

ANALISA KARAKTERISTIK VISKOSITAS DAN KONDUKTIVITAS TERMAL OLI YAMALUBE BARU DAN OLI YAMALUBE BEKAS BESERTA PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA MOTOR YAMAHA MIO J 115 CC TAHUN 2014

Galang Wegik B^a, Teddy nurcahyadi, S.T.,M.Eng^b, Tito Hadji Agung Santosa, S.T.,M.T.^c
Jurusan Teknik Mesin, fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
e-mail: gwegik@gmail.com

Intisari

Pelumasan merupakan sarana pokok dari mesin untuk bekerja pada sebuah mesin sepeda motor secara optimal. Semakin baik kualitas pelumas yang digunakan maka performa daya tahan mesin semakin baik. Sebagai pelumas, oli melumasi seluruh komponen yang bergerak di dalam mesin untuk mencegah terjadinya kontak langsung antar komponen yang terbuat dari logam. Bersifat sebagai pendingin, pelumas juga harus mampu mengurangi panas yang ditimbulkan oleh gesekan antar logam pada mesin yang bergerak. Banyaknya masyarakat yang mengabaikan pemeliharaan mesin berakibat menurunnya peforma mesin. Dari latar belakang itulah penelitian ini dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara eksperimental tentang pengaruh viskositas dan konduktivitas termal terhadap pelumas YAMALUBE Baru dan YAMALUBE bekas terhadap kinerja sepeda motor. Pengambilan data meliputi karakteristik viskositas pada variasi temperatur kamar, 45°C, 55°C, 65°C dan 75°C, konduktivitas termal pada variasi 30°C, 40°C, dan 50°C, daya, torsi dan konsumsi bahan bakar dengan rute jarak tempuh sejauh 5 km pada kecepatan 40 km/jam.

Dari hasil pengujian ditunjukkan viskositas oli baru paling tinggi dan konduktivitas termal oli bekas paling tinggi. Daya maksimum diperoleh oli baru dengan besar 7.4 HP pada torsi 9.49 N.m dengan konsumsi bahan bakar 1 liter sejauh 46 km dan daya terendah diperoleh oli bekas dengan besar 7.2 HP pada torsi 10.00 N.m dengan konsumsi bahan bakar 1 liter sejauh 41.7 km. Dapat disimpulkan dari data yang diperoleh bahwa oli baru dan oli bekas memiliki nilai karakteristik yang bervariasi.

Keywords : Pelumasan, Viskositas, Konduktivitas termal, Daya, Torsi

Kata Kunci : Viskositas, konduktivitas, torsi, daya, dan konsumsi BBm

1. PENDAHULUAN

Minyak pelumas digunakan untuk menghindari terjadinya gesekan langsung antar logam pada mesin, sehingga tingkat keausan logam dan tingkat kerusakan mesin dapat dikurangi. Untuk mendapatkan minyak pelumas yang sempurna, karakteristik dan jenis oli yang digunakan harus diperhatikan. Oli dapat mengalami perubahan kekentalan saat terjadinya perubahan temperatur. Hal ini disebabkan oleh molekul penyusun suatu fluida mendapat energi termal dari luar (*eksternal*) yang menyebabkan ikatan antar molekul sejenis (kohesi) semakin kecil (Olson, 1993). Semakin tinggi temperatur oli, kekentalanya akan semakin menurun. Oleh karena itu pemilik sepeda motor harus lebih teliti dalam memilih oli mesin, apabila salah pilih oli artinya fungsi minyak pelumas tidak akan bekerja secara maksimal.

Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh minyak pelumas terhadap unjuk kerja motor, maka Tugas Akhir ini melakukan penelitian menggunakan 10 oli bekas YAMALUBE dan 1 li baru YAMALUBE. Pemilihan oli YAMALUBE karena relatif banyak tersedia dipasaran dan juga cukup banyak kosumennya, sedangkan pabrikan merek Yamaha sendiri memberikan rekomendasi untuk para pengguna kendaraan sepeda motor Yamaha yaitu merek oli YAMALUBE. Oleh karena itu peneliti memilih oli tersebut untuk diteliti viskositas dan konduktivitas termalnya serta untuk mengetahui pengaruh terhadap kinerja mesin sepeda motor yamaha Mio J 115 cc, maka kesepuluh oli bekas dan satu oli baru tersebut dilakukan pengujian daya, torsi dan konsumsi bahan bakar.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka peneliti merumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbedaan karakteristik viskositas dan konduktivitas termal oli baru dan oli bekas pada oli Yamalube yang telah digunakan pada sepeda motor merek Yamaha Mio J 115 cc?
2. Bagaimana pengaruh viskositas dan konduktivitas termal oli mesin Yamalube 1 baru dan Yamalube 10 bekas terhadap kinerja mesin sepeda motor Yamaha Mio J 115 cc?

