

ANALISIS KARAKTERISTIK PENGARUH SUHU DAN KONTAMINAN TERHADAP VISKOSITAS OLI MENGGUNAKAN *ROTARY VISCOMETER*

Rizky Hardiyatul Maulida*

Erika Rani*

Abstrak: Pada zat cair, ukuran partikel menentukan tingkat kekentalan (viskositas) dari cairan itu sendiri. Perbedaan viskositas pada zat cair menunjukkan fungsi zat cair tersebut. Contohnya viskositas air lebih rendah dari pada oli, hal itu menyebabkan air dapat dikonsumsi dan oli tidak. Masing-masing oli juga mempunyai viskositas berbeda sesuai dengan fungsi oli dan mesin yang digunakan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui oli yang viskositasnya lebih cepat menurun pada saat suhu yang diberikan semakin tinggi, serta mengetahui oli yang baik menurut penelitian tersebut. Hasil yang didapatkan dari penelitian pengaruh suhu terhadap viskositas oli adalah persamaan eksponensial untuk oli bensin yaitu oli A ($y = 1196.e^{-0.06x}$), oli B ($y = 1169.e^{-0.06x}$), oli C ($y = 919.7e^{-0.04x}$). Oli diesel yaitu oli D ($y = 522.9e^{-0.05x}$), oli E ($y = 1125.e^{-0.04x}$), dan oli F ($y = 849.9e^{-0.04x}$). Sedangkan untuk oli samping yaitu oli G ($y = 908.7e^{-0.05x}$), oli H ($y = 653.8e^{-0.05x}$), dan oli I ($y = 925.7e^{-0.06x}$). Berdasarkan grafik yang didapatkan dari data hasil penelitian dapat diketahui bahwa oli yang lebih cepat encer ketika dipanaskan hingga suhu 80°C adalah oli B (untuk oli bensin), oli D (untuk oli Diesel), dan oli H (untuk oli samping). Adapun oli yang baik adalah oli C (untuk oli bensin), oli E (untuk oli diesel), dan oli G (untuk oli samping).

Kata Kunci: Viskositas, Oli, *Rotary Viscometer*

PENDAHULUAN

Efisiensi dan efektifitas kinerja mesin kendaraan bermotor, dalam industri otomotif, sangat dipengaruhi oleh kondisi minyak pelumas yang digunakan. Salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengetahui kualitas minyak pelumas adalah viskositas (Wijaya, 2007).

Perubahan nilai viskositas terhadap kenaikan suhu merupakan suatu hal yang penting untuk dipertimbangkan di dalam berbagai jenis penerapan minyak pelumas (oli). oli yang ideal adalah oli yang nilai viskositasnya cukup untuk menghidupkan mesin secara mudah serta memiliki nilai yang tidak banyak berubah pada saat suhu operasi mesin naik.

Oleh sebab itu dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Karakteristik Pengaruh Suhu dan Kontaminan terhadap Viskositas Oli Menggunakan *Rotary Viscometer*”. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur nilai viskositas beberapa oli dengan perubahan suhu serta penambahan kontaminan di dalamnya. Penambahan kontaminan ini dilakukan secara bertahap. Pada tiap penambahan dicatat perubahan viskositas dan suhunya. Viskositas yang telah diperoleh dibuat suatu grafik hubungan viskositas terhadap perubahan suhu, serta pengaruh penambahan kontaminan terhadap nilai

* Jurusan Fisika, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

viskositas oli. Berdasarkan grafik pada penelitian tersebut dapat diketahui karakteristik dari masing-masing oli.

KAJIAN TEORI

Fluida

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir. Dimana fluida meliputi cairan, yang mengalir di bawah pengaruh gravitasi sampai menempati daerah terendah yang mungkin dari penampungnya, dan gas yang mengembang mengisi penampungnya tanpa peduli bentuknya (Sutrisno, 1997: 208).

