

## KUNCI JAWABAN LKS

### A. Tekanan

#### Kegiatan I

- Pisau dibuat tajam untuk mempersempit luas permukaannya sehingga menghasilkan tekanan yang lebih besar, dan lebih mudah digunakan.
- Ujung paku dibuat lancip, agar tekanan yang dihasilkan besar.

#### Kegiatan II

*Hipotesis :*

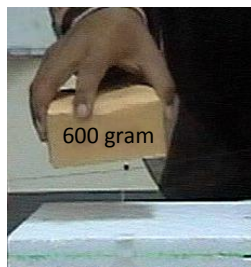
- Jarum akan lebih mudah menancap pada gabus, karena luas permukaan jarum lebih sempit daripada paku dan pensil sehingga tekanan yang dihasilkan lebih besar.
- Pensil akan lebih sulit menancap pada gabus, karena luas permukaan pensil lebih luas daripada paku dan jarum sehingga tekanan yang dihasilkan lebih kecil.

#### *Kegiatan Pra- Laboratorium 1*

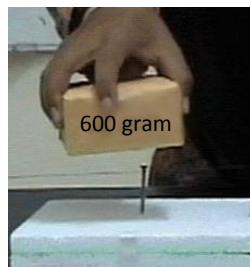
Alat dan Bahan :

1. Pensil
2. Paku
3. Jarum
4. Gabus
5. Beban

Rancangan Percobaan :



Jarum



Paku



Pensil

Langkah percobaan :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Meletakkan jarum di atas gabus, kemudian meletakkan beban di atasnya.
3. Memperhatikan kedalaman jarum yang masuk.
4. Mengulangi langkah 1 sampai dengan 3 untuk paku dan pensil.
5. Mencatat data hasil pengamatan pada tabel hasil pengamatan.

### Kegiatan Laboratorium 1

7.1 Hubungan antara luas permukaan dan tekanan adalah berbanding terbalik. Semakin besar luas permukaan benda maka semakin kecil tekanan yang dihasilkan, dan sebaliknya. ( $P \approx \frac{1}{A}$ )

7.2 Persamaan tekanan adalah :

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

Keterangan :

$P$  = Tekanan (*pascal* / Pa)

$F$  = Gaya (*newton* / N)

$A$  = Luas Permukaan Bidang Tekan ( $\text{m}^2$ )

7.3 Tekanan adalah gaya normal (tegak lurus) yang bekerja pada suatu bidang dibagi dengan luas bidang.

7.4 Kesimpulan dari percobaan adalah:

1. Tekanan adalah gaya normal (tegak lurus) yang bekerja pada suatu bidang dibagi dengan luas bidang.
2. Hubungan antara luas permukaan dan tekanan adalah berbanding terbalik.

### Kegiatan III

1. Definisi tekanan adalah gaya normal (tegak lurus) yang bekerja pada suatu bidang dibagi dengan luas bidang.
2. Persamaan untuk menentukan tekanan dari suatu benda adalah :

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

Keterangan :

$P$  = Tekanan (*pascal* / Pa)

$F$  = Gaya (*newton* / N)

$A$  = Luas Permukaan Bidang Tekan ( $\text{m}^2$ )

Satuan SI untuk tekanan adalah pascal (Pa), dimana :  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Untuk keperluan cuaca digunakan satuan *atmosfer* (atm), *cmHg* atau *mmHg*, *torr* dan *milibar* (mb).

$1 \text{ mb} = 0,001 \text{ bar}$  ;  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,01 \text{ bar}$

$1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg}$

3. Penerapan konsep tekanan dalam kehidupan sehari-hari antara lain: pada pisau dan paku. Ujung paku dibuat runcing dan pisau dibuat tajam untuk mendapatkan tekanan yang lebih besar, sehingga lebih mudah menancap pada benda lain.

**Kegiatan IV**

1. Pisau dibuat tajam sehingga mempersempit luas permukaannya sehingga menghasilkan tekanan yang lebih besar, dan lebih mudah digunakan.  
Sepatu pemain *ice skating* dipasang pisau pada bagian alasnya untuk memperbesar tekanan, sehingga sepatu dapat dengan mudah berdiri dan meluncur di atas permukaan es.

2. Diketahui :  $m = 50 \text{ kg}$

$$A \text{ (dua kaki)} = 500 \text{ cm}^2 = 500 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

- Ditanya :  $P_1$  (dengan dua kaki)  
 $P_2$  (dengan satu kaki)

Jawab :

Berat Agni merupakan gaya tekan yang bekerja pada lantai, sehingga:

$$F = w$$

$$F = m \cdot g$$

$$F = 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 490 \text{ N}$$

Maka besarnya tekanan ( $P_1$ ) :

$$P_1 = \frac{F}{A} = \frac{490 \text{ N}}{500 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,98 \times 10^4 \text{ N/m}^2$$

Jika Agni berdiri dengan 1 kaki maka luas permukaan menjadi setengahnya, yaitu  $250 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ . Sehingga tekanannya ( $P_2$ ) menjadi :

$$P_2 = \frac{F}{A} = \frac{490 \text{ N}}{250 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 1,96 \times 10^4 \text{ N/m}^2$$

Terlihat bahwa tekanan semakin besar ketika luas permukaannya semakin kecil.

3. Diketahui :  $r = 3,2 \text{ cm} = 0,032 \text{ m}$

$$P = 0,7 \text{ atm} = 0,7 \cdot (1,01 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

- Ditanya :  $F = \dots$

Jawab :

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$= 3,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = P \cdot A$$

$$= 227,65 \text{ N}$$

Jadi gaya tekan yang dialami oleh tabung adalah 227,65 N

## B. Tekanan Hidrostatik

### Kegiatan I

- Dinding bendungan dibuat makin kebawah makin tebal. Tujuannya agar dinding bendungan dapat menahan tekanan air yang paling kuat dibagian paling dalam. Bayangkan jika bagian bawah bendungan dibuat tipis maka bendungan akan mudah jebol karena tidak mampu menahan tekanan air yang kuat pada bagian dasar.

### Kegiatan II

*Hipotesis :*

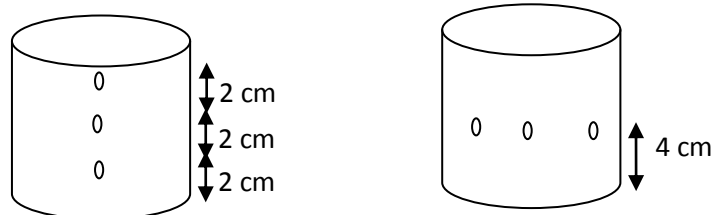
1. Jarak pancaran air yang keluar dari setiap lubang sama, karena tekanan pada kedalaman yang sama adalah sama besar
2. Jarak pancaran air yang keluar dari setiap lubang yaitu: semakin besar jarak lubang ke permukaan air, maka semakin jauh jarak pancarannya. Karena semakin besar kedalamannya, tekanannya semakin besar.

### Kegiatan Pra- Laboratorium 2

Alat dan Bahan

1. Toples plastik/gelas
2. Air
3. Mistar
4. Jarum
5. Selotip
6. Pensil/spidol
7. Lap kering

Rancangan Percobaan :



Langkah percobaan :

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menggunakan mistar, mengukur pada ketinggian yang sama 4 cm dari dasar toples dan memberi tanda 3 posisi dengan spidol pada ketinggian yang sudah diukur.
3. Melubangi tanda dengan menggunakan jarum pentul, usahakan ukuran setiap lubang sama.
4. Menutup tiap lubang dengan selotip.
5. Mengisi botol dengan air

6. membuka selotip dan mengamati kekuatan pancaran air.
7. Kembali menggunakan mistar, mengukur pada ketinggian yang berbeda 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dari dasar toples dan beri tanda 3 posisi dengan spidol pada ketinggian yang sudah diukur.
8. Mengulangi langkah-langkah pada nomor 2 sampai 5.

### Kegiatan Laboratorium 2

7.1 Semakin besar kedalaman zat cair semakin besar tekanannya, dan sebaliknya. Tekanan ( $P$ ) sebanding dengan kedalaman ( $h$ ).

7.2 Penurunan Persamaan Tekanan Hidrostatik:

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

$$P = \frac{m \cdot g}{A}, \quad m = \rho V$$

$$P = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{A}, \quad V = A \cdot h$$

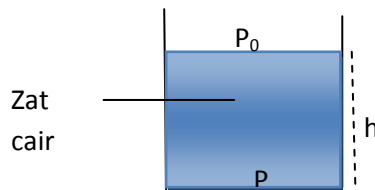
$$P = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Jadi, Tekanan Hidrostatik zat cair ( $p_h$ ) dirumuskan dengan:  $P = \rho \cdot g \cdot h$

7.3 Tekanan Hidrostatik adalah tekanan zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya sendiri.

7.4 Tekanan luar juga bekerja pada zat cair, yaitu :



7.5 Tekanan mutlak pada kedalaman  $h$  dapat dirumuskan dengan:  $p = p_0 + \rho gh$

7.6 Dari percobaan dapat disimpulkan bahwa :

- a. Tekanan Hidrostatik adalah tekanan zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya sendiri.
- b. Faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan hidrostatik adalah : massa jenis, percepatan gravitasi dan kedalaman zat cair.  
Secara matematis  $P = \rho \cdot g \cdot h$

### Kegiatan III

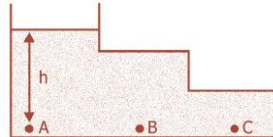
1. Tekanan Hidrostatik adalah tekanan zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya sendiri.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

2. Tekanan Hidrostatik zat cair ( $p_h$ ) dirumuskan dengan:

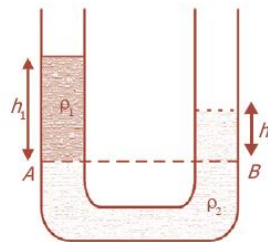
Tekanan mutlak pada kedalaman  $h$  dapat dirumuskan dengan  $p = p_0 + \rho gh$

3. Hukum Utama hidrostatika menyatakan bahwa :“ semua titik yang terletak pada bidang datar yang sama di dalam zat cair yang sejenis memiliki tekanan (mutlak) yang sama”.



Berdasarkan Hukum Pokok Hidrostatika, maka tekanan di titik A, B, dan C besarnya sama.

Hukum Pokok Hidrostatika dapat digunakan untuk menentukan massa jenis zat cair dengan menggunakan pipa U. Zat cair yang sudah diketahui massa jenisnya ( $\rho_2$ ) dimasukkan dalam pipa U, kemudian zat cair yang akan dicari massa jenisnya ( $\rho_1$ ) dituangkan pada kaki yang lain setinggi  $h_1$ . Adapun  $h_2$  adalah tinggi zat cair mula-mula, diukur dari garis batas kedua zat cair.



Berdasarkan Hukum Pokok Hidrostatika, maka:

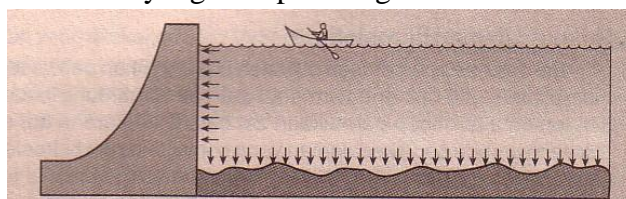
$$p_1 = p_2$$

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\rho_2 = \frac{h_1}{h_2} \times \rho_1$$

4. Prinsip tekanan hidrostatik dimanfaatkan pada pembuatan bendungan air. Dinding dibuat makin ke bawah makin tebal. Tujuannya agar dinding bendungan dapat menahan tekanan air yang paling kuat di bagian paling dalam. Bayangkan jika bagian bawah bendungan dibuat tipis maka bendungan akan mudah jebol karena tidak mampu menahan tekanan air yang kuat pada bagian dasar.



Struktur Bendungan

**Kegiatan IV**

1. Dinding dibuat makin ke bawah makin tebal. Tujuannya agar dinding bendungan dapat menahan tekanan air yang paling kuat di bagian paling dalam. Bayangkan jika bagian bawah bendungan dibuat tipis maka bendungan akan mudah jebol karena tidak mampu menahan tekanan air yang kuat pada bagian dasar.
2. Tekanan dipengaruhi oleh kedalaman (ingat rumus :  $p = \rho \cdot g \cdot h$  ). Sehingga tekanan di dasar tabunglah yang lebih lebih besar.
3. Hal ini disebabkan karena tekanan hidrostatik tergantung pada kedalaman . Misalkan jika titik a mempunyai tekanan lebih besar dari titik b maka air di a akan didorong ke b sampai tekanan a dan tekanan b sama. Ketika kedua tekanan sama, pasti tinggi air di atas kedua titik ini sama tinggi ( $p = \rho \cdot g \cdot h$ )\

4. Diketahui :  $V = 1 \text{ liter} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$   
 $A = 50 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

Ditanya :  $P_h = \dots$

Jawab :

$$h = \frac{V}{A}$$

$$h = \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} = 20 \text{ m}$$

maka:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m}$$

$$P_h = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

5. Diketahui :  $h = 12 \text{ m}$

$$P_o = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

Ditanya :  $P_{\text{total}} = \dots$

Jawab :

$$P_{\text{total}} = P_o + \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_{\text{total}} = 10^5 \text{ Pa} + (1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m})$$

$$P_{\text{total}} = 10^5 \text{ Pa} + 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{total}} = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

6. Diketahui :  $h_{\text{minyak}} = 20 \text{ cm}$

$$\rho_{\text{minyak}} = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{raksa}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

Ditanya:  $h_{\text{raksa}} = \dots?$

Jawab :

$$p_A = p_B$$

$$\rho_{\text{minyak}} g h_{\text{minyak}} = \rho_{\text{raksa}} g h_{\text{raksa}}$$

$$\rho_{\text{minyak}} \cdot h_{\text{minyak}} = \rho_{\text{raksa}} \cdot h_{\text{raksa}}$$

$$h_{\text{raksa}} = \frac{\rho_{\text{minyak}} \cdot h_{\text{minyak}}}{\rho_{\text{raksa}}}$$

$$h_{\text{raksa}} = \frac{800 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ cm}}{13.600 \text{ kg/m}^3} = 0,59 \text{ cm}$$

Jadi, ketinggian raksa adalah 0,59 cm.

7. Diketahui :

$$\rho_{\text{minyak}} = 0,8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 1 \text{ g/cm}^3 = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{raksa}} = 13,6 \text{ g/cm}^3 = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

$$h_{\text{minyak}} = 5 \text{ m}$$

$$h_{\text{air}} = 6 \text{ m}$$

$$h_{\text{raksa}} = 10 \text{ m}$$

Ditanya :  $P_h$  dan  $P_{\text{mutlak}}$

Jawab :

A. Tekanan Hidrostatik ( $P_h$ ) :

$$P_h = p_{\text{minyak}} + p_{\text{air}} + p_{\text{raksa}}$$

$$P_h = \rho_{\text{minyak}} g h_{\text{minyak}} + \rho_{\text{air}} g h_{\text{air}} + \rho_{\text{raksa}} g h_{\text{raksa}}$$

$$P_h = (800 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m}) + (1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ m}) + (13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m})$$

$$P_h = 39.200 \text{ Pa} + 58.800 \text{ Pa} + 1.332.800 \text{ Pa}$$

$$P_h = 1.430.800 \text{ Pa} = 14,3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Jadi, Tekanan hidrostatik pada dasar wadah adalah  $14,3 \times 10^5 \text{ Pa}$



B. Tekanan mutlak (P) :

$$P = P_0 + P_h$$

$$P = (1,01 \times 10^5 \text{ Pa}) + (14,3 \times 10^5 \text{ Pa})$$

$$P = 15,31 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Jadi, tekanan mutlak pada dasar wadah adalah  $15,31 \times 10^5 \text{ Pa}$

### C. Hukum Pascal

#### Kegiatan I

- Mobil dapat diangkat dengan menggunakan dongkrak hidrolik atau mesin pengangkat mobil, karena kedua alat tersebut menggunakan prinsip kerja berdasarkan hukum Pascal.

#### Kegiatan II

*Hipotesis:*

1. Kekuatan pancaran dari setiap lubang adalah sama besar, berarti tekanan yang diberikan dalam ruang tertutup, akan diteruskan ke segala arah sama besar.
2.
  - a. Gaya tekan kecil, karena tekanan di dalam ruang tertutup sama besar (sesuai dengan hukum Pascal) sehingga diperlukan gaya yang kecil untuk pengisap 1 yang berdiameter (luas permukaan) lebih kecil, untuk memperoleh gaya yang besar untuk mengangkat pengisap 2.
  - b. Gaya tekan yang harus diberikan besar, karena tekanan di dalam ruang tertutup sama besar (sesuai dengan hukum Pascal) sehingga diperlukan gaya yang besar untuk pengisap 2 yang berdiameter (luas permukaan) lebih besar, untuk mengangkat pengisap 1

### Kegiatan Pra-Laboratorium 3

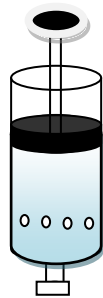
#### Rancangan Percobaan

##### Alat dan Bahan

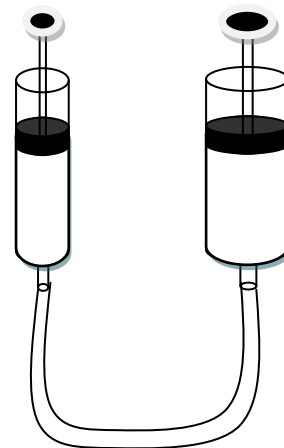
1. Alat suntik bekas (besar dan kecil) 3 buah
2. Air secukupnya
3. Jarum
4. Selotip
5. Selang

##### Rancangan Percobaan :

Percobaan 1



Percobaan 2



##### Langkah Percobaan

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Melubangi alat suntik pada beberapa bagian seperti gambar sama besar
3. Menutup lubang dengan selotip
4. Mengisi alat suntik dengan air
5. Membuka lubang pada alat suntik
6. Memberi tekanan dari luar dengan menekan penghisap.
7. Memperhatikan jarak pancaran air.
8. Mencatat data hasil percobaan pada tabel 3 percobaan 1
9. Menyiapkan 1 alat suntik kecil dan 1 alat suntik besar.
10. Mengisi alat suntik besar dengan air, kemudian menghubungkan kedua alat suntik tersebut dengan pipa plastik yang juga diisi air.
11. Menekan penghisap pada alat suntik besar dan menahan pada alat suntik kecil dengan ibu jari dan merasakan tekanannya.
12. Menekan penghisap pada alat suntik kecil dan menahan pada alat suntik besar dengan ibu jari dan merasakan tekanannya.
13. Membandingkan tekanan yang dihasilkan oleh penghisap pada alat suntik besar dan alat suntik kecil.

