

## PENAMBAHAN LATEKS KARET ALAM KOPOLIMER RADIASI DAN PENINGKATAN INDEKS VISKOSITAS MINYAK PELUMAS SINTETIS OLAHAN

**Meri Suhartini dan Rahmawati**

*Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi(PATIR)-BATAN  
Jl. Cinere , Kotak Pos 7002 JKSKL, Jakarta 12070*

### ABSTRAK

**PENAMBAHAN LATEKS KARET ALAM KOPOLIMER RADIASI DAN PENINGKATAN INDEKS VISKOSITAS MINYAK PELUMAS SINTETIS OLAHAN.** Pada penelitian ini, minyak pelumas sintesis hasil olahan (*recovery*) dan minyak pelumas mineral diberi aditif lateks karet alam-metil metakrilat kopolimer radiasi (kopolimer LKA-MMA) yang telah dibuat larutan dengan konsentrasi bervariasi yaitu 0,25%, 0,70%, 1%, 3%, 5%, 7%, 10%. Hasil analisis indeks viskositas dan viskositas kinematik dibandingkan dengan minyak pelumas komersial yang beredar. Hasil menunjukkan bahwa indeks viskositas minyak pelumas sintesis olahan meningkat lebih dari 50% dengan pemberian 0,25% kopolimer LKA-MMA. Pada konsentrasi penambahan yang sama minyak pelumas mineral HVI 60 meningkat 11%. *Pour point* minyak pelumas sintesis olahan dan mineral bernilai kurang dari minus 36 yang berarti memenuhi standar *Society of Automotive Engineers (SAE)*. Selain itu angka basa total pada minyak pelumas tersebut meningkat dengan signifikan setelah diberi kopolimer LKA-MMA.

**Kata kunci** : Lateks karet alam, Metil Metakrilat, Kopolimer radiasi, Minyak pelumas sintesis olahan, Indeks Viskositas

### ABSTRACT

**RADIATION COPOLYMER ADDITION AND VISCOSITY INDEX IMPROVEMENT OF RECOVERY SYNTHETIC LUBRICANT OIL.** In this study, irradiation copolymer of natural rubber latex-methyl methacrylate (NRL-co-MMA) was added into recovery synthetic and mineral lubricant oil as samples at concentration of 0.25%, 0.70%, 1%, 3%, 5%, 7%, 10%. The viscosity index and kinematic viscosity of samples were compared to commercial lubricant oils. The results shown that viscosity index of recovery synthetic lubricant oil increased more than 50% at 0.25% addition of NRL-co-MMA. At similar addition of NRL-co-MMA, the viscosity index of mineral lubricant oil increased up to 11%. Pour point of samples were less than minus 36, means fulfill the Society of Automotive Engineers (SAE) standard. The total base number of lubricant samples increased significantly by NRL-co-MMA addition.

**Key words** : Natural Rubber Latex, Methyl Methacrylate, Radiation copolymer, Recovery synthetic lubricant oil, Viscosity index

### PENDAHULUAN

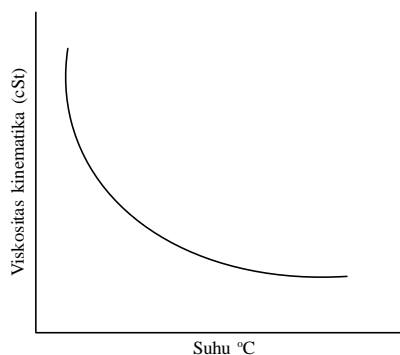
Pada suhu tinggi, pelumas akan menurun viskositasnya, karena suhu tinggi menyebabkan molekul bergerak lebih cepat sehingga pelumas tersebut menjadi encer. Untuk menghambat turunnya viskositas pelumas karena kenaikan suhu dibutuhkan zat aditif peningkat indeks viskositas untuk menambah kemampuan pelumas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

Dewasa ini telah berkembang teknologi polimer yang dapat memformulasikan polimer sebagai zat aditif untuk peningkat indeks viskositas dari pelumas. Polimer yang biasa digunakan ialah kopolimer olefin, kopolimer stearat dan kopolimer metakrilat, karena ketiga

polimer ini mempunyai sifat mengembang pada suhu tinggi [2].

