MENGETAHUI PENGARUH KOEFISIEN VISKOSITAS AKUADES TERHADAP VARIASI DIAMETER TABUNG MENGGUNAKAN ADOBE AUDITION 1.5

M. Barkah Salim
Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Metro
E mail: barkah_um@yahoo.co.id

Abstract: An experiment had been carried out to determine the viscosity coefficient of aquadest (destilled water) by using Stokes falling ball method. The detection of the balltime during the experiment is done using magnetic induction censor while the reading of induction time data uses adobe audition 1.5 software. By doing this technique the measurement of magnetic ball travel time can minimize the weakness of the ball falling travel measurement which is usually done manually. In this experiment the determination of the coefficient of viscosity by varying the diameter of the tube. The purpose of this experiment was to determine the effect of tube diameter on the viscosity coefficient Based on the results of the experiment, the bigger the tube diameter is, the smaller the viscosity coefficient will be. If the tube diameter is bigger again, the viscosity coefficient will be flatter. So, viscosity coefficient is always constant for each of the increase of tube diameter.

Key word : viscosity coefficient, induction censor, adobe audition 1.5

Latar Belakang Masalah

Koefisien viskositas merupakan nilai kekentalan fluida. Semakin besar nilai koefisien viskositasnya, maka semakin kental pula fluida tersebut. Banyak ilmuan yang meneliti tentang kekentalan fluida. Setiap ilmuan memiliki caranya masing-masing dalam menentukan nilai kekentalan fluida. Adapun cara yang lazim digunakan dalam pengukuran koefisien viskositas yaitu, alat ukur kekentalan kapiler, alat ukur kekentalan melelui sebuah lubang saluran, alat ukur kekentalan suhu tinggi dengan tingkatan pergeseran besar, alat ukur kekentalan rotasi, alat ukur kekentalan bola jatuh, alat ukur kekentalan getaran, alat ukur kekentalan ultrasonik.

Dari ketujuh percobaan di atas, percobaan yang relatif lebih mudah, murah, dan dengan peralatan yang terjangkau, yaitu pengukuran kekentalan dengan bola jatuh. Pengukuran dengan metode ini biasanya dilakukan secara manual sehingga memiliki beberapa kelemahan, yaitu kesalahan dalam pengamatan gerak bola akibat tidak lurus pandangan (kesalahan paralak), kelelahan atau kerusakan mata pengamat, ketidak akuratan dalam mengukur waktu tempuh bola jatuh karena tidak tidak tepatnya pewaktu saat bola mencapai target, dan ketelitian pewaktu.

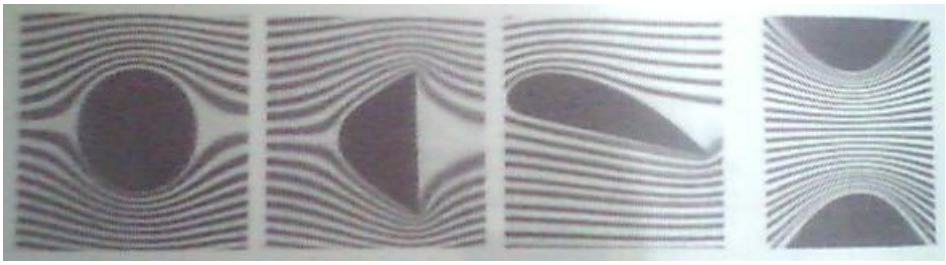
Untuk mengatasi kelemahan tersebut peneliti meminimalisasinya dengan menggunakan Adobe audition 1.5. Sistem kerjanya yaitu memanfaatkan *soud card* yang terpasang pada komputer. Sistem kerja dari *sound card* ini yaitu mendeteksi arus yang masuk yang berasal dari *microphone* atau semacamnya dan diterjemahkan dalam bentuk intensitas suara dalam satuan desibel (dB). Akan tetapi pada percobaan ini listrik yang dihasilkan bukanlah yang berasal dari suara,

