

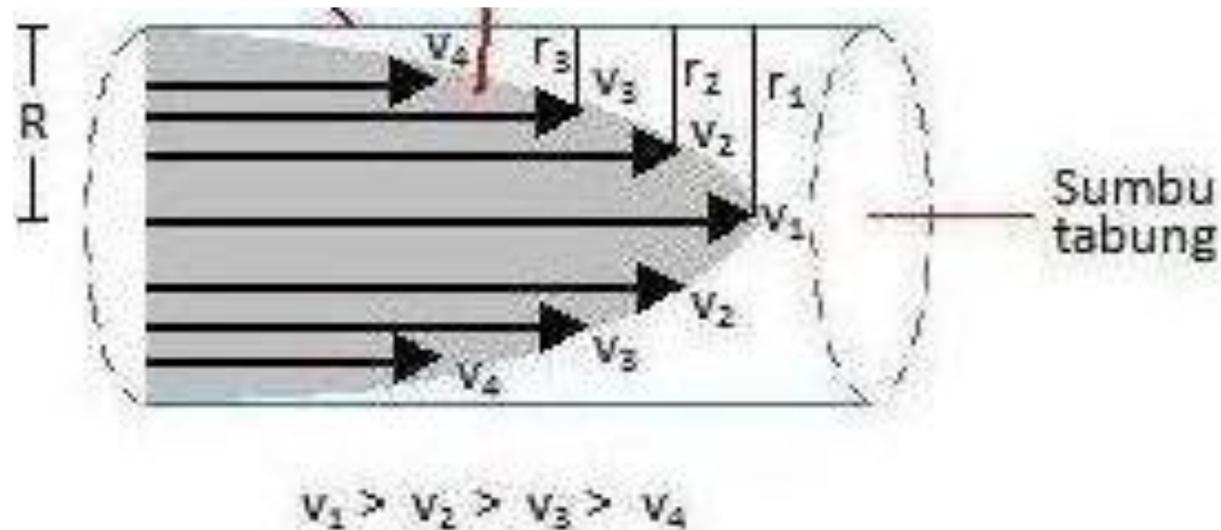
# Viskositas dan tegangan permukaan

# Viskositas

- Gaya gesek internal antara molekul-molekul fluida.
- Molekul-molekul tersebut saling bergesekan pada saat mengalir.
- Pada zat cair, viskositas terjadi karena gaya kohesi antar molekul.
- Pada gas, viskositas terjadi karena tumbukan antar molekul.
  
- Viskositas suatu zat tergantung pada suhu.
- Semakin tinggi suhu, viskositas cairan makin rendah, sedangkan viskositas gas makin tinggi.

# Hukum Stokes

- Pada fluida non viscous, kecepatan alir fluida tidak dihambat oleh viskositas.
- Pada fluida viscous, kecepatan alir fluida berbeda-beda tergantung gaya gesekan yang diterimanya.



- Pada fluida encer, viskositas  $\eta = 0$ .
- Benda padat yang bergerak dengan kecepatan tertentu pada suatu fluida kental akan mengalami hambatan gaya gesek sebesar :

$$F_f = k \eta v$$

- Dengan  $k$  : koefisien yang tergantung geometris benda,  $\eta$  adalah koefisien viskositas (Kg/m.s atau Pa.s) dan  $v$  : kecepatan
- Pada benda berbentuk bola,  $k = 6\pi r$ , sehingga :

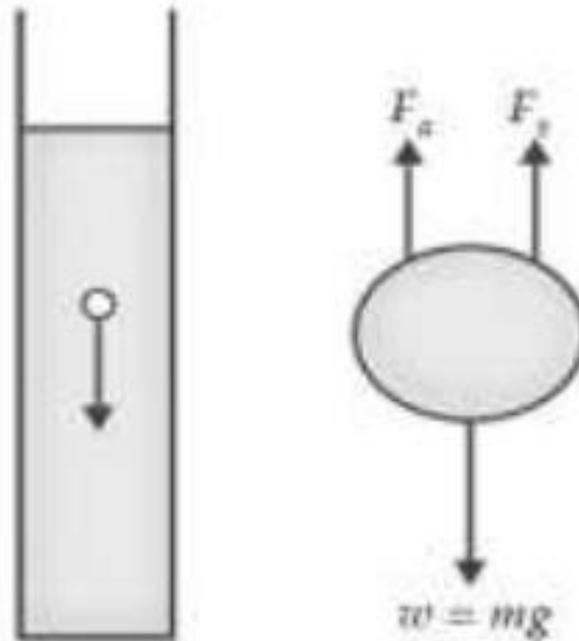
$$F_f = 6\pi \eta r v \quad \text{Hukum Stokes}$$

# Kecepatan terminal

- Pada kelereng yang jatuh bebas dalam fluida kental, apabila yang bekerja hanya gaya gravitasi, maka kelereng bergerak dengan percepatan =  $g$ , sehingga jarak antara posisi kelereng pada waktu yang sama makin besar.
- Kenyataannya, mula-mula kelereng mengalami hal di atas. Namun pada saat tertentu, jarak antara 2 kedudukan kelereng sama. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan kelereng makin lama makin besar hingga mencapai kecepatan terbesar yang tetap (**kecepatan terminal**).

- Gaya yang bekerja pada suatu benda yang dijatuhkan dalam cairan, bekerja 3 gaya :

1. Gaya berat  $W = mg$
2. Gaya ke atas oleh fluida  $F_a$
3. Gaya gesekan oleh fluida  $F_f$



- Pada saat kecepatan terminal  $v_t$  tercapai, gaya-gaya yang bekerja pada benda akan seimbang :

$$\sum F = 0$$

$$+ mg - F_a - F_f = 0$$

$$F_f = mg - F_a$$

- $\rho_b$  : massa jenis benda
- $\rho_f$  : massa jenis fluida
- $V_b$  : volume benda

$$F_a = V_b \rho_f g$$

- Berat benda
- Gaya gesekan

$$m \cdot g = (\rho_b \cdot V_b)g$$

$$F_f = 6 \pi \eta r v_T$$

$$6 \pi \eta r v_T = \rho_b V_b g - V_b \rho_f g$$

$$= g V_b (\rho_b - \rho_f)$$

• Kecepatan terminal dalam fluida kental :  $v_T = \frac{g V_b (\rho_b - \rho_f)}{6\pi \eta r}$

• Untuk benda berbentuk bola dengan jari-jari  $r$ , volume benda :  $V_b = \frac{4}{3} \pi r^3$

• Sehingga :  $v_T = \frac{g \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_b - \rho_f)}{6\pi \eta r}$

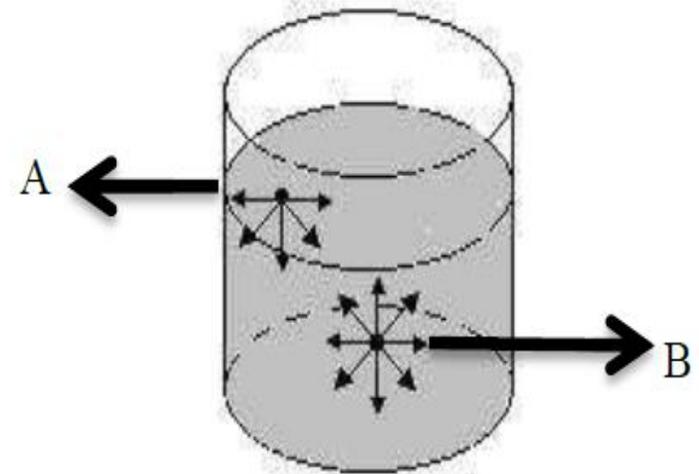
• Kecepatan terminal pada fluida kental :  $v_T = \frac{2}{9} \frac{r^2 g}{\eta} (\rho_b - \rho_f)$

# Tegangan muka

- Contoh peristiwa akibat tegangan muka :
  - klip mengapung di permukaan air
  - serangga mengambang di permukaan air
  - tetesan embun yang jatuh di sarang laba-laba



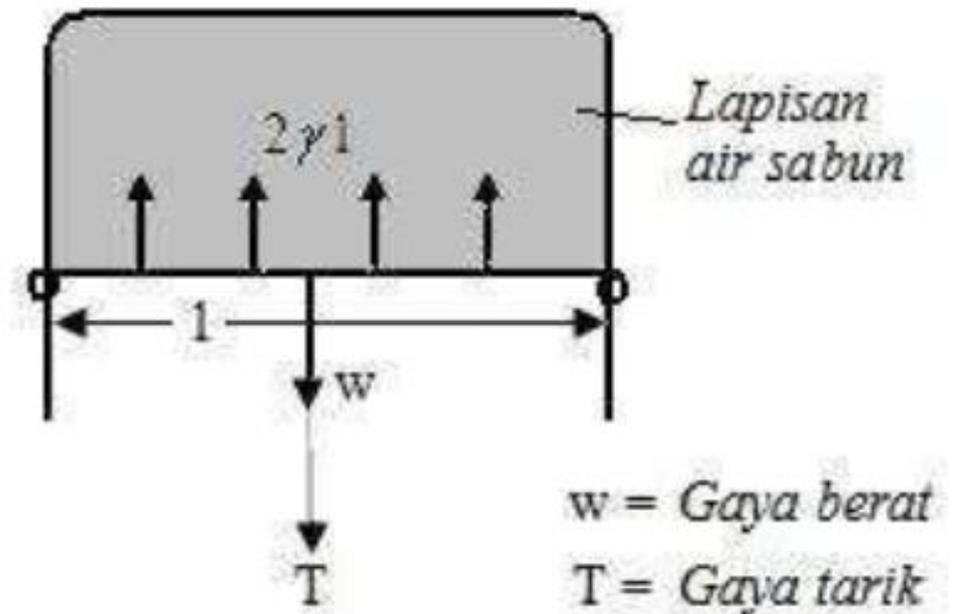
- Molekul-molekul cairan yang berada di kedalaman akan mengalami gaya tarik ke segala arah sehingga  $\Sigma F = 0$ .
- Molekul yang ada di permukaan cairan hanya mengalami gaya ke samping dan ke dalam sehingga  $\Sigma F = 0$  ke arah bawah. Cairan akan memperkecil permukaannya akibat gaya tersebut sehingga berusaha untuk menyusut sekuat mungkin. Hal ini menyebabkan permukaan cairan seolah-olah membentuk lapisan elastis di permukaan → **tegangan permukaan**
- Setetes cairan akan cenderung berbentuk bola karenanya.



- Lapisan tipis di permukaan cairan inilah yang menahan klip tetap mengapung.
- Apabila sejumlah sabun (zat yang berfungsi sebagai surfaktan) ditambahkan, maka klip di permukaan cairan akan tenggelam.

# Penurunan persamaan tegangan permukaan

- Kawat berbentuk U dicelupkan pada air sabun. Kawat lurus mendatar dapat bergerak ke atas dan ke bawah.
- Adanya air sabun pada permukaan kawat U mendorong kawat lurus untuk naik ke atas.
- Gaya tegangan permukaan  $F$  ke atas dilawan oleh 2 gaya, gaya berat  $W$  dan gaya tarik  $T$ .



$$\gamma = \frac{F}{2l}$$

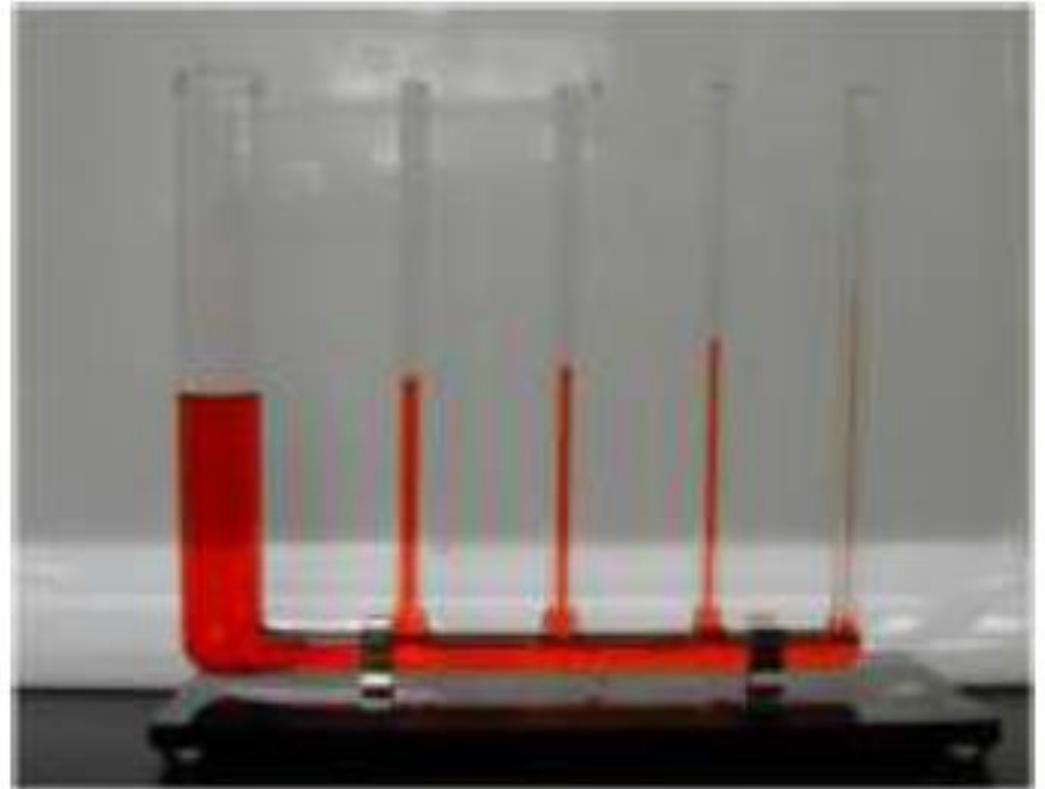
$\gamma$  : tegangan permukaan

<b>Zat cair yang kontak dengan udara</b>	<b>Suhu (°c)</b>	<b>Tegangan permukaan (x 10<sup>-3</sup> N/m)</b>
Air	0	75,6
Air	25	72,0
Air	80	62,6
Etil alkohol	20	22,8
Aseton	20	23,7
Gliserin	20	63,4
Raksa	20	435

*Sumber : Contemporary Collage Physic, Jones/Childers.*

# Kenaikan permukaan cairan pada pipa kapiler

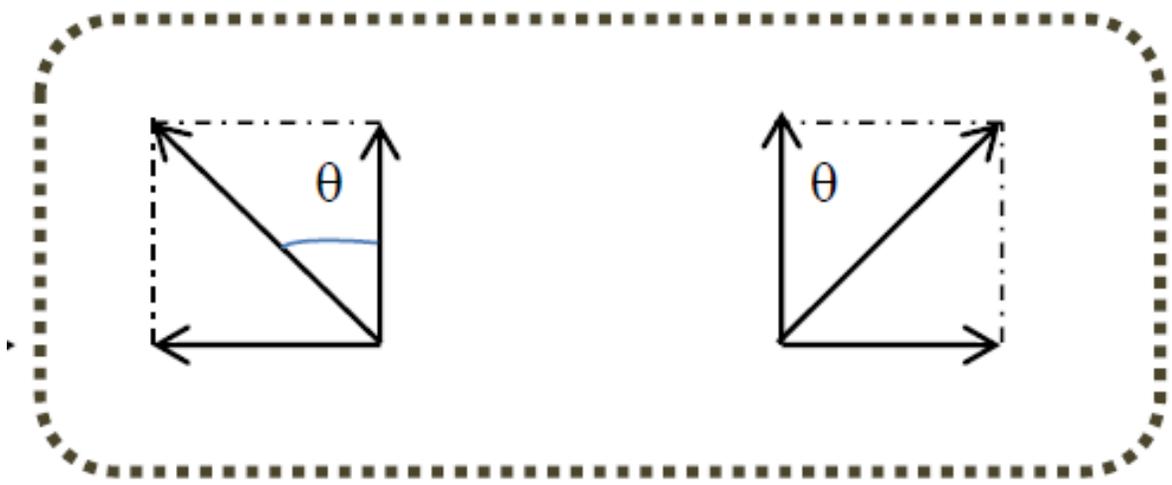
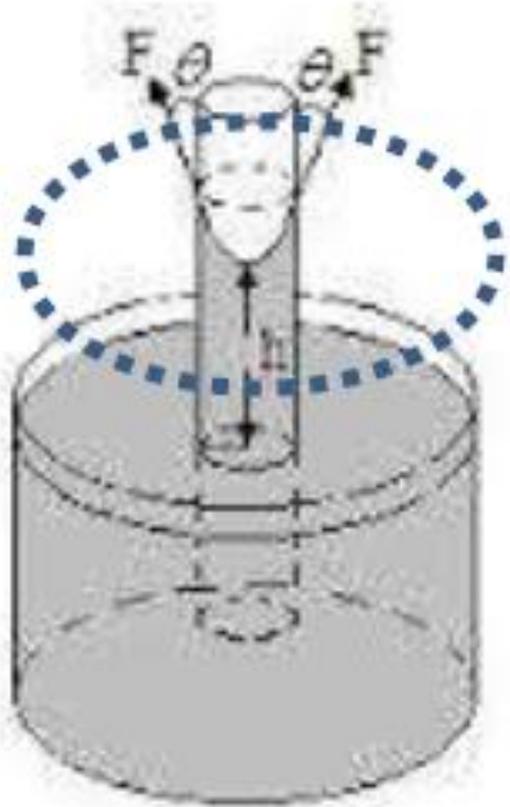
- Gejala kapiler disebabkan oleh gaya kohesi antar molekul cairan, dan gaya adhesi antara molekul cairan dengan molekul pipa.
- Zat cair naik ke atas hingga gaya ke atas sama dengan gaya ke bawah, karena tegangan muka sama dengan berat zat cair yang diangkat.



- Pada keadaan seimbang, berat zat cair yang naik dalam pipa kapiler = komponen gaya ke atas dari gaya adhesi sehubungan dengan tegangan muka.
- Berat zat cair (gaya ke bawah)  $w = mg$

$$m = \rho V \rightarrow V = \pi r^2 h$$

$$w = \rho(\pi r^2 h)g$$



- Gaya ke atas  $F_y$  sehubungan dengan tegangan muka yang bekerja sepanjang keliling permukaan dalam pipa kapiler :

$$F_y = \gamma_y(2\pi r)$$

$$= \gamma \cos \theta (2\pi r)$$

- Gaya ke atas  $F_y =$  gaya ke bawah  $w$  :

$$F_y = w$$

$$\gamma \cos \theta (2\pi r) = \rho g h \pi r^2$$

$$2\gamma \cos \theta = \rho g h \pi r$$

- Kenaikan atau penurunan zat cair pada pipa kapiler :

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

## Note :

- Untuk zat cair meniskus cekung (misal air), sudut kontak  $\theta$  adalah lancip. Nilai  $\cos \theta$  : positif sehingga  $h$  positif  $\rightarrow$  zat cair naik.
- Untuk zat cair meniskus cembung (misal raksa), sudut kontak  $\theta$  adalah tumpul. Nilai  $\cos \theta$  : negatif sehingga  $h$  negatif  $\rightarrow$  zat cair turun