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

Perubahan viskositas yang disebabkan pengaruh kenaikan suhu ini merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan pada berbagai jenis penerapan minyak pelumas dalam menghadapi jangkauan suhu yang



**Gambar 1.** Grafik perubahan Viskositas terhadap kenaikan suhu suatu minyak pelumas

luas. Jika digunakan pelumas mesin yang rendah viskositasnya, maka aktivitasnya untuk melindungi bagian mesin kendaraan pada saat mesin beroperasi akan berkurang. Akan tetapi, jika menggunakan minyak pelumas dengan viskositas 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 minyak pelumas yang tinggi pada suhu lingkungan yang rendah di pagi hari akan menyulitkan berputarnya mesin [3].

Kondisi ideal dari suatu minyak pelumas mesin 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 minyak pelumas adalah perubahan viskositas yang sekecil mungkin dengan adanya perubahan suhu yang besar.

Pada studi 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.

## METODE PERCOBAAN

### Bahan

Lateks karet alam (LKA) diambil dari perkebunan PTPN VIII Bandung. Karet alam ini mempunyai kadar karet kering 60%. Sebagai bahan polimer digunakan bahan metil metakrilat (MMA) teknis. Untuk minyak pelumas digunakan minyak mineral HVI 60, HVI 95 dan minyak pelumas sintetis olahan (dasar dan beraditif). Beberapa bahan pelarut yang digunakan meliputi xilen, aseton dan gliserol.

### Sumber Radiasi

Sebagai sumber radiasi dipergunakan Iradiator panorama sinar- $\gamma$  Co-60 PATIR - BATAN.

## Cara Kerja

### Pembuatan Kopolimer Lateks Karet Alam-Metil Metakrilat (Kopolimer LKA-MMA)

Lateks sebanyak 166,7 g (60% kadar karet kering) ditambah monomer metil metakrilat seberat 50 g. Campuran tersebut diiradiasi dengan sinar- $\gamma$  dengan laju dosis 1 kGy per jam selama 10 jam dan selanjutnya kopolimer yang dihasilkan dikeringkan.

### Pembuatan Aditif Peningkat Indeks Viskositas

Kopolimer LKA-MMA dilarutkan dalam pelarut antara, yang dilarutkan lagi dalam HVI 60 dengan konsentrasi 10 %. Larutan ini disebut larutan induk.

Larutan induk kemudian ditambahkan secara bervariasi yaitu 0,25%, 0,70%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10% pada minyak mineral dan minyak sintetis hasil olahan dasar dan semi dasar.

### Penentuan Viskositas Menggunakan Metode Cannon Fenske Routine

Untuk menentukan indeks viskositas maka viskositas kinematik perlu diketahui dengan cara mengukur viskositas kinematik dengan metode ASTM D445.

Viskometer Cannon-Fenske Routine dimasukkan ke dalam bak yang suhunya ditetapkan pada suhu 40 °C. Sampel 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 ke batas kedua tabung viskometer. Percobaan ini dilakukan berulang kali dan dirata-ratakan waktu alirnya. Hal yang sama dilakukan untuk mengukur viskositas kinematik pada 100 °C (dalam *waterbath* pada suhu 100 °C).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada minyak pelumas sintetis olahan terjadi kenaikan indeks viskositas sebesar kurang lebih 73,33%, dengan penambahan 0,25% aditif kopolimer, dan naik sebesar 162% dari kondisi awal tanpa kopolimer, pada penambahan 10% kopolimer. Peningkatan indeks viskositas dengan adanya penambahan kopolimer LKA-MMA ini karena kemampuan kopolimer karet alam MMA untuk berintegrasi masuk ke dalam pelumas sintetis dan memperbaiki sifat fisika kimia minyak pelumas sintetis olahan tersebut. Indeks viskositas adalah ukuran yang menunjukkan kemampuan pelumas dalam mempertahankan kekentalan terhadap perubahan suhu yang dialami pelumas. Makin tinggi indeks viskositas makin stabil tingkat kekentalannya terhadap perubahan suhu.

