

## KARAKTERISTIKA KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM-METIL METAKRILAT DALAM MINYAK LUMAS DASAR MINERAL

Meri Suhartini dan Rahmawati

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) – BATAN  
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta  
E-mail : meri@batan.go.id

Diterima 23 April 2010; disetujui 01 Februari 2011

### ABSTRAK

**KARAKTERISTIKA KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM-METIL METAKRILAT DALAM MINYAK LUMAS DASAR MINERAL.** Kopolimer radiasi lateks karet alam-metil metakrilat (LKA-MMA) dilarutkan dalam xilena, kemudian dilarutkan dalam 4 macam minyak lumas dasar pada konsentrasi 0,25%; 1%; 5% dan 10%. Larutan campuran tersebut kemudian ditentukan viskositas kinematik, indeks viskositas, densitas, kadar abu, kadar logam, titik nyala, *shear stability* dan angka basa totalnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan indeks viskositas contoh minyak lumas dasar meningkat dengan penambahan larutan kopolimer LKA-MMA. Semakin besar kopolimer yang ditambahkan pada minyak lumas dasar, indeks viskositasnya semakin meningkat. Minyak lumas dasar HVI 60 dan campuran HVI 60 : HVI 650 memberikan indeks viskositas optimal. Hasil uji *shear stability* menunjukkan bahwa minyak lumas mengalami penurunan viskositas kinematik sebesar 6,5% setelah diberikan perlakuan selama 60 menit.

Kata kunci : indeks viskositas, kopolimer lateks karet alam-metil metakrilat, minyak lumas dasar mineral.

### ABSTRACT

**CHARACTERISTIC OF NATURAL RUBBER LATEX-METHYL METHACRYLATE COPOLYMER IN MINERAL LUBRICANT BASE OIL.** Natural rubber latex-methyl methacrylate copolymer was diluted in xylene, then diluted in four types of lubricant base oil with concentrations of 0.25%, 1%, 5%, and 10%. The mixed solutions were analyzed to obtain kinematics viscosity, viscosity index, density, ash content, metal content, flash point, shear stability and total alkali number. The viscosity index of sample, increased by adding the copolymer solution. The results showed that lubricant base oil of High Viscosity index (HVI) 60 and mixed HVI 60: HVI 650 gave optimum viscosity index. The higher concentration of polymer added into base lubricant oil, the higher viscosity index obtained. The shear stability test showed that the kinematics viscosity of sample decreased 6.5% after 60 minutes of treatment test.

Key word : viscosity index, natural rubber latex-methyl methacrylate copolymer, mineral lubricant base oil.

### PENDAHULUAN

Perubahan viskositas yang disebabkan pengaruh kenaikan suhu merupakan hal yang sangat penting dan harus dipertimbangkan pada berbagai jenis penerapan minyak lumas di dalam fungsinya menghadapi jangkauan suhu yang luas. Jika digunakan minyak lumas yang

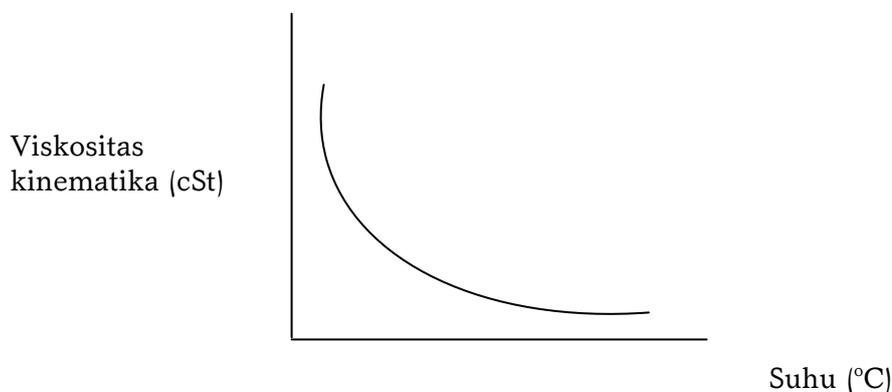
rendah viskositasnya, maka aktivitas minyak lumas tersebut untuk melindungi bagian-bagian mesin kendaraan pada saat mesin beroperasi akan berkurang. Tetapi jika menggunakan minyak lumas yang viskositasnya terlalu tinggi, akan mendapat kesulitan pada saat menghidupkan mesin atau setidaknya baterai akan bekerja keras

menyuplai arus listrik. Kondisi suhu lingkungan yang terlalu rendah juga akan berpengaruh, karena viskositas minyak lumas yang tinggi saat suhu lingkungan rendah akan menyulitkan berputarnya mesin [1]. Pada suhu tinggi, minyak lumas akan menurun viskositasnya, karena molekulnya bergerak lebih cepat sehingga minyak lumas tersebut menjadi encer. Untuk menghambat menurunnya viskositas minyak lumas karena kenaikan suhu, dibutuhkan suatu zat yang dapat menghambat menurunnya viskositas pada minyak lumas tersebut [2]. Penambahan bahan peningkat indeks viskositas diperlukan untuk menambah kemampuan minyak lumas dalam mempertahankan viskositasnya terhadap suhu [1-3]. Viskositas semua jenis fluida akan mengalami penurunan dengan adanya kenaikan suhu [4]. Pada Gambar 1 terlihat adanya hubungan antara perubahan viskositas dengan kenaikan suhu.

Campuran hidrokarbon penyusun minyak lumas mineral dapat digolongkan atas empat jenis, yaitu parafin, olefin, naftenik, dan aromatik [6].

Minyak lumas sintetis atau minyak lumas sintetis penuh (*full synthetic*) pada dasarnya merupakan minyak lumas yang seluruhnya terdiri atas bahan kimia, yang khusus dirancang untuk pelumasan. Selain itu dikenal juga minyak lumas sintetis yang menggunakan minyak lumas dasar yang terdiri atas sebagian bahan kimia dan sebagian lagi minyak mineral. Minyak lumas sintetis berasal dari sintesis senyawa hidrokarbon seperti poli alfa olefin (PAO), golongan ester, glikol polialkilena atau golongan alkil naftalena [5].

Sampai saat ini, minyak lumas dasar mineral merupakan bahan pembentuk minyak lumas yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan fraksi minyak lumas tersebut memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara



Gambar 1. Grafik perubahan viskositas terhadap kenaikan suhu suatu minyak lumas.

Berdasarkan bahan dasarnya minyak lumas dikelompokkan menjadi minyak lumas mineral dan minyak lumas sintetis. Minyak lumas mineral berasal dari hasil pengilangan minyak bumi yang dipisahkan sebagai fraksi berat dari minyak bumi dengan titik didih di atas 350°C, terdiri dari campuran senyawa hidrokarbon dengan jumlah atom C berkisar antara 25-35 [2,5].

lain jangkauan suhu operasinya cukup lebar untuk dapat melayani penggunaan mesin, sifat-sifat kimia dan fisiknya mudah dikendalikan, memiliki koefisien gesekan yang rendah, bahannya mudah dicampur dengan bahan-bahan kimia lainnya seperti zat aditif, dan bahannya tidak merusak *seal* atau saluran (*gland*) [7].

Semakin kental minyak lumas, semakin sulit mengalir karena tahanan alirnya lebih tinggi. Perbedaan kekentalan yang timbul akibat perbedaan suhu ini dinyatakan dalam suatu bilangan yang disebut indeks viskositas. Penambahan bahan peningkat indeks viskositas bertujuan untuk menambah kemampuan pelumas dalam mempertahankan viskositasnya terhadap suhu [7].

Berdasarkan kekentalannya, minyak lumas dasar dapat digolongkan menurut indeks viskositasnya, yaitu sebagai berikut [8]:

1. Minyak lumas *low viscosity indeks (LVI)*, yaitu minyak lumas dengan indeks viskositas rendah, di bawah 35.
2. Minyak lumas *medium viscosity index (MVI)*, yaitu minyak lumas dengan indeks viskositas antara 35-80.
3. Minyak lumas *high viscosity index (HVI)*, yaitu minyak lumas dengan indeks viskositas antara 80-110.
4. Minyak lumas *very high viscosity index (VHVI)*, yaitu minyak lumas dengan indeks viskositas lebih dari 110.

