

## 4. Viskositas

### A. Tujuan

Menentukan koefisien kekentalan zat cair dengan menggunakan hukum Stokes.

### B. Alat dan Bahan

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Tabung stokes<br>[tinggi: 80 cm, Ø: 10 cm, penyaring, 2 gelang pembatas] | 1 buah  |
| 2. Mistar [ 100 cm]   | 1 buah  |
| 3. Mikrometer skrup [0 - 25 mm ; 0,01 mm]                                   | 1 buah  |
| 4. Neraca Ohaus [triple beam, 311 gram , 0,01 gram]                         | 1 buah  |
| 5. Penjepit bola  | 1 buah  |
| 6. Bola pejal<br>[bahan yang sama dengan jari-jari berbeda-beda]            | 10 buah |
| 7. Stop Watch [interupsi type]  | 1 buah. |
| 8. Airometer / Hidrometer [massa jenis < 1 gr.cm <sup>-3</sup> ]            | 1 buah  |
| 9. Termometer [-10 – 0 – 110 ]°C  | 1 buah  |

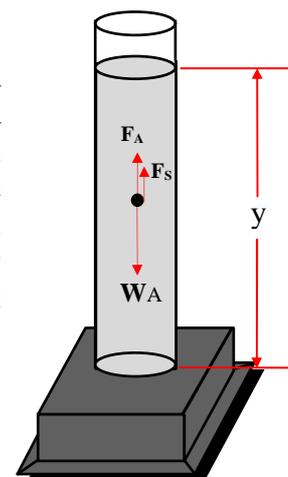
### C. Dasar Teori

Bila sebuah benda digerakkan pada permukaan zat padat yang kasar maka akan mengalami gaya gesekan. Analog dengan hal itu, maka sebuah benda yang bergerak dalam zat cair yang kental akan mengalami gaya gesekan yang disebabkan oleh kekentalan zat cair tersebut. Dalam hal ini gaya gesekan pada benda yang bergerak dalam zat cair kental dapat kita ketahui melalui besar kecepatan benda. Menurut hukum Stokes, gaya gesekan yang dialami oleh sebuah bola pejal yang bergerak dalam zat cair yang kental adalah :

$$F_s = -6\pi\eta rV \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

dengan :

- $F_s$  : gaya gesekan zat cair (kg.m.s<sup>-2</sup>),
- $\eta$  : koefisien kekentalan zat cair (N.m<sup>-2</sup>.s )
- $r$  : jari-jari bola pejal (m)
- $V$  : kecepatan gerak benda dalam zat cair (ms<sup>-1</sup>)



**Gambar 4.1**  
Skema Alat Percobaan

Selain gaya gesekan zat cair, kita juga sudah mengenal gaya berat dan gaya keatas. Dengan demikian maka, pada sebuah bola pejal yang bergerak dalam zat cair yang kental (Gambar 4.1) akan mengalami ketiga gaya tersebut, yaitu

$$\Sigma F = W + F_A + F_s \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

Bila bola pejal telah mencapai kecepatan tetap, maka resultan ketiga gaya tersebut akan sama dengan nol, sehingga benda bergerak lurus beraturan. Besar kecepataannya pada keadaan itu dapat dinyatakan dengan

$$v = \frac{2r^2g(\rho - \rho_o)}{9\eta} \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

dengan:  $g$  : percepatan gravitasi (ms<sup>-2</sup>) ; gunakan  $g = 9,87 \text{ ms}^{-2}$

$\rho$  : massa jenis bola pejal ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )  
 $\rho_0$ : massa jenis zat cair ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

Bila selama bergerak lurus beraturan, bola memerlukan waktu selama  $t$  untuk bergerak sejauh  $y$ , maka persamaan (4.3) di atas dapat diubah menjadi ;

