

RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL

Ruth Nelly Hasugian¹, Imam Arifin¹, M. Abdul Hady², Slamet Budiprayitno¹, dan Sugeng Tri Widodo³

¹Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

²Mechatronics and Industrial Automation Research Center, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

³PT Autonics Indonesia

Abstrak - Oli mesin pada sepeda motor berfungsi sebagai minyak pelumas, pendingin, pelindung dari karat, pembersih dan penutup celah pada dinding mesin. Pelumasan terhadap mesin digunakan untuk menghindari terjadinya gesekan langsung antara logam dalam mesin sehingga tingkat keausan logam dan tingkat kerusakan mesin dapat dikurangi. Untuk mendapatkan minyak pelumas yang sesuai dengan jenis mesin kendaraan yang digunakan ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Salah satu dari hal tersebut adalah tingkat kekentalan dari minyak pelumas. Faktor kekentalan atau viskositas oli merupakan besaran yang harus disesuaikan dengan klasifikasi mesin. Tetapi masyarakat awam memilih oli hanya berdasarkan merk maupun harga yang ditawarkan oleh produsen. Pada penelitian ini akan diimplementasikan suatu sistem pengukuran sensor kekentalan oli dengan menggunakan metode silinder konsentris. Metode menggunakan dua buah silinder konsentris yang berbeda ukuran dengan ruang diantara kedua silinder tersebut diisi dengan cairan yang akan diuji. Silinder luar atau rotor diputar menggunakan motor DC dengan kecepatan konstan dan torsi yang dihasilkan dari silinder dalam atau stator diukur menggunakan sensor efek hall. Pengukuran viskositas dilakukan pada oli SAE 20W-40 dan oli SAE 10W-30 dengan memberikan kecepatan putar motor konstan dan temperatur pada cairan yaitu 27°C. Hasil eksperimen pada temperatur cairan 27°C dan kecepatan putar awal motor 68 Hz menunjukkan nilai viskositas SAE 20W-40) yaitu 162,1 centiPoise dan viskositas oli SAE 10W-30 yaitu 123,8 centiPoise. Hasil eksperimen menunjukkan yaitu semakin kental oli maka kecepatan putar motor DC semakin kecil.

Kata Kunci : Viskositas, Silinder konsentris, Efek Hall

PENDAHULUAN

Salah satu sifat yang berhubungan dengan zat cair adalah kental (viscous), dimana setiap zat cair memiliki koefisien kekentalan (viskositas) yang berbeda-beda. Dalam dunia otomotif, pengetahuan tentang nilai viskositas dari berbagai jenis pelumas sangat dibutuhkan. Hal tersebut dikarenakan tiap-tiap mesin membutuhkan pelumas dengan tingkat kekentalan yang berbeda-beda (Fraden dan Jacob. 2003). Pengetahuan tersebut sangat dibutuhkan karena tingkat kekentalan oli dapat mempengaruhi usia pakai (life time) suatu mesin. Makin besar viskositas suatu fluida maka benda yang ada di dalamnya makin susah bergerak. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul dengan satuan internasional yang digunakan adalah Ns/m^2 atau Pascal sekon (Pa s) (Mahmud dan Muh. Said. 2008)

Permasalahan yang sering muncul pada masyarakat awam adalah penggunaan oli mesin yang tidak memperhatikan tingkat kekentalannya. Secara umum, masyarakat hanya melihat oli berdasarkan merk dan harga yang ditawarkan.