melainkan arus yang berasal dari GGL induksi yang timbul akibat bergeraknya bola magnet melewati suatu kumparan. Kumparan diletakkan pada dua bagian, yaitu pada bagian atas dan kumparan pada bagian bawah pada jarak *L*. Sehingga apabila bola magnet melewati kumparan tersebut maka akan timbul dua intensitas yang dibaca oleh *sound card*. Intensitas pertama dibentuk ketika bola magnet melewati kumparan pertama dan intensitas kedua terbentuk ketika bola magnet melewati kumparan kedua. Program yang digunakan untuk membaca intensitas tersebut yaitu *adobe audition* 1.5. program ini berfungsi sebagai perekam intensitas yang masuk ke *sound card* pada setiap milisekonnya. Ketika terdeteksi adanya intensitas, maka akan terbentuk puncak gelombang. Apabila ada dua intensitas, maka akan terbentuk dua puncak. Dua puncak inilah yang akan diukur waktunya sebagai waktu tempuh bola magnet dan nilai koefisien viskositas dapat diketahui. Apabila nilai yang diperoleh cukup baik, beberapa variasi maka dapat dilakukan yaitu merubah jarak tempuh bola magnet dan merubah diameter tabung.

A. Landasan Teori

Koefisien viskositas timbul dari gesekan internal fluida. Fluida viskos cenderung bekerja pada permukaan padat yang bersentuhan dengannya. Di dekat permukaan terdapat lapisan batas yang tipis. Gesekan pada fluida menyebabkan tegangan geser ketika lapisan dua batas fluida bergerak relatif satu dengan yang lain, seperti ketika fluida mengalir didalam lubang atau sekitar rintangan.

Pola yang ditempuh sebuah partikel dalam aliran fluida disebut garis alir (*flow line*). Jika seluruh pola aliran tidak berubah terhadap waktu, aliran disebut aliran tunak (*steady flow*). Dalam aliran tunak tiap elemen mengikuti pola yang sama. Dalam keadaan ini laju aliran fluida di berbagai titik dalam ruangan cenderung konstan, meskipun masing-masing partikel dapat berubah baik besar maupun arah selama bergerak.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 1. (a), (b), dan (c) aliran laminar melalui berbagai bentuk rintangan. (d) aliran melalui saluran dengan luas penampang bervariasi.

Gambar 1 memperlihatkan pola aliran dluida dari kiri ke kanan melalui sejumlah rintangan dan dalam saluran yang berbeda-beda penampangnya.

Pola-pola ini merupakan jenis-jenis aliran laminar, dimana lapisan fluida yang terhalang mengalir lembut melaluinya dengan tunak. Pada laju aliran yang cukup tinggi, atau ketika permukaan batas menyebabkan perubahan laju mendadak, aliran menjadi tidak teratur dan kacau. Ini disebut aliran turbulen (*turbulent flow*). Dalam aliran turbulen tidak terdapat pola keadaan tunak pola aliran berubah secara kontinyu.

Fluida apabila bergerak antara dua plat paralel maka bagian bawah plat akan tetap diam, dan bagian atas bergerak dengan kecepatan konstan $\vec{v}$. Fluida yang bersentuhan dengan masing-masing permukaan memiliki kecepatan yang sama dengan permukaan. Laju aliran pada lapisan tengah fluida bertambah secara homogen dari satu permukaan kepermukaan yang lain, sehingga lapisan fluida meluncur dengan mulus satu sama lain atau disebut juga dengan laminar.