Oli (Minyak Pelumas)

Oli pada suatu kendaraan memiliki beberapa sifat utama yaitu (Firmansyah, 2006):

a. Sebagai Pelumasan

Oli mesin melumasi permukaan metal yang bersinggungan dalam mesin dengan cara membentuk lapisan oli (*oil film*).

b. Sebagai Pendingin

Untuk melakukan pendinginan, oli mesin harus disirkulasi disekeliling komponen-komponen agar dapat menyerap panas dan mengeluarkannya dari mesin. Peredaran minyak pelumas (oli) tersebut dengan membawa panas yang bersikulasi kesegala arah sehingga pendinginan dapat terjadi.

c. Sebagai Perapat

Oli mesin membentuk semacam lapisan antara torak dan silinder. Ini berfungsi sebagai perapat (*seal*) yang dapat mencegah hilangnya tenaga mesin.

d. Sebagai Pembersih

Oli mesin akan membersihkan kotoran yang menempel tersebut untuk mencegah tertimbun dalam mesin.

e. Sebagai Penyerap Tegangan

Oli mesin menyerap dan menekan tekanan lokal yang bereaksi pada komponen yang dilumasi, serta melindungi agar komponen tersebut tidak menjadi tajam saat terjadinya gesekan-gesekan pada bagian-bagian yang bersinggungan.

Jenis-Jenis Minyak Pelumas

- 1) Minyak pelumas mineral, diperoleh dari minyak bumi dengan jalan penyulingan, dimana dari proses penyulingan tersebut didapatkan minyak pelumas dengan berbagai jenis kekentalan atau viskositasnya.
- 2) Minyak pelumas sintetis, dibuat dari hidrokarbon yang telah mengalami proses khusus. Maksudnya adalah bahwa minyak ini dibuat tidak hanya sama dengan minyak mineral, akan tetapi melebihi kemampuan minyak mineral. Melalui proses kimia dihasilkan molekul baru yang memiliki stabilitas termal, oksidasi dan kinerja yang optimal

- 3) Minyak pelumas semi-sintetis, diperoleh dengan cara mencampur (*blending*) antara minyak pelumas sintetis dengan minyak pelumas mineral. Sehingga diperoleh kombinasi dari pelumas mineral.

Klasifikasi Minyak Pelumas

Minyak pelumas mesin diklasifikasikan menjadi dua yaitu (Sudarmaji, 2007):

- 1) Klasifikasi Berdasarkan Kekentalan
Kekentalan dinyatakan dengan angka yang disebut dengan *indeks kekentalan*. Derajat kekentalan minyak pelumas dinyatakan dengan SAE (*Society Automotif Engine*)
- 2) Klasifikasi Berdasarkan Kualitas
Kualitas oli mesin diklasifikasikan sesuai dengan standart API (*American Petroleum Institute*). Klasifikasi API biasanya tercantum pada kemasan oli mesin untuk menambah tingkatan SAE sehingga pemilihan akan lebih mudah dilihat dari perbandingan kondisi pengoperasian kendaraan.

Viskositas

Viskositas dapat dianggap sebagai gerakan di bagian dalam (internal) suatu fluida (Zemansky, 1982).

Viskositas terdapat pada zat cair maupun gas, dan pada intinya merupakan gaya gesekan antara lapisan-lapisan yang bersisian pada fluida saat lapisan-lapisan tersebut bergerak satu melewati yang lainnya. Pada zat cair, viskositas terutama disebabkan oleh gaya kohesi antara molekul. Pada gas, viskositas muncul dari tumbukan antar molekul. Fluida yang berbeda memiliki besar viskositas yang berbeda, dan zat cair pada umumnya jauh lebih kental dari gas.

Pengaruh Suhu terhadap Viskositas

Sifat yang disebut viskositas fluida ini merupakan ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Viskositas suatu gas bertambah dengan naiknya temperatur, karena makin besarnya aktivitas molekuler ketika temperatur meningkat. Sedangkan pada zat cair, jarak antar molekul jauh lebih kecil dibanding pada gas, sehingga kohesi molekuler disitu kuat sekali. Peningkatan temperatur mengurangi kohesi molekuler dan ini diwujudkan berupa berkurangnya viskositas fluida (Olson, 1993: 21).