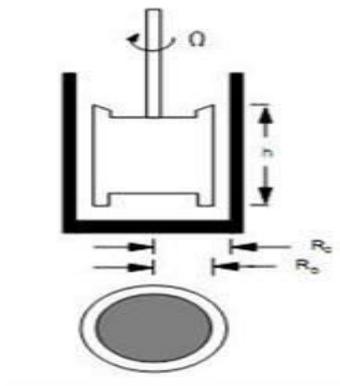
Padahal tiap mesin kendaraan memerlukan tingkat kekentalan oli yang berbeda-beda untuk mengoptimalkan kemampuan pelumasan mesin. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan penelitian mengenai implementasi dari sensor yang digunakan untuk mengukur kekentalan oli mesin sepeda motor. Dengan metode yang digunakan sebagai acuan yaitu silinder konsentris. Viskometer dengan menggunakan metode ini pun memiliki banyak variasi yang dapat diklasifikasikan berdasarkan konfigurasi desainnya. Pada penelitian ini, dibuat viskometer metode rotasi dengan desain 'cup and bob' atau "rotor dan stator". Metode tersebut diambil berdasarkan ide bahwa dibutuhkan gaya untuk menggerakkan atau memutar suatu benda di dalam fluida. Langkah tersebut dilakukan guna mengindikasikan nilai viskositas dari fluida melalui gaya gesek yang dihasilkan.

Pada viskometer yang dirancang ini terdapat dua buah silinder konsentris berbeda ukuran, dimana terdapat ruangan diantara kedua silinder tersebut yang merupakan tempat fluida yang diuji.

Salah satu silinder tersebut diputar dengan menggunakan motor DC dan silinder lainnya dibiarkan diam, ketika silinder dengan motor DC berputar didalam fluida maka, silinder lain yang dibiarkan diam akan ikut berputar mengikuti gaya gesek yang dihasilkan oleh silinder dengan motor DC tersebut. Torsi yang dihasilkan dari gaya gesek silinder diukur menggunakan sensor gaya dan nilai hasilnya sebanding dengan nilai viskositas dari fluida (Mujiman. 2008). Sensor kekentalan akan dibuat dari sensor efek hall yang bekerja seperti gaya lorentz. Sensor ini bekerja karena adanya muatan listrik yang bergerak dalam sebuah medan magnet.

VISKOMETER ROTASI

Viskometer merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur viskositas suatu fluida. Model viskometer yang umum digunakan berupa viscometer peluru jatuh, tabung (pipa kapiler) dan sistem rotasi. Viskometer rotasi silinder sesumbu (concentric cylinder) dibuat berdasarkan 2 standard, system Searle dimana silinder bagian dalam berputar dengan silinder bagian luar diam dan system Couette dimana bagian luar silinder yang diputar sedangkan bagian dalam silinder diam. Fluida yang akan diukur ditempatkan pada celah diantara kedua silinder. Persamaan matematis untuk menghitung viskositas diturunkan dari hukum newton tentang aliran viskos



Gambar 1. Viskometer Rotasi

Viskometer rotasi biasanya terdiri dari motor DC, silinder luar dan dalam, sensor arus (mengukur besarnya arus yang mengalir pada motor DC) , Arduino Uno sebagai pengontrol dan Efek Hall untuk mendeteksi kecepatan putar dari motor DC.

A. Motor DC

Suatu mesin listrik berfungsi sebagai motor listrik apabila terjadi proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik di dalamnya. Motor DC adalah motor yang memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pad medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi.

B. Sensor Efek Hall

Efek hall adalah peristiwa membeloknya arus listrik dalam pelat konduktor karena adanya pengaruh medan magnet. Prinsip utama efek Hall adalah gaya Lorentz (akan terjadi ketika sebuah bahan konduktor berbentuk pelat dan diberi medan magnet yang dialiri arus listrik). Permukaan atas pelat konduktor tersebut akan sejajar dengan muatan positif yang arahnya ke atas sedangkan bagian bawah konduktor akan sejajar dengan muatan negatif yang mengarah ke bawah. Oleh karena itu akan timbul medan listrik dan beda potensial pada penghantar. Setiap bahan konduktor dan semikonduktor akan memiliki konstanta Hall yang berbeda. Hal ini dikarenakan jenis pembawa muatan yang berbeda. Dalam praktikum ini akan ditentukan koefisien bahan semikonduktor yaitu Germanium (semikonduktor intrinsic) dan n Germanium (semikonduktor ekstrinsik).

C. Sensor Arus ACS712

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian low-offset linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang

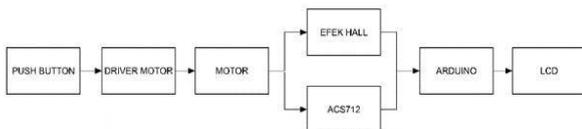
menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan.

D. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital I/O pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Pin-pin ini memuat semua yang diperlukan untuk menunjang kinerja mikrokontroler. Selain itu mikrokontroler ini dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB serta sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.

PERANCANGAN MEKANIK DAN SISTEM ALAT

Perancangan mekanik membahas tentang desain dan pembuatan mekanik yang mendukung cara kerja alat. Perancangan perangkat elektrik yang membahas perancangan rangkaian pengkondisi sinyal sebagai rangkaian control, pengolahan data kecepatan maupun arus yang didapat, rangkaian pendukung alat, dan perancangan program seperti pada Gambar 2



Gambar 2. Diagram Blok Penelitian

Dari Gambar 2, dijelaskan bahwa dalam penelitian ini, dibuat alat ukur viskositas digital pada oli dengan menggunakan sensor efek hall. Arduino berfungsi untuk mengolah data yang masuk seperti arus, kecepatan maupun frekuensi. Arduino disambungkan ke PC atau komputer dengan soket USB yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduin dan juga sebagai port komunikasi serial. Bahasa yang digunakan adalah bahasa C. Tegangan masukan yang dibutuhkan oleh arduino yaitu 12 Volt.

Motor DC pada penelitian ini membutuhkan tegangan sebesar 9 Volt sehingga dibutuhkan

supply tegangan eksternal sebesar 9 Volt. Supply tersebut berasal dari baterai kering yang memiliki tegangan sebesar 9 Volt. Driver motor L298N berfungsi untuk mengontrol motor DC agar dapat berputar jika push button ditekan dan juga mengontrol kecepatan motor DC. Driver motor ini dapat diberi tegangan masukan sebesar 5 Volt atau 12 Volt. Modul driver L298N menggunakan chip ST L298N yang dapat secara langsung mengontrol dua motor DC 3-30V. Sensor arus ACS712 berfungsi untuk mengukur arus yang mengalir pada motor DC. Tegangan masukan yang dibutuhkan oleh sensor ini adalah 5 Volt dan data keluarannya berupa data analog. Sehingga data tersebut harus diubah ke data digital dengan cara konversi atau ADC (Analog to Digital Converter).

Sensor efek hall berfungsi untuk mengukur kecepatan dan frekuensi dari motor DC. Tegangan masukan yang dibutuhkan oleh sensor ini adalah 5 Volt. Data keluaran berupa data digital. Dalam pengaplikasiannya sensor ini membutuhkan magnet untuk mengaktifkan medan magnet eksternal. Sinyal masukan (input) dari sensor ini adalah densitas medan magnet disekitar sensor tersebut, apabila densitas medan magnet melebihi batas ambang yang ditentukan maka sensor akan mendeteksi dan menghasilkan tegangan keluaran (output) yang disebut dengan Tegangan Hall (VH).

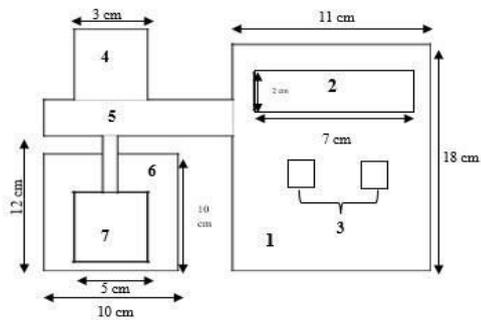
Liquid Crystal Display berfungsi untuk menampilkan tingkat viskositas dari oli yang sedang diuji. LCD yang digunakan berukuran 16X2. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (liquid crystal) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah filter polarisasi (*polarizing filter*).