Bagian fluida yang memiliki bidang tertentu, pada beberapa saat memiliki bentuk berbeda dan semakin terdistorsi selama gerakan berlangsung. Artinya fluida berada pada keadaan pertambahan regangan geser yang kontinu. Untuk mempertahankan gerakan ini, harus diberikan gaya konstan *F* dibagian kanan pada plat atas untuk membuatnya tetap bergerak dan gaya dengan besar yang sama kekiri pada plat bagian bawah untuk mempertahankan agar tidak berubah. Jika *A* adalah luas permukaan masing-masing plat, maka tegangan geser pada fluida dinyatakan dengan

$$\text{Tegangan geser} = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Dalam fluida regangan geser selalu bertambah dan tanpa batas sepanjang tegangan diberikan. Tegangan tidak bergantung pada regangan geser tetapi bergantung pada laju perubahan. Laju perubahan juga disebut laju regangan.

$$\text{laju regangan} = \frac{v}{L} \quad (5)$$

koefisien viskositas fluida, didefinisikan sebagai rasio tegangan geser, *F*/*A*, dan laju regangan :

$$\eta = \frac{\text{tegangan geser}}{\text{laju regangan}} = \frac{F/A}{v/L} \quad (6)$$

Dengan mengatur kembali persamaan (5), terlihat bahwa gaya yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan berbanding lurus dengan laju:

$$F = \eta A \frac{v}{L} \quad (7)$$

Dalam datuan SI, koefisien viskositas memiliki satuan yaitu

$$1 \text{ N.m/[m}^2\text{.(m/s)]} = 1 \text{ N.s/m}^2 = 1 \text{ Pa.s}$$

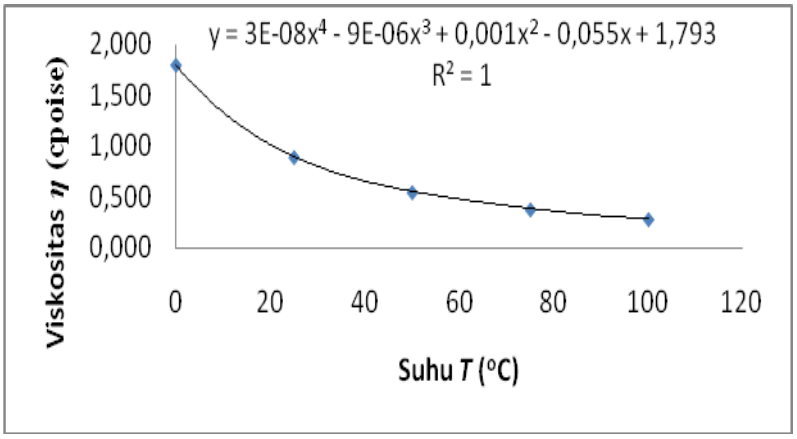
Dalam satuan cgs yang setara, 1 dyn.s/cm^2, adalah satu-satunya satuan koefisien viskositas yang umum digunakan, atau disebut dengan poise, untuk menghormati ilmuan perancis Jean Louis Marie Poiseuille :

$$1 \text{ poise} = 1\text{dyn.s/cm}^2 = 10^{-1} \text{ N.s/m}^2$$

cpoise dan mikropoise juga sering digunakan, misalnya untuk koefisien viskositas air 1,79 cpoise pada 0°C dan 0,28 cpoise pada suhu 100°C. untuk koefisien viskositas terhadap berbagai suhu seperti pada tabel 1 (Lide, 2005).

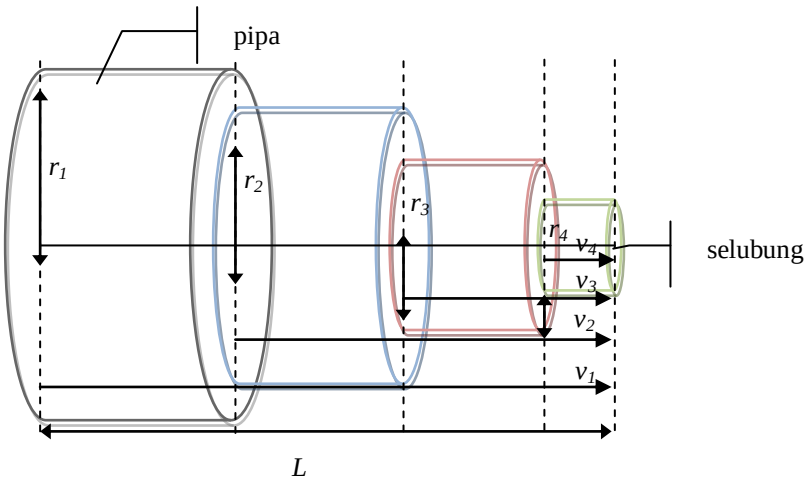
Tabel 1. Koefisien viskositas untuk berbagai suhu

No	Suhu	mPa s	Pa s	poise	cpoise
1	0	1,793	0,0018	0,01793	1,793
2	25	0,890	0,0009	0,00890	0,890
3	50	0,547	0,0005	0,00547	0,547
4	75	0,378	0,0004	0,00378	0,378
5	100	0,282	0,0003	0,00282	0,282



Gambar 1. Koefisien viskositas terhadap suhu

Koefisien viskositas minyak plumas umumnya dari 100 sampai 1000 poise, dan koefisien viskositas udara pada 20°C adalah 0,0181 cpoise.



Gambar 2. Profil keadaan fluida didalam sebuah pipa

Pada fluida Newtonian koefisien viskositas η tidak bergantung pada laju v, dan dari persamaan (7) gaya F berbanding lurus dengan laju. Perhatikan gambar 4, gambar tersebut memperlihatkan bahwa laju pola aliran untuk aliran laminer fluida viskos dalam pipa silinder yang panjang. Kecepatan terbesar adalah sepanjang sumbu dan menjadi nol pada dinding pipa. Gerakan ini adalah menyerupai gerakan sejumlah tabung konsentrik yang meluncur relative satu terhadap yang lain, dengan tabung yang berada dipusat bergerak paling cepat, sedangkan tabung bagian luar diam. Dengan menerapkan persamaan (7) untuk elemen fluida berbentuk silinder yang menggambarkan profil laju, maka

$$v = \frac{p_1 - p_2}{4\eta L}\left(R^2 - r^2\right) \quad (8)$$

Dengan v adalah laju aliran pada jarak r dari sumbu pipa yang berjari-jari R daimana p_1 dan p_2 adalah tekanan pada kedua ujung pipa dengan panjang L. laju pada setiap titik sebanding dengan perubahan tekanan persatuan panjang, $(p_2 - p_1)/L$ atau dp/dx disebut gradien tekanan. Untuk mendapatkan total laju aliran volume, perhatikan cicin dengan diameter dalam r, diameter luar $r + dr$, dan luas penampang $dA = 2\pi r\, dr$. Laju aliran volume melalui elemen ini adalah vdA, total aliran volume didapat dengan melakukan integrasi dangan $r = 0$ sampai $r = R$. hasilnya adalah

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\pi}{8}\left(\frac{R^4}{\eta}\right)\left(\frac{p_1 - p_2}{L}\right) \quad (9)$$

Persamaan tersebut dikenal dengan persamaan Poiseuille

Hubungan yang lebih berguna pada aliran fluida viskos adalah pernyataan untuk gaya F yang diberikan pada bola berjari-jari r yang bergerak dengan kelajuan v melalui fluida dengan koefisien viskositas η. Ketika alirannya laminar, maka

$$F = 6\pi\eta r v \quad (10)$$

Instrumen yang digunakan untuk mengukur koefisien viskositas cairan dapat diklasifikasikan ke dalam tujuh kategori alat ukur kekentalan kapiler, alat ukur kekentalan malalui sebuah lubang, alat ukur kekentalan suhu tinggi dengan tingkatan pergeseran besar, alat ukur kekentalan rotasi, alat ukur kekentalan bola jatuh, alat ukur kekentalan getaran, alat ukur kekentalan ultrasonic

Metode pengukuran koefisien viskositas dengan menggunakan bola jatuh

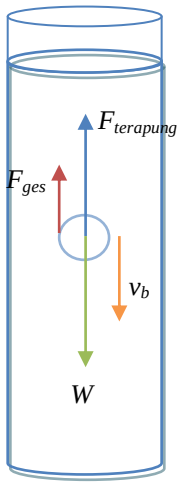
Dalam alat ukur kekentalan bola jatuh, benda padat dibiarkan jatuh akibat gravitasi melalui media kental. Setelah jangka waktu tertentu benda padat mencapai kecepatan konstan yaitu ketika gaya gravitasi diimbangi resistensi kental fluida. Dengan mengukur kecepatan pusat benda jatuh, koefisien viskositas dapat ditentukan. Meskipun benda padat dari setiap bentuk dan ukuran dapat digunakan, geometri bola lebih baik karena lebih sederhana untuk menurunkan teori. Pada gambar 5, ditunjukkan sebuah bola jatuh melalui cairan homogen. Jika gerak bola cukup lambat, istilah inersia menjadi diabaikan. Dalam kondisi ini dan dengan asumsi bahwa medium fluida memiliki ekstensi yang tak terbatas, resistensi kental dengan gerakan bola

yang bergerak dengan kecepatan v adalah sama dengan kekuatan pendorong karena perbedaan densitas antara bola dan cairan.

Gaya gesek yang bekerja pada suatu benda yang bergerak relatif terhadap suatu benda fluida akan sebanding dengan kecepatan relatif benda terhadap fluida. Apabila suatu benda pejal bergerak pada suatu fluida, maka besar dari gaya gesek tersebut adalah:

$$F_{ges} = 6\pi\eta r_b v_b \quad (11)$$

dengan F_{ges} adalah gaya gesek bola terhadap cairan, η adalah koefisien viskositas fluida, r_b adalah jari-jari bola, dan v_b adalah kecepatan bola bergerak.



Gambar 3. Keadaan bola ketika didalam fluida

B. Tujuan

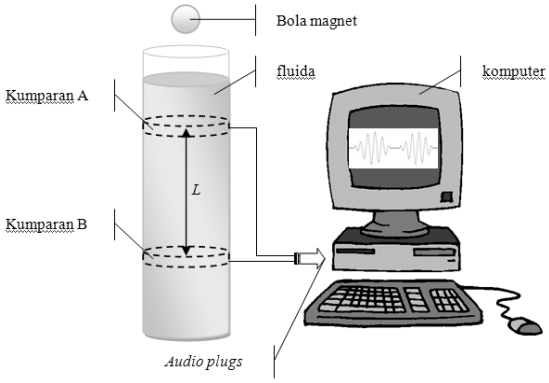
Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh koefisien viskositas aquades terhadap variasi diameter tabung

C. Alat dan Bahan

1. Kawat kumparan
2. Multimeter digital
3. Mikrometer skrup
4. Jepit buaya
5. Kompas
6. Mistar
7. Jangka sorong
8. Kabel
9. Tabung paralon
10. Bola magnet

D. Prosedur Percobaan

1. Menentukan massa dan diameter bola magnet.
2. Mengukur panjang tabung dan diameter tabung
3. Mengukur masa jenis air
4. Mengukur percepatan gravitasi
5. Rangkaikan alat seperti pada gambar berikut



Gambar 4. Rangkaian percobaan

6. Menjatuhkan bola magnet dari ujung tabung dan merekam jejak induksi magnet di sepanjang tabung
7. Ulangi langkah 6 untuk diameter tabung yang divariasi dari 2,26 cm, 2,94 cm, 3,39 cm dan 5,75 cm

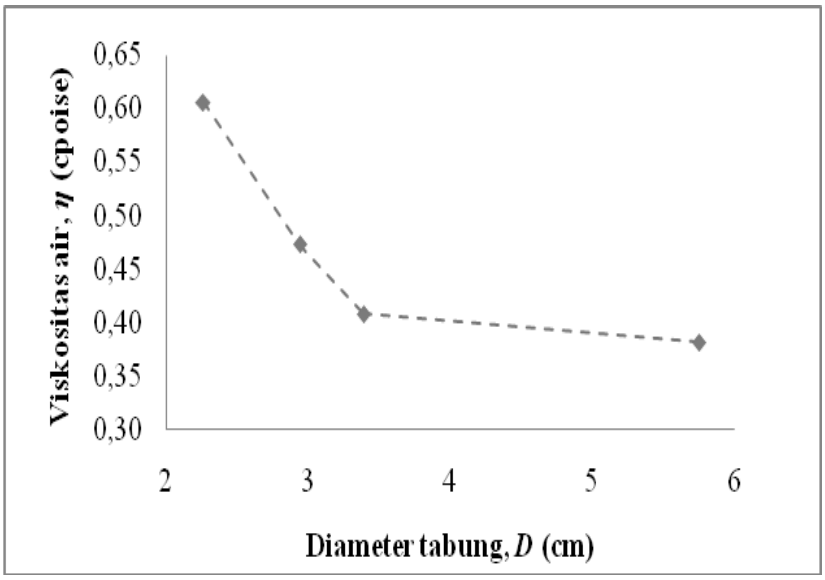
E. Pembahasan

Hasil percobaan yang telah dilakukan, seperti ditampilkan pada tabel 2.

Dari tabel 2, diketahui bahwa semakin besar selisih antara diameter tabung dengan bola, maka semakin cepat bola magnet bergerak jatuh karena adanya tekanan yang dialami bola magnet terhadap dinding tabung menyebabkan gesekan antara partikel air dengan dinding bola magnet. Hal ini ditunjukkan dari hasil percobaan dari masing-masing tabung seperti ditunjukkan pada gambar5.

Tabel 2. Hasil analisis data untuk masing-masing tabung

No	D (cm)	v (m/s)	η (cpoise)	Re
1	2,26 ± 0,01	677,51 ± 226,14	0,61± 0,25	356317,40
2	2,94 ± 0,01	868,56 ± 289,96	0,47 ± 0,16	1225126,88
3	3,39 ± 0,01	1006,71 ± 336,53	0,41 ± 0,14	2337961,35
4	5,75 ± 0,01	1076,81 ± 359,33	0,38 ± 0,13	8671171,07



Gambar 5. Grafik hubungan perubahan kecepatan terhadap perubahan diameter tabung

Nilai koefisien viskositas yang didapatkan, diketahui bahwa seiiring bertambah besarnya diameter tabung maka nilai koefisien viskositas akuades semakin kecil, seperti ditunjukkan pada gambar 5. Koefisien viskositas akuades semakin menurun disebabkan kerena efek dari dinding tabung semakin menghilang dengan bertambah besarnya diameter tabung, sehingga apabila diameter tabung sangat besar maka koefisien viskositas akuades yang sebenarnya dapat diketahui

Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan, diketahui bahwa koefisien viskositas semakin kecil seiring dengan bertambah besarnya diameter tabung. Koefisien viskositas semakin mendatar seiring dengan semakin besarnya diameter tabung hingga didapatkan nilai viskositas yang sebenarnya

Daftar Pustaka

Bevington dan Robinson. 2003. Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences. New York : The McGraw-Hill Companies. ISBN. 0-07247227-8.

Bradt, Hale. 2004. *Astronomy Methode A Physical Approach to Astronomical Observations*. New York : Cambridge University Press

Brizard, M, dkk. 2007. *Design Of A High Precision Falling Ball Viscosimeter*. Paris : Review of Scientific Instruments 76. DOI. 10.1063/1.1851471.

Budianto, Anwar. 2008. Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes. Yogyakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Batan. ISSN. 1978-0176.

Fraden, Jacob. 2003. *Handbook of Modern Sendor Physics, Design,*

and Aplications. 3rd ed. San Diego : Soringer. ISBN 0-387-00750-4.