Viskositas Oli

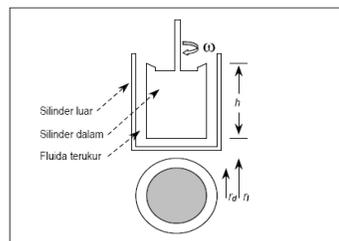
Salah satu faktor terpenting yang harus dimiliki oleh minyak pelumas adalah viskositasnya. Jika viskositas minyak pelumas rendah maka minyak pelumas tersebut akan mudah terlepas akibat besarnya tekanan dan kecepatan dari bagian-bagian yang bergerak dan saling bergesekan tersebut. Dan jika minyak pelumas menjadi terlepas karenanya, maka akan menimbulkan gesekan antara logam dengan logam secara langsung yang berarti memperbesar gesekan dan mempercepat keausan dari bagian-bagian yang bergerak tersebut ((Hidayat, 2008).

Rotary Viscometer

Viskometer merupakan alat untuk mengukur viskositas suatu fluida. Model viskometer yang umum digunakan berupa viskometer bola jatuh (menggunakan hukum *Stokes*), tabung (pipa kapiler) yang mengukur viskositas berdasarkan tekanan dalam aliran pipa, dan sistem rotasi.

Viskometer rotasi silinder sesumbu (*concentric cylinder*) dibuat berdasarkan 2 standar, sistem Searle dimana silinder bagian dalam berputar dengan silinder bagian luar diam dan sistem Couette dimana bagian luar silinder yang diputar sedangkan bagian dalam silinder diam. Fluida yang akan diukur ditempatkan pada celah diantara kedua silinder.

Instrument viscometer rotasi ada 2 macam yaitu Mac Michael dan Stormer. Kedua instrument tersebut terdiri dari 2 silinder konsentris dengan diameter berbeda sehingga terdapat celah sebagai tempat cairan yang akan diukur nilai viskositasnya. Seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Viskometer Rotasi Silinder Sesumbu

Pada tipe Mac Michael, silinder terluar diputar dengan kecepatan konstan. Karena terdefleksi, silinder dalam akan berputar melawan pegas yang terpasang di ujung subu tetap. Pergerakan inilah yang menjadi dasar pengukuran kekentalan cairan. Dengan mengetahui besar defleksi yang terjadi serta besar kecepatan putarnya, nilai viskositas akan dapat dicari. Pada tipe Stormer, silinder yang ada di bagian dalam diputar oleh mekanisme balok yang diikat sedemikian rupa sehingga ketika gaya (F) balok kebawah tepat sama besar dengan gaya geser fluida maka silinder dalam tepat mulai bergerak. Waktu yang diperlukan per satu revolusi inilah yang menjadi dasar pengukuran (Pudyasmara. 2006).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah studi eksperimental, dengan melakukan pendekatan penelitian secara kuantitatif yang disertai dengan perancangan alat untuk didapatkan hasil penelitian. Analisis hasil penelitian dideskripsikan dari hubungan nilai viskositas dengan perubahan suhu serta penambahan kontaminan (serbuk besi) pada oli.

Alat dan Bahan

Rotary viscometer, *beaker glass*, *thermometer* digital, pemanas, pengaduk batang magnetic, *electronic kitchen scale*, oli (yaitu oli bensin, oli diesel, dan oli samping), serbuk besi (Fe) dan bensin.

Perancangan Alat



Gambar 2. Susunan Alat dan Bahan

Susunan alat dan bahan pada penelitian disesuaikan dengan gambar. *Rotary viscometer* harus disesuaikan sampai jarum menunjuk pada skala nol. Kemudian putaran silinder diputar dengan hati-hati. Selanjutnya, *viscometer* direndahkan sampai permukaan cairan tepat mencapai tanda kalibrasi pada putaran *body* di setiap kotak. Kemudian pemanas dinyalakan hingga mencapai suhu yang diinginkan, kemudian aduk perlahan-lahan cairan yang akan diukur viskositasnya dengan pengaduk magnetik supaya cepat mencapai distribusi panas yang seragam. Suhu harus selalu diukur langsung disekitar rendaman silinder. Setelah suhu percobaan telah tercapai, pemanas dimatikan. Suhu harus tetap konstan selama beberapa menit sebelum pengukuran dimulai, sebagai rendaman silinder harus berada dalam kesetimbangan termal dengan cairan. Ketika kesetimbangan termal telah tercapai, nonaktifkan pengaduk magnetik dan tentukan viskositas cairannya. Setelah dilakukan pengukuran, selalu dibersihkan bar *viscometer* dan silinder berputar dengan hati-hati menggunakan bensin.

Prinsip Kerja *Rotary Viscometer*

Sistem mekanik dari *Rotary Viscometer* adalah: motor DC yang ada di atas alat dihubungkan dengan poros dan pegas. Dimana pada bagian atas pegas dihubungkan dengan piringan skala dan pada bagian bawah pegas dihubungkan dengan jarum penunjuk. Sedangkan pada pegas itu sendiri dihubungkan pula dengan poros yang menghubungkan dengan spindel *rotary viscometer*.

Ketika alat dihidupkan dan pada spindel diberi suatu cairan, maka motor DC akan menggerakkan poros dan pegas juga akan berputar, begitu pula spindel karena berada pada poros yang sama. Ketika zat cair (oli) dikenakan pada spindel yang sedang berputar, maka pergerakan spindel akan terhambat. Kemudian pergerakan spindel akan lebih lambat bila dibandingkan pergerakan pegas. Perbedaan pergerakan tersebut menyebabkan jarum menunjuk pada skala *rotary viscometer* sehingga didapatkan viskositas dari zat cair (oli) tersebut.

Adapun persamaan dari alat adalah

$$F = \eta A \frac{v}{l}$$

$$\eta = \frac{\text{tegangangan geser}}{\text{laju regangan}} = \frac{F/A}{v/l}$$

Dimana F adalah gaya yang diberikan pada alat untuk menggerakkan spindel, A adalah luas permukaan dari zat cair, v adalah kecepatan putar spindel, dan l adalah panjang spindel.

Teknik Analisis Data

Data yang telah didapatkan dari penelitian kemudian diolah dan dianalisis. Nilai yang dihasilkan dari penelitian ini adalah nilai viskositas dan suhu, dimana nilai viskositas ini didapatkan dari perubahan suhu yang diberikan pada oli. Adapun teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskripsi dengan menggunakan persamaan dari grafik hubungan antara suhu dengan viskositas. Selain itu, pada penelitian ini juga diberikan kontaminan sehingga tidak hanya pengaruh suhu terhadap viskositas yang dihasilkan, tapi penambahan kontaminan yang juga dapat mempengaruhi nilai viskositas dari oli tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan 3 perlakuan:

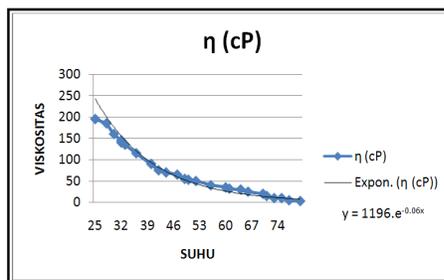
1. Mengukur viskositas oli dengan perubahan suhu,
2. Mengukur viskositas oli dengan penambahan kontaminan
3. Mengukur viskositas oli yang telah tercampur kontaminan dengan variasi suhu yang diberikan,

HASIL DAN PEMBAHASAN

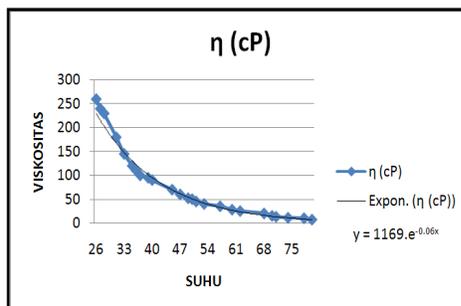
1. Oli Bensin

Grafik pengaruh suhu terhadap viskositas oli bensin:

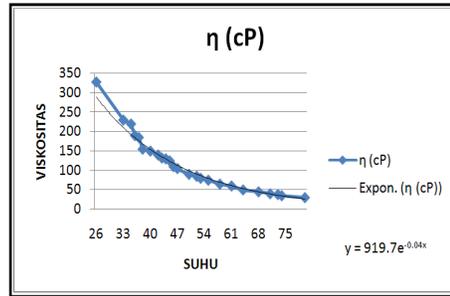
- Oli A



- Oli B

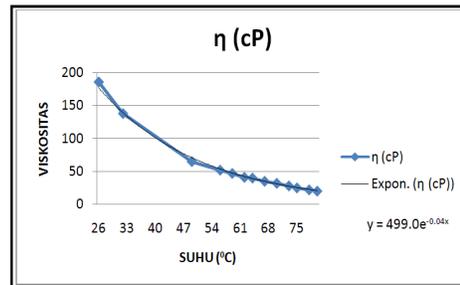


- Oli C

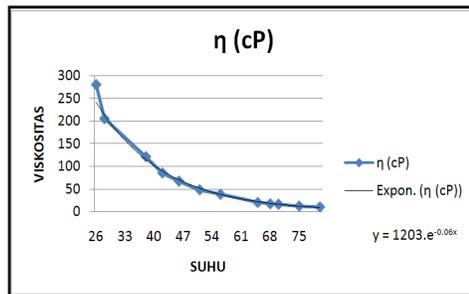


Grafik pengaruh penambahan kontaminan Fe= 6g terhadap viskositas oli:

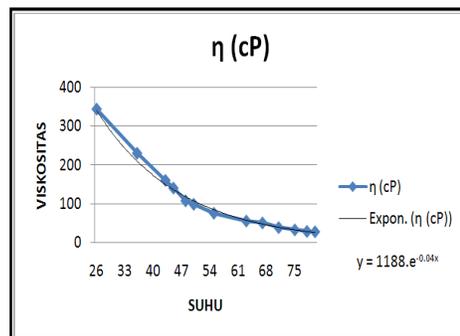
- Oli A



- Oli B



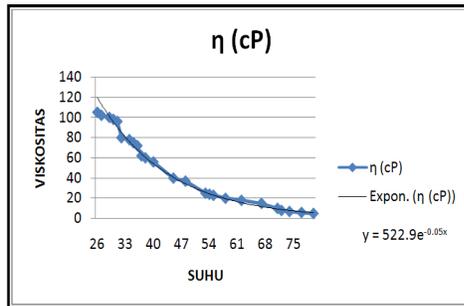
- Oli C



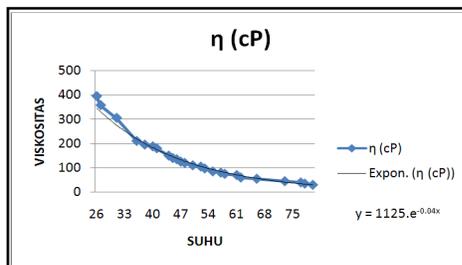
2. Oli Diesel

Grafik pengaruh suhu terhadap viskositas oli diesel:

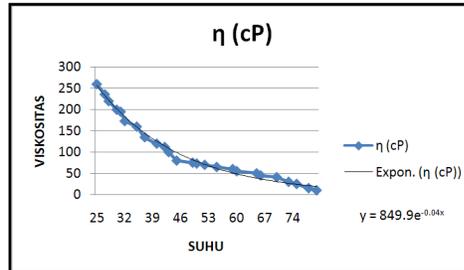
- Oli D



- Oli E

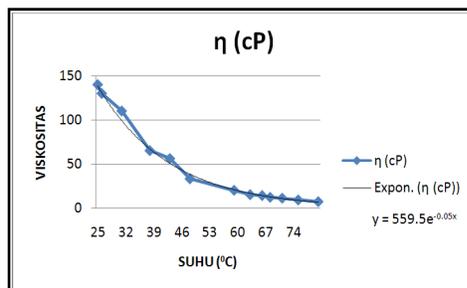


- Oli F

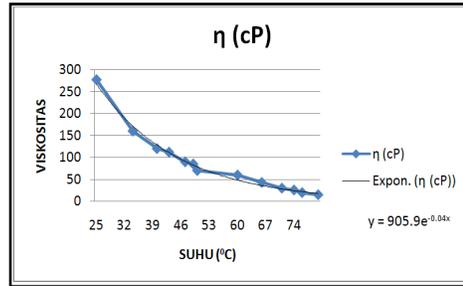


Grafik pengaruh penambahan kontaminan Fe= 6g terhadap viskositas oli:

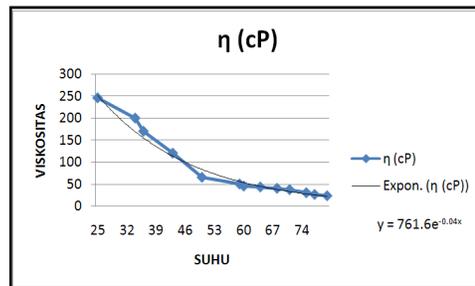
- Oli D



- Oli E



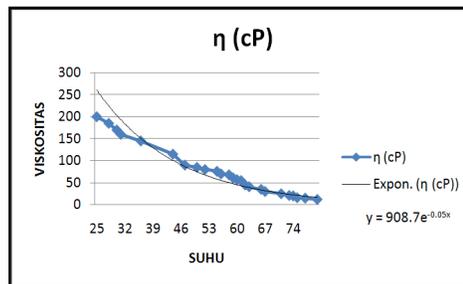
- Oli F



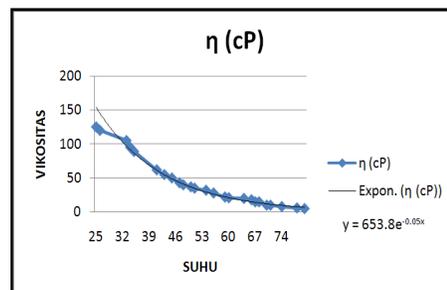
Oli Samping

Grafik pengaruh suhu terhadap viskositas oli samping (dua tak):

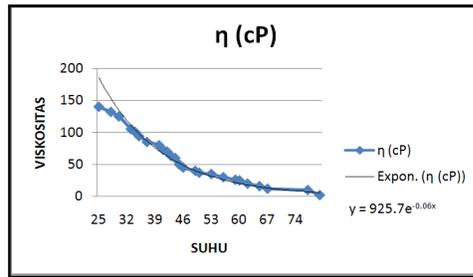
- Oli G



- Oli H

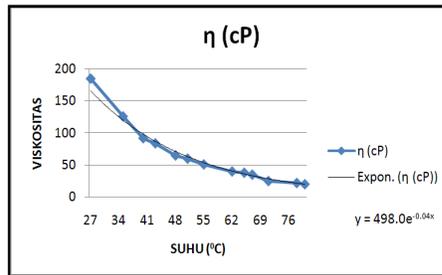


• Oli I

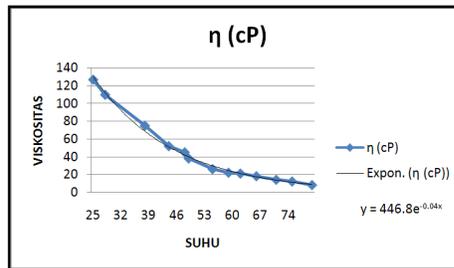


Grafik pengaruh penambahan kontaminan Fe= 6g terhadap viskositas oli:

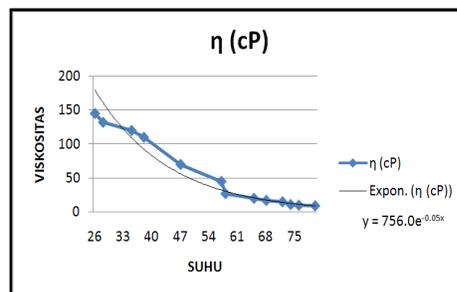
• Oli G



• Oli H



• Oli I



ANALISIS HASIL

Data yang diperoleh dari penelitian adalah viskositas oli dan perubahan suhu yang diberikan, dari beberapa perlakuan. Kemudian data dari pengaruh suhu dan penambahan kontaminan tersebut dibuat suatu grafik. Berdasarkan grafik yang diperoleh tersebut, menunjukkan bahwa pada saat oli diberikan suhu yang tinggi (dipanaskan), maka viskositas dari oli tersebut akan menurun dan oli akan menjadi lebih encer. Sedangkan pada saat penambahan kontaminan ke dalam oli, maka semakin banyak kontaminan yang tercampur ke dalam oli maka viskositas oli akan semakin bertambah.

Adapun analisis statistik dari grafik eksponensial tersebut menunjukkan signifikansi 0.000 untuk semua jenis oli. Dimana jika signifikansi kurang dari 0.05 maka H_0 ditolak, sedangkan 0.000 kurang dari 0.05 dan hal tersebut berarti suhu berpengaruh terhadap viskositas oli. Adapun pengaruh tersebut sesuai dengan persamaan eksponensial dari masing-masing grafik, dimana kenaikan viskositas tidak akan menyentuh sumbu-y, dan penurunan viskositas dengan bertambahnya suhu juga tidak akan mencapai nol (mencapai tepat di garis sumbu-x).

Penurunan nilai viskositas oli akibat kenaikan suhu tersebut dikarenakan molekul-molekul zat cair (seperti oli) jaraknya berdekatan dengan gaya kohesi yang kuat antara molekul, dan hambatan terhadap gerak relative antara lapisan-lapisan fluida yang bersebelahan berhubungan dengan gaya antar molekul ini. Dengan meningkatnya temperatur, gaya kohesi ini berkurang dan mengakibatkan berkurangnya hambatan terhadap gerakan. Hal ini karena viskositas adalah indeks dari hambatan tersebut, maka viskositas berkurang dengan meningkatnya temperatur (Munson, 2003).

Sedangkan kekentalan atau viskositas dari minyak pelumas dianggap sesuai dengan kebutuhan jika masih tetap tinggi meski terkena suhu atau temperatur yang tinggi akibat bekerjanya mesin dan masih mampu pula menahan beban maksimum (Hidayat, 2008: 74).

Berdasarkan hal tersebut, oli bensin pada saat suhu dinaikkan hingga 80°C, viskositas oli yang tetap tinggi adalah oli C dengan viskositas sebesar 30 cP. Ketika diberi suatu kontaminan, untuk 6g serbuk besi dengan perubahan suhu, viskositas oli C tetap tinggi yaitu sebesar 27 cP.

Pada oli diesel, ketika suhu dinaikkan hingga 80°C, viskositas oli yang tetap tinggi adalah oli E dengan viskositas sebesar 30 cP. Ketika diberi suatu kontaminan, untuk 6g serbuk besi dengan perubahan suhu, viskositas oli yang tetap tinggi adalah oli F yaitu sebesar 23 cP.

Pada oli dua tak, ketika suhu dinaikkan hingga 80°C, viskositas oli yang tetap tinggi adalah oli G dengan viskositas sebesar 12 cP. Ketika diberi suatu kontaminan, untuk 6g serbuk besi dengan perubahan suhu, viskositas oli yang tetap tinggi adalah oli G yaitu sebesar 20 cP.

Dari penelitian tersebut juga dapat diketahui bahwa viskositas oli mesin (baik oli bensin maupun diesel) lebih besar dari viskositas oli samping (dua tak). Hal tersebut dikarenakan oli mesin dan oli samping mempunyai sifat dan fungsi yang berbeda. Oli mesin harus memiliki kekentalan atau viskositas yang tinggi, tidak mudah terbakar, tidak mudah mengalami oksidasi, dan tidak berbusa akibat putaran tinggi yang terjadi di

dalam mesin. Selain itu oli mesin berfungsi melindungi bagian dalam atau onderdil mesin dari karat atau korosi yang disebabkan oleh zat cair di dalam pelumas serta sifat asam yang merupakan hasil sisa pembakaran dengan suhu tinggi di dalam mesin (Hidayat, 2008: 80).

Sedangkan oli samping digunakan untuk campuran bensin atau bahan bakar dan biasa dipakai pada sepeda motor dua tak. Oli samping mempunyai sifat mudah terbakar dan digunakan untuk mempertinggi kesempurnaan pembakaran, dan berfungsi mempermudah start mesin sehingga harus memiliki viskositas yang rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan grafik yang diperoleh dari penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai viskositas dari masing-masing oli adalah: untuk oli bensin, yaitu oli A viskositasnya 195cP, oli B viskositasnya 260cP, dan oli C viskositasnya 328cP. Oli diesel, yaitu oli D viskositasnya 105 cP, oli E viskositasnya 394 cP, dan oli F viskositasnya 328cP. Sedangkan untuk oli samping (dua tak), yaitu oli G viskositasnya 200cP, oli H viskositasnya 125 cP, dan oli I viskositasnya 140 cP.

Nilai viskositas dari masing-masing oli setelah suhu dinaikkan menjadi 80⁰C adalah untuk oli bensin, yaitu oli A viskositasnya 3cP, oli B viskositasnya 7cP, dan oli C viskositasnya 30cP. Oli diesel, yaitu oli D viskositasnya 5 cP, oli E viskositasnya 30 cP, dan oli F viskositasnya 10 cP. Sedangkan untuk oli samping (dua tak), yaitu oli G viskositasnya 12 cP, oli H viskositasnya 5 cP, dan oli I viskositasnya 2 cP.

Kemudian setelah diberi kontaminan hingga 6g pada suhu awal, viskositasnya adalah sebagai berikut: untuk oli bensin, yaitu oli A viskositasnya menjadi 186 cP, oli B viskositasnya menjadi 280 cP, dan oli C viskositasnya menjadi 344 cP. Oli diesel, yaitu oli D viskositasnya menjadi 140 cP, oli E viskositasnya menjadi 277 cP, dan oli F viskositasnya menjadi 246 cP. Sedangkan untuk oli samping (dua tak), yaitu oli G viskositasnya menjadi 185 cP, oli H viskositasnya menjadi 127 cP, dan oli I viskositasnya menjadi 145 cP.

3. Berdasarkan grafik yang didapatkan dari data hasil penelitian dapat diketahui bahwa oli yang lebih cepat encer ketika dipanaskan hingga suhu 80⁰C adalah oli B (untuk oli bensin), oli D (untuk oli Diesel), dan oli H (untuk oli samping).
4. Berdasarkan data dan grafik yang didapatkan dari penelitian dapat diketahui pula oli yang baik adalah oli C (untuk oli bensin), oli E (untuk oli diesel), dan oli G (untuk oli samping)

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W. 2006. *Pedoman Untuk Mencari Sumber Kerusakan, Merawat dan Menjalankan Kendaraan Bermotor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

- Boentarto. 1993. *Cara Pemeriksaan, Penyetelah dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Andi Offset
- Budianto, A. 2008. *Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN. Diakses tanggal 11 Januari 2010
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar; Konsep-Konsep Inti*, Jilid 2. Jakarta: Erlangga
- Freedman, R. 2002. *Fisika Universitas*; Edisi kesepuluh; Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Firmansyah, I. 2006. *Analisis Sistem Pelumas pada Mesin Honda Civic 16 Valve*. Proyek Akhir. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Diakses: 11 Januari 2010
- Giancoli, D. 1998. *Fisika*; Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Halliday, D. 1984. *Fisika*; Edisi Ketiga Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Hidayat, B. 2008. *Teknik Perawatan, Pemeliharaan dan Reparasi Sepeda Motor*. Yogyakarta: Absolut
- Munson, B. 2003. *Mekanika Fluida*; Edisi Keempat; Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Noval. 2006. *Teknik Merawat dan Memperbaiki Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin dan Modifikasi Mobil*. Yogyakarta: Absolut
- Olson, R. 1993. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*; edisi Kelima. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Pribawani, Y. 2004. *Alat Pengukur Viskositas Minyak Pelumas*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Elektro Univ. Brawijaya
- Pudyasmara, A. 2006. *Perencanaan dan Pembuatan Viscometer menggunakan Pemutar*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Fisika Univ. Brawijaya
- Sherwood, T. Prausnitz, M. dan Reid, C. 1990. *Sifat Gas dan Zat Cair*, Edisi Ketiga. Jakarta: Pt. Gramedia Pustaka Utama
- Sudarmaji. 2007. *Analisa Gangguan dan Cara Mengatasi Sistem Pelumasan Mazda MR 90*. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Diakses tanggal 18 Januari 2010
- Sutrisno. 1997. *Fisika Dasar; Mekanika*. Bandung: ITB

Tipler. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*; Jilid 1. Jakarta: Erlangga

Ullyana, C. 2002. *Alat Pengukur Viskositas Minyak Pelumas dengan Menggunakan Rotasi Piringan Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang: Fakultas Teknik Univ. Brawijaya

Zemansky, M. dan Sears, W. 1994. *Fisika Untuk Universitas 1; Mekanika, Panas, Bunyi*. Jakarta: Binacipta