14. Mencatat data hasil percobaan pada tabel 3 percobaan 2  
*Kegiatan Laboratorium 4*

- 7.1 Tekanan dari luar yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama besar.
- 7.2 Karena luas permukaan pengisap 1 dan 2 berbeda. Berdasarkan hukum Pascal : Tekanan dari luar yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama besar. sehingga diperlukan gaya yang kecil untuk pengisap 1 yang berdiameter (luas permukaan) lebih kecil, untuk mengangkat pengisap 2, dan sebaliknya untuk pengisap 2.
- 7.3 Tekanan pada pengisap 1 sama dengan pengisap 2 ( $P_1 = P_2$ )
- 7.4 Persamaan :

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

- 7.5 Tekanan dari luar yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama besar.
- Secara matematis :  $P_1 = P_2$

### Kegiatan III

1. Bunyi hukum Pascal : ***"Tekanan yang diberikan kepada zat cair di dalam ruangan tertutup diteruskan ke segala arah dan sama besar."***
2. Persamaan yang berlaku pada hukum Pascal :

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Dengan :  $F_1$  = gaya pada penampang  $A_1$  (N)  
 $F_2$  = gaya pada penampang  $A_2$  (N)  
 $A_1$  = Luas penampang 1 ( $m^2$ )  
 $A_2$  = Luas penampang 2 ( $m^2$ )

3. Alat-alat yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang bekerja berdasarkan hukum Pascal, selain dongkrak hidrolik adalah rem hidrolik dan mesin hidrolik pengangkat mobil

**Kegiatan IV**

1. Tekanan di titik A, B, dan C sama besar, karena tekanan di dalam ruang tertutup adalah sama besar.

2. Diketahui :  $A_1 = 15 \text{ cm}^2$

$A_2 = 600 \text{ cm}^2$

$F_1 = 500 \text{ N}$

Ditanya :  $F_2$

Jawab :

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{500 \text{ N}}{15 \text{ cm}^2} = \frac{F_2}{600 \text{ cm}^2}$$

$$F_2 = 20.000 \text{ N}$$

3. Diketahui :  $m_{\text{pengisapA}} = 2 \text{ kg}$

$m_{\text{pengisapB}} = 10 \text{ kg}$

$m_{\text{beban A}} = 25 \text{ kg}$

$d_A = 6 \text{ cm}$

$d_B = 20 \text{ cm}$

Ditanya :  $m_{\text{beban B}} = \dots?$

Jawab :

Pada saat seimbang, tekanan yang diberikan oleh beban + pengisap A sama dengan beban + pengisap B, maka:

$$P_A = P_B$$

$$\frac{F_A}{A_A} = \frac{F_B}{A_B}$$

$$\frac{(m_{\text{pengisapA}} + m_{\text{bebanA}}) \cdot g}{\pi d_A^2 / 4} = \frac{(m_{\text{pengisapB}} + m_{\text{bebanB}}) \cdot g}{\pi d_B^2 / 4}$$

$$\frac{(m_{\text{pengisapA}} + m_{\text{bebanA}})}{d_A^2} = \frac{(m_{\text{pengisapB}} + m_{\text{bebanB}})}{d_B^2}$$

$$\frac{(2 + 25)}{6^2} = \frac{(10 + m_{\text{bebanB}})}{20^2}$$

$$m_{\text{bebanB}} = 290 \text{ kg}$$

Jadi massa beban B adalah 290 kg.

$$4. \text{ Diketahui : } A_p = 300 \text{ cm}^2 = 300 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_Q = 10 \text{ cm}^2 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3 \quad h = 5 \text{ m}$$

Ditanya : M

Jawab :  $p_1 = p_2$

$$\frac{M \cdot g}{A_p} = \frac{F}{A_Q} + \rho \cdot g \cdot h$$

$$\frac{M \cdot 10}{300 \cdot 10^{-4}} = \frac{25}{10 \cdot 10^{-4}} + 900 \cdot 10 \cdot 5$$

$$M = 345 \text{ kg}$$

Jadi massa M adalah 345 kg

#### D. Hukum Archimedes

##### Kegiatan I

- Balon udara dapat terbang ke angkasa karena adanya gaya angkat ke atas (gaya apung) yang dikerjakan udara (gas panas).
- Kapal laut tidak tenggelam karena badan kapal dibuat berongga. Hal ini bertujuan agar volume air laut yang dipindahkan oleh badan kapal menjadi lebih besar. Berdasarkan persamaan besarnya gaya apung sebanding dengan volume zat cair yang dipindahkan, sehingga gaya apungnya menjadi sangat besar. Gaya apung inilah yang mampu melawan berat kapal, sehingga kapal tetap dapat mengapung di permukaan laut.

##### Kegiatan II

##### 1. Hukum Archimedes

*Hipotesis:*

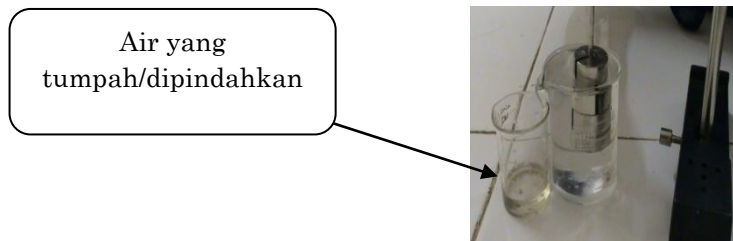
Kurang dari 1 N, karena adanya gaya angkat ke atas dari air, sehingga berat benda yang terukur pada neraca berkurang.

##### *Kegiatan Pra- Laboratorium 3*

Alat dan Bahan

1. Gelas ukur 30 ml (penampung)
2. Gelas ukur 100 ml
3. 1 buah neraca pegas
4. Beban 100 gr, 200 gr, 300 gr.
5. Jepit penahan
6. Statif
7. Air secukupnya
8. Benang/tali
9. Plastik
10. Toples

### Rancangan Percobaan :



### Prosedur Percobaan:

1. Mengukur volume batu menggunakan gelas ukur
2. Menuangkan air ke dalam gelas ukur 100 ml secukupnya
3. Mengukur beban di udara menggunakan neraca pegas
4. Mengukur beban dalam air menggunakan neraca pegas
5. Mengangkat beban yang telah diukur dari dalam air
6. Menambahkan air ke dalam gelas berukuran 100 ml sampai penuh
7. Mencelupkan beban pada gelas kimia berukuran 100 ml yang telah diisi dengan air penuh.
8. Menampung semua air yang tumpah (dipindahkan) dengan menggunakan gelas air.
9. Mengukur volume air yang anda tampung dengan menggunakan gelas ukur 30 ml
10. Memasukkan air yang ada pada gelas ukur (air yang dipindahkan) ke dalam plastik, kemudian Menimbang berat air tersebut menggunakan neraca pegas
11. Mengulangi langkah 1-10 untuk benda bermassa 200 gram dan 300 gram.

### Kegiatan Laboratorium 3

7.1 Persamaan Gaya Apung  $F_{apung} = w_{diudara} - w_{didalamair}$

Gaya apung adalah gaya angkat ke atas oleh fluida terhadap benda yang tercelup ke dalam fluida tersebut sehingga benda terasa lebih ringan.

7.3 Volume beban yang dicelupkan dalam air dengan volume air yang dipindahkan (tumpah) adalah sama ( $V_{benda\ tercelup} = V_{air\ yang\ dipindahkan}$ )

7.4 Gaya apung yang bekerja pada suatu benda sama dengan berat air (fluida) yang dipindahkan oleh benda ( $F_{apung} = w_{fp}$ ).

7.5  $F_{apung} = w_{fp}$

$$F_{apung} = m_{fp} \cdot g$$

$$F_{apung} = \rho_{fp} \cdot V_{fp} \cdot g$$

7.7 Gaya apung adalah gaya angkat ke atas. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda sama dengan berat air (fluida) yang dipindahkan oleh benda tersebut.

## 2. Terapung, melayang, dan tenggelam

### *Hipotesis :*

- Telur di dalam air tawar akan tenggelam sedangkan telur di dalam air garam akan melayang atau terapung, karena massa jenis air garam lebih besar daripada air tawar maka gaya apungnya juga lebih besar.

### *Kegiatan Pra- Laboratorium 4*

#### Alat dan Bahan :

1. Gelas Ukur
2. Air
3. Telur
4. Garam

#### Rancangan Percobaan :



#### Langkah Percobaan :

1. Mengisikan air ke dalam gelas
2. Memasukkan telur ke dalam gelas
3. Mengamati apa yang terjadi? Apakah telur terapung, melayang. Atau tenggelam?
4. Menambahkan garam ke dalam air
5. Mengamati kembali apa yang terjadi? Apakah telur terapung, melayang. Atau tenggelam?

### *Kegiatan Laboratorium 4*

7.1 Telur di dalam air tawar akan tenggelam sedangkan telur di dalam air garam akan melayang atau terapung, karena massa jenis air garam lebih besar daripada air tawar maka gaya apungnya juga lebih besar.

#### 7.3 Kesimpulan :

- Benda akan terapung di dalam zat cair jika massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis zat cair.
- Benda akan melayang di dalam zat cair jika massa jenis benda sama dengan massa jenis zat cair.
- Benda akan tenggelam di dalam zat cair jika massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis zat cair.

### Kegiatan III

1. Gaya apung adalah gaya angkat ke atas sehingga benda-benda yang masuk ke dalam fluida akan tampak mempunyai berat yang lebih kecil dari pada saat berada di luar fluida. Gaya apung terjadi karena tekanan pada fluida bertambah terhadap kedalaman. Dengan demikian tekanan ke atas pada permukaan bawah benda lebih besar dari tekanan ke bawah pada permukaan atasnya.
2. Bunyi hukum Archimedes yaitu : suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.
3. Persamaan gaya apung :

$$F_{\text{apung}} = \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

Keterangan:

$F_a$  : gaya apung (N)

$\rho_f$  : massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

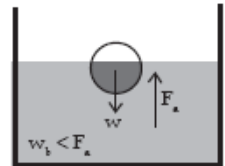
$V$  : volume benda yang tercelup ( $\text{m}^3$ )

$g$  : percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )

4. Hukum Archimedes juga menjelaskan peristiwa benda yang dimasukkan ke dalam zat cair akan mengalami tiga kemungkinan, yaitu terapung, melayang, dan tenggelam.

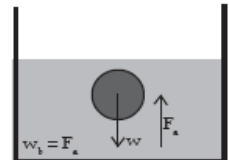
#### a. Benda Terapung.

Benda dikatakan terapung dalam zat cair jika tidak seluruh bagian benda tercelup dalam zat cair. Hal ini terjadi karena ( $\rho_b < \rho_c$ ), sehingga ( $w_b < F_a$ ).



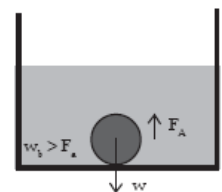
#### b. Benda Melayang.

Benda dikatakan melayang dalam zat cair apabila keseluruhan permukaan benda tercelup dalam zat cair dan benda diam (tidak jatuh ke bawah tetapi juga tidak muncul ke permukaan). Hal ini terjadi karena ( $\rho_b = \rho_c$ ), sehingga ( $w_b = F_a$ ).



#### c. Benda Tenggelam.

Benda dikatakan tenggelam dalam zat cair apabila benda jatuh ke bawah/dasar wadah saat dimasukkan ke dalam zat cair tersebut. Hal ini terjadi karena ( $\rho_b > \rho_c$ ), sehingga ( $w_b > F_a$ ).





## 5. Aplikasi hukum Archimedes

### a. Jembatan Ponton

Jembatan ponton adalah kumpulan drum-drum kosong yang berjajar sehingga menyerupai jembatan. Jembatan pontoon merupakan jembatan yang dibuat berdasarkan prinsip benda terapung. Drum-drum tersebut harus tertutup rapat sehingga tidak ada air yang masuk ke dalamnya.



### b. Kapal Selam dan Galangan Kapal

Pada dasarnya prinsip kerja kapal selam dan galangan kapal sama. Jika kapal akan menyelam, maka air laut dimasukkan ke dalam ruang cadangan sehingga berat kapal bertambah. Pengaturan banyak sedikitnya air laut yang dimasukkan, menyebabkan kapal selam dapat menyelam pada kedalaman yang dikehendaki. Jika akan mengapung, maka air laut dikeluarkan dari ruang cadangan. Berdasarkan konsep tekanan hidrostatis, kapal selam mempunyai batasan tertentu dalam menyelam. Jika kapal menyelam terlalu dalam, maka kapal bisa hancur karena tekanan hidrostatisnya terlalu besar.

Untuk memperbaiki kerusakan kapal bagian bawah, digunakan galangan kapal. Jika kapal akan diperbaiki, galangan kapal ditenggelamkan dan kapal dimasukkan. Setelah itu galangan diapungkan. Galangan ditenggelamkan dan diapungkan dengan cara memasukkan dan mengeluarkan air laut pada ruang cadangan.



(a) Galangan Kapal (b) Prinsip mengapung dan tenggelam pada kapal selam

### Kegiatan IV

1. Gaya ke atas di laut lebih besar dibandingkan dengan gaya ke atas di sungai (massa jenis air laut lebih besar).
2. Pada waktu kita berdiri, kita memberikan gaya pada batu dan batu memberikan reaksi menekan kaki kita dengan gaya yang sama. Ketika kaki kita tercelup air gaya yang kita berikan pada batu lebih kecil (akibat adanya gaya ke atas dari air) sehingga gaya reaksi yang diberikan batu lebih kecil.
3. Berat air yang dipindahkan sama dengan gaya ke atas (=berat es). Ketika es meleleh, ia akan menjadi air yang beratnya sama dengan berat air yang dipindahkan, sehingga permukaan air tetap sama, tidak ada air yang tumpah.
4. Kantong plastik berisi air. Karena itu kantong ini akan melayang (massa jenisnya sama dengan massa jenis air). Dalam keadaan melayang gaya-gaya seimbang. sehingga anda tidak perlu lagi memberikan gaya pada tali untuk menahan kantong air.
5. Gaya ke atasnya tetap sama, karena pada waktu kerapatan udara di sekeliling balon berkurang setengahnya, tekanan udara berkurang setengahnya pula. Akibatnya balon mengembang dan volumenya akan menjadi dua kali lipat (ingat hukum boyle di SMP .  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ ). Karena kerapatan udara turun setengahnya dan volume balon naik 2 kali lipat maka gaya ke atasnya tetap sama.
6. Diketahui :  $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ,  $V = 100 \text{ cm}^3$ ,  $g = 980 \text{ cm/s}^2$   
Ditanya :  $F_a$   
Jawab :  $F_a = \rho_f \cdot V \cdot g$   
 $F_a = 0,8 \times 100 \times 980$   
 $F_a = 78.400 \text{ dyne}$   
Jadi, gaya apung yang dialami batu adalah 78.400 dyne.
7. Diketahui :  $V_b = 450 \text{ liter} = 450 \times 10^{-3} \text{ m}^3$   
 $w = 1500 \text{ N}$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$   
Ditanya : Bagian yang tercelup  
Jawab :

$$\rho_b = \frac{w}{V \cdot g}$$

$$\rho_b = \frac{1500}{(450 \times 10^{-3}) \cdot 10}$$

$$\rho_b = \frac{1}{3} \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Karena  $\rho_f = 10^3 \text{ kg/m}^3$ , maka bagian benda yang tercelup sebesar:

$$x = \frac{\rho_b}{\rho_f} = \frac{\frac{1}{3} \times 10^3}{10^3} = \frac{1}{3} \text{ bagian}$$

8. Diketahui :
- $$\rho_{bola} = 0,95 \text{ g/cm}^3$$
- $$V_{bola} = 200 \text{ cm}^3$$
- $$\rho_{\text{min yak}} = 0,9 \text{ g/cm}^3$$
- $$\rho_{air} = 1 \text{ g/cm}^3$$

Ditanya :  $V_{bola}$  di dalam air (V)

Jawab :

$$W = F_{a(\text{min yak})} + F_{a(\text{air})}$$

$$m \cdot g = (V_{bola} - V) \cdot \rho_{\text{min yak}} \cdot g + V \cdot \rho_{air}$$

$$V = V_{bola} \cdot \frac{(\rho_{bola} - \rho_{\text{min yak}})}{(\rho_{air} - \rho_{\text{min yak}})}$$

$$V = 200 \cdot \frac{(0,95 - 0,9)}{(1 - 0,9)}$$

$$V = 100 \text{ cm}^3$$

Jadi volume bola di dalam air adalah  $100 \text{ cm}^3$ .

## E. Tegangan Permukaan Zat Cair dan Kapilaritas

### Kegiatan I

- Seekor nyamuk dapat hinggap di permukaan air karena air memiliki tegangan permukaan.
- Minyak dapat naik ke atas melalui sumbu lampu karena gaya adhesi antar sumbu dan minyak lebih besar daripada gaya adhesi antara minyak, sehingga minyak akan terus naik ke atas sampai komponen gaya adhesi arah vertical sama dengan gaya berat minyak yang naik.

### Kegiatan II

#### 1. Tegangan Permukaan Zat Cair

*Hipotesis :*

1. Akan terlihat lapisan sabun terbentang pada loop, dan terlihat juga benang membagi lapisan menjadi 2 bagian. Benang berbelok-belok tidak lurus.

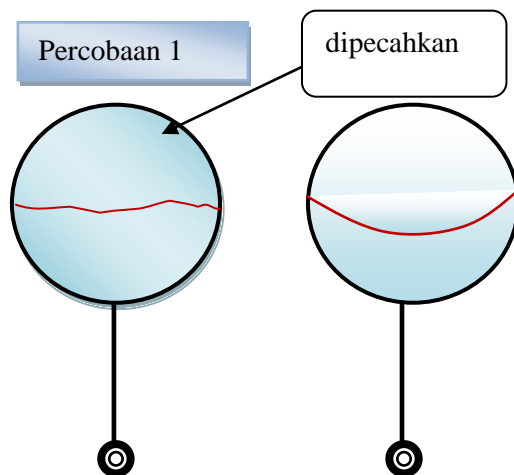
2. Jika salah satu bagian ditusuk, maka akan terlihat bahwa benang akan tertarik pada lapisan sabun yang tidak robek/ pecah, membentuk suatu busur. Ini membuktikan adanya gaya kohesi molekul sabun (tegangan permukaan).
3. Saat klip diletakkan di atas air biasa secara perlahan, klip akan terapung. Namun jika diletakkan di atas air sabun, klip akan sulit terapung, cenderung tenggelam. Hal ini dikarenakan tegangan permukaan air biasa lebih besar daripada air sabun. Artinya sabun dapat menurunkan tegangan permukaan air.

### Kegiatan Pra- Laboratorium 6

Alat dan Bahan :

1. Kawat melingkar
2. Benang
3. Air
4. *Detergent*
5. Wadah/ gelas
6. Klip
7. *Tissue*

Rancangan Percobaan :



Percobaan 2



Air tawar



Air sabun

Langkah Percobaan :

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Membentuk kawat menjadi sebuah lingkaran
3. Mengikatkan benang di sepanjang diameter kawat
4. Memasukkan lingkaran tersebut ke dalam larutan sabun
5. Memperhatikan bagaimana bentuk benang di sepanjang diameter kawat
6. Memecahkan salah satu bagian lingkaran
7. Memperhatikan bagaimana bentuk benang.
8. Mencatat hasil percobaan pada tabel 5 percobaan 1
9. Menyiapkan air di dalam wadah

10. Meletakkan klip di atas permukaan air secara perlahan dapat dibantu dengan menggunakan *tissue*
11. Memperhatikan apakah klip terapung atau tenggelam.
12. Mengganti air dengan air sabun.
13. Mengulangi langkah 10 dan 11
14. Mencatat data hasil percobaan pada tabel 5 percobaan 2

#### *Kegiatan Laboratorium 6*

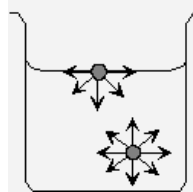
- 7.1 Akan terlihat lapisan sabun terbentang pada loop, dan terlihat juga benang membagi lapisan menjadi 2 bagian. Benang berbelok-belok tidak lurus. Jika salah satu bagian ditusuk, maka akan terlihat bahwa benang akan tertarik pada lapisan sabun yang tidak robek/ pecah, membentuk suatu busur. Ini membuktikan adanya gaya kohesi molekul sabun (tegangan permukaan).
- 7.2 Saat klip diletakkan di atas air biasa secara perlahan, klip akan terapung. Namun jika diletakkan di atas air sabun, klip akan sulit terapung, cenderung tenggelam. Hal ini dikarenakan tegangan permukaan air biasa lebih besar daripada air sabun. Artinya sabun dapat menurunkan tegangan permukaan air.
- 7.3 Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi lapisan elastis.
- 7.4 Zat cair memiliki tegangan permukaan, yaitu kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi lapisan elastis.

## 2. Kapilaritas

1. Air dapat naik ke atas melalui kain lap karena gaya adhesi antar kain dan air lebih besar daripada gaya adhesi antara air, sehingga air akan terus naik ke atas sampai komponen gaya adhesi arah vertikal sama dengan gaya berat air yang naik. Begitu juga dengan minyak dan sumbu lampu.
2. Air dalam pipa kapiler/ sempit dapat naik karena gaya adhesi antar pipa dan air lebih besar daripada gaya adhesi antara air, sehingga air akan terus naik ke atas sampai komponen gaya adhesi arah vertikal sama dengan gaya berat air yang naik. Peristiwa ini disebut kapilaritas.
3. Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya zat cair melalui sumbu/ pipa kapiler.

### Kegiatan III

1. Tegangan permukaan suatu cairan berhubungan dengan garis gaya tegang yang dimiliki permukaan cairan tersebut. Gaya tegang ini berasal dari gaya tarik kohesi (gaya tarik antara molekul sejenis) molekul-molekul cairan. Tegangan permukaan disebabkan oleh interaksi molekul-molekul zat cair di permukaan zat cair. Di bagian dalam cairan sebuah molekul dikelilingi oleh molekul lain di sekitarnya, tetapi di permukaan cairan tidak ada molekul lain dibagian atas molekul cairan itu.



Tegangan permukaan dilihat dari interaksi molekul benda dan zat cair

Hal ini menyebabkan timbulnya gaya pemulih yang menarik molekul apabila molekul itu dinaikan menjauhi permukaan, oleh molekul yang ada di bagian bawah permukaan cairan. Sebaliknya jika molekul di permukaan cairan ditekan, seperti diberi klip, molekul bagian bawah permukaan akan memberikan gaya pemulih yang arahnya ke atas, sehingga gaya pemulih ke atas ini dapat menopang klip tetap di permukaan air tanpa tenggelam.

2. Tegangan permukaan suatu zat cair didefinisikan sebagai gaya tiap satuan panjang. Jika pada suatu permukaan sepanjang  $l$  bekerja gaya sebesar  $F$  yang arahnya tegak lurus pada  $l$  dan  $\gamma$  dinyatakan:

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

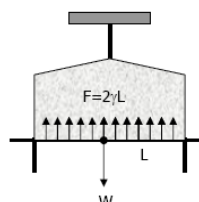
Keterangan:

$F$  : gaya (N)

$l$  : panjang permukaan (m)

$\gamma$  : tegangan permukaan (N/m)

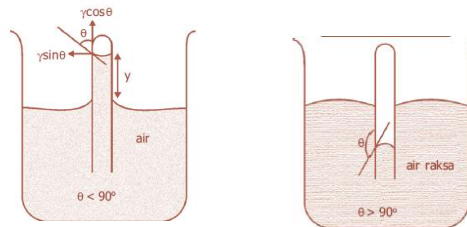
Untuk gaya tegangan permukaan yang dialami oleh kawat yang dicelupkan kedalam air sabun. Terdapat dua kawat, kawat yang lurus posisi horisontal (bawah) cenderung bergerak keatas karena pengaruh tarikan gaya permukaan air sabun. Larutan sabun mempunyai dua permukaan, sehingga gaya tegangan permukaan bekerja sepanjang  $2l$  ( $= d$ ), tegangan permukaan ( $\gamma$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya tegangan permukaan ( $F$ ) dan panjang permukaan ( $d$ ) dimana gaya itu bekerja.



Gaya Tegangan Permukaan Pada kawat  
 Sehingga secara matematis, dapat dirumuskan :

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

3. Apabila sebatang pipa dengan diameter kecil, kemudian salah satu ujungnya dimasukkan dalam air, maka air akan naik ke dalam pipa, sehingga permukaan air di dalam pipa lebih tinggi daripada permukaan air di luar pipa. Akan tetapi, jika pipa dimasukkan ke dalam air raksa, maka permukaan air raksa di dalam pipa lebih rendah daripada permukaan air raksa di luar pipa. Gejala ini dikenal sebagai **gejala kapilaritas**, yang disebabkan oleh gaya kohesi dari tegangan permukaan dan gaya antara zat cair dengan tabung kaca (pipa).



Gejala kapilaritas disebabkan gaya kohesi dan adhesi

Pada zat cair yang membasahi dinding, mengaki-batkan zat cair dalam pipa naik, sebaliknya untuk zat yang tidak membasahi dinding, permukaan zat cair dalam pipa lebih rendah daripada permukaan zat cair di luar pipa.

Apabila jari-jari tabung  $r$ , massa jenis zat cair  $\rho$ , besarnya sudut kontak  $\theta$ , tegangan permukaan  $\gamma$ , kenaikan zat cair setinggi  $y$ , dan permukaan zat cair bersentuhan dengan tabung sepanjang keliling lingkaran  $2 \pi r$ , maka besarnya gaya ke atas adalah hasil kali komponen-komponen tegangan permukaan yang vertikal dengan keliling dalam tabung.

Secara matematis dituliskan:

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

$$F = \gamma . l$$

$$F = \gamma . \cos \theta . 2 \pi r$$

$$F = 2 \pi . \gamma . r . \cos \theta$$

Gaya ke bawah adalah gaya berat, yang besarnya adalah:

$$w = m . g$$

karena  $m = \rho . V$  dan  $V = \pi r^2 . y$  maka:

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

$$w = \rho \cdot g \cdot \pi \cdot r^2 \cdot y$$

Dengan menyamakan gaya ke atas dan gaya ke bawah maka diperoleh:

$$F = w$$

$$2\pi \cdot r \cdot \gamma \cdot \cos \theta = \rho \cdot g \cdot \pi \cdot r^2 \cdot y$$

maka:

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

dengan:

$y$  = naik/turunnya zat cair dalam kapiler (m)

$\gamma$  = tegangan permukaan (N/m)

$\theta$  = sudut kontak

$\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$r$  = jari-jari penampang pipa (m)

Sebagai catatan:

- Untuk zat cair meniskus cekung (seperti air), maka sudut kontak  $\theta$  lancip, sehingga nilai  $\cos \theta$  positif, sehingga  $y$  positif: zat cair naik.
- Untuk zat cair meniskus cembung (seperti Hg), maka sudut kontak  $\theta$  tumpul, sehingga nilai  $\cos \theta$  negatif, sehingga  $y$  negatif: zat cair turun.

#### Kegiatan IV

1. Semakin besar tegangan permukaan semakin besar usaha benda untuk membuat permukaannya sekecil mungkin. Itulah sebabnya tetes bulat mempunyai tegangan permukaan yang lebih besar.
2. Ketika air dipanaskan molekul-molekul bergerak lebih cepat, sehingga gaya kohesinya (gaya antar molekul sejenis) berkurang. Berkurangnya gaya kohesi mengurangi gaya kontraksi sehingga tegangan permukaan mengecil. Tegangan permukaan ini jugalah yang menyebabkan suatu sup terasa lebih enak ketika masih panas. Ketika sup dingin tegangan permukaan yang besar akan menyebabkan lemak-lemak mengumpul di permukaan dan menyebabkan sup terasa berlemak.

$$3. \quad w_{maks} = 2F = 2\gamma \cdot l$$

$$m_{jarum} \cdot g = 2\gamma \cdot l$$

$$m_{jarum} = \frac{2\gamma \cdot l}{g}$$

$$m_{jarum} = \frac{2 \cdot 29 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{10}$$

$$m_{jarum} = 11,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m_{jarum} = 11,6 \text{ gram}$$



Jadi massa jarum adalah 11,6 gram.

4. Pada keadaan setimbang:

$$F = w_k + w_b$$

$$2\gamma l = w_k + w_b$$

$$\gamma = \frac{m_k + m_b}{2l} g$$

$$\gamma = \frac{(0,3 \times 10^{-3} \text{ kg}) + (0,2 \times 10^{-3} \text{ kg}) \cdot 9,8}{2 \times 0,1 \text{ m}}$$

$$\gamma = 0,0245 \text{ N/m}$$

Jadi tegangan permukaan lapisan sabun adalah 0,0245 N/m

5. Ketinggian kenaikan zat cair :

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

$$y = \frac{2 \cdot (0,025 \text{ N/m}) \cdot (\cos 0)}{(800 \text{ kg/m}^3) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (5 \times 10^{-4})}$$

$$y = 0,0125 \text{ m}$$

$$y = 1,25 \text{ cm}$$

Jadi kenaikan alcohol adalah 1,25 cm.

6. Ketinggian kenaikan zat cair

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

$$y = \frac{2 \cdot (72,8 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}) \cdot (\cos 0)}{(1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (0,25 \times 10^{-3})}$$

$$y = 0,059 \text{ m}$$

$$y = 5,9 \text{ cm}$$

Jadi kenaikan alcohol adalah 5,9 cm