**Tabel 1.** Viskositas Kinetik dan Indeks Viskositas minyak pelumas sintesis hasil olahan yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

Aditif KOLAM	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

Dari data tersebut juga 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. Viskositas kinematik adalah ukuran besarnya tahanan laju alir antara pelumas dan permukaan, artinya makin kental pelumas laju aliran dekat permukaan akan makin lambat atau gaya 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 tersebut juga terlihat bahwa viskositas kinematik pelumas sintesis olahan tersebut berada pada kisaran 24,53 cSt hingga 116,34 cSt pada suhu 40 °C dan 3,06 cSt hingga 23,72 cSt pada suhu 100 °C. Viskositas pelumas sintesis olahan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi kopolimer LKA-MMA yang ditambahkan.

Hal ini disebabkan jumlah molekul kopolimer LKA-MMA yang terkandung dalam pelumas sintesis tersebut semakin banyak sehingga dapat lebih menjaga laju alir pelumas pada saat suhu tinggi. Penambahan kopolimer LKA-MMA sebesar 7% meningkatkan klasifikasi pelumas sintesis olahan dari 0W menjadi 40W menurut standar *Society of Automotive Engineering (SAE)*.

Penambahan kopolimer LKA-MMA sebesar 10% mampu meningkatkan klasifikasi pelumas sintesis olahan dari 0W menjadi 60 menurut standar *SAE*. Nilai viskositas

**Tabel 2.** Viskositas Kinetik dan Indeks Viskositas minyak pelumas sintesis hasil olahan yang diberi aditif komersial dan ditambahi aditif kopolimer LKA-MMA

Aditif Kopolimer	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

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.

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

Tabel 3 memperlihatkan kenaikan indeks viskositas dari minyak mineral dasar yang diberi kopolimer LKA-MMA. Terlihat bahwa kenaikan cukup signifikan yaitu sebesar 11,11% terjadi pada penambahan 0,25%, dan meningkat sebesar 134,92% pada penambahan kopolimer dengan konsentrasi 10%.

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

**Tabel 3.** Viskositas Kinetik dan Indeks Viskositas minyak lumas HVI 60 yang diberi aditif KOLAM

Aditif KOLAM	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 4.** Viskositas Kinetik dan Indeks Viskositas minyak pelumas HVI 60 yang diberi aditif kopolimer LKA-MMA

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

Jika dilihat dari nilai viskositas kinematik pada 40 °C, pelumas sintetis olahan yang ditambah aditif (Tabel 1) memiliki sifat lebih encer daripada minyak pelumas sintetis komersial merek B, D dan F yang beredar di pasaran. Tetapi viskositas kinematik pada 100 °C minyak pelumas sintetis olahan + 7% aditif kopolimer tidak berbeda dengan pelumas merek B dengan klasifikasi SAE 10/40, dan viskositas kinematik 100 °C minyak pelumas sintetis olahan + 10% aditif kopolimer lebih tinggi dari pelumas merek D dan F dengan klasifikasi SAE 15/50 dan SAE 20/50. Artinya, dalam hal ini viskositas kinematik, pelumas olahan yang ditambah aditif kopolimer LKA-MMA secara kualitas dapat bersaing dengan pelumas yang beredar di pasaran.

Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7 memperlihatkan densitas dan angka basa total dari beberapa sampel yang dianalisis. Dari tabel terlihat, semakin tinggi viskositas dari minyak mineral tersebut maka semakin tinggi pula densitas minyak mineral tersebut. Akan tetapi angka basa total dari minyak mineral tersebut memperlihatkan sebaliknya, dimana semakin tinggi viskositas minyak mineral tersebut maka semakin rendah

**Tabel 5.** Angka basa total minyak mineral

Sampel	Densitas (g/ml)	TBN
HVI 60	0.854	62.52
HVI 95	0.8616	38.43
HVI 160	0.8669	35.5
HVI 650	0.8732	33.27

**Tabel 6.** Angka basa total minyak mineral yang diberi 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 7.** Angka basa total minyak pelumas sintetis olahan yang diberi 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 8.** Pour point dari beberapa jenis minyak pelumas yang diberi aditif kopolimer karet alam 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	Minyak sintetis olahan	Below -36
4	Minyak sintetis olahan + 1% Kopolimer LKA-MMA	Below -36
5	Minyak sintetis olahan + 7% Kopolimer LKA-MMA	Below -36

angka basa totalnya. Angka basa total (*Total Base Number, TBN*) 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 permukaan silinder, piston dan ring. Angka *TBN* pada minyak 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 *TBN* dapat diketahui kemampuan pelumas yang telah beberapa kali diolah untuk dapat dipergunakan kembali sebagai pelumas otomotif.

Tabel 8 memperlihatkan *pour point* dari minyak pelumas yang telah diberi aditif kopolimer LKA-MMA. *Pour point* adalah suhu terendah pelumas dengan kemampuan alir yang baik yang berhubungan dengan daerah pemakaian atau kondisi kerja. Dari tabel terlihat bahwa nilai *pour point* pada beberapa sampel yang diberi aditif masih memenuhi standar internasional yang ditetapkan.

## KESIMPULAN

Penambahan kopolimer LKA-MMA pada minyak pelumas sintetis olahan memberikan peningkatan indeks viskositas lebih tinggi dibandingkan penambahan kopolimer LKA-MMA tersebut pada minyak mineral. Angka basa total pada minyak pelumas sintetis olahan meningkat secara signifikan dengan adanya penambahan kopolimer LKA-MMA. Hasil uji *pour point* pada minyak pelumas sintetis olahan, setelah diberi kopolimer LKA-MMA, memenuhi standar internasional yang ditetapkan.

## DAFTAR ACUAN

- [1]. A. CHAPIRO, *Radiation Chemistry of Polymer System*, Jhon Wiley & Sons Inc, New York, (1962)
- [2]. GUNAWAN, Pemanfaatan Radiasi Pada Proses Polimerisasi Metil Metakrilat Sebagai Penguat Beton, *Universitas Nusa Bangsa, Bogor*, (1999)
- [3]. P. E. LESTARI, Pengaruh Penggilingan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Campuran Karet Alam

- Iradiasi Polimetil Metakrilat dan Karet Alam Polimetil Metakrilat Kopolimer, *Akademi Kimia Analis, Bogor*, (1991)
- [4]. A. MULYANA dan E.W. TJAHYONO, Penelitian Teknologi Proses Pembuatan Polyester Sebagai Bahan Dasar Minyak Lumas Sintetik, *Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri 2003 III*, (2003) 165 - 175
- [5]. NURSIAH, Studi Sintetis Aditif Peningkat Indeks Viskositas Pelumas dari Kopolimer LKA-Stiren dengan Jumlah Inisiator dan Lama Proses, *Program Pasca Sarjana UI, Depok*, (2004)
- [6]. A. PERDANA, Optimasi Kopolimer LKA-g-MMA sebagai Aditif Peningkat Indeks Viskositas Dalam Minyak Pelumas, *FMIPA UI - Depok*, (2005)
- [7]. SYED Q.A. RIZVI, *Lubricants Additive and Their Function*, ASM Hand Book, Northwestern University, **18** (1993) 109