{ds}{dt} \right) = V$

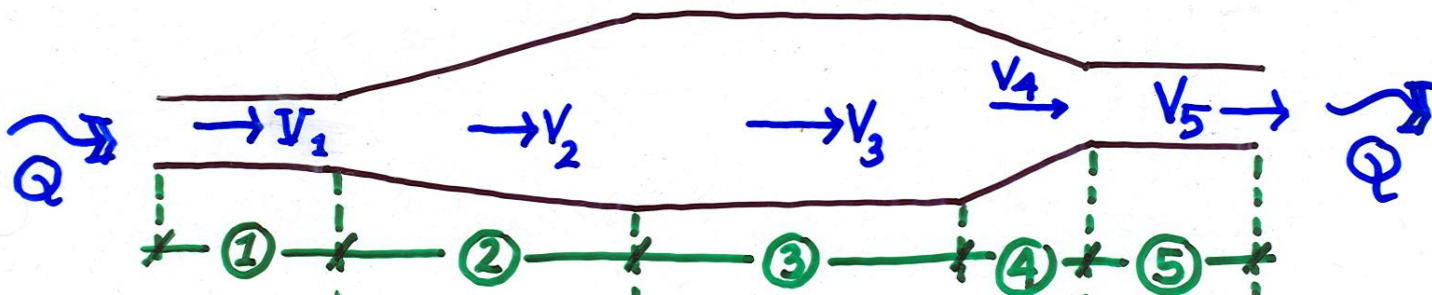
atau

$$a = \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial s}$$

percepatan lokal

percepatan konveksi

Contoh :



⚡ Jika $Q_{masuk} = Q_{keluar}$ adalah konstan $Q \neq Q(t)$

Aliran Tunak

| | | | | | |
|---------------------------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| $\frac{\partial v}{\partial t}$ | ϕ | ϕ | ϕ | ϕ | ϕ |
| $\frac{\partial v}{\partial s}$ | ϕ | $\neq \phi$ | ϕ | $\neq \phi$ | ϕ |

⚡ Jika $Q_{masuk} = Q_{keluar} = Q(t)$

Aliran Tak Tunak

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $\frac{\partial v}{\partial t}$ | $\neq \phi$ | $\neq \phi$ | $\neq \phi$ | $\neq \phi$ | $\neq \phi$ |
| $\frac{\partial v}{\partial s}$ | ϕ | $\neq \phi$ | ϕ | $\neq \phi$ | ϕ |

Jadi walaupun alirannya tunak \rightarrow percepatan masih mungkin terjadi :

$$a = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial s}$$

↑ nilai = 0
utk aliran tunak

↑ $\neq 0$, jika tampang berubah