Dewasa ini telah berkembang teknologi polimer yang dapat memformulasikan polimer sebagai bahan untuk peningkat indeks viskositas minyak lumas. Polimer yang biasa digunakan adalah kopolimer olefin, kopolimer stearat dan kopolimer dari metakrilat, karena ketiga polimer ini mempunyai sifat mengembang pada suhu tinggi [5,8-10]. Sayangnya jenis-jenis polimer tersebut relatif cukup mahal dan masih harus diimpor dari luar negeri.

Kondisi ideal dari suatu minyak lumas mesin adalah memiliki viskositas yang cukup rendah di pagi hari untuk dapat menghidupkan mesin dan cukup tinggi viskositasnya dalam melayani operasi mesin. Secara umum diharapkan bahwa suatu minyak lumas mengalami perubahan viskositas sekecil mungkin dengan adanya perubahan suhu yang besar [11]. Pada penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa kopolimer karet alam-metil metakrilat (MMA) dengan konsentrasi MMA 50 psk dan diiradiasi pada dosis 10 kGy

merupakan kopolimer terbaik yang dapat dipergunakan sebagai peningkat indeks viskositas pelumas mesin otomotif [4].

Pada penelitian ini dipelajari karakteristik kopolimer lateks karet alam-metil metakrilat dengan konsentrasi MMA 50 psk, dan diiradiasi pada dosis 10 kGy yang merupakan komposisi terbaik hasil penelitian sebelumnya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

**Bahan.** Lateks karet alam (LKA), diambil dari perkebunan PTPN VIII Bandung. Karet alam ini mempunyai kadar karet kering 60%. Bahan kimia lain yang digunakan yaitu metil metakrilat (MMA) teknis, xilena, HCl, KOH, indikator fenoltalein, neopeleks dan minyak lumas dasar mineral HVI 60, 95, 160 dan 650.

**Alat.** Alat-alat yang digunakan adalah *roll mill*, *geer oven*, *stirrer*, perangkat refluks, viskometer *Cannon-Fenske Routine*, alat *Cleveland Opened Cup (COC)*, tanur, alat *Fuel Injector Shear Stability Test*, dan alat-alat gelas.

**Sumber radiasi.** Iradiator sinar  $\gamma$  (Co-60) di PATIR BATAN, Pasar Jum'at, Jakarta Selatan, dengan aktivitas 7807, 370 Ci pada bulan Juni 2009.

### Metode

**Pembuatan Kopolimer Lateks Karet Alam-Metil Metakrilat.** Kopolimer LKA-MMA dibuat dengan komposisi 50 psk MMA, dan dosis iradiasi 10 kGy [4].

**Pembuatan Formula Pelumas.** Kopolimer yang terbentuk dikeringkan dan dimastikasi, selanjutnya dilarutkan menggunakan pelarut xilena hingga konsentrasi 50%. Larutan kopolimer ini kemudian diberi minyak lumas mineral HVI 60 hingga konsentrasi 30% (Larutan induk). Larutan induk tsb kemudian diaplikasikan pada minyak lumas HVI 60 dan HVI 650 pada variasi konsentrasi kopolimer 10%; 5%; 1% dan 0,25%. Aplikasi pada HVI 95

dan HVI 160 dilakukan pada konsentrasi 5%.

**Penentuan viskositas kinematik menggunakan Metode Cannon Fenske Routine.** Penentuan viskositas kinematik dilakukan sebagai dasar perhitungan bagi penentuan indeks viskositas. Viskositas kinematik diukur menggunakan metode ASTM D 445. Penentuan indeks viskositas mengacu pada ASTM D 2270.

**Penentuan titik nyala.** Pengukur titik nyala ini menggunakan *Cleveland Opened Cup* (COC). Metode yang digunakan berdasarkan standar ASTM D 92. Titik nyala atau *flash point* merupakan suhu cair terendah, dimana pemanasan menyebabkan uap pada sampel terbakar.

**Penentuan densitas.** Penentuan densitas mengacu pada ASTM D 1298.

**Penentuan angka basa total.** Penentuan angka basa total mengacu pada ASTM D 2896.

**Penentuan kadar logam.** Penentuan kadar logam mengacu pada ASTM D 811.

**Penentuan kadar abu sulfat.** Penentuan kadar abu sulfat mengacu pada ASTM D 874.

**Pengukuran Stabilitas Shear.** Pengukuran stabilitas *shear* dengan menggunakan *Fuel Injector Shear Stability Test* (FISST). Metode ini dilakukan berdasarkan standar ASTM D 2603. Sampel akan bekerja pada mesin yang sistem kerjanya seperti mesin otomotif. Sebelum dan sesudah shear, sampel diukur viskositas kinematiknya pada suhu 100°C menggunakan metode ASTM D 445.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Penentuan viskositas.** Tabel 1 dan 2 memperlihatkan viskositas kinematik dan indeks viskositas minyak lumas mineral HVI 60 dan HVI 650 dengan penambahan kopolimer lateks karet alam-metil metakrilat, sedangkan viskositas minyak lumas dengan variasi perbandingan minyak lumas dasar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Indeks viskositas minyak lumas HVI 60 dengan penambahan aditif kopolimer LKA-MMA

Konsentrasi aditif (%)	Viskositas kinematik 40°C (cSt)	Viskositas kinematik 100°C (cSt)	Indeks viskositas
0	31,2	5,3	102
0,25	31,2	5,3	102
1	33,4	5,8	116
5	37,6	9,5	167
10	43,8	15,5	172

Tabel 2. Indeks viskositas minyak lumas HVI 650 dengan penambahan aditif kopolimer LKA-MMA

Konsentrasi aditif (%)	Viskositas kinematik 40°C (cSt)	Viskositas kinematik 100°C (cSt)	Indeks viskositas
0	528,3	33,8	97
0,25	525,6	33,5	97
1	528,4	34,2	97
5	524,0	31,5	100
10	531,9	37,5	106

Tabel 3. Indeks viskositas minyak lumas pada variasi perbandingan minyak lumas dasar dengan konsentrasi 5% aditif kopolimer LKA-MMA

HVI 60 (%)	HVI 650 (%)	HVI 95 (%)	HVI 160 (%)	Viskositas kinematik 40°C (cSt)	Viskositas kinematik 100°C (cSt)	Indeks viskositas
50	50	-	-	123,41	24,78	147
70	30	-	-	123,38	24,73	148
-	-	50	50	123,33	24,63	145
-	-	70	30	122,76	24,86	147

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa indeks viskositas pada HVI 60 dan HVI 650 bertambah seiring dengan naiknya konsentrasi aditif minyak lumas yang ditambahkan. Hal ini disebabkan jumlah molekul kopolimer yang terkandung dalam minyak lumas semakin banyak sehingga dapat lebih menjaga laju alir minyak lumas tersebut pada saat suhu tinggi. Viskositas tertinggi diperoleh pada penambahan aditif kopolimer sebesar 10%.

Minyak lumas HVI 60 mengalami peningkatan viskositas kinematik (pada suhu 100°C) cukup besar yaitu sebesar 192,5%, dari 5,3 cSt sebelum ditambahkan aditif

menjadi sebesar 15,5 cSt dengan penambahan 10% aditif kopolimer. Jika dilihat dari klasifikasi minyak lumas berdasarkan SAE-J 300 [12] yang dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa, minyak lumas dasar HVI 60 sebelum diberi aditif kopolimer LKA-MMA berada pada klasifikasi 10W dan setelah ditambah 10% aditif, viskositas minyak lumas mineral tersebut naik ke klasifikasi 40. Pada minyak lumas dasar HVI 650 peningkatan viskositas kinematik (suhu 100°C) sebesar 33,3% yaitu dari 5,63 cSt menjadi 7,5 cSt, dan nilai ini berada pada klasifikasi SAE 20.

Tabel 4. Klasifikasi viskositas pelumas mesin menurut SAE-J 300

SAE	Viskositas pada suhu rendah (cP)		Viskositas pada suhu tinggi		
	Mesin start maks pada suhu °C	Pemompaan maks tanpa ada stress pada suhu °C	Kinematik (cSt) pada 100°C		Shear tinggi (cP) pada 150°C dan 10 <sup>6</sup> S <sup>-1</sup> min
			Min.	Maks.	
0W	3250 pd - 30	60.000 pd - 40	3,8	-	-
5W	3500 pd - 25	60.000 pd - 35	3,8	-	-
10W	3500 pd - 20	60.000 pd - 30	4,1	-	-
15W	3500 pd - 15	60.000 pd - 25	5,6	-	-
20W	4500 pd - 10	60.000 pd - 20	5,6	-	-
25W	6000 pd - 5	60.000 pd - 15	9,3	-	-
20	-	-	5,6	< 9,3	2,6
30	-	-	9,3	< 12,5	2,9
40	-	-	12,5	< 16,3	2,9 (0W40,5W40, 10W40,grade)
40	-	-	12,5	< 16,3	3,7(15W40,20W40, 25W40,grade)
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7
60	-	-	21,9	< 26	3,7

Secara umum viskositas kinematik minyak lumas mineral yang digunakan sebagai sampel meningkat setelah penambahan aditif kopolimer LKA-MMA dan mempunyai nilai indeks viskositas yang baik, yaitu lebih dari 110 pada penambahan aditif 10%. Hal ini karena molekul polimer yang terkandung pada minyak lumas mineral tidak menyebabkan minyak lumas menjadi kental pada suhu rendah dan mampu mempertahankan viskositasnya pada saat kenaikan suhu. Kemampuan kopolimer ini dalam mempertahankan viskositas minyak lumas pada suhu tinggi karena kopolimer ini dapat mengembang pada suhu tinggi [5,8-10].

**Penentuan titik nyala.** Titik nyala minyak lumas adalah suhu minimal dimana suatu minyak lumas akan menyala di dekat sumber api. Titik nyala merupakan salah satu indikator terpenting minyak lumas karena berhubungan langsung dengan mesin yang rentan terhadap friksi-friksi sehingga menimbulkan panas. Semakin tinggi titik nyala, semakin baik kualitas minyak lumas.

Untuk melarutkan kopolimer ke dalam larutan, pelarut xilena dibuat perbandingan 1:1 yang bertujuan agar xilena tidak menyebabkan pengaruh besar terhadap uji titik nyala. Pelarut xilena digunakan untuk membantu pelarutan kopolimer dalam minyak lumas. Pada penelitian terdahulu [3,9], pelarut xilena menyebabkan titik nyala minyak lumas menjadi rendah, sehingga pelarut xilena dibuat sekecil mungkin agar tidak memberikan pengaruh besar pada hasil uji titik nyala. Tabel 5 dan 6 memperlihatkan titik nyala minyak lumas yang diberi aditif kopolimer.

Tabel 5. Titik nyala minyak lumas HVI 60 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

No.	Konsentrasi aditif (%)	Titik Nyala (°C)
1.	0	220
2.	0,25%	218
3.	1%	214
4.	5%	208
5.	10%	190

Tabel 6. Titik nyala minyak lumas HVI 650 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

No.	Konsentrasi aditif (%)	Titik Nyala (°C)
1.	0	266
2.	0,25%	266
3.	1%	258
4.	5%	240
5.	10%	216

Berdasarkan data pada Tabel 5 dan 6 dapat dilihat bahwa penggunaan xilena sebagai pelarut kopolimer menyebabkan terjadinya penurunan titik nyala minyak lumas dan semakin besar penambahan aditif menyebabkan titik nyala minyak lumas makin menurun. Penurunan titik nyala yang besar tidak diharapkan, karena pelumas bekerja pada suhu tinggi. Jika penambahan aditif menurunkan titik nyala minyak lumas, maka minyak lumas akan mudah terbakar. Xilena mempunyai titik nyala yang sangat rendah yaitu 27°C-32°C sehingga jika digunakan sebagai pelarut akan menyebabkan titik nyala minyak lumas menjadi sangat rendah dibanding titik nyala minyak lumas dasarnya. Pada penelitian ini, pelarut xilena digunakan tidak sebagai pelarut utama, tetapi sebagai pelarut antara dengan konsentrasi maksimum penggunaan 0,5% dalam minyak lumas.

