

PEMBUATAN ADITIF PENINGKAT INDEKS VISKOSITAS PELUMAS MINERAL DAN SINTETIK OLAHAN

Meri Suhartini, Rahmawati, I. Made Sumarti Kardha,
Herwinarni dan Devi Listina P.

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi- BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat, Jakarta Selatan
Telp.021-7690709; Fax: 021-7691607

ABSTRAK

PEMBUATAN ADITIF PENINGKAT INDEKS VISKOSITAS PELUMAS MINERAL DAN SINTETIK OLAHAN. Telah dilakukan pembuatan aditif peningkat indeks viskositas pelumas mineral dan sintetik olahan dari kopolimer iradiasi lateks karet alam-metil metakrilat (LKA-MMA). Pelumas sintetik hasil *recovery* dan pelumas dasar mineral masing masing ditambahkan aditif kopolimer dengan konsentrasi bervariasi yaitu 0.25%, 0.70%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10% w/w. Viskositas kinematik dan indeks viskositas yang dihasilkan dibandingkan dengan pelumas komersial yang diperdagangkan seperti Shell Plus 10/40 (bensin), Fastron 10/40 (bensin), Castrol 10/40 (bensin), Prima XP 20/50 (bensin), Shell Super 15/50 (bensin), Repsol 15/40 (diesel), Top One 20/50 (bensin). Hasilnya menunjukkan bahwa pelumas sintetik olahan yang memiliki indeks viskositas dibawah 100 meningkat indeks viskositasnya menjadi 156 dengan penambahan 0.25% aditif kopolimer LKA-MMA, sedangkan pelumas dasar mineral HVI 60 yang semula berindeks viskositas 126 meningkat menjadi 140 dengan penambahan 0.25% aditif kopolimer LKA-MMA. Nilai angka basa total pelumas mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi aditif yang ditambahkan. Analisis pour point formula pelumas mineral dan sintetik olahan menunjukkan hasil dibawah -36 °C, yang berarti telah memenuhi standar internasional yang berlaku yaitu *standard of automotive engineers* (SAE).

Kata kunci : Aditif peningkat indeks viskositas pelumas, kopolimer iradiasi, lateks karet alam, metil metakrilat, *standard of automotive engineers* (SAE).

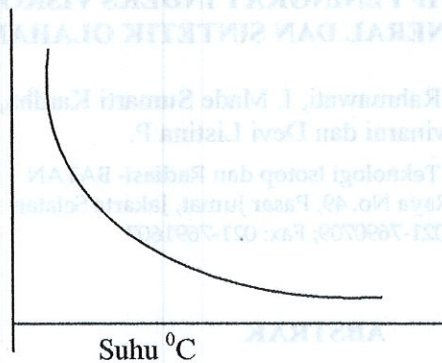
PENDAHULUAN

Pada suhu tinggi, pelumas akan menurun viskositasnya, karena suhu tinggi menyebabkan molekul bergerak lebih cepat sehingga pelumas tersebut menjadi encer. Untuk menghambat turunnya viskositas pelumas karena kenaikan suhu dibutuhkan suatu zat yang dapat menghambat turunnya viskositas pelumas tersebut.¹ Penambahan zat aditif peningkat indeks viskositas diperlukan untuk menambah kemampuan pelumas dalam mempertahankan viskositasnya terhadap perubahan suhu.

Dewasa ini telah berkembang teknologi polimer yang dapat memformulasikan polimer sebagai zat aditif untuk peningkat indeks viskositas pelumas. Polimer yang biasa digunakan ialah kopolimer olefin, kopolimer stearat dan kopolimer dari metakrilat. Karena ketiga polimer ini mempunyai sifat mengembang pada suhu tinggi.²

Kenaikan suhu akan berakibat melemahnya ikatan molekul fluida yang kemudian menurunkan viskositasnya. Viskositas semua jenis fluida akan mengalami penurunan dengan adanya kenaikan suhu. Pada Gambar 1 terlihat adanya hubungan antara perubahan viskositas dengan kenaikan suhu.