1.2. Batasan Masalah

Agar tujuan penelitian tidak jauh menyimpang maka penulis membuat batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk tipe motor adalah Yamaha Mio J 115 cc.
2. Oli yang digunakan untuk penelitian adalah oli baru dan oli bekas merek Yamalube khusus sekuter metik.
3. Sepeda motor yang digunakan untuk pengujian penelitian adalah Yamaha Mio J 115 cc.
4. Hasil pengukuran dilakukan hanya pada viskositas dan konduktivitas termal pada setiap sampel oli baru dan bekas.
5. Analisa pengaruh sepeda motor Yamaha Mio J 115 cc dibatasi pada konsumsi bahan bakar, akselerasi motor, kecepatan maksimal motor, dan temperatur kinerja mesin.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

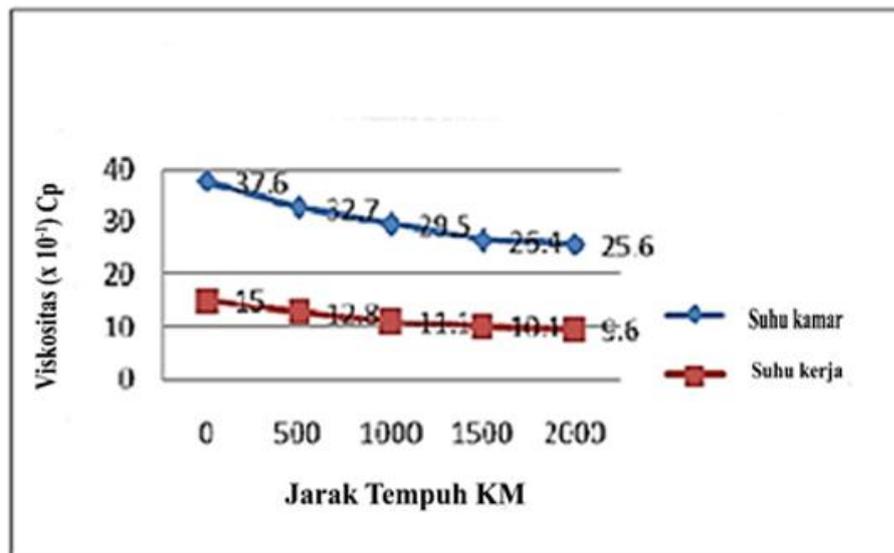
- a) Untuk mengetahui perbedaan Karakteristik antara oli YAMALUBE baru dan oli YAMALUBE bekas terhadap sepeda motor merek Yamaha Mio J 115 cc.
- b) Mengetahui pengaruh sampel oli terhadap kinerja mesin sepeda motor merek Yamaha Mio J 115 cc.
- c) Mengetahui pengaruh sampel oli terhadap konsumsi bahan bakar pertamax pada sepeda motor merek Yamaha Mio J 115 cc.

1.4. Manfaat Penelitian

- a) Mengetahui karakteristik pelumas dan memberikan terhadap pengguna sepeda motor agar memilih pelumas yang tepat bagi kendaraan.
- b) Mengetahui kemampuan batasan pemakaian pelumas dari nilai viskositasnya.
- c) Memberikan informasi terhadap perbedaan viskositas dan konduktivitas termal pada pelumas baru dan pelumas bekas
- d) Memberikan masukan kepada rekan rekan yang ingin meneliti lebih lanjut mengenai pengaruh viskositas dan konduktivitas oli, merek oli dan jenis motor lainnya.

2. DASAR TEORI

Penelitian berikut membahas tentang pengaruh karakteristik dari sampel oli yang diuji dengan menganalisa pengaruhnya terhadap kinerja sepeda motor. Untuk mendukung penelitian ini maka dibutuhkan beberapa penelitian terdahulu. Menurut Arisandi (2012) pada pelumas semi sintetik pada suhu kamar dari 0 km sampai 2000 km mengalami penurunan yang cenderung stabil dan juga pada suhu kerja dari 0 km sampai 2000 km viskositas penurunan pelumas stabil. Pelumas pada suhu kamar cenderung mengalami penurunan yang cukup signifikan sedangkan pada suhu kerja cenderung setabil, hal ini karena pada temperatur kamar viskositas pelumas tinggi sehingga penurunan viskositas yang drastis akan terlihat. Pada suhu kerja viskositas pelumas sudah turun, sehingga kalau terjadi penurunan viskositas tidak terlalu signifikan.