Dalam pembuatan aditif, kopolimer LKA-MMA dilarutkan dengan xilena sampai kelarutan maksimum yaitu konsentrasi 50%. Kemudian dilarutkan kembali dalam HVI sampai konsentrasi larutan 10%, sehingga konsentrasi xilena dalam minyak lumas dasar cukup kecil dan penurunan titik nyala pada minyak lumas menjadi minimal. Selain faktor kuantitas, penurunan ini disebabkan adanya interaksi fisik antara xilena dengan molekul kopolimer.

Berdasarkan data keseluruhan minyak lumas diperoleh titik nyala diatas 200°C, kecuali pada HVI 60 yang ditambahkan aditif dengan konsentrasi 10%. Dengan demikian titik nyala minyak lumas pada penelitian ini memenuhi standar minyak lumas yang ditetapkan berdasarkan SK

Ditjen Migas No.85K/34/DDJM/1998 yang dapat dilihat pada Tabel 7.

**Penentuan densitas.** Beberapa formula minyak lumas dasar diukur

Tabel 7. SK Ditjen Migas No.85K/34/DDJM/1998

No.	Karakteristik	Satuan	Spesifikasi .	Metode
1.	Viskositas kinematik pd suhu 100°C	cSt	Sesuai SAE	ASTM D 445
2.	Indeks viskositas	-	Min 90	ASTM D 2270
3.	Viskositas pd suhu rendah (CCS)	cP	Sesuai SAE	ASTM D 5293
4.	Viskositas pd suhu tinggi (HTHS)	cP	Sesuai SAE	ASTM D 4683
5.	Titik nyala COC	°C	Min 200	ASTM D 92
6.	Angka basa total	mg KOH/g	Min 5.0	ASTM D 2896
7.	Kandungan abu sulfat	% berat	Min 0.6	ASTM D 874
8.	Kandungan metal : Ca, Mg, Zn	% berat	*) 0.080	ASTM D 811
9.	Tendensi/stabilitas pembusaan	ml		ASTM D 892
	Seq. I		Maks.10/0	
	Seq. II		Maks.50/0	
	Seq. III		Maks.10/0	
10.	Kandungan bahan bakar	% vol.	-	ASTM D 332
11.	Kandungan air	% vol.	-	ASTM D 95

\*) Sesuai spesifikasi prosedur

Tabel 8. Densitas minyak lumas lumas HVI 60 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

No.	Konsentrasi aditif (%)	Densitas (g/ml)
1.	0	0,8546
2.	0,25	0,8552
3.	1	0,8558
4.	5	0,8588
5.	10	0,8591

Tabel 9. Densitas minyak lumas lumas HVI 650 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

No.	Konsentrasi aditif (%)	Densitas (g/ml)
1.	0	0,8898
2.	0,25	0,8898
3.	1	0,8896
4.	5	0,8889
5.	10	0,8887

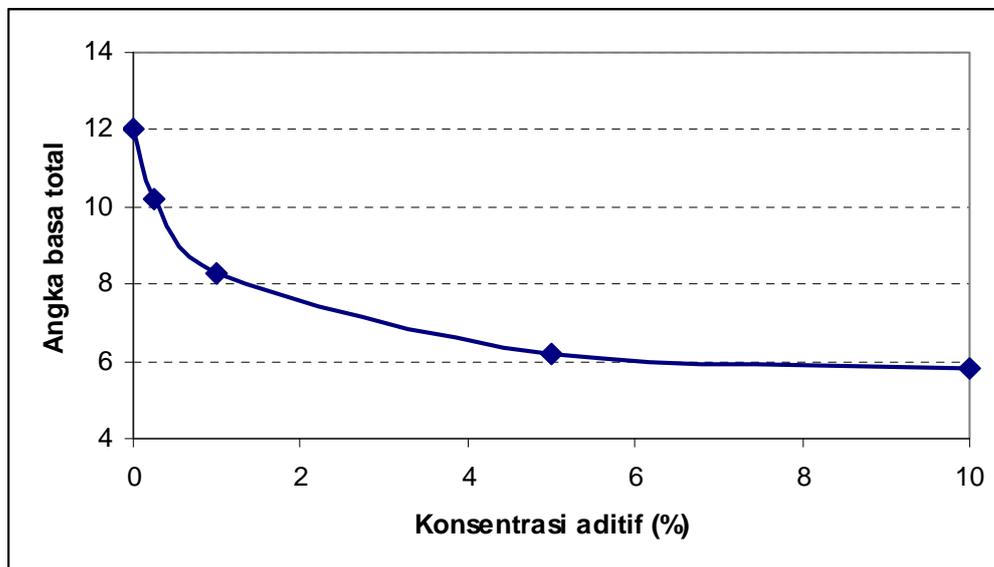
densitasnya. Tabel 8 dan 9 memperlihatkan densitas minyak lumas dengan variasi konsentrasi aditif.

Dari data di atas dapat dilihat bahwa minyak lumas yang ditambah bahan aditif dengan minyak lumas dasar HVI 60 memiliki densitas rata-rata 0,85. Minyak lumas yang ditambah bahan aditif dengan minyak lumas dasar HVI 650 memiliki densitas rata-rata 0,88. Semakin kental minyak lumas maka semakin tinggi nilai densitasnya.

**Penentuan angka basa total.** Angka basa total adalah jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk penyabunan sempurna 1 gram lemak/minyak. Beberapa formula minyak lumas dengan minyak lumas dasar HVI 60 yang ditambah bahan

aditif menunjukkan angka basa total seperti pada Gambar 2.

dapat mempercepat keausan dan mengganggu aliran minyak lumas.



Gambar 2. Angka Basa Total minyak lumas dasar HVI 60 dengan penambahan aditif kopolimer LKA-MMA

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi aditif kopolimer LKA-MMA yang ditambahkan, semakin kecil angka basa totalnya. Menurut standar minyak lumas, angka basa total (mg KOH/g) yang dapat beredar di pasaran minimum sebesar 5,0, berarti pelumas ini memenuhi standar minyak lumas yang diperbolehkan.

**Penentuan kadar magnesium (Mg).**

Dari data perhitungan, diperoleh kadar Mg yang terdapat pada formula minyak lumas yang ditambah aditif kopolimer LKA-MMA adalah sebesar 0,0206% berat. Jika dilihat pada standar minyak lumas yang diperbolehkan beredar di pasaran, kandungan logam yang diperbolehkan (Ca, Mg, Zn) adalah sebesar 0,080% berat. Berarti, formula minyak lumas yang ditambah aditif kopolimer LKA-MMA telah memenuhi standar.

**Penentuan kadar abu.**

Abu merupakan kumpulan mineral dalam minyak lumas. Bila kadar abu terlalu tinggi akibat pemanasan akan terjadi gesekan pada permukaan logam yang dilumasi, sehingga

Beberapa contoh minyak lumas dasar yang telah ditambah aditif sebesar 2% dan 10% dan ditentukan kadar abunya. Hasil dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kadar abu minyak lumas mineral

No.	Konsentrasi aditif (%)	Kadar abu (%)		
		HVI 60	HVI 95:HVI 160 (1:1)	HVI 60:HVI 650 (1:1)
1.	0	0,01	0,01	0,01
2.	2	0,0209	0,0369	0,0339
3.	10	0,0429	0,0379	0,1028

Pada Tabel 10 terlihat bahwa semakin tinggi penambahan aditif kopolimer LKA-MMA dalam minyak lumas dasar dan campuran minyak lumas dasar, dapat menyebabkan kadar abu yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan adanya kopolimer LKA-MMA yang tidak terbakar sempurna. Kadar abu yang cukup tinggi tidak diharapkan karena dapat menyebabkan deposit pada mesin.

**Penentuan stabilitas shear.** Uji stabilitas shear bertujuan untuk mengetahui kemampuan kopolimer LKA-MMA sebagai aditif minyak lumas dasar dalam mempertahankan viskositas minyak lumas pada alat uji semi unjuk kerja. Sampel yang digunakan adalah minyak lumas dengan konsentrasi aditif 5%. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 11.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Marga Utama dari PATIR-BATAN, Oktavia Triwardani, S.Si dan Sri Rahayu, S.Si dari Universitas Pakuan-Bogor atas bantuannya, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

Tabel 11. Tabel indeks viskositas minyak lumas HVI 60 ditambah 5% aditif kopolimer LKA-MMA hasil uji stabilitas shear

No.	Waktu Uji (menit)	Viskositas kinematik 100°C (cSt)	% Penurunan viskositas	Indeks viskositas
1.	30	9,15	3,68	159
2.	60	8,88	6,5	157

Dari hasil pengujian selama 30 menit, minyak lumas HVI 60 yang ditambah 5% aditif kopolimer LKA-MMA mengalami penurunan viskositas sebesar 3,68% dan untuk pengujian selama 60 menit penurunan viskositas yang terjadi adalah 6,5%. Hasil ini dapat dikatakan baik, merujuk pada penelitian terhadap aditif kopolimer olefin (OCP) yang telah digunakan di pasaran, dengan persentase penurunan viskositas dari minyak lumas yang diberi aditif OCP sebesar 6-15% [11].

Berdasarkan hasil uji stabilitas shear dapat diketahui bahwa aditif kopolimer LKA-MMA dapat mempertahankan viskositas minyak lumas secara efektif karena molekul kopolimer yang dikenai shear tidak mengalami degradasi secara signifikan.

## KESIMPULAN

Titik nyala, angka basa total, kadar logam dan shear stability minyak lumas yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA dapat memenuhi standar minyak lumas yang ditetapkan berdasarkan SK Ditjen Migas No.85K/34/DDJM/1998.

## DAFTAR PUSTAKA

- MORTIER, R. M. "Chemistry and Technology of Lubricant" (2<sup>nd</sup> Ed.), Blackie Academic and Professional, London, 147-151 (1997).
- DHOMIRI, A. "Teknologi" (Ed. 271), Jakarta, 11-12 (2004).
- NURSI AH, Studi sintesis aditif peningkat indeks viskositas pelumas dari kopolimerisasi lateks karet alam-stirena dengan variasi jumlah inisiator dan lama proses, Tesis, Program Pasca Sarjana FMIPA UI, Depok (2004).
- SUHARTINI, M., UTAMA, M., SUHARDONO, E., Elastomer termoplastik sebagai aditif peningkat indeks viskositas pelumas mineral, *J. Sains Materi Indonesia*, 7 (3), 33-37 (2006).
- WARTAWAN, A. "Pelumas Otomotif dan Industri", Balai Pustaka, Jakarta, 43-44 (1998).

- 
6. BATAILLE, P., SANJANI, N. S., and EVIN, E., Preparation and characterization of a viscosity index improver for naphthenic and paraffinic base oils, *J. Sol. Chem.*, **23** (2), 325-332 (1994).
  7. WILFRIED, J. B. "Engine Oil and Automotive Lubrication", Marcel Dekker, New York, 25-29 (1993).
  8. RIZVI, SYED, Q. A. "Lubricants Additive and Their Function" (18<sup>th</sup> Ed.), ASM Hand Book, Northwestern University, 109-112 (1993).
  9. PELITA, R. Sintesis dan karakterisasi aditif pelumas otomotif dari kopolimerisasi lateks karet alam-stirena, Tesis, Program Pasca Sarjana FMIPA UI, Depok (2004).
  10. DRESEL, W., and MANG, Th. "Lubricants and Lubrication" (2<sup>nd</sup> Ed.), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 94-97 (2007).
  11. KARINA, R. M., Penelitian efektivitas penambahan aditif PVI terhadap kinerja minyak lumas, *Lembar Publikasi Lemigas*, **37** (1), 19-22 (2003).
  12. Daftar klasifikasi pelumas menurut The Society of Automotive Engineers (SAE).
-