Viskositas
kinematik (cSt)



Gambar 1. Grafik pengaruh suhu pada viskositas kinematik

Perubahan viskositas yang disebabkan pengaruh kenaikan suhu merupakan hal yang sangat penting yang harus dipertimbangkan pada berbagai jenis penerapan pelumas di dalam tugasnya menghadapi jangkauan suhu yang luas. Jika digunakan pelumas-mesin yang rendah viskositasnya, maka aktivitasnya untuk melindungi bagian-bagian mesin kendaraan pada saat mesin beroperasi akan berkurang. Akan tetapi, jika menggunakan pelumas yang viskositasnya terlalu tinggi, akan mendapat kesulitan pada saat menghidupkan mesin atau setidaknya baterai akan bekerja keras memberi suplai arus listrik. Kondisi suhu lingkungan yang terlalu rendah juga akan berpengaruh, karena kondisi viskositas pelumas yang tinggi pada suhu lingkungan yang rendah dipagi hari akan menyulitkan berputarnya mesin.³

Kondisi ideal dari suatu pelumas adalah memiliki viskositas yang cukup rendah di pagi hari untuk dapat menghidupkan mesin dan cukup tinggi viskositasnya dalam melayani operasi mesin. Secara umum yang diharapkan dari suatu pelumas adalah perubahan viskositas yang sekecil mungkin dengan adanya perubahan suhu yang besar.

Pada penelitian ini digunakan aditif peningkat indeks viskositas yang dibuat dari kopolimer radiasi lateks karet alam dan metil metakrilat. Pelarutan dilakukan dengan beberapa teknik untuk mendapatkan formula yang mempunyai karakteristik optimal sebagai aditif pelumas otomotif.

METODOLOGI

1. Bahan

- Lateks karet alam (LKA), diambil dari perkebunan PTPN VIII Bandung. Karet alam ini mempunyai kadar karet kering 60%.
- Metil Metakrilat (MMA) teknis.
- HVI 60, pelumas sintetik olahan
- Xilena, etanol, gliserol, kloroform
- 7 macam minyak lumas komersial

2. Sumber radiasi

Sebagai sumber iradiasi digunakan Iradiator panorama sinar γ dengan sumber Co-60 yang terdapat di PATIR - BATAN.

3. Cara kerja

a. Pembuatan Kopolimer Lateks Karet Alam - Metil Metakrilat

Lateks sebanyak 166,7 g (60% kadar karet kering) ditambah monomer metil metakrilat seberat 50 g (LKA-MMA 50), Campuran tersebut diiradiasi dengan sinar γ pada laju dosis 1 kGy per jam selama 10 jam. Kopolimer yang dihasilkan kemudian dikeringkan dan dimastikasi 3000 kali.

b. Pembuatan Aditif Peningkat Indeks Viskositas

Kopolimer karet alam dilarutkan dalam pelarut antara, larutan ini kemudian dilarutkan lagi dalam HVI 60 hingga konsentrasi 10 %, larutan ini disebut larutan induk. Selanjutnya pembuatan formula pelumas dengan pelumas dasar mineral HVI 60 dan pelumas sintetik olahan, penambahan aditif kopolimer 0.25%, 0.70%, 1%, 3%, 5%, 7%, dan 10% w/w.

c. Penentuan Viskositas Menggunakan Metode Cannon Fenske Routine

Untuk menentukan indeks viskositas haruslah diketahui viskositas kinematik. Mengukur viskositas kinematik dengan metode ASTM D445.

Viskometer *Cannon-Fenske Routine* dimasukkan ke dalam bak yang suhunya ditetapkan pada suhu 40° C. Sampel ini dimasukkan ke dalam viskometer dan dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 40° C selama 30 menit. Sampel ditarik dengan karet balp sampai di atas tanda batas pertama. Kemudian waktu pengaliran diukur dari batas pertama sampai batas ke dua tabung viskometer. Percobaan ini dilakukan triplo dan dirata-ratakan waktu alirnya. Hal yang sama dilakukan untuk mengukur viskositas kinematik pada 100° C (dengan menggunakan bak pemanas 100° C).

d. Pengujian Densitas

Piknometer kosong ditimbang, kemudian sampel dimasukkan ke dalam piknometer sampai melewati lubang kapiler pada tutup piknometer. Sampel yang luber dibersihkan dengan kertas penyerap. Piknometer yang berisi sampel murni ditimbang. Berat sampel diketahui dikurangi dengan berat piknometer berisi sampel pelumas murni dengan berat piknometer kosong. Densitas sampel adalah berat sampel dimana berat sampel dibagi dengan volume sampel dalam piknometer yaitu 10 ml.

Densitas = $[(\text{berat piknometer} + \text{sampel}) - (\text{berat piknometer kosong})] / 10\text{ml}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa viskositas kinematik pada 100°C mengalami kenaikan sebesar 81,26%, dari semula sebesar 3.06 menjadi 5.55 pada penambahan 0.25% kopolimer LKA-MMA dan naik sebesar 674 % pada penambahan 10% kopolimer LKA-MMA.

Tabel 1. Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas pelumas sintetik olahan yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA 50

Aditif Kopolimer LKA-MMA	Viskositas kin. 40°C (cSt)	Viskositas kin. 100°C (cSt)	Indeks viskositas
0%	24.53071	3.061643	90
0.25%	26.14518	5.549505	156
0.70%	27.14752	5.81022	164
1%	28.11161	6.190119	179
3%	36.7425	8.007675	200
5%	48.53346	11.07666	231
7%	67.98358	14.38402	223
10%	116.3411	23.71762	236

Viskositas kinematik adalah ukuran besarnya tahanan laju alir antara pelumas dan permukaan. Makin kental pelumas, laju aliran dekat permukaan akan makin lambat atau gaya geser/gesek antara pelumas dan permukaan makin besar. Viskositas yang baik adalah penyesuaian untuk mencapai sirkulasi pelumas yang lancar dalam arti tenaga luar yang diperlukan ringan dan kedua permukaan yang dilumasi bergerak bebas.

Pada tabel diatas juga terlihat bahwa viskositas kinematik pelumas sintetik olahan tersebut berada pada kisaran 24,53-116,34 cSt pada suhu 40°C dan 3,06-23,72 cSt pada suhu 100°C. Viskositas pelumas sintetik olahan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi aditif LLKA-MMA yang ditambahkan. Hal ini disebabkan jumlah molekul kopolimer LKA-MMA yang terkandung dalam pelumas sintetik olahan tersebut semakin banyak sehingga dapat lebih menjaga laju alir pelumas pada saat suhu tinggi. Penambahan kopolimer LKA-MMA sebesar 7% meningkatkan klasifikasi minyak sintetis olahan dari 0W menjadi 40 menurut standar SAE. Penambahan kopolimer LKA-MMA sebesar 10% mampu meningkatkan klasifikasi minyak sintetis olahan dari 0W menjadi 60 menurut standar SAE. Nilai viskositas kinematik pada 100°C menunjukkan penambahan aditif memberikan hasil yang baik untuk meningkatkan mutu pelumas bekas pakai, yaitu mampu meningkatkan klasifikasi pelumas bekas pakai menurut standar SAE dari 0W hingga klasifikasi SAE 60.

Pada tabel 1 dapat dilihat pula bahwa pada pelumas sintetik olahan terjadi peningkatan indeks viskositas sebesar 73.33% dengan penambahan 0.25% aditif kopolimer LKA-MMA, dan mengalami peningkatan hingga 162% dengan penambahan aditif LKA-MMA 10%. Peningkatan indeks viskositas dengan adanya penambahan kopolimer LKA-MMA ini disebabkan karena

kemampuan kopolimer karet alam MMA untuk berintegrasi masuk kedalam pelumas sintetik olahan dan memperbaiki sifat fisik kimia pelumas sintetik olahan tersebut.

Tabel 2. Viskositas kinematik dan indeks viskositas pelumas sintetik olahan yang diberi aditif komersial dan ditambah aditif LKA-MMA

Aditif Kopolimer LKA-MMA	Viskositas kin. 40°C (cSt)	Viskositas kin. 100°C (cSt)	Indeks viskositas
0%	170.2459	22.60772	160
0.25%	181.4477	24.23905	164
0.70%	185.3576	24.85731	188
3%	207.019	32.61917	203
5%	299.166	42.84665	201

Tabel 2 memperlihatkan kenaikan indeks viskositas yang tidak terlalu signifikan dari pelumas sintetik olahan yang sudah mendapat tambahan aditif peningkat indeks viskositas komersil, kemudian diberi aditif kopolimer LKA-MMA.

Tabel 3. Viskositas kinematik dan indeks viskositas pelumas HVI 60 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

Aditif kopolimer LKA-MMA	Viskositas kin. 40°C (cSt)	Viskositas kin. 100°C (cSt)	Indeks viskositas
0%	24.10395	4.850452	126
0.25%	24.4824	5.091156	140
0.70%	25.27771	5.414766	156
1%	26.62646	5.722041	163
3%	35.39871	8.338659	224
5%	47.12559	11.6364	254
7%	65.03775	16.52137	272
10%	101.8032	26.73327	296

Tabel 3 menunjukkan kenaikan indeks viskositas pelumas dasar HVI 60 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA. Terlihat bahwa kenaikan indeks viskositas cukup signifikan yaitu sebesar 11.11% pada penambahan aditif kopolimer LKA-MMA 0.25%, dan meningkat sebesar 134.92% pada penambahan aditif kopolimer LKA-MMA dengan konsentrasi 10%.

Aditif	Densitas (g/ml)	TRN
0%	0.824	65.75
0.25%	0.826	64.03
0.70%	0.828	63.75
1%	0.83	62.25
3%	0.847	74.15
5%	0.863	76.2
7%	0.871	77.48
10%	0.877	77.95

Tabel 4. Viskositas kinematik dan indeks viskositas pelumas komersial

Sampel	Viskositas kin. 40°C (cSt)	Viskositas kin. 100°C (cSt)	Indeks viskositas
Pelumas sintetik A, SAE 10/40 (bensin)	83.76862	14.37445	180
Pelumas sintetik B, SAE 10/40 (bensin)	86.19415	15.09594	186
Pelumas sintetik C, SAE 10/40 (bensin)	93.06826	16.05414	186
Pelumas mineral D, SAE 20/50 (bensin)	158.1718	20.12546	148
Pelumas sintetik E, SAE 15/50 (bensin)	133.4253	20.77761	181
Pelumas sintetik F, SAE 15/40 (diesel)	97.69818	15.51417	169
Pelumas sintetik G, SAE 20/50 (bensin)	140.4127	22.60647	191

Tabel 4 menunjukkan viskositas kinematik pada 40°C dan 100°C dan indeks viskositas dari beberapa pelumas yang diperdagangkan, terlihat bahwa rata-rata pelumas sintetik komersial untuk kendaraan berbahan bakar bensin yang beredar di pasaran mempunyai indeks viskositas berkisar antara 180 sampai dengan 191. Pelumas sintetik untuk kendaraan berbahan bakar diesel mempunyai indeks viskositas berkisar 169. Sedangkan pelumas mineral komersial untuk kendaraan berbahan bakar bensin yang beredar di pasaran mempunyai indeks viskositas 148.

Apabila dilihat dari nilai viskositas kinematik pada 40°C, pelumas sintetik olahan yang diberikan aditif (Tabel 1) memiliki sifat lebih encer daripada pelumas sintetik komersial merk B,D dan F yang beredar di pasaran. Tetapi viskositas kinematik 100°C pelumas sintetik olahan + 7% aditif kopolimer tidak berbeda dengan pelumas merk B dengan klasifikasi SAE 10/40, dan viskositas kinematik 100°C pelumas sintetik olahan + 10% aditif kopolimer lebih tinggi dari pelumas merk D dan F dengan klasifikasi SAE 15/50 dan 20/50. Dengan kata lain kualitas, dalam hal ini viskositas kinematik, pelumas bekas yang ditambahkan aditif kopolimer LKA-MMA dapat bersaing dengan pelumas yang beredar di pasaran.

Tabel 5. Angka basa total pelumas mineral HVI 60 + aditif kopolimer LKA-MMA

Aditif	Densitas (g/ml)	TBN
0%	0.854	62.52
0.25%	0.856	64.03
0.70%	0.8588	65.72
1%	0.86	67.25
3%	0.8647	74.12
5%	0.8665	76.5
7%	0.8671	77.48
10%	0.8677	77.95

Tabel 6. Angka basa total oli sintetik olahan + aditif kopolimer LKA-MMA

Aditif	Densitas (g/ml)	TBN
0%	0.844	13.73
0.25%	0.86	17.5
0.70%	0.8636	23
1%	0.8656	27.18
3%	0.8672	54.9
5%	0.8688	63.14
7%	0.87	66.3
10%	0.872	67.95