Hafiffaturahmi. 2012. Pembuatan Vikometer Stokes dengan Pemanfaatan Fotodioda Pada Uji Karakteristik Perubahan Suhu Terhadap Viskositas Minyak Plumas SAE 20W-50. Bandung : UPI.

Kiosbukugema. 2011. Oli Mesin. http://kiosbukugema.wordpress.com /2011/01/21/ oli-mesin-fungsi-kegunaan-arti-simbol-dan-cara-merawatnya/

Leblanc, G.E, R.A. Secco, dan M. Kostic. 1999. *Viscosity Measurement on The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook*. U.S.A : CRC press LLC.

Lide, David R., dkk. 2005. *CRC Handbook of Chemistry and Physic*. New York : National Institute of Standards and Technology.

Mujiman. 2008. Simulasi Pengukuran Nilai Viskositas Oli Mesran SAE 10 – 40 Dengan Penampilan LCD. Yogyakarta : AKPRIND. ISSN. 1693-6930.

Oktaviana, Mira. 2012. Studi Keakurasian Viskosimeter Falling Ball dan Viskosimeter Ostwald Serta Pembuatan Program Komputer Simulasi Viskosimeter. Surakarta : UNS. http://digilib.uns.ac.id/pengguna.php?mn= detail&d id=12188.

Phallas-Areny, Ramon, dan John G. Webster. 2000. *Sensor and Signal Conditioning*. 2nd ed. Amerika : A Wiley-Interscience Publication. ISBN 0-471-33232-1.

Prasetyo, Nur, dkk. 2010. Pemanfaatan Sensor Cahaya dan Limbah Lampu Neon Sebagai Alat Peraga Sederhana Pengukuran Viscositas Fluida. Jawa Tengah : Universitas Muhammadiah Purworejo.

Priyanto, Aditya. 2012. Perbedaan aquades dengan air. http://www.scribd.com /doc/77116280/Pebedaan-Aquades-Dengan-Air.

Ramadhan, M. Firman. 2010. Ayunan Matematis. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan. http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=ayunan%20matematis%20subeno%20&source=web&cd=3&ved=0CCwQFjAC&url=http%3A%2F%2Fmfirmanramadhan.files.wordpress.com%2F2010%2F06%2Fayunan-matematis-baru1.doc&ei=OvpXT72RO4WnrAe_8cWLDA&usg=AFQjCNGXQxwuKpUSfJ3KlxAH2HenKPVyBg&cad=rja.

Setiawan, Iwan. 2009. Buku Ajar Sensor dan Transduser. Semarang : UNDIP.

Shearer, Scout A. dan Jeremy R. Hudson. 2009. *Fluid Mechanics Stokes' Law and Viscosity*. Kentucky : Kentuscky collage and university.

Suciyati, Sri Wahyu dan Arif Sutarto. 2009. Pemanfaatan Sensor Koil Sebagai Detektor Pencatat Waktu Pada Viskometer Metode Bola Jatuh Berbasis Computer. Lampung : UNILA.

Symon, Keith R. 1971. *Mechanics Third Edition*. Philippines : Addison-Wesley Publishing company. ISBN. 0-201-07392-7.

User Guide. 2003. Adobe Audition 1.5. Amerika : Adobe Systems Incorporated.

Webster, John G. 1999. *The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook. United States* : CRC press LLC. ISBN. 0-8493-2145-X. ISSN. 1523-3014.

Widada, Sri, dkk. 2012. Garis Gaya Magnet. http://e-dukasi.net/index.php?mod=cript&cmd=Bahan%20Belajar/Materi%20Pokok/view&id=337&uniq=3365.

Young, Hugh D. dan Roger A. Freedman. (2002). FISIKA UNIVERSITAS. Ed. 10 Jilid 1. Jakarta : Erlangga. ISBN 979-688-472-0.

Young, Hugh D. dan Roger A. Freedman. (2003). FISIKA UNIVERSITAS. Ed. 10 Jilid 2. Jakarta : Erlangga. ISBN 979-688-473-9