Gambar 2.1. Grafik perbandingan viskositas pelumas semi sintetik pada suhu kamar dan kerja (Arisandi, 2012)

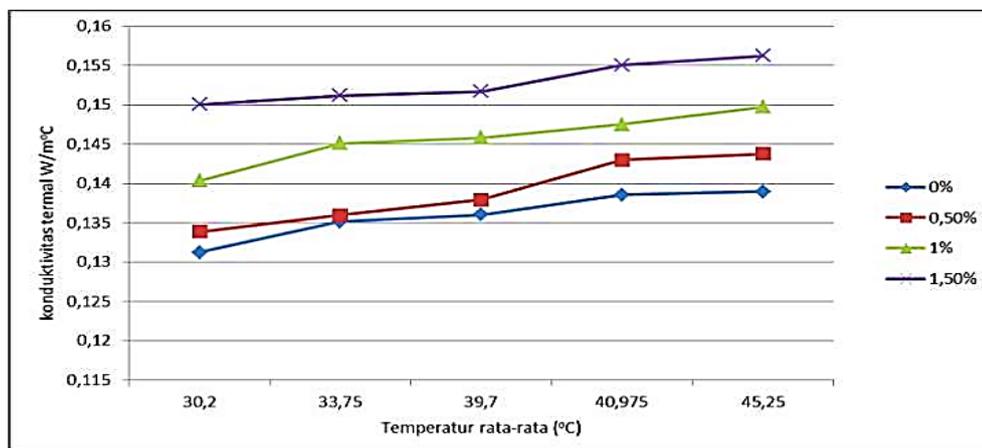


Gambar 2.1. Kurva viskositas oli mesin terhadap suhu (Fuad, 2011)

Gambar 2.1. menunjukkan profil kurva setiap jenis SAE (*Society of Automotive Engineers*) oli mesin, dari mulai SAE dengan kode yang rendah sampai SAE kode yang tertinggi. Dari grafik tersebut terlihat bahwa perbedaan yang nyata mengenai kekentalan dari setiap jenis SAE oli mesin hanya terjadi pada suhu rendah dibawah 40°C. Pada grafik diatas kekentalan semua jenis SAE oli mesin menuju ke satu garis lurus (Fuad, 2011).

Menurut Irawansyah dan Kamal (2015) yang melakukan penelitian terhadap fluida nano TiO₂/oli termo XT32 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan fraksi volume terhadap konduktivitas termalnya. Alat yang digunakan untuk

pengujian adalah *thermal conductivity for liquids and gases unit* PA Hilton 1111 dengan mengamati perbedaan temperatur pada celah sempit antara plug (T1) dan jacket (T2). Pengambilan data konduktivitas termal dengan memvariasikan temperatur dan fraksi volume 0,5%, 1%, dan 1,5%. Adapun data yang diperoleh pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Grafik hubungan antara temperatur dan fraksi volume terhadap konduktivitas termal (Irawansyah dan Kamal, 2015)

Pada gambar 2.2. menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi fraksi volume partikel nano dan temperatur akan menyebabkan peningkatan nilai konduktivitas termal fluida nano dengan semakin tingginya konsentrasi fraksi volume dan temperatur, maka akan semakin besar nilai konduktivitas termalnya.

2.1. Predictive Maintenance

Predictive Maintenance merupakan perawatan yang bersifat prediksi, hal tersebut merupakan evaluasi dari perawatan berkala (*Preventif Maintenance*). Proses mendeteksi dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi untuk menambah data sebagai evaluasi dan tindakan perbaikan selanjutnya.

2.2. Analisa Minyak Pelumas

Analisa minyak pelumas telah menjadi bagian penting untuk pemeliharaan preventive. Untuk menentukan kondisi pelumas fil yang sangat penting untuk operasi mesin kendaraan. Biasanya 10 kali tes dilakukan pada sampel minyak pelumas.

1. Viskositas.
2. Kontaminasi.
3. Dilusi BBM
4. Padatan konten.
5. Jelaga BBM.

6. Oksidasi
7. Notrasi.
8. Total Acid Number
9. Jumlah Total Base
10. Kandungan partikel.

2.3. Pengertian Oli

Oli (Pelumas) merupakan zat kimia yang berupa cairan, diberikan pada dua benda yang bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat kimia ini merupakan fraksi dari hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat *celcius*. Pelumas memiliki fungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan antara dua permukaan yang berhubungan. Pada umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Penggunaan pelumas yang paling utama adalah oli mesin yang dipakai oleh mesin. Fungsi utamanya untuk melumasi dan mengurangi gesekan, meningkatkan efisiensi, mengurangi keausan mesin, dan sebagai pendingin mesin dari panas yang timbul akibat gesekan.

2.4. Viskositas

Viskositas adalah istilah ilmiah yang menggambarkan resistensi terhadap aliran fluida. Ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida bergerak atau benda padat yang bergerak di dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, maka makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Viskositas dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk ukuran dan bentuk molekul, interaksi di antara mereka, dan suhu. Viskositas cairan akan menimbulkan gaya gesekan antara bagian atau lapisan cairan yang bergerak satu terhadap yang lain. Hambatan atau gesekan yang terjadi ditimbulkan oleh gaya kohesi dalam zat cair. (Yazid, 2005).

2.4.1. Faktor–Faktor Yang Mempengaruhi Viskositas

Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut: (Bird, 1987).

- a. Tekanan.
- b. Temperatur
- c. Kehadiran zat lain
- d. Ukuran dan berat molekul
- e. Berat molekul
- f. Kekuatan antar molekul
- g. Konsentrasi larutan

2.4.2. Alat Ukur viskositas

1. Viskometer *Oswald*
2. Viskometer *Hoppler*
3. Viskometer *Cup dan Bob*
4. Viskometer *Cone dan Plate*

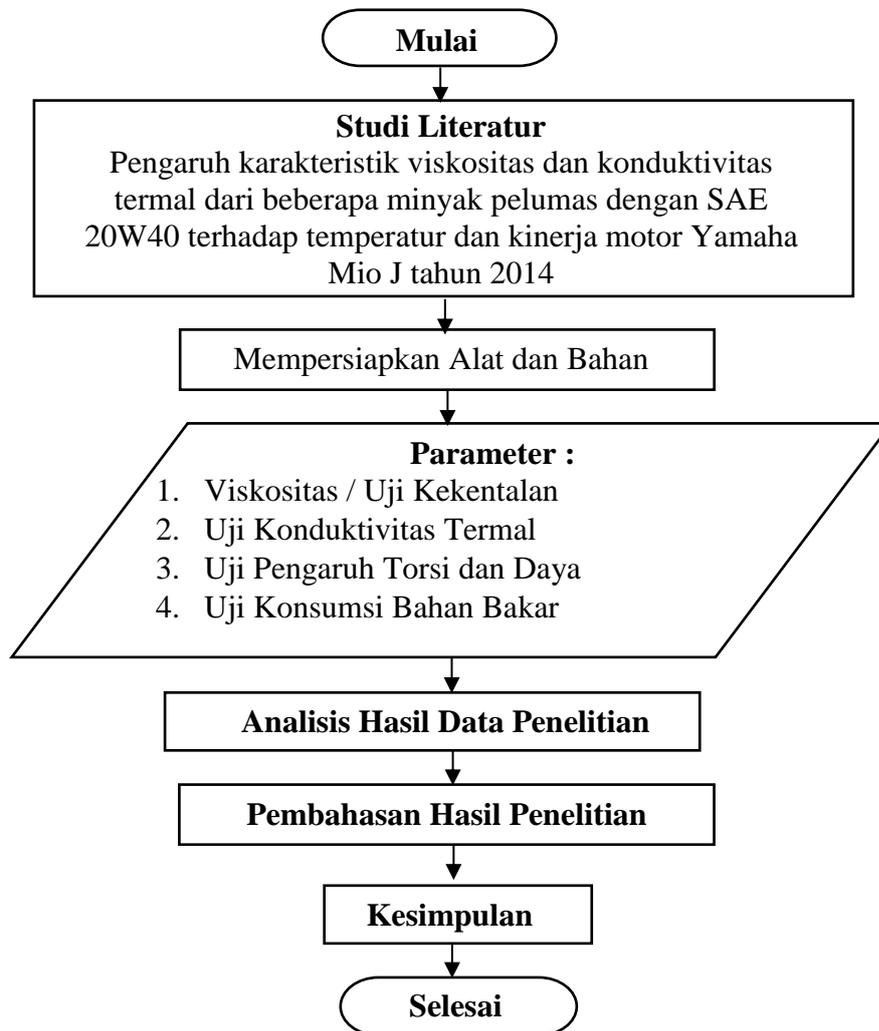
2.5. Konduktivitas Thermal

Konduktivitas termal yaitu ilmu untuk mengetahui perpindahan energi karena perbedaan suhu diantara benda atau material, dan juga menunjukkan baik buruknya suatu material. Material yang dapat menghantarkan panas dengan baik disebut konduktor sedangkan yang kurang baik disebut isolator. Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan. Ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi tertentu. Bila dalam suatu sistem terdapat gradien suhu, atau bila dua sistem yang suhunya berbeda disinggungkan, maka akan terjadi perpindahan energi. Proses ini disebut sebagai perpindahan panas (*Heat transfer*).

2.5.1. Pengukuran Konduktivitas Termal

Pengukuran konduktivitas dapat dilakukan dengan metode *steady state cylindrical cell*. Dasar dari pengukuran konduktivitas termal efektif ini berdasarkan pada pengaturan perbedaan temperatur dari sampel fluida yang ada di dalam sebuah ruang sempit berbentuk annular (*radial clearance*).

3. METODE PENELITIAN



3.1. Pengukuran Viskositas

Pengukuran viskositas dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin, Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dilaksanakan mulai dari tanggal 12 Agustus 2017 sampai dengan 20 Agustus 2017.

