

ANALISIS PENGARUH PERBEDAAN JENIS MINYAK LUMAS DASAR (*BASE OIL*) TERHADAP MUTU PELUMAS MESIN

Rini Siskayanti^{1*} dan Muhammad Engkos Kosim²

^{1,2}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta,
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

*Email : rininovar@gmail.com

ABSTRAK

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya berupa cairan, yang diberikan di antara dua benda yang bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah pelumas mesin yang dipakai pada mesin pembakaran dalam. Pelumas mesin yang banyak beredar di pasaran saat ini secara komersial adalah jenis pelumas dengan bahan dasar minyak mineral dan minyak sintetis. Semakin banyaknya pilihan pelumas saat ini, tentunya akan membuat pemakai sedikit bingung, karena semua produsen pelumas pasti mengatakan pelumas mereka yang paling bagus. Mutu dari minyak pelumas ini sangat ditentukan oleh sifat fisika dan kimianya. Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh perbedaan jenis minyak dasar (*base oil*) terhadap mutu dari suatu produk pelumas dengan melakukan uji karakteristik menggunakan metode uji ASTM yaitu Indeks Viskositas (ASTM D2270), Titik Tuang (ASTM D97) dan Titik Nyala (ASTM D92). Penelitian dilakukan dengan cara membuat pelumas mesin dengan berbagai kekentalan dengan penambahan aditif yang sama, hanya saja jenis minyak lumas dasar (*Base Oil*) yang digunakan berbeda tetapi tetap mengacu pada standar karakteristik pelumas yang diuji. Dari 5 sampel yang diuji yaitu DEO API CI-4 SAE 15W-40, PCMO API SN SAE 10W-40, MCO API SL SAE 10W-30, HO ISO VG 32, TO API TO-4 SAE 10W menunjukkan bahwa semakin bagus atau semakin tinggi golongan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pelumas maka semakin baik kualitasnya serta semakin lama waktu pemakaian dari pelumas tersebut. Penggunaan minyak lumas dasar sintesis membuat kualitas pelumas menjadi lebih baik khususnya dari segi Viskositas Indeks, Titik Tuang dan Titik Nyala.

Kata kunci : Mutu pelumas mesin ,Pelumas mineral, Pelumas sintetis, Minyak lumas dasar (*Base Oil*), ASTM Pelumas.

ABSTRACT

Lubricants are chemicals that are generally liquid, provided between two moving objects in order to reduce frictional forces. One of the most important uses of lubricants is the engine lubricant used in internal combustion engines. The most widely circulated lubricant on the market today is a type of lubricant with mineral oil and synthetic oils. The increasing choice of lubricants at this time, will certainly make the user a little confused, because all lubricant manufacturers must say their best lubricants. The quality of this lubricant is greatly determined by its physical and chemical properties. In this research we will see how the effect of base oil type to the quality of a lubricant product by conducting characteristic test using ASTM test method, Viscosity Index (ASTM D2270), Pour point (ASTM D97) and Flash Point (ASTM D92) . Research is done by making machine lubricant with various viscosity with addition of same additives, just type of base oil (Base Oil) which used is different but still refers to standard lubricant characteristic tested. Of 5 samples tested were DEO API CI-4 SAE 15W-40, PCMO API SN SAE 10W-40, MCO API SL SAE 10W-30, HO ISO VG 32, TO API TO-4 SAE 10W indicated that the better high class of raw materials used in the manufacture of lubricants the better the quality and the longer time of use of the lubricant. The use of basic lubricating oil synthesis makes the lubricant quality to be better especially in terms of Viscosity Index, Pour Point and Flash Point.

Keywords : Engine Lubricant quality, Mineral Lubricant, Synthetic Lubricant Base Oil, Lubricant ASTM

PENDAHULUAN

Salah satu komponen yang terpenting dari kinerja sebuah mesin adalah minyak pelumas atau oli. Pelumas adalah zat kimia,

yang umumnya berupa cairan, yang diberikan di antara dua benda yang bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Semua jenis pelumas pada dasarnya sama, yakni

berfungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang berhubungan agar mesin berjalan mulus dan bebas gangguan. Pelumas juga berfungsi mencegah goresan atau keausan. Juga sebagai pendingin mesin dari panas yang timbul akibat gesekan dan penyekat. Pada mesin otomotif juga berfungsi sebagai detergen untuk melarutkan kotoran hasil pembakaran sehingga turut membantu perawatan mesin.

Pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi (Sukirno, 2010). Sistem pelumasan merupakan salah satu sistem utama pada mesin. Pelumasan terhadap mesin digunakan untuk menghindari terjadinya gesekan langsung antara logam dalam mesin, sehingga tingkat keausan logam dan tingkat kerusakan mesin dapat dikurangi. Perawatan secara berkala umur mesin menjadi lebih lama. Keadaan op-timum pelumasan logam dapat dicapai jika permukaan logam yang bersentuhan dilapisi secara sempurna oleh minyak pelumas, guna mendapatkan minyak pelumas yang sempurna. Karakteristik dan jenis oli yang digunakan harus diperhatikan (Mujiman, 2011).

Gesekan dan keausan yang terjadi dapat menyebabkan temperatur disekitar mesin meningkat dan akan terus meningkat. Apabila gesekan ini tidak diatasi, akan mempengaruhi kinerja suatu mesin yang dapat menyebabkan berkurangnya umur mesin dan kegagalan mesin. Hal ini membawa kerugian pada suatu industri karena berpengaruh pada produktifitasnya dan pengeluaran biaya yang besar untuk perbaikan mesin. Cara kerja pelumas adalah dengan membentuk oil film pada permukaan yang saling bergesekan. Oil film yang terbentuk sangat berpengaruh pada temperatur yang dihasilkan. Pelumas yang baik adalah pelumas yang tidak mudah mengalami perubahan viskositas jika terjadi peningkatan temperatur. Keberhasilan sistem pelumasan pada suatu mesin sangat diperlukan. Keberhasilan pelumasan ditentukan oleh tiga aspek, yaitu jenis pelumas, jumlah pelumas, dan metode pelumasan. Dengan pemilihan dan penggunaan pelumasan yang tepat diharapkan dapat mengatasi gesekan dan keausan yang berlebih sehingga dapat memperpanjang umur mesin dan pengeluaran biaya jadi berkurang. Besarnya gesekan bisa menyebabkan mesin

mengalami overheat hingga macet atau menyebabkan kerusakan pada silinder, piston, klep, lahar dan lainnya, seperti ketidakberesan pompa oli, kebocoran saluran oli, dan bisa juga karena faktor salah pemakaian jenis oli itu sendiri. Proses pembakaran dapat menimbulkan oksidasi sehingga menghadirkan kerak dan korosi pada logam. Oli berfungsi untuk membersihkan bagian-bagian mesin dari oksidasi dan mencegah terjadinya karat di dalam mesin. Selain itu, minyak pelumas sekaligus berfungsi sebagai pelicin jalan bagi komponen-komponen tersebut. Oli tidak hanya berfungsi melicinkan permukaan komponen mesin. Tetapi juga berfungsi sebagai pendingin sekaligus pembersih kotoran-kotoran yang ditinggalkan akibat terjadinya gesekan komponen tersebut.

Pelumas dibuat dengan mencampurkan bahan dasar (base oil) ditambah dengan zat-zat kimia tertentu atau yang biasa disebut aditif. Aditif berfungsi untuk meningkatkan mutu pelumas agar memenuhi standar kinerja.

Pelumas dibuat dari 70-90 % campuran minyak pelumas dasar dan ditambah dengan bahan aditif untuk meningkatkan sifat-sifatnya. Pelumas dasar dapat dikelompokkan menjadi 3 (Askew 2004) yaitu :

a) Minyak Mineral, merupakan satu jenis minyak yang banyak digunakan pada saat ini. Pelumas dasar ini merupakan hidrokarbon yang mengalami serangkaian proses pemurnian dan dapat digolongkan menjadi empat jenis, yaitu parafin, olefin, naftanik dan aromatik. Kandungan lain di dalam minyak mineral adalah sulfur, nitrogen dan logam. Keunggulan penggunaan minyak mineral sebagai pelumas dasar adalah: (1) Harga murah (2) Daerah suhu operasi lebar, meliputi seluruh pemakaian dalam industri, mesin-mesin transportasi, alat-alat berat lain, (3) Penambahan bahan aditif dapat meningkatkan mutu dan kinerja, (4) Tidak merusak bantalan (5) Stabil selama penyimpanan (La Puppung 1986).

Kebutuhan minyak mineral meningkat, sedangkan persediaan minyak bumi di dunia menipis karena bersifat tidak terbarukan. Minyak bumi bersifat tidak terdegradasi karena mengandung senyawa aromatik dan racun.

b) Minyak Nabati, pelumas dasar yang berasal dari misalnya minyak kedelai, minyak sawit, minyak kelapa, minyak biji bunga matahari dan minyak biji jarak. Jika minyak

nabati dibandingkan dengan minyak mineral sebagai minyak pelumas dasar, terdapat beberapa keunggulan, yaitu tingginya kemampuan pelumasan, tingginya indeks viskositas, rendahnya kehilangan minyak karena penguapan, tingginya kemampuan terdegradasi dan rendahnya kandungan racun. Minyak nabati sebagai pelumas dasar mempunyai keterbatasan, yaitu rendahnya stabilitas termal, hidrolitik, dan oksidatif, karena mengandung asam lemak tidak jenuh. Kelemahan ini dapat diatasi dengan memodifikasi minyak tersebut dengan menambahkan bahan aditif (USB 1997).

c) Minyak Sintetis, pelumas yang dibuat dengan proses kimiawi dengan menggabungkan beberapa bahan aditif. Bahan ini merupakan bahan kimia yang memiliki kemampuan lebih unggul daripada minyak mineral dalam semua sifat dasar yang diperlukan, maka terbentuklah pelumas sintetis (Nugroho 2005). Pelumas sintetis dapat dikelompokkan dalam dua kelas, yaitu ester organik dan hidrokarbon yang diolah secara sintetis, baik yang berasal dari petrokimia maupun oleokimia. Beberapa pelumas dasar sintetis adalah polialfaolefin (PAO), ester sintetis, seperti monoester, diester, esterphthalat, poliester (POE), dan ester kompleks dan polialkilenglikol (PAG), yaitu polimer petrokimia hasil reaksi antara etilen oksida dan propilen oksida (Nugrahani, 2008). Umumnya, pelumas sintesis mempunyai tingkat mutu yang lebih tinggi dibanding pelumas mineral.

Karakteristik Mutu Pelumas

Oli atau Minyak pelumas memiliki ciri-ciri fisik yang penting, antara lain :

- *Viscosity*

Viscosity atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standard. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi *viscosity*-nya, begitu juga sebaliknya.

- *Viscosity Index*

Tinggi rendahnya indeks ini menunjukkan ketahanan kekentalan minyak pelumas terhadap perubahan suhu. Makin tinggi angka indeks minyak pelumas, makin kecil perubahan *viscosity*-nya pada penurunan atau kenaikan suhu.

- *Flash Point*

Flash point atau titik nyala merupakan suhu terendah pada waktu minyak pelumas menyala seketika.

- *Pour Point*

Merupakan suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku.

- *Total Base Number (TBN)*

Menunjukkan tinggi rendahnya ketahanan minyak pelumas terhadap pengaruh pengasaman, biasanya pada minyak pelumas baru (*fresh oil*). Setelah minyak pelumas tersebut dipakai dalam jangka waktu tertentu, maka nilai TBN ini akan menurun.

Kebutuhan akan pelumas di Indonesia saat ini terus meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan bermotor serta mesin-mesin industri. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah pelumas mesin yang dipakai pada mesin pembakaran dalam. Minyak pelumas mesin atau yang lebih dikenal sebagai oli mesin memang banyak ragam dan macamnya. Bergantung jenis penggunaan mesin itu sendiri yang membutuhkan oli yang tepat untuk menambah atau mengawetkan usia pakai (*life time*) mesin. Pelumas mesin yang banyak beredar di pasaran saat ini secara komersial adalah jenis pelumas dengan bahan dasar minyak mineral dan minyak sintetis. Pelumas berbahan dasar minyak mineral berasal dari minyak mentah yang biasanya terdiri dari senyawa parafin, naftalena, dan aromatik. Minyak mineral ini memiliki sifat seperti tidak berwarna, transparan, tidak berbau, dan tersusun dari campuran senyawa organik sederhana. Kelebihan dari minyak pelumas berbahan dasar mineral adalah memiliki sifat fisik dan kimia yang mudah dikontrol, harganya murah dibandingkan minyak pelumas berbahan dasar sintetis, mudah dicampur dengan bahan aditif untuk menambah kualitas pelumas. Minyak pelumas berbahan sintetis merupakan minyak pelumas yang biasanya ditambah dengan senyawa kimia tertentu yang tidak ada dalam minyak mineral. Senyawa kimia yang molekulnya dirancang sesuai dengan molekul minyak mineral, dan biasanya ditambah dengan zat aditif yang tujuannya meningkatkan kualitas pelumas. Kelebihan minyak pelumas sintetis ini yaitu kestabilannya terhadap suhu tinggi dan oksidasi cukup tinggi. Jangka waktu

penggunaan cukup lama, memiliki sifat penguapan yang rendah, dan meningkatkan kinerja berbagai mesin cukup tinggi.

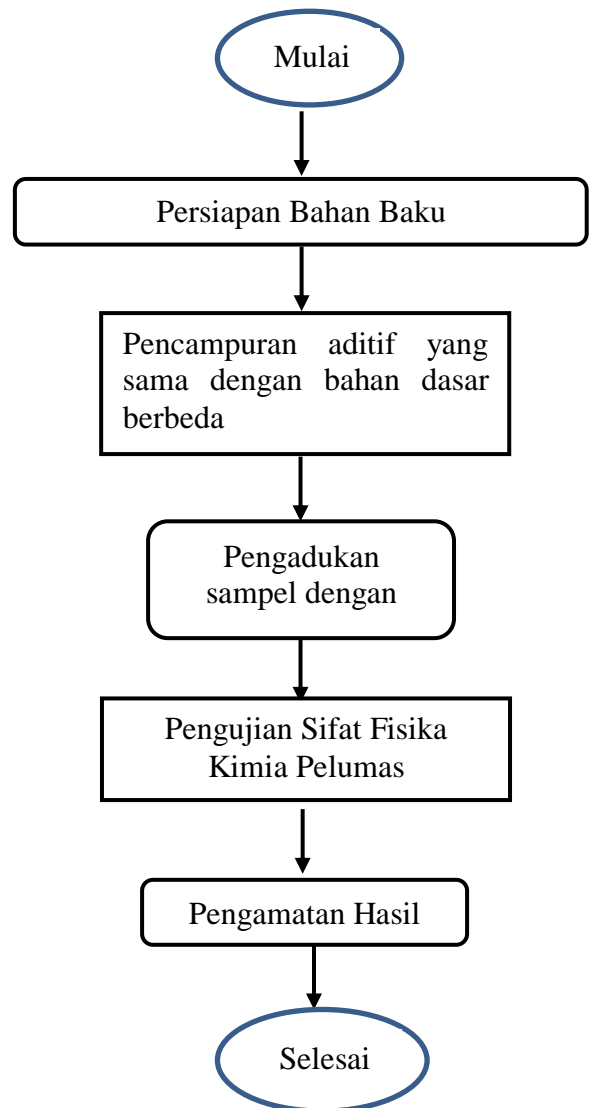
Semakin banyaknya pilihan pelumas saat ini, tentunya akan membuat pemakai sedikit bingung, karena semua produsen pelumas pasti mengatakan pelumas mereka yang paling bagus. Konsumen sangat membutuhkan produk pelumas yang bermutu tinggi dan tersedia pada saat dibutuhkan. Mutu dari minyak pelumas ini sangat ditentukan oleh sifat fisika dan kimianya.

Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh perbedaan jenis minyak dasar (base oil) terhadap mutu dari suatu produk pelumas dengan melakukan uji karakteristik. Uji karakteristik dilakukan di Laboratorium dengan pengujian fisika dan kimia menggunakan metode uji ASTM yaitu Viskositas pada suhu 40 °C dan 100 °C (ASTM D445), Indeks Viskositas (ASTM D2270), Total base number (ASTM D2896), Titik Tuang (ASTM D 97) dan Titik Nyala (ASTM D 92). Hasil yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mampu mengetahui mutu pelumas mesin yang dibuat dari berbagai jenis bahan dasar. Selain itu juga untuk mengetahui jenis minyak lumas dasar (base oil) mana yang paling baik dan efektif untuk digunakan dalam proses pembuatan pelumas.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat pelumas sesuai komposisi formula yg dibutuhkan kemudian dilakukan pemanasan di penangas (hot plate) sambil dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer sampai bahan baku tercampur homogen. Kemudian dilakukan uji karakteristik pelumas dengan menggunakan metode pengujian ASTM pelumas yaitu Viskositas pada suhu 40 °C dan 100 °C (ASTM D445), Indeks Viskositas (ASTM D2270), Total base number (ASTM D2896), Titik Tuang (ASTM D 97) dan Titik Nyala (ASTM D 92).

Penelitian yang akan dilakukan dijelaskan melalui diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan-bahan yang telah disiapkan sebelumnya, kemudian ditimbang berdasarkan formula produk pelumas yang diinginkan, diaduk dengan kecepatan dan temperatur konstan sampai homogen (10 menit), lalu diuji kualitasnya pada parameter Viskositas Kinematik pada suhu 40 °C dan 100 °C, Viskositas Indeks, Titik Tuang, dan Titik nyala pelumas tersebut.

Berikut hasil pengamatannya :

Tabel 1. Data hasil pengujian sampel VI, Titik Tuang, Titik Nyala

No.	Jenis Pelumas	Viskositas Indeks		Titik Tuang (o C)		Titik Nyala (o C)	
		Pelumas Mineral	Pelumas Sintetis	Pelumas Mineral	Pelumas Sintetis	Pelumas Mineral	Pelumas Sintesis
1	DEO API CI-4 SAE 15W-40	144	165	-30	-30	212	222
2	PCMO API SN SAE 10W-40	146	168	-30	-30	216	222
3	MCO API SL SAE 10W-30	150	167	-36	-36	216	222
4	HO ISO VG 32	110	140	-9	-9	228	240
5	TO API TO-4 SAE 10W	107	138	--30	-30	224	236

Keterangan :

DEO : Diesel Engine Oil

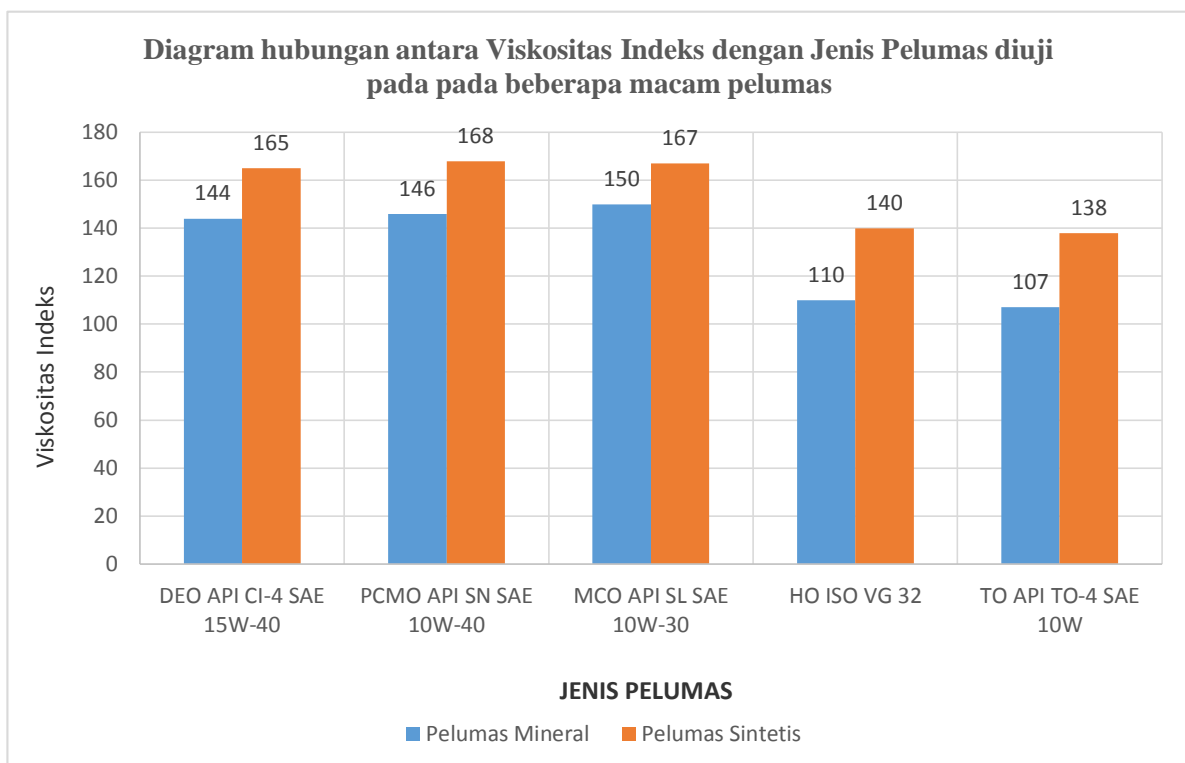
PCMO : Passanger Car Motor Oil

MCO : Motorcycle Oil

HO : Hydraulic Oil

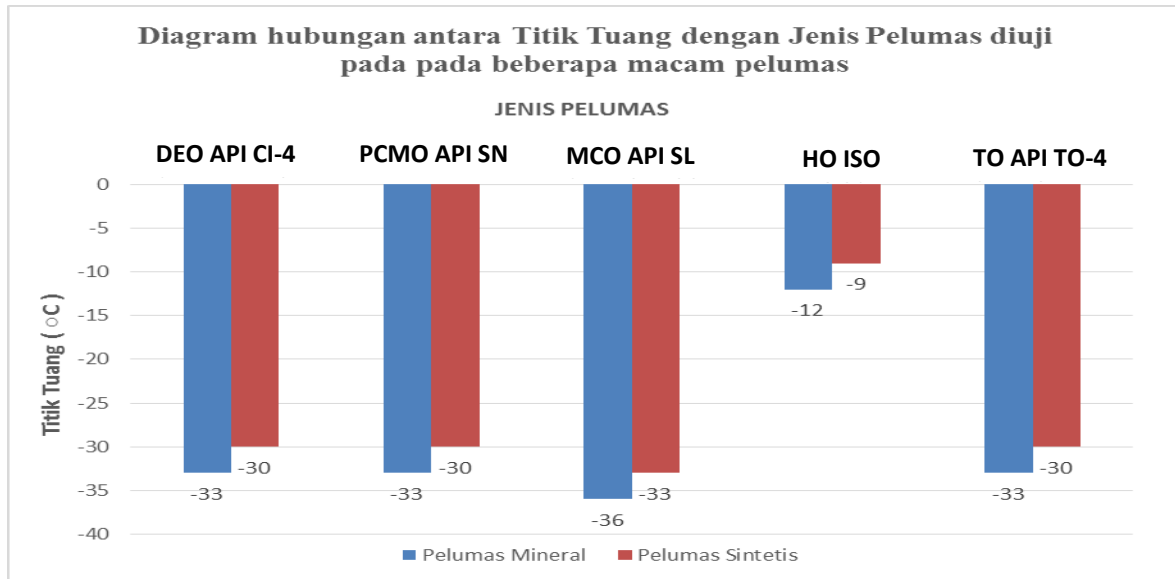
TO : Transmisi Oi

1. Diagram hubungan antara Viskositas Indeks dengan Jenis Pelumas diuji pada pada beberapa macam pelumas



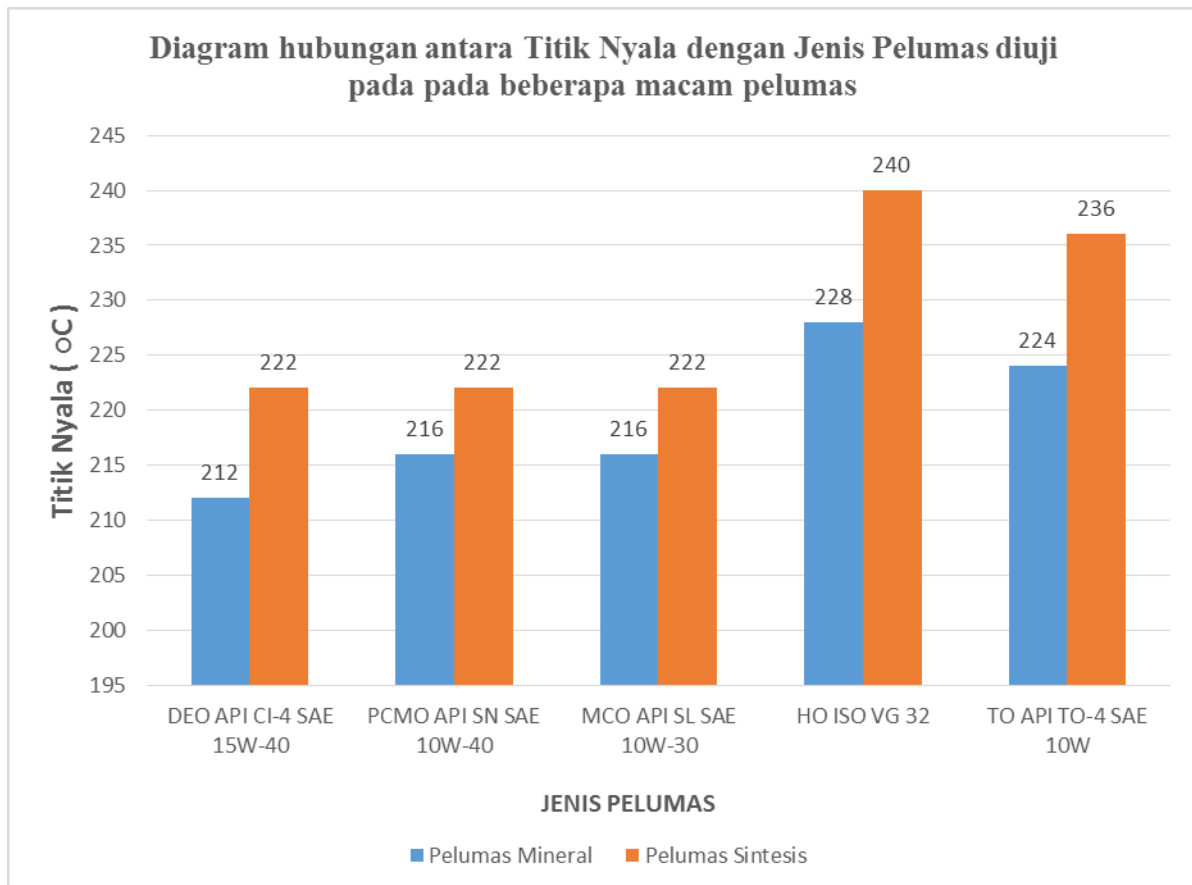
Gambar 2 Diagram hubungan antara Viskositas Indeks dengan Jenis Pelumas