A. Perancangan Mekanik

Pada point ini akan dibahas tentang perancangan perangkat mekanik atau perangkat keras. Perancangan ini meliputi alat dan bahan yang digunakan maupun desain mekanik dari penelitian ini. Desain mekanik berupa dimensi serta ukuran alat yang akan dibuat. Pada pembuatan alat ukur mengukur viskositas ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan dalam proses pembuatannya yaitu :

- Arduino uno
- Motor DC 9 Volt
- Sensor efek hall
- Sensor arus ACS712
- Magnet
- Push button

- LED
- Driver motor L298N
- Baterai 12 Volt
- Power Supply 12 Volt
- LCD 16 x 2
- Kabel, timah, PCB, lem plastik, dan solder
- 1 unit computer
- Oli baru tipe SAE 20 dan SAE 30



Gambar 3. Desain Mekanik

Keterangan :

1. Box utama
2. LCD
3. Push Button
4. Motor DC
5. Efek Hall dan magnet
6. Silinder luar
7. Silinder dalam

Perancangan perangkat keras pada tugas akhir ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- Motor DC dengan sensor efek hall

Motor dc ini sudah dilengkapi dengan sensor efek hall di dalamnya. Motor dc dengan sensor ini digunakan sebagai sensor gerak yang digunakan untuk mendeteksi putaran motor DC. Cara kerjanya adalah saat motor dc berputar maka efek hall akan mendeteksi putaran yang terjadi di motor DC. Putaran ini akan dibaca oleh arduino.

- Silinder

Silinder pada alat ini ada dua, yaitu silinder dalam dan silinder luar. Silinder dalam yang langsung terhubung dengan motor DC berfungsi untuk mengaduk sampel yang akan diteliti. Sementara silinder luar berfungsi untuk menampung sampel yang diteliti.

- Arduino Uno

Arduino berfungsi sebagai pengolah *analog* ke digital yang akan disampaikan pada manusia. Pengolahan *analog* ke digital akan diproses ADC internal dari mikrokontroler ini.

- Display LCD

LCD berfungsi untuk memberikan informasi nilai viskositas dan jenis oli yang sedang diuji.

B. Perancangan Elektrik

Perancangan perangkat elektrik meliputi skema rangkaian, rangkaian catu daya, arduino, sensor arus ACS712 dan driver motor L298N.

- Rangkaian Catu Daya

Rangkaian ini berfungsi memberikan power untuk mengaktifkan seluruh rangkaian. Rangkaian catu daya yang dibutuhkan 12 volt, tegangan itu untuk mengaktifkan seluruh rangkaian yang ada. Sumber dari rangkaian catu daya ini adalah sumber listrik dengan tegangan 220 volt. Rangkaian catu daya ini berfungsi untuk mengubah tegangan yang masuk, yaitu 220 volt menjadi tegangan 12 volt. Rangkaian catu daya ini membutuhkan beberapa rangkaian pendukung yaitu kapasitor.

- Rangkaian Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

- Rangkaian Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk catu

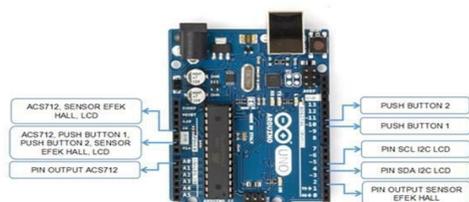
daya tersaklar, sensor proteksi terhadap arus lebih, dan lain sebagainya.

• **Rangkaian Driver Motor L298N**

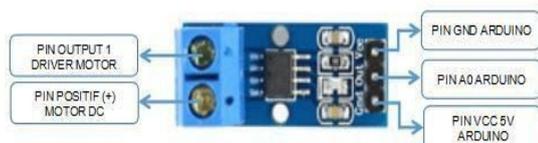
L298 adalah driver motor berbasis H-Bridge, mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Dalam chip terdapat dua rangkaian H-Bridge. Selain itu driver ini mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban 2 A. berikut gambar rangkaian driver motor L298. Output motor DC digunakan dioda, hal ini ditujukan agar driver motor dapat menahan arus balik yang datang dari motor DC.