3.1.1. Alat dan Bahan

- a. Viskometer NDJ 8S



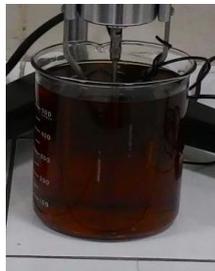
- b. *Hot Plate Heater* (kompor listrik)



- c. Termometer Digital



- d. Gelas Ukur



- e. Tisu
f. Oli YAMALUBE Baru
g. Oli YAMALUBE Bekas

3.2. Pengukuran Konduktivitas Termal

Pengukuran konduktivitas oli dilaksanakan di Laboratorium Prestasi Mesin, Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimulai dari tanggal 18 September 2017 sampai dengan tanggal 28 September 2017.

3.2.1. Alat dan Bahan

a. Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit



- b. Suntikan
- c. Selang
- d. Gelas Ukur
- e. Gayung
- f. Bensin
- g. Oli YAMALUBE Baru dan Bekas

3.3. Pengukuran Kinerja Mesin

Pengujian dyno tes dilakukan di bengkel HMMC (Hendriansyah Margo Motor Canter) tepatnya di Ruko Permai Parangtritis No. 4 – 5 Jl. Parangtritis Bangunharjo, Sewon, Yogyakarta. Pengujian dilaksanakan pada hari Jumat tanggal 14 November 2017.

3.3.1. Alat dan Bahan

- a. Sepeda Motor YAMAHA MIO J 115 CC
- b. Dynamometer
- c. Komputer
- d. Tachometer
- e. Gelas Ukur
- f. Kunci Shock 12"
- g. Oli YAMALUBE Baru dan Bekas

3.4. Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan di stadion Sultan Agung Bantul, Pacar sewon, Ponggok II, Trimulyo ,Kec. Jetis, Bantul Daerah Istimewah Yogyakarta. Pengujian konsumsi bahan bakar ini dilaksanakan pada tanggal 11 Desember 2017 dan pada tanggal 21 Desember 2017. Pengujian dilaksanakan melalui rute sepanjang 5 km dengan menggunakan kecepatan rata-rata 40 kilometer per jam.

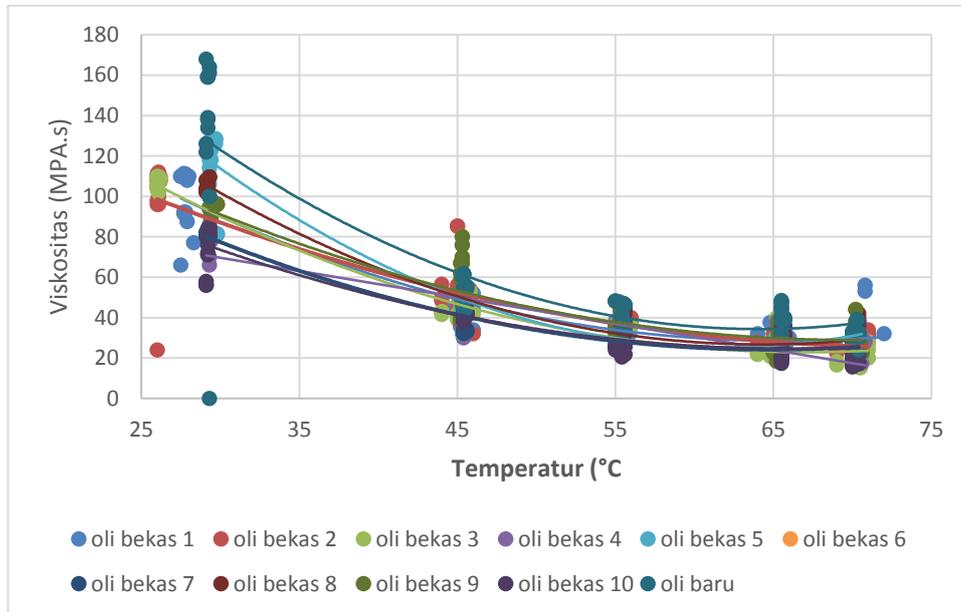
3.4.1. Alat dan Bahan

- a. Sepeda Motor YAMAHA MIO J 115 CC
- b. Gels Ukur
- c. Kunci Shock 12"
- d. Android

- e. Bahan Bakar Pertamina
- f. Oli YAMALUBE Baru dan Bekas

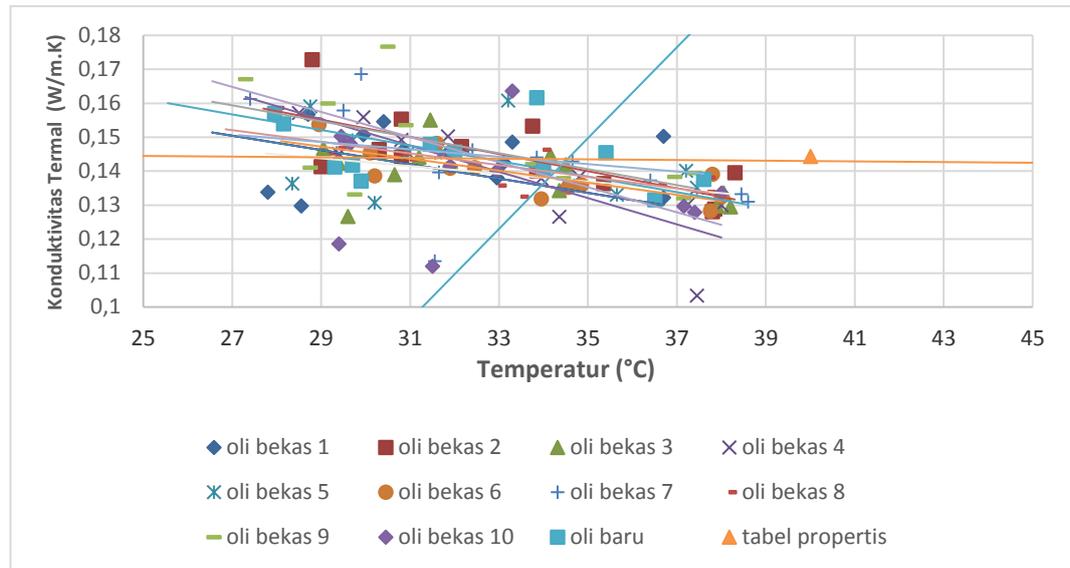
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Viskositas



Pada hasil diatas, kekentalan berdasarkan viskositas paling tinggi ke rendah, sampel oli bekas 3 berada paling kental diantara sampel oli bekas yang lain dengan suhu ruangan sekitar 28°C, memiliki viskositas tertinggi 130 Mpa.s maka kekentalan dari sampel ini menurun dengan suhu sekitar 62°C yang memiliki viskositas terendahnya 16 MPa.s. Sampel oli bekas 10 memiliki nilai viskositas paling rendah daripada kesembilan jenis sampel oli bekas lainnya dengan nilai 56 MPa.s pada suhu ruangan 28°C dan viskositas terendahnya adalah 16 MPa.s pada suhu 62°C. Sampel oli baru memiliki viskositas 143 Mpa.s pada suhu ruangan 28°C, dan viskositas terendahnya 22 Mpa.s pada suhu 67°C.

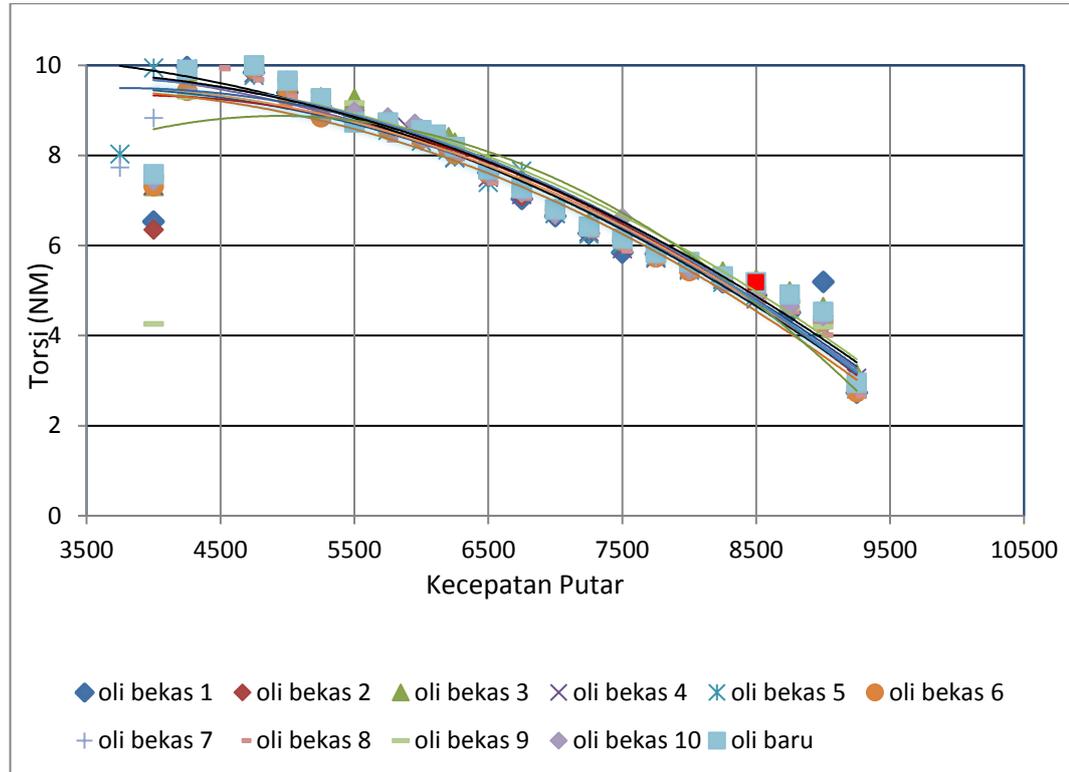
4.2. Pengukuran Konduktivitas Termal



Oli bekas digunakan untuk melumasi mesin sepeda motor dapat terkontaminasi dengan geram-geram pada mesin, kebocoran bahan bakar pada mesin, dan tercampurnya jelaga dari hasil pembakaran yang tidak sempurna. Hasil penelitian pada sampel oli baru menunjukkan konduktivitas termal oli yang baik, karena hasil dari sampel oli baru menunjukkan konduktivitas termal yang stabil dibandingkan dengan sampel oli bekas menunjukkan penurunan yang tidak stabil dari temperatur rendah ke temperatur tinggi.

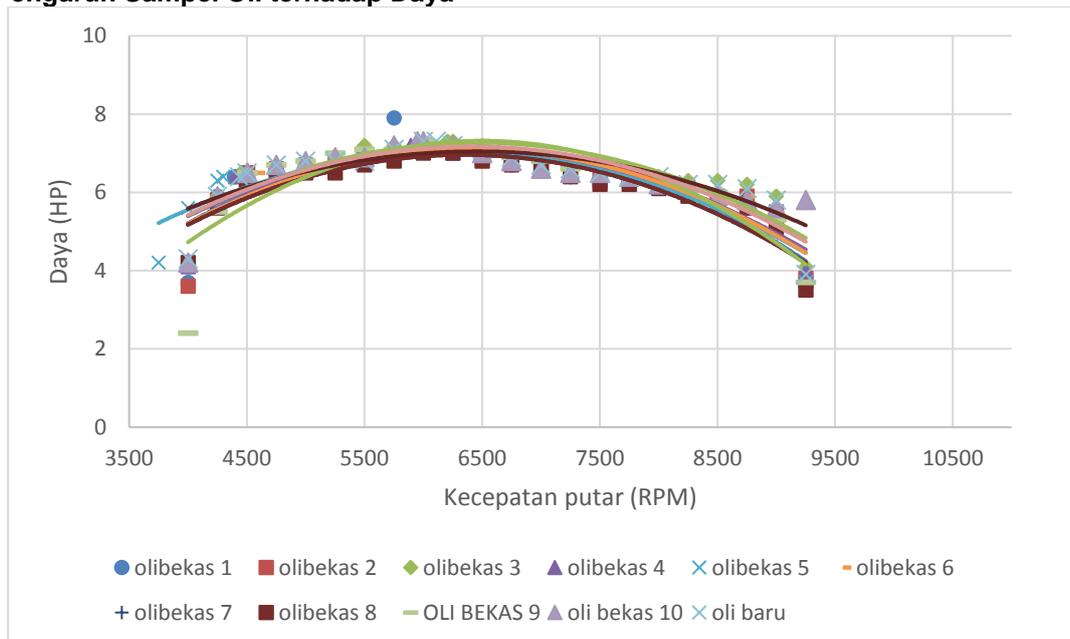
Hal ini disebabkan pada kandungan oli baru masih murni, belum terkontaminasi oleh zat-zat dari luar yang mempengaruhi nilai konduktivitas termalnya. Sedangkan untuk kandungan pada oli bekas sudah tercampur oleh zat-zat ketika saat dipakai untuk melumasi mesin motor.

4.3. Pengaruh Sampel Oli terhadap Torsi



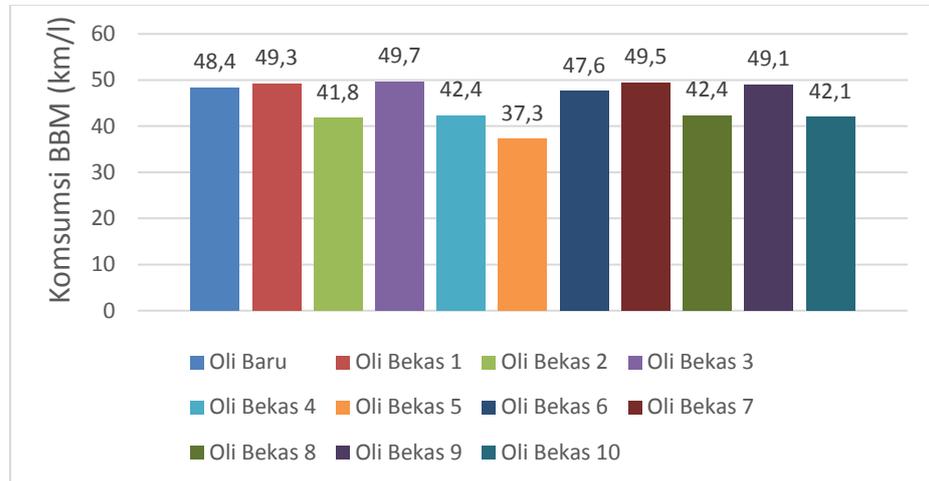
Pada grafik dapat diketahui bahwa dari kesepuluh jenis oli bekas tersebut yang paling baik dari pada sampel oli lainnya adalah oli bekas 4 dengan nilai torsi maksimum 9,48 Nm pada putaran 4019 rpm. Dalam arti bahwa semakin tinggi nilai torsi yang didapat didalam mesin maka semakin baik dalam hal kecepatan/akselerasi, dan tarikan pada suatu gas menjadi lebih mudah