2. Diagram hubungan antara Titik Tuang dengan Jenis Pelumas diuji pada beberapa macam pelumas



Gambar 3 Diagram hubungan antara Titik Tuang dengan Jenis Pelumas

3. Diagram hubungan antara Titik Nyala dengan Jenis Pelumas diuji pada beberapa macam pelumas



Gambar 4 Diagram hubungan antara Titik Nyala dengan Jenis Pelumas

Pembahasan

Dalam penelitian ini, beberapa macam jenis pelumas dibandingkan kualitasnya pada parameter Viskositas Indeks, Titik Tuang dan Titik nyala. Dari masing – masing pelumas tersebut dibuat dalam dua versi yaitu pelumas sintesis dan pelumas mineral untuk membandingkan kualitasnya.

Pelumas Mineral adalah pelumas yang dibuat dengan bahan baku minyak pelumas dasar mineral (Grup I dan II) dan pelumas sintesis adalah pelumas yang dibuat dari minyak pelumas dasar sintesis (Grup III, IV, V). Grup I dan II dikatakan pelumas mineral karena minyak pelumas ini berasal dari minyak bumi tanpa ada penambahan senyawa-senyawa buatan. Sementara Grup III, IV dan V dikatakan minyak pelumas dasar sintesis karena dalam pembuatannya ditambahkan senyawa-senyawa sintesis untuk meningkatkan kualitas minyak pelumas dasar tersebut.

Kualitas pada pelumas sintesis dan mineral berbeda. Ini disebabkan karena perbedaan penggunaan minyak pelumas dasar sebagai bahan baku pelumas tersebut. Dalam penelitian ini pelumas sintesis menggunakan minyak pelumas dasar grup III, sedangkan pelumas mineral menggunakan minyak pelumas dasar grup I. Semakin tinggi Golongan minyak pelumas dasar yang digunakan maka semakin bagus pula kualitas minyak pelumas dasar tersebut tentu saja semakin panjang pula usia pakai dari pelumas tersebut.

Viskositas Indeks

Viskositas Indeks adalah Angka yang menunjukkan kualitas dari ketahanan viskositas pelumas terhadap perubahan suhu. Semakin besar angka viskositas indeks maka semakin bagus pula kualitas pelumas tersebut. Dengan kata lain, Pelumas yang memiliki viskositas Indeks yang tinggi adalah pelumas yang viskositasnya tidak mudah berubah karena adanya perubahan suhu.

Terbukti pada penelitian ini, pada gambar 2 nilai viskositas indeks pada beberapa macam pelumas sintesis lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan pelumas mineralnya. Karena minyak pelumas dasar sintesis lebih stabil viskositasnya terhadap perubahan suhu yang membuat produk pelumas yang dibuat dari minyak pelumas dasar sintesis ini akan meningkat viskositas indeksnya dibandingkan dengan pelumas mineral

Pelumas yang baik adalah pelumas yang memiliki nilai indeks viskositas yang tinggi karena pelumasannya akan berlangsung lebih baik pada rentang perbedaan suhu yang lebih lebar. Dengan begitu fungsi pelumas tersebut sebagai media untuk mengurangi keausan akan berjalan dengan baik.

Titik Tuang (*Pour Point*)

Titik tuang merupakan suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku. Titik tuang perlu diketahui untuk minyak pelumas yang dalam pemakaiannya mencapai suhu yang dingin atau bekerja pada lingkungan udara yang dingin. Apabila pelumas tersebut membeku saat digunakan, maka akan berdampak fatal pada komponen mesin ataupun benda bergerak lainnya karena fungsi dari pelumas tersebut tidak akan bekerja sama sekali.

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa pelumas sintesis lebih tahan terhadap suhu rendah dibandingkan pelumas mineral. Pelumas sintesis bisa tahan sampai suhu $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ tentu saja harus dikolaborasikan dengan *Additive Pour Point Depressant* untuk bisa mendapatkan titik tuang yang sangat rendah.

Pengaruh Minyak pelumas dasar terhadap ketahanan wujud pelumas terhadap suhu rendah agar tidak membeku memang tidak terlalu signifikan. Karena memang sebagian besar dari minyak pelumas dasar sendiri akan membeku pada suhu -15°C . Kinerjanya dibantu oleh *Additive Pour Point Depressant* untuk bisa mencapai suhu $< -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala merupakan suatu keadaan uap jenuh yang dihasilkan dari lajupenguapan terendah di atas permukaan minyak pelumas pada suhu tertentu dimana pada keadaan ini minyak lumas telah mampu terbakar sesaat (menyala) ketika bertemu dengan sumber panas yang berada dalam lingkungan pelumas tersebut.

Pengukuran titik nyala sangat penting mengingat pelumas bekerja pada kondisi suhu yang panas seperti pada pelumas mesin. Titik nyala tersebut menandakan sampai sejauh mana pelumas tersebut dapat bekerja pada suhu yang tinggi. Pelumas yang baik adalah pelumas yang memiliki nilai titik nyala yang tinggi.

Berdasarkan gambar 5.3, Titik nyala pelumas sintesis lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan pelumas mineral karena pelumas sintesis menggunakan bahan baku minyak lumas dasar sintesis yang stabil dan tahan pada suhu tinggi. Pelumas dengan bahan baku minyak sintesis akan memiliki sifat penguapan yang rendah, sehingga tidak mudah menyala pada suhu yang tinggi sekalipun.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian kualitas minyak pelumas sintesis dan mineral pada beberapa jenis pelumas dapat disimpulkan bahwa :

- Penggunaan minyak lumas dasar sintesis membuat kualitas pelumas menjadi lebih baik khususnya dari segi Viskositas Indeks, Titik Tuang dan Titik Nyala.
- Semakin bagus atau semakin tinggi golongan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pelumas maka semakin baik kualitasnya serta semakin lama waktu pemakaian dari pelumas tersebut.

Saran

Perlu dilakukan pengujian lanjutan terhadap pelumas sintesis menggunakan bahan baku minyak lumas dasar grup IV dan V untuk bisa menyimpulkan lebih baik lagi perbedaan dari masing-masing pelumas yang menggunakan bahan baku minyak lumas dasar grup IV dan V dibandingkan dengan minyak lumas dasar Grup I,II dan III. lagi perbedaan dari masing-masing pelumas yang menggunakan bahan baku minyak lumas dasar grup IV dan V dibandingkan dengan minyak lumas dasar Grup I,II dan III.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada : Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi Pendidikan Tinggi yang telah memberikan biaya penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor 0404/K3/KM/2017 Tanggal 24 Mei

DAFTAR PUSTAKA

- Askew MF. (2004). Bio-Lubricants-Market Data Sheet: IENICA-Inform Project
- Darmanto, (2011). Mengenal pelumas mesin. *Momentum Jurnal*, 6 (1).
- Hanifuddin,M (2011). Analisa Kerusakan Komponen Mesin Diesel Melalui Uji Fisika Kimia
- Minyak Lumas API CF-4. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS*.
- Marotrao, T. K. (2012). Physical Properties of Oil Blend and Their effects on Lubrication Properties. 2249–8974.
- Mujiman. (2011). Pengukuran Nilai Viskositas Oli MESRAN SAE 10-SAE50 Untuk Pendingin Transformator Distribusi dengan Penampil LCD. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 4(1), 1979-8415.
- Nugrahani, R.A., (2007). Perancangan Proses Pembuatan Pelumas Dasar Sintetis Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) melalui Modifikasi Kimiawi. Disertasi Program Doktor. IPB
- Nugroho A. (2005). Ensiklopedi Otomotif. Penerbit Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.