C. Konfigurasi Sistem

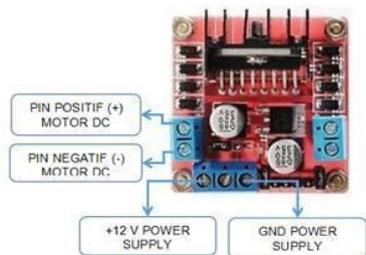
Perancangan sistem pengukuran kekentalan oli ini disusun dari sejumlah komponen dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Konfigurasi sistem yang berisi hubungan tiap-tiap komponen diantaranya:



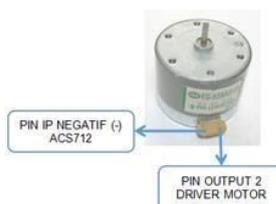
Gambar 4. Konfigurasi Arduino dengan komponen



Gambar 5. Konfigurasi ACS712



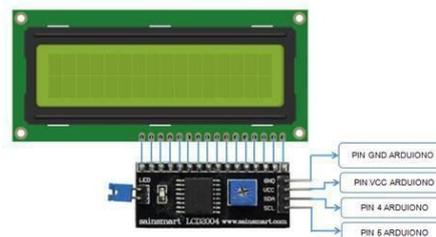
Gambar 6. Konfigurasi Driver Motor I298N



Gambar 7. Konfigurasi Pin Motor I298N



Gambar 8. Konfigurasi Sensor Efek Hall



Gambar 9. Konfigurasi LCD dan I2C LCD



Gambar

10.

Konfigurasi Push Button 1

Gambar 11. Konfigurasi Push Button 2

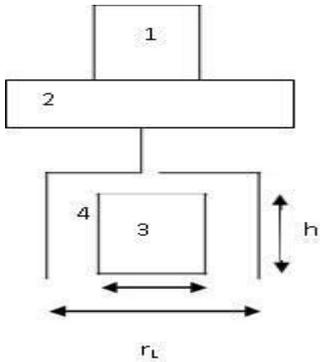
D. Prosedur Penelitian

Alat ini direncanakan untuk mengukur kekentalan oli mesin kendaraan bermotor, sekaligus menentukan kelayakannya sesuai dengan perubahan kekentalannya setelah oli tersebut dipakai. Untuk memperoleh besaran viskositas digunakan metode viskometer silinder sesumbu. Metode ini menghasilkan persamaan:

$$\eta = \frac{V \cdot I}{8\pi^2 \cdot f \cdot f_0 \cdot h} \left[\frac{1}{r_{D2}^2} - \frac{1}{r_{L2}^2} \right] \text{ cP}$$

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 12. Sistem Mekanis Viskometer Rotasi

Keterangan :

1. Motor DC
2. Penyangga
3. Silinder dalam
4. Silinder luar

Dengan nilai:

- Diameter silinder dalam (rD) : 5 cm
 Diameter silinder luar (rL) : 10 cm
 Tinggi silinder dalam (h) : 12 cm

Dari persamaan :

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

Diketahui nilai:

- V : 12 volt
 rD : 5 cm
 rL : 10 cm
 h : 12 cm
 f0 : 68 hz
 nilai f0 didapat saat motor diberi tegangan referensi 12 volt, sehingga:

$$\eta = \frac{12 \cdot I}{248,349 \cdot f \cdot 68 \cdot 0,12} \left[\frac{1}{0,0025} - \frac{1}{0,01} \right]$$

Diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\eta = \frac{12 \cdot I}{2026,52784 \cdot f} [400 - 100]$$

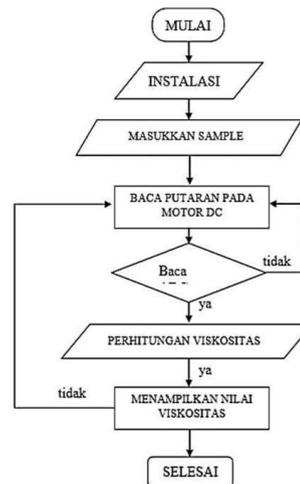
$$\eta = \frac{12 \cdot I}{2026,52784 \cdot f} \cdot 300$$

Dari nilai tersebut dapat diketahui nilai viskositas dengan mencari nilai arus dan frekuensi pada motor DC saat diberi sampel. Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan viskometer rotasi.
- Mengambil sampel oli dan memasukkannya pada silinder luar dan memasang pada viskometer rotasi.
- Menyalakan viskometer rotasi.
- Mengamati hasil pada LCD nilai viskositas, arus dan frekuensi selama 60 detik dan menunggu alat stabil.
- Mencatat hasil pada tabel.
- Mengulangi langkah 2-5 untuk sampel dengan variasi percampuran yang berbeda.