4.4. Pengaruh Sampel Oli terhadap Daya



Dari grafik diatas menunjukkan dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pada sampel oli baru daya maksimum yang di hasilkan diatas sampel oli bekas, selain itu diatas 7600 rpm penurunan daya pada sampel oli baru lebih kecil dibandingkan dengan oli bekas. Jadi dapat disimpulkan bahwa antara oli baru dan oli bekas berpengaruh terhadap daya motor

4.5. Konsumsi Bahan Bakar



Pada Grafik diperjelas dengan adanya diagram perbandingan, jenis-jenis sampel oli bekas dan baru yang telah diuji merupakan sebuah deskripsi bagaimana motor Yamaha Mio J 115 cc tahun 2014, Diketahui bahwa sampel oli baru dan oli bekas tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada jumlah konsumsi bahan bakar yang dipakai. Dari grafik dapat dianalisa adanya tingkatan konsumsi bahan bakar paling boros dan paling rendah dari setiap sampel oli baru dan oli bekas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (tanpa tahun). “Spesifikasi Oli”. Melalui, < <http://www.astra-honda.com/produk/honda-genuine-parts/ahm-oil/>> [31/05/2016]
- Anonim, (tanpa tahun). “Kualitas Oli Mesin”, Melalui, <https://id.wikipedia.org/wiki/Oli_mesin#Kualitas> [14/06/2016]
- Anonim, (tanpa tahun). *Macam-macam Oli yang dijual di Indonesia* <https://centexvq.com/memilih-oli-matic-terbaik/> [15/06/2016].
- Lisunda, 2016 “Analisa karakteristik viskositas dan konduktivitas termal minyak pelumas mpx 2 bekas dan mpx 2 baru beserta pengaruh terhadap kinerja motor Honda Vario 110 cc” skripsi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Cengel, A. Yunus. 2011. “*Thermodynamics An Engineering Approach*”. 3th Edition..
- Bird , 1987. “*Faktor faktor mempengaruhi viskositas*”, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Hiprasetyo, Inang. 2017. “*Pengaruh Karakteristik Viskositas dan Konduktivitas Termal Beberapa Jenis Minyak Pelumas Terhadap Temperatur Mesin dan Kinerja Motor Yamaha Vega R 110 CC*”. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Arismunandar, W., 1988. “*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*”, Penerbit: ITB, Bandung.
- Daryanto, 2004. “*Buku Reparasi Sistem Pelumas Mesin Mobil*”, Penerbit: Bumi Aksara, Jakarta.
- Holman, J.F., 1993. “*Perpindahan Kalor*”, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Effendi, Syafwansyah M., Rabiyatul Adawiyah,. 2014. “*Penurunan Nilai Kekentalan Akibat Pengaruh Kenaikan Temperatur Pada Beberapa Merek Minyak Pelumas*”. Jurnal INTEKNA, Tahun XIV, No. 1, Mei 2014 : 1 - 101, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Irawansyah dan Kamal, 2015. “*Pengaruh Temperatur dan Fraksi Volume Terhadap Konduktivitas Termal Fluida NanoTiO₂/Oli Termo XT32*”, Scine And Engineering National Seminar 1 (SENS 1), UGM, Yogyakarta.
- Mobley, R. K., 2008. “*Maintenance Engineering Handbook*”, McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Santosa, Tito Hadji Agung,S.T.,M.T., Teddy Nurcahyadi,S.T.,M.Eng. “*Modul Praktikum Perpindahan Kalor*”. 2016. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nugroho dan Sunarno “*Identifikasi Fisis Viskositas Oli Mesin Kendaraan Bermotor terhadap Fungsi Suhu dengan Menggunakan Laser Helium Neon*”, Jurnal Sains dan Seni, ITS, Surabaya 2012.

- Purnomo, T. B., 2013. “*Perbedaan Performa Motor Berbahan Bakar Premium 88 dan Motor Berbahan bakar Pertamina 92*”, Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Raharjo, W. P. 2010. “*Pemanfaatan Oli Bekas dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada Atomizing Burner*”, Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rana, A. J., 2015. “*Pengaruh Viskositas Berbagai Minyak Sawit Untuk Oli Peredam Shock Absorber Sepeda Motor*”, Laporan Tugas Akhir, Universitas Andalas, Padang.
- Shigley, J. E, 2004. “*Standard Handbook of Machine Design*”, McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Wahyu, Danang. 2017. “*Pengaruh Karakteristik Viskositas dan Konduktivitas Termal Beberapa Jenis Minyak Pelumas Terhadap Temperatur Mesin dan Kinerja Motor Yamaha Vixion 150 CC Tahun 2012*”. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta