
RANCANG BANGUN ALAT VISKOSITAS ZAT CAIR MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH SEBAGAI DETEKTOR WAKTU PADA PRAKTIKUM VISKOSITAS ZAT CAIR MATAKULIAH FISIKA DASAR

***Agus Wahid Habiburrohman, Fauzi**

Program Studi Fisika/Fakultas MIPA, Universitas Mataram

*Email: aguswahidhabiburrohman@gmail.com

Abstract— Physics Laboratory Practice is needed to understand the physics concept of learning, one of which is the law to determine the viscosity value of a liquid. One method that is often used in determining the viscosity coefficient is the falling ball method, however, there is a weakness on the method, namely the drop time is very fast so it is difficult to get the exact and accurate time so that the calculation of the viscosity coefficient value is not accurate. Therefore a detection device is needed, so that it can get a more precise and accurate time value. This study aims to determine the viscosity coefficient of palm oil at room temperature with an infrared sensor as a time detector so that it is expected to obtain a precise and accurate time and to produce a more accurate calculation of the viscosity coefficient. The objective of this research is to make a viscosity tool that has good data accuracy and can be used in physics practicum.

Keywords: *viscosity, stokes law, falling ball method*

PENDAHULUAN

Praktikum fisika merupakan salah satu cara untuk dapat memahami konsep fisika yang dilakukan dalam pembelajaran fisika, dengan melakukan praktikum kita dapat menguji dan membuktikan kebenaran dari suatu teori yang dipelajari sehingga kita dapat menarik suatu kesimpulan dari teori yang dipelajari. Salah satu acara praktikum yang dilakukan pada matakuliah fisika dasar adalah teori hukum stokes dalam menentukan viskositas zat cair.

Viskositas zat cair adalah tingkat kekentalan zat cair akibat gesekan yang ditimbulkan oleh bagian zat cair yang bergerak atau benda padat yang bergerak dalam zat cair. Semakin kental zat cair maka semakin lambat atau susah benda bergerak di dalamnya, sebaliknya semakin encer zat cair semakin cepat benda bergerak di dalamnya. Viskositas zat cair juga bisa dikatakan sebagai derajat atau koefisien kekentalan suatu zat cair. (Nurazizah, 2018)

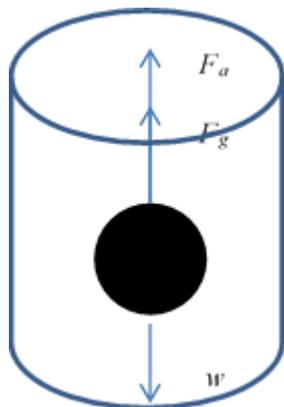
Salah satu cara yang sering digunakan untuk melakukan pengukuran koefisien viskositas zat cair adalah dengan menggunakan konsep bola jatuh. Metode ini dilakukan dengan menaruh zat cair dalam tabung kaca kemudian menjatuhkan bola pada zat cair tersebut dan dicatat waktu yang ditempuh pada jarak yang ditentukan, akan tetapi dalam melakukan pengukuran dengan metode tersebut memiliki kelemahan yakni waktu jatuh bola sangat cepat menyebabkan sulit untuk mendapatkan data waktu yang tepat dan teliti sehingga perhitungan nilai koefisien viskositas menjadi tidak akurat, oleh karena itu dibutuhkan alat pendeteksi waktu yang tepat dan teliti sehingga dapat menghasilkan nilai koefisien viskositas yang lebih akurat (Shanti, 2014)

Penelitian kali ini dilakukan untuk menentukan koefisien viskositas air yang sudah ditentukan nilai viskositasnya pada suhu 25° C menggunakan metode bola jatuh yakni dengan menjatuhkan bola besi yang ditempelkan pada *electromagnetic ball relase* dan dua buah sensor inframerah

sebagai detektor waktu yang dihubungkan pada *event timer* sehingga diharapkan dapat memperoleh pencatatan nilai waktu yang tepat dan teliti dan dan perhitungan nilai koefisien viskositas yang lebih akurat

Dasar Teori

Pengukuran viskositas dengan metode bola jatuh merupakan salah satu metode yang sering digunakan karena kesederhanaannya dalam pengukuran. Sebuah benda yang bergerak jatuh dalam fluida bekerja tiga macam gaya anantara lain gaya gravitasi atau gaya berat (*w*) dimana gaya yang bekerja menyebabkan benda bergerak ke bawah dengan suatu percepatan., gaya apung (*F_a*) dimana arah gaya ini ke atas besarnya sama dengan zat cair yang dipindahkan oleh benda itu, dan gaya gesek (*F_g*) dimana arah gayanya ke atas. Arah ketiga gaya tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 1 Gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda dalam fluida

Benda yang bergerak dalam zat cair kental mengalami gaya gesek yang besarnya dinyatakan dengan persamaan.:(Serway, 2010)

$$F_g = k\mu v_{terminal} \tag{1}$$

k adalah konstanta yang bergantung pada bentuk geometris benda μ koefisien viskositas. Berdasarkan perhitungan pada tahun 1945 oleh Sir George Stokes menunjukkan bahwa untuk benda yang bentuk geometris bola nilai $k=6\pi r$.

Benda yang jatuh mempunyai kecepatan yang semakin lama semakin besar tapi dalam medium ada gaya gesek yang semakin besar bila kecepatan benda jatuh semakin besar karena pengaruh gravitasi bumi yang lebih besar daripada kedua gaya penghambatnya ($F_a + F_g$). Percepatan bola secara berangsur-angsur akan berkurang karena pengaruh perubahan F_g semakin besar seiring dengan semakin besarnya kecepatan bola hingga resultan gaya yang bekerja pada bola sama dengan nol tepat sehingga mencapai kecepatan terbesar yang tepat atau disebut kecepatan terminal. (Nurazizah, 2018)

$$\sum F = 0 \tag{2}$$

$$F_g + F_a - w = 0 \tag{3}$$

Didapat persamaan untuk viskositas

$$\mu = \frac{V_b g (\rho_b - \rho_f)}{6\pi r v_{terminal}} \tag{4}$$

Karena benda yang digunakan berbentuk bola maka volume bola $V_b = \frac{4}{3}\pi r^3$ sehingga viskositas dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu = \frac{2r^3 g (\rho_b - \rho_f)}{9v_{terminal}} \tag{5}$$

Ketika bola yang memiliki diameter *d* dijatuhkan pada zat cair berada pada tabung yang memiliki diameter dalam *D* dan berada pada ketinggian *h*, maka zat cair tersebut akan menjauhi dinding tabung yang dilewati oleh bola, ini yang disebut dengan *efek dinding* sehingga pada persamaan (7) perlu dilakukan koreksi efek dinding dan koreksi terhadap ketinggian jatuh bola, maka persamaan (7) dapat ditulis menjadi sebagai berikut. (Chusni & Toifur, 2012)

$$\mu = \frac{2r^3 g (\rho_b - \rho_f) t}{9h(1+2.4\frac{d}{D})(1+3.3(\frac{d}{2h}))} \tag{6}$$

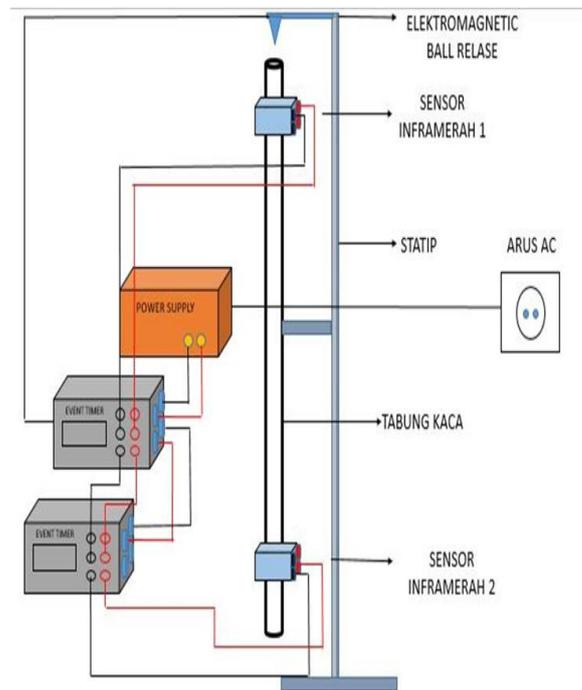
dengan,

- F_g = Gaya Gesek (N)
- F_a = Gaya Apung (N)
- w = Gaya Berat (N)
- V_b = Volume Benda (m^3)
- ρ_b = Massa Jenis Benda (kg/m^3)
- ρ_f = Massa Jenis zat cair (kg/m^3)
- r = Jari-jari bola (m)
- μ = koefisien viskositas (Pa.s)
- h = ketinggian cairan pada tabung (m)
- t = waktu (s)
- d = Diameter bola (m)
- D = Diameter Dalam Tabung (m)

METODE PENELITIAN

Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain: tabung kaca Ø 1,8 cm panjang 85 cm, statip, sensor infamerah, time recorder/even timer, power supply, penggaris, jangka sorong, timbangan digital, gelas ukur 10 ml, pipet tetes, *electromagnetic ball relase*, bola besi Ø 5 mm, thermometer digital, kabel konektor sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah minyak goreng 300 ml. Adapun rancangan alat dapat dilihat pada gamabr 2. Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga yakni tahap persiapan, pengambilan data dan analisis data.

Pada tahap persiapan mulai dari pemasangan alat, pengukuran suhu dan kalibrasi sensor dengan cara melewatkan benda pada sensor dan jika setelah dilewatkan even timer merespon dengan mulai menghitung waktu.



Gambar 2. Rangkaian Alat Viskositas

Adapun langkah-langkah untuk analisis datanya sebagai berikut menghitung volume bola dengan persamaan $V_b = \frac{4}{3}\pi r^3$, menghitung massa jenis bola dengan persamaan $\rho_b = m_b/V_b$, menghitung massa jenis air dengan persamaan $\rho_a = m_a/V_a$, menentukan kecepatan terminal dengan grafik serta menghitung nilai viskositas dengan persamaan 6

Tahap pengambilan data dimulai dari pengukuran diameter bola dan massa bola untuk mendapatkan nilai massa jenis bola, pengukuran massa jenis fluida dengan menimbang massa 1 ml minyak goreng, kemudian pengukuran diameter dalam tabung, meletakakan sensor pada jarak yang sudah ditentukan dan memasang bola besi pada *elektromagnetik ball relase* kemudian menjatuhkan bola pada minyak goreng serta mencatat waktu yang ditunjukkan pada even timer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

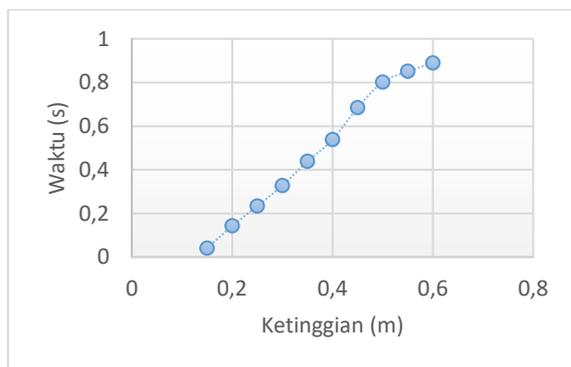
Berikut adalah data yang diperoleh dari penelitian: massa bola 2.042 gr, diameter bola 0.79 cm, volume minyak 1 ml dengna

massa 0.801 gr, diameter dalam tabung 16.1 mm. sedangkan hasil pengukuran untuk waktu jatuh bola melewati dua sensor inframerah yang diubah-ubah jaraknya adalah, dimana waktu $(t) = t_2 - t_1$ dan jarak antar sensor adalah tinggi (h) ditunjukkan dalam tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Pengukuran Tinggi dan Waktu Hasil Pengukuran

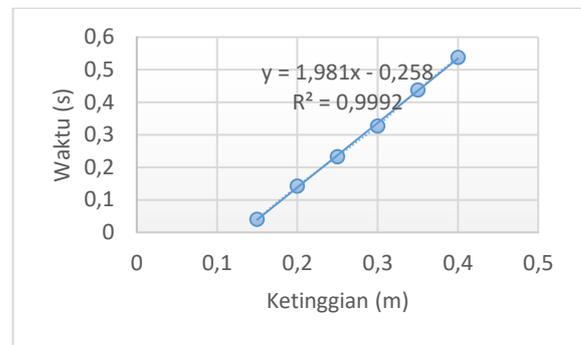
No	Tinggi (m)	Waktu (s)
1	0.15	0.041
2	0.2	0.1426
3	0.25	0.2334
4	0.3	0.3276
5	0.35	0.4378
6	0.4	0.5384
7	0.45	0.6842
8	0.5	0.8016
9	0.55	0.8506
10	0.6	0.889

Dari tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan untuk tinggi dan waktu sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Hubungan Tinggi dan Waktu

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat grafik terlihat linier pada jarak 1.5 – 4 meter yang mengindikasikan bahwa kecepatan bola konstan dan resultan gaya yang bekerja sama dengan nol atau yang kita sebut dengan kecepatan terminalnya. Jika kita membuat grafik dari yang jarak 1.5 – 4 meter didapat gambar sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Hubungan Tinggi dan Waktu pada Jarak 0.15 – 0.4 m

Dari Gambar 4.2 didapatkan bahwa gradien persamaan garis untuk posisi bola identik dengan besar kecepatan terminal bola yang bernilai 1.981 m/s dan kita gunakan persamaan 6 untuk menghitung nilai koefisien viskositas didapat nilai koefisien minyak goreng sebesar $\mu = 0.122$ Pa.s.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Telah dibuat alat ukur viskositas zat cair metode bola jatuh dengan sensor inframerah sebagai detektor waktu. Proses pengambilan data, pengolahan dan hasil sesuai yang diharapkan. Kecepatan terminal didapat pada jarak sensor 1.5 – 4 meter dengan nilai kecepatan terminal sebesar 1.981 m/s. Nilai koefisien viskositas minyak goreng berdasarkan metode bola jatuh sebesar $\mu = 0.122$ Pa.s

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data yakni dalam melakukan pengukuran sebaiknya harus hati-hati dalam menumpahkan cairan fluida agar tidak mengenai sensor karena dapat menyebabkan kerusakan. Dalam pengambilan data jarak sensor 1 dibuat jarak minimal 20 cm dari *electromagnetic ball relase* agar didapat kecepatan konstan sebelum melewati sensor 1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur kepada Allah SWT berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya kami mampu menyelesaikan penelitian ini. Kami ucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah meluncurkan program hibah pengembangan profesi bagi PLP diperguruan tinggi karean telah memfasilitasi PLP dalam menghasilkan produk penelitian sehingga mampu meningkatkan kompetensi PLP sebagai tenaga fungsional. Kami ucapkan terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai harapan.

REFERENSI

- Ariyanti, Eka Suci, dan Agus Mulyono. 2010. *Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik*. Jurnal Neutrino Vol 2 No. 2 April 2010. Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Chusni, M. M., & Toifur, M. (2012). Penentuan Koefisien Kekentalan Air dengan Koreksi Efek Dinding Menggunakan Hukum Stokes. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*.
- Lubis, Nurazizah. 2018. *Pengaruh Kekentalan Cairan Terhadap Waktu Jatuh Benda Menggunakan Falling Ball Method*. Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol. 2, No. 2, 2018, 26 - 32
- Serway, Remond A. 2010. *Physics for Science and Engineers white Modern Physics*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Shanti, M.R.S. 2014. *Pembuatan Media Pembelajaran Pengukuran Viskositas dengan Metode Viskometer Dua Kumparan dan Freewave3*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia.