



RANCANG BANGUN ALAT UJI KELAYAKAN PELUMAS KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER

Teguh Febrianto ✉ Sukiswo Supeni Edi, Sunarno

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang,
Indonesia, 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Maret 2013

Disetujui Maret 2013

Dipublikasikan Mei 2013

Keywords:

*micro-controller; lubricants;
rotational viscometer*

Abstrak

Viskositas merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi pelumas. Viskositas dapat diukur dengan metode bola jatuh, namun metode ini mempunyai kekurangan. Dari kekurangan itu maka dibuatlah viskometer rotasi berbasis mikrokontroler. Rancang bangun alat ini menggunakan motor DC dengan rotary encoder, mikrokontroler ATMega16 dan LCD sebagai tampilannya. Pengambilan data menggunakan oli baru dan oli bekas dengan kode kekentalan SAE 20W-50. Hasil pengukuran dari oli tersebut adalah oli baru viskositasnya lebih tinggi dibandingkan dengan oli bekas. Semakin encer sebuah oli maka hambatan yang terjadi pada putaran motor DC semakin berkurang. Namun hasil ini belum menunjukkan nilai pasti viskositas dari oli tersebut. Alat yang digunakan belum dikalibrasi, karena untuk sampai dapat dikalibrasi alat ini masih perlu banyak perbaikan. Data diambil dengan asumsi bahwa jika oli dalam keadaan standard, maka nilainya berada dalam range pada tabel standard referensi. Dari penelitian alat uji kelayakan pelumas kendaraan bermotor berbasis mikrokontroler didapatkan hasil berupa viskometer rotasi dengan tampilan LCD yang sudah dapat membedakan viskositas dari oli baru dan oli bekas dalam tampilan angka.

Abstract

Viscosity is one of the important indicators to know the condition of the lubricant. It can be measure using falling ball method, however, this method has some disadvantage. From those disadvantages, micro-controller-based viscometer rotation has been made. The design of this tool uses DC motor with rotary encoder, micro-controller ATMega16 and LCD for the display. The data taken using new and used lubricant with the code of consistency of SAE 20W-50. The result of the measurement was that the new lubricant has higher viscosity than the used one. The more dilute the oil, the less resistance occurred in the rotation of DC motor. Yet, the result has not shown the exact value of the viscosity from the oil. The tool used has not calibrated, for to be able to be calibrated, the tool needs more improvement. The data collection was took with assumption that if oil used is standard, then the value in the range of the standard reference table. From the research of test of advisability of the micro-controller-based motorized vehicle lubricant, it is known that the rotation of viscometer with the LCD display has been able to distinguish the viscosity of new and used lubricant in numbers.

© 2013 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung D7 lantai 2 Kampus UNNES, Semarang, 50229
E-mail: matz_tf@yahoo.co.id

ISSN 2252-6978

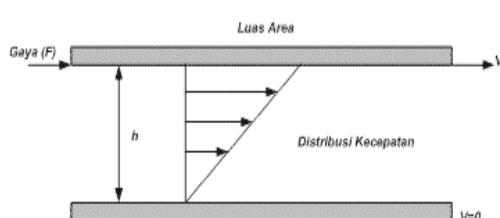
PENDAHULUAN

Pengguna kendaraan bermotor terkadang memilih oli mesin hanya berdasarkan pada merk atau harga yang ditawarkan oleh produsen. Salah satu hal yang penting untuk menentukan pilihan menggunakan oli adalah viskositas. Parameter ini biasanya sudah tercantum pada masing-masing kemasan oli dengan kode SAE. Jika kekentalan oli yang digunakan kurang tepat, maka akan berakibat fatal untuk kondisi mesin. Pengukuran viskositas pelumas mempunyai arti penting konsumen dan industri pelumas. Pengukuran ini dapat digunakan untuk mengetahui asli atau tidaknya sebuah pelumas.

Viskositas pelumas (oli) dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran yang disebut koefisien viskositas. Banyak cara yang telah digunakan untuk mengukur viskositas pelumas, salah satunya adalah dengan menggunakan metode viskometer bola jatuh, namun metode ini mempunyai beberapa kekurangan. Dari kekurangan itu dan dibutuhkannya sebuah alat praktis dan mudah digunakan untuk mengetahui viskositas maka dibuatlah viskometer rotasi berbasis mikrokontroler.

Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir, dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi.

Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua buah bidang sejajar yang dilapisi fluida tipis diantara kedua bidang tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Aliran viskos

Suatu bidang permukaan bawah yang tetap dibatasi oleh lapisan fluida setebal h , sejajar dengan suatu bidang permukaan atas yang bergerak seluas A . Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan fluida dibawahnya, maka tidak ada gaya tekan yang bekerja pada lapisan fluida. Suatu gaya F dikenakan pada bidang bagian atas yang menyebabkan bergeraknya bidang atas dengan

kecepatan konstan v , maka fluida di bawahnya akan membentuk suatu lapisan-lapisan yang saling bergeseran. Setiap lapisan tersebut akan memberikan tegangan geser (σ) sebesar F/A yang seragam, dengan kecepatan lapisan fluida yang paling atas sebesar v dan kecepatan lapisan fluida paling bawah sama dengan nol. Maka kecepatan geser (γ) pada lapisan fluida di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap, dengan tidak adanya tekanan fluida menjadi :

$$\gamma = \frac{dv}{dy} = \frac{v}{h}$$

Menurut Newton hubungan antara gaya-gaya suatu aliran viskos sebagai: Geser dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (σ) dengan kecepatan gesernya (γ) konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas. Pada fluida Newtonian perbandingan antara besaran kecepatan geser dan tegangan geser adalah konstan,

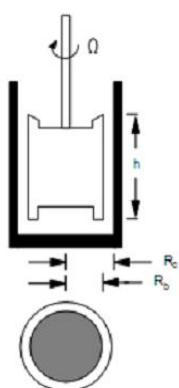
$$\sigma = \eta \cdot \gamma$$

$$\eta = \frac{\sigma}{\gamma}$$

Kekentalan merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berkaitan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensinya untuk mengalir. Kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh mana oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antar permukaan logam.

Viskometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur viskositas suatu fluida. Model viskometer yang umum digunakan berupa viskometer peluru jatuh, tabung (pipa kapiler) dan sistem rotasi. Viskometer rotasi silinder sesumbu (concentric cylinder) dibuat berdasarkan 2 standar, yaitu sistem Searle dimana silinder bagian dalam berputar dengan silinder bagian luar diam dan sistem Couette dimana silinder bagian luar yang diputar sedangkan bagian dalam silinder diam. Fluida yang akan diukur ditempatkan pada celah di antara kedua silinder.

Persamaan matematis untuk menghitung viskositas diturunkan dari hukum Newton tentang aliran viskos.

**Gambar 2.** Viskometer silinder sesumbu

Silinder dalam dengan jari – jari r_D dan tinggi h berputar dengan kecepatan sudut konstan (ω) pada silinder luar dengan jari – jari r_L . Gaya (F) yang bekerja terhadap fluida pada jarak r di antara kedua silinder menghasilkan tegangan geser (σ) pada fluida sebesar :

$$\sigma = \frac{T}{2\pi r^2 h}$$

T merupakan torsi yang bekerja pada fluida yang merupakan hasil kali antara gaya (F) yang diberikan oleh putaran silinder dalam dengan jarak fluida dari pusat silinder (r). Kecepatan geser dapat dinyatakan sebagai :

$$\gamma = \frac{du}{dy} = -\frac{dv}{dy} = -r \frac{d\omega}{dr}$$

Hubungan antara kecepatan geser dengan tegangan geser menghasilkan persamaan viskositas untuk fluida Newtonian sebagai :

$$\eta = \frac{T}{4\pi^2 f h} \left[\frac{1}{r_D^2} - \frac{1}{r_L^2} \right]$$

Dari persamaan diatas masih dapat dijabarkan dengan mencari nilai torsi (T), dimana untuk persamaan torsi dapat dinyatakan dengan :

$$T = \frac{V \cdot I}{2\pi f_0}$$

Dengan memasukkan unsur Torsi (T) ini, maka persamaan viskositas menjadi :

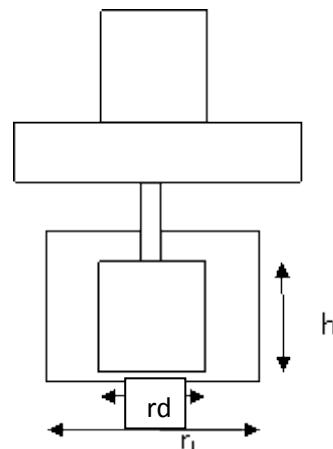
$$\eta = \frac{V \cdot I}{8\pi^3 \cdot f \cdot f_0 \cdot h} \left[\frac{1}{r_D^2} - \frac{1}{r_L^2} \right] cP$$

dengan : η : viskositas absolut, f : kecepatan rotasi silinder silinder dalam, h : tinggi silinder dalam, rD : jari-jari silinder dalam, rL : jari-jari silinder luar

METODE PENELITIAN

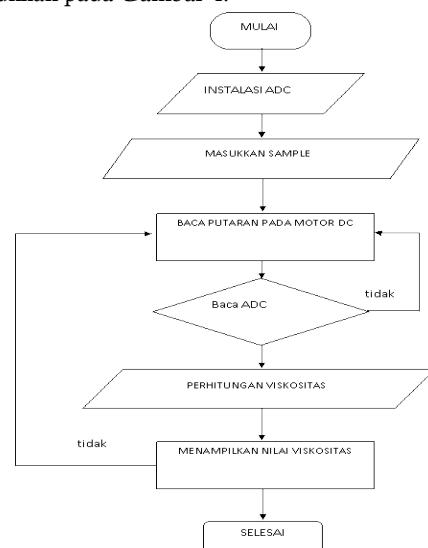
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang. Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober 2011 sampai dengan Agustus 2012.

Sistem mekanisnya terdiri dari dua buah silinder sesumbu, dimana silinder bagian dalam diputar menggunakan motor dc dan silinder luar dijaga agar dalam keadaan diam. Oli yang akan diukur diletakkan pada celah diantara kedua silinder tersebut. Gambar mekanisnya dapat dilihat pada Gambar 3

**Gambar 3** Sistem mekanis viskomter rotasi

Adapun mekanisme penelitian meliputi pembuatan alat baik hardware maupun software. Hardware meliputi Sismin ATmega16 sebagai pengendali, rangkaian motor DC sebagai sensor gerak, dan untuk tampilan hasil pembacaan digunakan LCD.

Secara umum skema diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.

**Gambar 4.** Skema diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data

a. Kondisi tanpa beban

Pada bagian ini dilakukan pengambilan data pada saat alat tanpa beban atau belum diberi sampel. Ini bertujuan untuk mengetahui kondisi awal alat.

Tabel 1. Hasil pengujian alat tanpa sampel

Kondisi tanpa beban

Kondisi tanpa beban		
Viskositas	Frekuensi	Arus
0	30.1	0.09
0	30.3	0.08
0	30.2	0.08
0	30.2	0.12
0	30.2	0.09
0	30.4	0.08
0	30.5	0.09
0	30.4	0.07
0	30.3	0.12
0	30.2	0.09

Jadi, nilai rata-rata untuk setiap data yang didapat adalah viskositas= 0 cP, frekuensi= 30.28 Hz, dan arus= 0.088 mA. Data yang didapat cenderung konstan, meskipun ada sedikit fluktuasi tetapi tidak terlalu signifikan.

b. Kondisi rata-rata keseluruhan

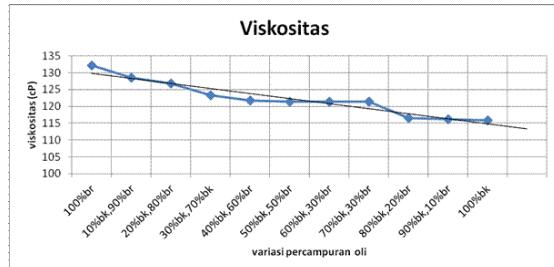
Pada bagian ini alat dicoba menggunakan sampel untuk mengetahui kemampuan alat jika digunakan untuk mengukur beberapa variasi viskositas. Variasi viskositas didapat dari percampuran antara oli baru dan oli bekas dengan variasi percampuran.

Tabel 2 Hasil keseluruhan pengujian alat dengan variasi sampel

Variasi	Viskositas	Frekuensi	Arus
100%br	132.158	11.8	0.34
90%br,10%bk	128.469	11.7	0.28
80%br,20%bk	126.733	11.1	0.26
70%br,30%bk	121.731	11.2	0.24
60%br,40%bk	121.483	11.0	0.23
50%br,50%bk	123.303	11.9	0.26
40%br,60%bk	121.464	11.1	0.22
30%br,70%bk	121.326	11.1	0.23
20%br,80%bk	116.255	14.0	0.28
10%br,90%bk	115.881	14.1	0.28
100%bk	116.552	14.2	0.30
Tanpa beban	0	30.28	0.88

Keterangan: br = baru, bk = bekas

Gambar 4 menunjukkan grafik untuk hasil uji dengan variasi sampel.



Gambar 4. Grafik viskositas dengan berbagai variasi sampel

Pembahasan

Desain pembuatan alat ini adalah membuat alat berupa dua buah silinder dimana salah satu silinder berputar dan yang lainnya diam. Putaran dari silinder dihitung dengan sensor kecepatan kemudian diolah oleh chip mikrokontroler kedalam persamaan yang telah diupload ke dalam chip tersebut. Selain kecepatan, arus yang mengalir pada motor DC juga dihitung menggunakan sensor arus. Setelah diolah pada mikrokontroler kemudian ditampilkan pada display berupa LCD.

Sebelum alat ini digunakan untuk mengambil data, ada beberapa proses yang harus dilakukan. Pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui kestabilan putaran motor. Kestabilan motor DC akan mempengaruhi hasil akhir dari pengambilan data.

Tahap awal inilah yang sebenarnya sangat penting untuk diperhatikan. Data utama yang nantinya akan didapat adalah dari putaran motor DC. Putaran motor DC ini membutuhkan supply tegangan dari regulator tegangan. Agar data yang didapat maksimal, maka sumber tegangan harus stabil. Jika tegangan stabil maka putaran motor DC juga akan stabil. Tegangan kerja yang dibutuhkan juga harus sesuai. Jika tegangan yang masuk ke motor DC kurang, hasilnya juga tidak maksimal. Kondisi motor DC juga harus dalam kondisi yang baik. Jika menggunakan motor DC yang kurang bagus, hasilnya tidak akan sesuai harapan.

Nilai kecepatan didapat dari rotary encoder yang terdapat pada motor DC. Untuk besarnya arus didapat dari shunt resistor yang dipasang pada rangkaian motor DC. Poros yang tersambung dengan silinder dalam dibuat sependek mungkin agar lebih stabil.

Saat alat digunakan untuk mengambil data tanpa beban atau tanpa sampel, hasil yang didapat sudah cukup stabil. Hanya saja nilai frekuensi dan arus masih sedikit berfluktuasi. Hal ini disebabkan regulator tegangan masih kurang baik. Sumber yang digunakan adalah sumber tegangan, bukan sumber

arus. Jadi saat tegangan yang masuk ke rangkaian kurang stabil, maka arus yang terjadi juga kurang stabil. Begitu juga putaran motor DC.