$$t = \frac{9\eta y}{2gr^2(\rho - \rho_0)} \dots\dots\dots (4.4)$$

#### D. Prosedur

##### **Percobaan 1 : menentukan harga viscositas berdasarkan grafik $t = f(y)$**

- Ukur dan catat suhu zat cair dengan menggunakan termometer.
- Ukur dan catat massa jenis zat cair dengan menggunakan aerometer.
- Pilih salah satu bola pejal yang tersedia (pilih yang kecil), ukur dan catat diameter bola dengan menggunakan mikrometer skrup. Lakukan pengukuran ulang sebanyak 10 kali dengan posisi yang berbeda-beda (bola diputar agar mendapatkan  $r$  yang mewakili).
- Timbang massa bola pejal yang akan digunakan cukup satu kali pengukuran. Perhatikan posisi skala nol sebelum alat ukur dipergunakan.
- Masukkan bola kedalam tabung stooke yang telah diberi olie, amati gerak bola hingga bola dianggap bergerak lurus beraturan.
- Berilah tanda batas dengan gelang pertama ketika bola dianggap telah mengalami gerak lurus beraturan ( $\pm 5-7$  cm permukaan zat cair).
- Ukur jarak yang akan diamati ( $y$ ) dengan memberikan tanda dengan gelang kedua.
- Ambil bola yang telah dimasukkan, tiriskan, lalu masukkan kembali ke dalam tabung stooke, amati dan catat waktu yang ditempuh bola bergerak lurus beraturan sepanjang  $y$ .
- Berdasarkan data yang anda peroleh, tentukanlah harga massa jenis bola pejal, rata-rata jari-jari bola pejal.
- Dengan informasi yang anda peroleh prediksikan besar kecepatan gerak benda dalam fluida, prediksi ini akan membantu anda untuk mendapatkan data yang berkualitas.
- Lakukan langkah g-h untuk 10 kali percobaan dengan jarak  $y$  yang berbeda-beda dengan cara merubah kedudukan posisi gelang kedua. Jarak gelang pertama dan kedua minimal 20 cm.

##### **Percobaan 2 : menentukan harga viscositas zat cair berdasarkan grafik fungsi $t = f(1/r^2)$**

- Pilih 10 buah bola dengan massa jenis yang sama (terbuat dari bahan yang sama) dan jari-jari yang berbeda (ambil bola yang tidak terlalu besar).
- Ukur massa (1 kali pengukuran) dan jari-jarinya (5 kali pengukuran) masing-masing bola.
- Berdasarkan data perolehan percobaan 1, prediksikan jarak antar dua gelang pembatas pada tabung stook, gunakan jarak ini untuk eksperimen pada percobaan 2.
- Kemudian ukur waktu yang diperlukan masing-masing bola pejal untuk menempuh jarak antara kedua gelang pembatas yang sudah ditentukan itu (jarak tetap) untuk setiap bola yang dijatuhkan.

#### E. Tugas

##### **Tugas Pendahuluan**

- Jelaskan perbedaan antara gaya gesekan zat cair dengan gaya gesekan antara benda padat.
- Buktikan persamaan (5.3) dan persamaan (5.4) !
- Dengan melihat literatur, tentukanlah harga viscositas olie pada temperatur kamar!

4. Jika variabel massa jenis olie dan masa jenis bola yang berjari-jari , tentukanlah besar kecepatan gerak benda!
5. Perhatikan persamaan (5.3), variabel apakah yang harus dipertahankan tetap untuk memperoleh data untuk membuat grafik  $t = f(y)$ , dan bagaimanakah cara anda menentukan koefisien kekentalan zat cair dari grafik tersebut pada pertanyaan di atas ?
6. Berdasarkan persamaan (5.4), bagaimanakah bentuk prediksi grafik  $t = f(1/r^2)$  , dan bagaimanakah anda menentukan harga koefisien fiscositas dari grafik ini ?
7. Dengan memperhatikan prosedur mengapa pengukuran dilakukan 5-7 cm dibawah permukaan zat cair?

## 2 Arahan pembuatan laporan

1. Dengan data percobaan pertama buat grafik  $t = f(y)$ , kemudian tentukan koefisien kekentalan zat cair berdasarkan grafik tersebut!
2. Dengan data percobaan kedua, buat grafik  $t = f(1/r^2)$ , kemudian tentukan koefisien kekentalan azat cair berdasarkan grafik tersebut !
3. Bandingkan hasil dari kedua percobaan tersebut, kemudian berikan penjelasan Anda mengenai kedua hasil itu !
4. Cocokkan harga koefisien viscositas yang telah anda peroleh dengan harga pada literatur, berikan argumentasi anda tentang hal ini !

## F. Daftar Pustaka

1. Halliday & Resnick, 1978, Fisika,Edisi ketiga, jilid 1( Terjemahan Pantur Silaban Ph.D), hal 46, Erlangga, Jakarta.
2. M. Nelkon & P. Parker, 1975, *Advanced Level Physics* , pp 174 - 176, Thrid Edition, Heinemann Educational Books, London.