

**SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016**

**MATA PELAJARAN/PAKET KEAHLIAN**

**FISIKA**

**BAB XIX**

**MATERI FISIKA ESENSIAL  
(VISKOSITAS)**



**Prof. Dr. Susilo, M.S**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN DIREKTORAT  
JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

**2016**

## BAB XIX

### MATERI FISIKA ESENSIAL (VISKOSITAS)

#### 3.1 Materi Pokok: Materi Fisika Esensial (Viskositas)

a. Kompetensi Inti.

Mengembangkan materi pembelajaran yang diampu secara kreatif

b. Kompetensi Dasar (KD)/Kelompok Kompetensi Dasar (KKD).

Memilih materi pembelajaran Fisika sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik

c. Uraian Materi Pembelajaran (dilengkapi dengan contoh *problem solving*).

Merencanakan materi sajian pembelajaran Fisika yg sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik

#### Viskositas

**Viskositas** merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, maka makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. Sedangkan dalam gas, viskositas timbul sebagai akibat tumbukan antara molekul gas.

#### Viskositas atau Kekentalan Zat Cair

Viskositas zat cair dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran yang disebut koefisien viskositas ( $\eta$ ). Satuan SI untuk koefisien viskositas adalah  $Ns/m^2$  atau pascal sekon ( $Pa \cdot s$ ). Ketika kita berbicara viskositas kita berbicara tentang fluida sejati. Fluida ideal tidak mempunyai koefisien viskositas.

Apabila suatu benda bergerak dengan kelajuan  $v$  dalam suatu fluida kental yang koefisien viskositasnya  $\eta$ , maka benda tersebut akan mengalami gaya gesekan fluida sebesar  $F_s = k \eta v$ , dengan  $k$  adalah konstanta yang bergantung pada bentuk geometris benda.

Berdasarkan perhitungan laboratorium, pada tahun 1845, Sir George Stokes menunjukkan bahwa untuk benda yang bentuk geometrisnya berupa bola nilai  $k = 6\pi r$ . Bila nilai  $k$  dimasukkan ke dalam persamaan, maka diperoleh persamaan seperti berikut.

$$F_s = 6\pi \eta r v$$

Persamaan di atas selanjutnya dikenal sebagai hukum Stokes.

Keterangan:

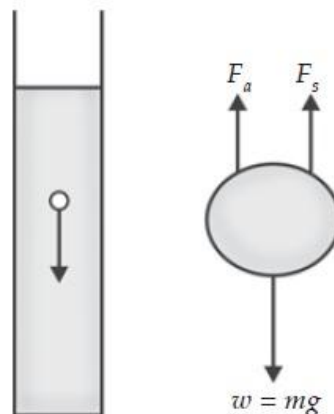
$F_s$  : gaya gesekan stokes (N)

$\eta$  : koefisien viskositas fluida (Pa s)

$r$  : jari-jari bola (m)

$v$  : kelajuan bola (m/s)

Perhatikan sebuah bola yang jatuh dalam fluida pada gambar dibawah. Gaya-gaya yang bekerja pada bola adalah gaya berat  $w$ , gaya apung  $F_a$ , dan gaya lambat akibat viskositas atau gaya stokes  $F_s$ . Ketika dijatuhkan, bola bergerak dipercepat. Namun, ketika kecepatannya bertambah, gaya stokes juga bertambah. Akibatnya, pada suatu saat bola mencapai keadaan seimbang sehingga bergerak dengan kecepatan konstan yang disebut kecepatan terminal.



Gambar 1. Gaya-gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam fluida

Pada kecepatan terminal, resultan yang bekerja pada bola sama dengan nol. Misalnya sumbu vertikal ke atas sebagai sumbu positif, maka pada saat kecepatan terminal tercapai berlaku persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ F_a + F_s &= w \\ \rho_f V_b g + 6\pi\eta r v_T &= \rho_b V_b g \\ 6\pi\eta r v_T &= \rho_b V_b g - \rho_f V_b g \\ 6\pi\eta r v_T &= gV_b(\rho_b - \rho_f) \\ v_T &= \frac{gV_b(\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r} \end{aligned}$$

Untuk benda berbentuk bola seperti pada gambar diatas, maka persamaannya menjadi seperti berikut.

$$v_T = \frac{g\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)(\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r} = \frac{9 R^2 g}{2 \eta}(\rho_b - \rho_f)$$

Keterangan:

$v_T$  : kecepatan terminal (m/s)

$\eta$  : koefisien viskositas fluida (Pa s)

$R$  : jari-jari bola (m)

$g$  : percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$\rho_b$  : massa jenis bola (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_f$  : massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)

### Viskositas Fluida

Untuk viskositas beberapa fluida dapat kita lihat pada tabel berikut!

Tabel 1. Daftar viskositas beberapa fluida

Fluida Viskositas	N s/m <sup>2</sup>
Air (0° C)	1,79 × 10 <sup>-3</sup>
Air (20° C)	1,00 × 10 <sup>-3</sup>
Air (100° C)	0,28 × 10 <sup>-3</sup>
Darah (37° C)	4,0 × 10 <sup>-3</sup>
Oli motor (0° C)	110 × 10 <sup>-3</sup>
Udara (0° C)	0,017 × 10 <sup>-3</sup>
CO <sub>2</sub> (20° C)	0,014 × 10 <sup>-3</sup>
Gliserin	1,5

Pada tabel diatas terlihat bahwa air, udara, dan alkohol mempunyai koefisien kecil sekali dibandingkan dengan gliserin. Oleh karena itu, dalam perhitungan sering diabaikan. Berdasarkan eksperimen juga diperoleh bahwa koefisien viskositas tergantung suhu. Pada kebanyakan fluida makin tinggi suhu makin rendah koefisien viskositasnya. Itu sebabnya di musim dingin oli mesin menjadi kental sehingga kadang-kadang mesin sukar dihidupkan karena terjadi efek viskositas pada oli mesin.

### Contoh soal:

#### Soal No. 1

Sebuah kelereng dengan jari-jari 0,5 cm jatuh ke dalam bak berisi oli yang memiliki koefisien viskositas  $110 \times 10^{-3} \text{N.s/m}^2$ . Tentukan besar gesekan yang dialami kelereng jika bergerak dengan kelajuan 5 m/s!

#### Pembahasan

Data:

$$r = 0,5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\eta = 110 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$F_f = \dots$$

Benda yang bergerak dalam fluida akan mengalami gesekan. Besar gesekan yang terjadi jika benda bentuknya BOLA dirumuskan:

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

dimana

$F_f$  = gaya gesekan di dalam fluida

$\eta$  = koefisien viskositas fluida

$r$  = jari-jari benda

$v$  = kecepatan gerak benda

sehingga besarnya gesekan

$$\begin{aligned} F_f &= 6\pi(5 \times 10^{-3})(110 \times 10^{-3})(5) \\ &= 6\pi(5 \times 10^{-3})(110 \times 10^{-3})(5) \\ &= 16500\pi \times 10^{-6} = 1,65\pi \times 10^{-2} \text{ N} \end{aligned}$$

## Soal No. 2

Sebuah gotri yang berjari-jari  $5,5 \times 10^{-3}$  m terjatuh ke dalam oli yang memiliki massa jenis  $800 \text{ kg/m}^3$  dan koefisien viskositasnya  $110 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$ . Jika massa jenis gotri  $2700 \text{ kg/m}^3$ , tentukan kecepatan terbesar yang dapat dicapai gotri dalam fluida!

### Pembahasan

Data:

Bendanya gotri, berbentuk bola.

$$r = 5,5 \times 10^{-3}$$

$$\rho_b = 2700 \text{ kg/m}^3$$

Fluidanya oli.

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

$$\eta = 110 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$$

$$v_T = \dots?$$

Kecepatan terbesar yang dicapai gotri dalam fluida dinamakan kecepatan terminal atau  $v_T$ . Rumus kecepatan terminal untuk benda berbentuk bola:

$$v_T = \frac{2r^2g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f)$$

sehingga:

$$\begin{aligned} v_T &= \frac{2(5,5 \times 10^{-3})^2(10)}{9 \times 110 \times 10^{-3}} (2700 - 800) \\ &= \frac{2 \times 30,25 \times 10^{-5}}{990 \times 10^{-3}} (1900) \\ &= 116,2 \times 10^{-2} = 1,16 \text{ m/s} \end{aligned}$$

d. **Referensi** (penulisan mengacu APA).

Giancoli, Douglas C., 2001, *Fisika Jilid I (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Halliday dan Resnick, 1991, *Fisika Jilid I, Terjemahan*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Tipler, P.A.,1998, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan)*, Jakarta:

Penebit Erlangga.