Jika saat tanpa beban hasil yang didapat berfluktuasi, begitu juga saat menggunakan sampel. Namun alat ini sudah dapat membedakan viskositas dari oli baru dan oli bekas.

Alat ini memang belum dikalibrasi, karena untuk dapat dikalibrasi alat ini mempunyai banyak tahapan. Namun, untuk waktu yang terbatas alat ini sudah dapat digunakan. Hasil dari alat ini masih berupa asumsi bahwa oli dalam keadaan standard jika data yang didapat berada pada range pada tabel perkiraan viskositas cairan pada suhu ruang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian ini didapatkan hasil berupa viskometer rotasi dengan tampilan LCD. Kemampuan alat ini dapat membedakan viskositas dari oli baru dan oli bekas dalam tampilan angka. Namun demikian, pada alat ini masih perlu dilakukan kalibrasi lebih lanjut untuk dapat menunjukkan hasil yang lebih akurat sesuai dengan standard yang ada.

Saran

Diharapkan adanya penelitian lanjutan untuk penyempurnaan alat dengan menambah sensor yang dipakai, sehingga didapatkan hasil sesuai standard.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel Corporation. 2003. Atmega16. Tersedia di <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf> [diakses pada 17-03-2012]
- Detik OTO. 2009. Ada 70 Juta Liter Oli Palsu di Indonesia. Tersedia di <http://oto.detik.com/read/2009/02/06/174624/1080759/648/ada-70-juta-liter-oli-palsu-di-indonesia> [diakses pada 12-01-2012]
- Fraden, Jacob. 2003. Handbook of Modern Sensor Physics, Designs, and Applications Third Edition. New York : Springer-Verlag.
- Mahmud, Muh. Said. 2008. Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Viskositas Oli Mesin pada Kendaraan Bermotor Berbasis Teknologi. Teknologi, Volume 7 Nomor 4. 157-163
- Mujiman. 2008. Simulasi Pengukuran Nilai Viskositas Oli Mesran SAE 10-40 dengan Penampil LCD. Telkomnika, Vol. 6 No. 1. 49-56
- PT. Toyota Astra Motor. 1995. New Step 1 Training Manual. Jakarta: Pt. Toyota-Astra Motor National Division
- Samdara, Rida, Syamsul Bahri & Ahmad Muqorobin. 2008. Rancang Bangun Viskometer Dengan Metode Rotasi Berbasis Komputer. Jurnal Gradien Vol.4 No.2 . 342-348
- Steffe, James F.1996. Rheological Methods in Food Process Engineering.USA: Freeman Press
- Suci�ati , Sri Wahyu, Arif Surtono. 2009. Pemanfaatan Sensor Koil Sebagai Detektor Pencatat Waktu pada Viscosimeter Metode Bola Jatuh Berbasis Komputer. Makalah disajikan dalam Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lambungmangkurat, Banjarmasin.
- Sudjana. 1992. Metoda Statistika.Bandung: Tarsito
- Supraptono. 2004. Bahan Bakar dan Pelumas. Semarang: Teknik Mesin UNNES.
- Sutrisno. 1987. Elektronika: Teori Dasar dan Penerapannya. Jilid 2. Bandung: Penerbit ITB.
- Sutrisno. 1987. Elektronika: Teori Dasar dan Penerapannya. Jilid 3. Bandung: Penerbit ITB.
- Tim IE. 2000. AN13 - Automatic Transmission with Encoder Meter and Display. Tersedia di http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/artikel/AN13.pdf [diakses pada 14-10-2011]
- Udonne J. D. 2010. A comparative study of recycling of used lubrication Oils using distillation, acid and activated charcoal with clay methods. Journal of Petroleum and Gas Engineering Vol. 2 (2), pp. 12-19
- V&P Scientific, Inc. 2010. Viscosity Tables. Tersedia di http://www.vpscience.com/Viscosity_Tables.htm [diakses pada 10-05-2012]
- Young, Hugh D. 2002. Fisika Universitas.Jakarta: Erlangga