E. Diagram Alir Penelitian

Untuk lebih lengkapnya lagi metode penelitian dapat dilihat seperti pada diagram alir di bawah ini



Gambar 13. Diagram Alir Penelitian

Cara kerja alat ini yaitu: Menyiapkan viskometer rotasi terlebih dahulu dan menyiapkan sampel oli yang akan diuji. Lalu menekan salah satu tombol dan motor DC akan berputar. Sensor efek hall akan mendeteksi banyaknya putaran motor DC dan sensor arus ACS712 akan mendeteksi banyaknya arus yang mengalir pada motor DC.

Selanjutnya perhitungan viskositas akan dilakukan oleh arduino. Di dalam arduino sudah terdapat program untuk menghitung tingkat viskositas dari suatu cairan. Setelah selesai LCD akan menampilkan tingkat kekentalan dari oli tersebut.

PENGUJIAN

Untuk dapat mengetahui apakah alat ini dapat digunakan, maka dilakukan pengujian alat. Pengujian alat dilakukan dengan beberapa variasi kondisi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ketelitian alat saat digunakan. Untuk menentukan nilai masing-masing variabel digunakan rata-rata harmonik. Rata-rata harmonik digunakan saat data $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ dalam sebuah sampel berukuran n . Rata-rata harmonik dinyatakan dengan:

$$H = \frac{n}{\sum \left(\frac{1}{x_i}\right)} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \dots + \frac{1}{x_n}}$$

Dengan :

H : rata-rata harmonik

n : jumlah data

x_i : data tersaji



Keterangan :

1 = Tombol SAE 20

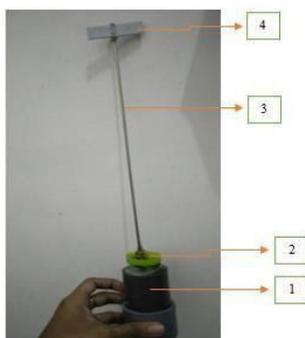
2 = Tombol SAE 10

3 = Tombol Baterai

4 = Tombol Power Supply

5 = LED Indikator

6 = LCD



Gambar 15. Bagian Sensor

Keterangan

1 = Motor DC dan Sensor Efek Hall

2 = Roda Gigi dan Magnet

3 = Batang Pengaduk

4 = Pengaduk

Pengguna terlebih dahulu harus memilih terlebih dahulu jenis *supply* yang akan digunakan dengan menekan salah satu push button. *Supply* terbagi menjadi dua yaitu baterai dan *power supply*. Lalu pengguna memilih tipe oli yang akan diuji dengan menekan push button. Jika pengguna sudah memilih tipe oli nya maka motor akan mulai berputar. Sensor arus juga akan mengukur jumlah arus yang mengalir dalam motor. Kecepatan, arus maupun frekuensi akan diolah oleh arduino. LCD akan menampilkan nilai viskositas.

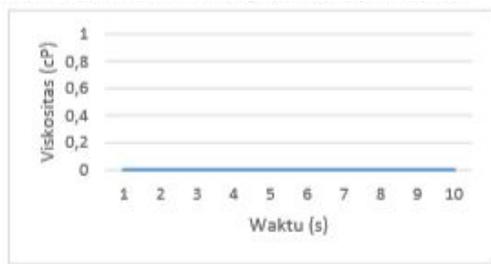
A. Pengujian Tanpa sampel

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu dalam kondisi tanpa beban. Dimana pengujian ini dilakukan tanpa memasukkan pengaduk ke dalam oli, atau dengan kata lain pengaduk dalam keadaan bebas. Hasil pengujian dalam kondisi terdapat pada Tabel 4.1, dimana parameter yang dijadikan acuan yaitu viskositas, frekuensi, dan arus.

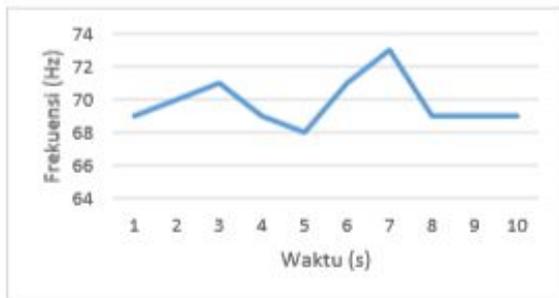
Tabel 1. Hasil pengujian tanpa sampel

Viskositas (cP)	Frekuensi (Hz)	Arus (mA)
0	69	0.09
0	70	0.08
0	71	0.08
0	69	0.12
0	68	0.09
0	71	0.08
0	73	0.09
0	69	0.07
0	69	0.12
0	69	0.09

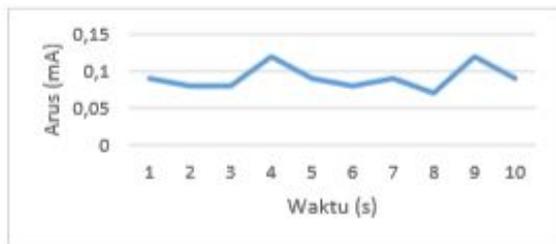
Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4.1, dapat diketahui jika viskositas yang dihasilkan yaitu 0 cP dengan nilai frekuensi rata-rata yang didapat sebesar 69,8 Hz dan arus 0.088 mA. Data-data tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk grafik hingga tampak seperti yang ada pada Gambar 16 untuk viskositas. Sedangkan Gambar 17 untuk frekuensi dan Gambar 18 untuk arus.



Gambar 16. Grafik viskositas tanpa sampel



Gambar 17. Grafik frekuensi tanpa sampel



Gambar 18. Grafik arus tanpa sampel

B. Pengujian dengan Federal Matic 30 ECO MAXX

Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan oli Federal Matic 30 Eco MAXX terdapat pada Tabel 2, dimana data yang ditampilkan diantaranya viskositas, frekuensi, arus, serta waktu dari pengujian.

Tabel 2. Hasil pengujian dengan Federal Matic 30 Eco MAXX

Viskositas (cP)	Frekuensi (Hz)	Arus (mA)
0	69	0.09
0	70	0.08
0	71	0.08
0	69	0.12
0	68	0.09
0	71	0.08
0	73	0.09
0	69	0.07
0	69	0.12
0	69	0.09

C. Pengujian dengan Evalube Runner

Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan oli Evalube Runner SAE 20W-40 terdapat pada Tabel 3, dimana data yang ditampilkan diantaranya viskositas, frekuensi, arus, serta waktu dari pengujian.

Tabel 3. Hasil pengujian dengan Evalube Runner

Evalube Runner SAE 20W-40			
Viskositas (cP)	Frekuensi (Hz)	Arus (mA)	Waktu (s)
153	27	0,62	1
158	27	0,64	2
162	27	0,63	3
170	25	0,63	4
156	27	0,63	5
158	26	0,62	6
167	25	0,62	7
165	26	0,62	8
172	24	0,62	9
160	26	0,6	10
Rata - Rata Viskositas = 162,1			

KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan, perancangan dan pengujian alat, dapat diambil kesimpulan dan memberikan saran demi

penyempurnaan penelitian ini. Setelah melakukan perencanaan, perancangan dan pengujian alat, dapat diambil kesimpulan dan memberikan saran demi penyempurnaan penelitian ini. Sistem pada alat ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu kontroller dan modul sensor. Bagian kontroller akan menampilkan hasil dari kekentalan yang didapat serta memberi perintah kepada motor DC untuk berputar melalui push button. Sedangkan pada bagian modul sensor terdapat motor DC, efek hall dan magnet. Output berupa perubahan kecepatan motor DC dan arus yang mengalir pada motor DC. Alat ini berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan alat ukur kekentalan yang sudah ada. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sistem yang disusun telah mampu menghitung tingkat kekentalan dari suatu oli yang berbeda tipe.

DAFTAR PUSTAKA

- 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