Tabel 5 dan 6 memperlihatkan densitas dan angka basa total pelumas mineral HVI 60 dan pelumas sintetik olahan yang ditambahkan aditif kopolimer LKA-MMA. Semakin tinggi viskositas pelumas, semakin tinggi pula densitas pelumas tersebut, demikian pula angka basa total pelumas. Angka basa total adalah kemampuan pelumas untuk menetralkan asam kuat (sulfat) yang terjadi dari proses perubahan dalam silinder, begitu pula dalam pendinginan gas hasil pembakaran tidak menyebabkan korosi dinding/permukaan silinder, piston, ring dan lainnya. Angka basa total pelumas sintetik olahan lebih rendah dari pada pelumas baru karena sebagian besar telah digunakan untuk menetralkan asam-asam yang terbentuk atau untuk menghancurkan kotoran. Dengan mengukur angka basa total dapat diketahui apakah pelumas yang telah berulangkali *recovery* masih dapat dipergunakan kembali sebagai pelumas dasar kendaraan.

Tabel 7. Titik tuang pelumas mineral dan sintetik olahan + aditif kopolimer LKA-MMA

No	Jenis sampel	Pour point (ASTM D 97)
1	HVI 60+ 1% Kopolimer LKA-MMA	-24
2	HVI 60+ 7% Kopolimer LKA-MMA	Below -36
3	Pelumas sintetik olahan	Below -36
4	Pelumas sintetik olahan + 1% Kopolimer LKA-MMA	Below -36
5	Pelumas sintetik olahan + 7% Kopolimer LKA-MMA	Below -36

Tabel 7 memperlihatkan titik tuang pelumas mineral dan sintetik olahan yang telah diberi aditif kopolimer LKA-MMA. Titik tuang adalah suhu terendah dimana pelumas dapat melalui kondisi tersebut, untuk mengetahui kemampuan mengalir pada suhu rendah berhubungan dengan daerah pemakaian atau kondisi kerja. Titik tuang pelumas mineral dan sintetik olahan yang telah diberi aditif kopolimer LKA-MMA telah memenuhi standar internasional yang ditetapkan yaitu *standard of automotive engineers* (SAE).

KESIMPULAN

- Penambahan aditif kopolimer LKA-MMA pada pelumas sintetik olahan memberikan peningkatan indeks viskositas lebih tinggi dibandingkan penambahan aditif kopolimer LKA-MMA pada pelumas dasar mineral HVI 60.
- Angka basa total pada pelumas sintetik olahan meningkat secara signifikan yaitu 395% dengan adanya penambahan aditif kopolimer LKA-MMA.
- Analisis titik tuang pada pelumas sintetik olahan dan pelumas mineral yang ditambahkan kopolimer LKA-MMA telah memenuhi standar internasional yang ditetapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Suhardono dan Dra. Roza Andriany dari LEMIGAS, atas bantuan dan diskusinya sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chapiro, A. 1962. *Radiation Chemistry of Polymer System*. Jhon Wiley & Sons Inc, Ney York.
2. Gunawan. 1999. *Pemanfaatan Radiasi Pada Proses Polimerisasi Metil Metakrilat Sebagai Penguat Beton*. Universitas Nusa Bangsa, Bogor.
3. Lestari, P.E. 1991. *Pengaruh Penggilingan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Campuran Karet Alam Iradiasi Polimetil Metakrilat dan Karet Alam Polimetil Metakrilat Kopolimer*. Akademi Kimia Analisis, Bogor.
4. Mulyana, A. dan E.W. Tjahyono. 2003. *Penelitian Teknologi Proses Pembuatan Polyester Sebagai Bahan Dasar Minyak Lumas Sintetik*. Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri. 2003, Vol. III. Hal 165-175/ HUMAS BPPT/ ANY
5. Nursiah. 2004. *Studi Sintetis Aditif Peningkat Indeks Viskositas Pelumas dari Kopolimer LKA-Stiren dengan Jumlah Inisiator dan Lama Proses*. Program Pasca Sarjana UI, Depok.
6. Perdana, A. 2005. *Optimasi Kopolimer LKA-g-MMA sebagai Aditif Peningkat Indeks Viskositas Dalam Minyak Pelumas*. FMIPA UI. Depok.
7. Rizvi, Syed Q.A. 1993. *Lubricants Additive and Their Function*. ASM Hand Book, Vol 18, pg 109. Northwestern University.