

## PENINGKATKAN STABILITAS VISKOSITAS PELUMAS HIDROLIK DARI KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM-STIRENA

Syahputra, A.R.<sup>1</sup> dan Suhartini, M.<sup>2</sup>

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - Badan Tenaga Nuklir Nasional Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta  
E-mail : [akhmad.rasyid@batan.go.id](mailto:akhmad.rasyid@batan.go.id), [meri@batan.go.id](mailto:meri@batan.go.id)

### ABSTRAK

Kebutuhan pelumas hidrolis semakin meningkat setiap tahunnya, seiring dengan banyaknya pembangunan gedung perkantoran dan tempat tinggal yang mengharuskan penggunaan alat-alat berat. Oleh karena itu, dibutuhkan pelumas yang dapat menunjang kinerja alat berat tersebut, terutama yang dapat dibuat dari bahan alam dan dapat diperoleh dengan mudah, contohnya lateks karet alam. Kopolimer pelumas lateks karet alam-stirena (LKA-stirena) dilarutkan ke dalam 2 macam pelumas mineral pada konsentrasi 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10% (w/w), kemudian campuran ini ditentukan viskositas kinematik, indeks viskositas, titik nyala, titik tuang dan kadar airnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan indeks viskositas pelumas mineral meningkat dengan adanya penambahan kopolimer LKA-stirena, indeks viskositas dan viskositas kinematik pelumas mineral meningkat dengan semakin banyaknya kopolimer yang ditambahkan. Pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16 pada konsentrasi 1 sampai 10% memberikan nilai viskositas kinematik dan indeks viskositas yang sesuai dengan syarat-syarat pelumas hidrolis industri anti aus (SNI 06-7069.9-2005) yaitu viskositas kinematik pada suhu 40°C sebesar 90-352 cSt (ISO 3448 VG) dan indeks viskositas dengan nilai minimal 90.

**Kata kunci:** indeks viskositas, irradiasi, kopolimer lateks

### ABSTRACT

Needs of hydraulic oil has increased every year, in line with the increasing of office building construction and residences which used heavy equipment. Therefore, it is required the oil which can support the performance, especially that could be made from natural materials and can be obtained easily such as natural rubber latex. Natural rubber latex-styrene copolymer was diluted in two types mineral lubricant oil with concentration of 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10% (w/w). The kinematic viscosity, viscosity index, flash point, pour point and water content of this mixtures were analyzed. Yield of the process was showed that viscosity index of mineral lubricant oil was increased by adding of natural rubber latex-styrene copolymer. Kinematic viscosity and index viscosity of mineral lubricant oil increased with more adding of copolymer. Mineral lubricant oil of High VIM 6 and VIM 16 at 1 until 10% of copolymer concentration gave value of kinematic viscosity and viscosity index which compatible with anti-wear industrial hydraulic lubricant oil requirements (SNI 06-7069.9-2005) that is kinematic viscosity at 40°C was 90-352 cSt (appropriate with ISO Viscosity Grade 3448) and viscosity index with minimum value 90.

**Key word:** irradiation, latex copolymer, viscosity index

### PENDAHULUAN

Hidrolik adalah sebuah sistem untuk mentransfer dan mengontrol tenaga dengan menggunakan media cairan. Pelumas hidrolis berfungsi memberikan penyekatan dan mempertahankan tekanan, tekanan yang tinggi diantara bagian yang bergerak pada sistem hidrolis dipertahankan oleh selaput film pelumas. Fungsi lainnya dari pelumas hidrolis adalah mengurangi friksi dan aus dimana pelumas hidrolis ini harus dengan sempurna melumasi komponen-komponen yang bergerak dari sistem hidrolis, terutama komponen pompa (Primo, 2007).

Secara umum pelumas hidrolis yang diharapkan adalah yang memiliki indeks viskositas yang cukup tinggi yaitu memiliki perubahan viskositas yang kecil akibat dari perubahan suhu yang besar (Cuthbert, 2005).

Viskositas dari suatu pelumas dipengaruhi oleh perubahan suhu dan tekanan, apabila suhu suatu pelumas meningkat, maka viskositasnya akan menurun, begitu juga sebaliknya apabila suhu suatu pelumas menurun, maka viskositasnya akan meningkat ini berarti pelumas akan mudah mengalir ketika pada suhu panas dibandingkan pada saat suhu dingin. Viskositas pada pelumas akan meningkat seiring meningkatnya juga tekanan yang ada di sekitar pelumas (Hangar, 2007). Penambahan bahan peningkat indeks viskositas digunakan untuk menambah kemampuan pelumas dalam mempertahankan viskositasnya terhadap perubahan suhu. Viskositas semua jenis fluida akan mengalami penurunan dengan adanya kenaikan suhu.

Pelumas mesin hidrolis yang beredar diproduksi dan beredar di pasaran rata-rata memiliki kekentalan ISO VG 32, setara dengan indeks viskositas 90. Sekarang ini banyak penelitian untuk menghasilkan pelumas hidrolis dengan indeks kekentalan yang tinggi yang dibuat dari bahan sintesis polioli ester tetapi, sintesis senyawa ini membutuhkan waktu yang tidak sedikit dan juga kurang ekonomis karena membutuhkan beberapa enzim dalam pengerjaannya walaupun dapat menghasilkan rata-rata kekentalan di atas ISO VG 68.

Teknik iradasi pada lateks karet alam berfungsi untuk mempermudah, mempercepat dan memperbaiki reaksi kimia yang diperlukan di dalam proses polimerisasi. Cara polimerisasi konvensional biasanya menggunakan bahan kimia dan energi panas sehingga kurang efisien. Pada proses radiasi, pemakaian bahan kimia dan panas sangat sedikit,

sehingga tidak merusak bahan. Proses ini tidak akan menyebabkan lateks alam bersifat radioaktif sehingga aman untuk dipakai dan kestabilannya tinggi sehingga dapat digunakan untuk jangka waktu lama.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang dipakai terdiri dari lateks karet alam (LKA) diperoleh dari perkebunan PTPN VIII Bandung. Karet alam ini mempunyai kadar kering 60%. Bahan-bahan lain yang digunakan yaitu stirena teknis, kalium hidroksida, neopeleks, pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16. Alat-alat yang digunakan adalah *roll-mill*, *geer oven*, *stirrer*, viskometer Cannon-Fenske Routine, alat *Cleveland Opened Cup* (COC) dan alat-alat gelas.

### Sumber radiasi

Irradiator sinar- $\gamma$  (Co-60) di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pasar Jum'at, Jakarta Selatan dengan aktivitas 95,2895 kCi pada Juni 2011.

### Metode

Kopolimer LKA-stirena dibuat dengan komposisi 50 psk (per seratus gram berat karet) dan dosis iradiasi sebesar 4 kGy. Kopolimer hasil iradiasi dicuci menggunakan air panas untuk menghilangkan sisa-sisa homopolimer. Kopolimer yang telah terbentuk dikeringkan dan dimastikasi, lalu dilarutkan. Kemudian larutan kopolimer ini dicampurkan dengan pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16 (larutan induk). Kedua larutan induk ini kemudian divariasikan masing-masing pada konsentrasi kopolimer 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10% (w/w).

Penentuan viskositas kinematik dilakukan sebagai perlakuan awal dalam menentukan indeks viskositas aditif pelumas. Viskositas kinematik dilakukan menggunakan metode ASTM D 445 dan penentuan indeks viskositas mengacu pada ASTM D 2270.

Pengukur titik nyala menggunakan COC. Metode yang digunakan mengacu pada standar ASTM D 92. Titik nyala merupakan suhu dimana timbul sejumlah uap yang apabila bercampur dengan udara membentuk suatu campuran yang mudah menyala (Sirait, 2010). Pada awal pembuatan aditif, kopolimer LKA-stirena dilarutkan menggunakan pelarut sampai konsentrasi maksimum 30%. Setelah itu dilarutkan kembali dalam pelumas mineral VIM sampai konsentrasi 10%.

Penentuan titik tuang berdasarkan standar ASTM D 97. Titik tuang merupakan suhu terendah dimana pelumas akan tertuang atau mengalir bila didinginkan dibawah kondisi yang sudah ditentukan. Penentuan kadar air mengacu pada metode ASTM D 4377.

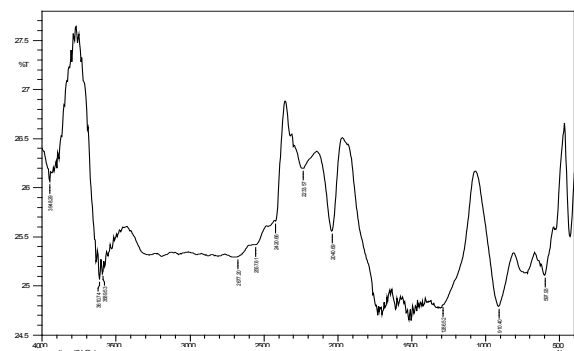
Analisis gugus fungsi yang ada pada kopolimer LKA dilakukan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dengan bantuan perangkat lunak IRsolution.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

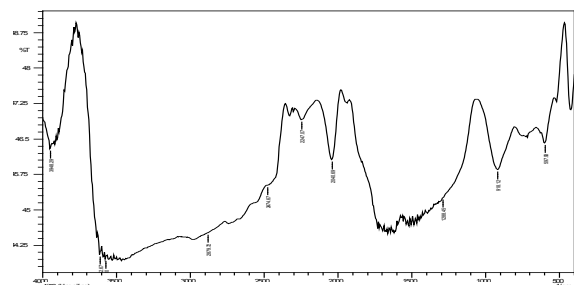
Aditif pelumas untuk fungsi peningkat indeks viskositas biasanya menggunakan bahan-bahan kimia yang membentuk ikatan polimetakrilat, polimer butilena, polimer olefin atau iso olefin dan polimer alkilat stirena (Wartawan, 1985).

### Analisa LKA-stirena menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR).

Bentuk utama dari karet alam adalah terdiri dari 97% *cis*-1,4-poliisoprena, sedangkan bentuk lainnya dari karet alam adalah getah perca yang memiliki struktur *trans*-1,4-poliisoprena. Secara visual lateks karet alam berupa cairan berwarna putih susu berbau ammonia. Pada Gambar 1 menunjukkan hasil analisis FTIR untuk LKA yang belum dicampurkan dengan stirena, sedangkan pada Gambar 2 merupakan hasil FTIR LKA-stirena. pada dua gambar tersebut terlihat perbedaan puncak pada panjang gelombang 2800  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan panjang gelombang untuk cincin aromatik. Puncak ini timbul akibat adanya penambahan stirena yang memiliki cincin aromatik pada strukturnya yaitu  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCH}_2$ . Pada panjang gelombang di atas 3500  $\text{cm}^{-1}$  adalah daerah panjang gelombang hasil ikatan antara stirena yang memiliki gugus alkena dan aromatik dengan LKA/poliisoprena yang memiliki banyak rantai alkena.



Gambar 1. Analisis FTIR LKA.



Gambar 2. Analisis FTIR LKA-Stirena dengan dosis radiasi 4 kGy.

### Penentuan Viskositas

Pada Tabel 1 dan 2 memperlihatkan viskositas kinematik dan indeks viskositas pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16 dengan penambahan kopolimer lateks karet alam-stirena pada semua variasi konsentrasi.

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa indeks viskositas pada VIM 6 dan VIM 16 bertambah dengan semakin tingginya konsentrasi aditif pelumas (Suhartini dan Rahmawati, 2011). Indeks viskositas tertinggi ditunjukkan pada penambahan aditif kopolimer konsentrasi 10%, hal ini disebabkan jumlah molekul kopolimer yang terkandung dalam aditif pelumas semakin banyak sehingga dapat lebih menahan laju pelumas tersebut pada suhu tinggi (Suhartini dan Rahmawati, 2009).

Penambahan konsentrasi polimer menyebabkan terjadinya ikatan silang antara rantai polimer yang berdampingan satu dengan yang lainnya (Cowd, 1991), sehingga menyebabkan rantai memanjang. Semakin panjang rantai polimer semakin besar pula molekul polimer tersebut sehingga dapat meningkatkan nilai viskositasnya (Nuryantini *et al.*, 2009). Molekul polimer yang terkandung dalam aditif pelumas sangat sensitif terhadap suhu. Pada suhu rendah molekul polimer mengalami kontak dengan pelumas tetapi tidak berpengaruh terhadap viskositasnya. Pada saat suhu tinggi, molekul polimer meregang sehingga menyebabkan viskositas pelumas meningkat (Wright, 2008). Data Tabel 1 memperlihatkan bahwa pelumas VIM 6 mengalami peningkatan nilai viskositas kinematik (40°C) sebesar 12,55 kali dari 24,1 cSt sebelum ditambahkan aditif menjadi 302,6 cSt pada saat setelah ditambahkan aditif kopolimer. Jika merujuk pada klasifikasi yang ditetapkan oleh ISO-VG untuk tingkat viskositas kinematik mesin hidrolik yang dapat dilihat pada Tabel 3, dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pelumas mineral VIM 6 sebelum diberikan aditif kopolimer LKA-stirena berada pada tingkat ISO-VG 22, tetapi setelah ditambahkan aditif kopolimer LKA-stirena pada konsentrasi tertinggi yaitu 10%, pelumas mineral VIM 6 berada tingkatan yang lebih tinggi yaitu ISO-VG 320. Pada pelumas dasar VIM 16 peningkatan viskositas kinematik pada suhu 40°C sebesar 9,9 kali dari 51 cSt sebelum ditambahkan dengan kopolimer aditif LKA-stirena menjadi 508 cSt pada saat setelah ditambahkan kopolimer aditif LKA-stirena pada konsentrasi 10%. Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa, pelumas mineral VIM 16 yang sudah ditambahkan kopolimer aditif meningkat klasifikasinya dari ISO-VG 68 menjadi ISO-VG 680.

Secara keseluruhan viskositas kinematik pada pelumas mineral yang digunakan, meningkat setelah ditambahkan dengan aditif kopolimer LKA-stirena dan dapat meningkatkan indeks viskositas pelumas mineral lebih dari 130 pada penambahan aditif kopolimer. Hal ini disebabkan oleh jumlah molekul kopolimer LKA-stirena yang terkandung dalam pelumas mineral tersebut semakin tinggi, sehingga membuat pelumas menjadi lebih kental pada suhu rendah dan mampu mempertahankan viskositasnya pada perubahan suhu yang tinggi. Penambahan kopolimer ini pun dapat menjaga laju alir pelumas (Yulianto, 2007).

Tabel 1. Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas Pelumas VIM 6 dengan penambahan opolimer LKA-Stirena dosis radiasi 4 kGy

Konsentrasi Aditif (%)	Viskositas Kinematik 40°C (cSt)	Viskositas Kinematik 100°C (cSt)	Indeks Viskositas
0	24,1	4,8	126
1	33,8	6,9	170
3	61,1	12,9	219
5	103,4	22,7	250
7	174,3	38,2	268
10	302,6	70,7	303

Tabel 2. Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas Pelumas VIM 16 dengan penambahan kopolimer LKA-Stirena dosis radiasi 4 kGy

Konsentrasi Aditif (%)	Viskositas Kinematik 40°C (cSt)	Viskositas Kinematik 100°C (cSt)	Indeks Viskositas
0	51	8,6	146
1	91,5	14,1	159
3	100,8	16,7	180
5	102,5	17,3	185
7	223,7	42,4	245
10	508	84,2	253

Tabel 3. Klasifikasi pelumas hidrolik menurut ISO 3448 (*for industrial oil*) (Herzog *et al.*, 2009)

ISO VG	Viskositas Kinematik 40°C (cSt)	
	Minimum	Maksimum
2	1,98	2,42
3	2,88	3,52
5	4,14	5,06
7	6,12	7,48
10	9,0	11,0
15	13,5	16,5
22	19,8	24,2
32	28,8	35,2
46	41,4	50,6
68	61,2	74,8
100	90	110
150	135	165
220	198	242
320	288	353
460	414	506
680	612	748
1000	900	1100
1500	1350	1650

Pada sirkuit hidrolik, pelumas berfungsi sebagai daya. Bagian-bagian pada katup mesin hidrolik tidak mempunyai *seal* (pelapis), walaupun kerja mesin halus, ketidakraturan tetap terjadi pada permukaan mesin. Fluida diharapkan berfungsi untuk lewat diantara kedua permukaan mesin, menahan kedua permukaan tersebut agar tetap terpisah untuk mereduksi gesekan dan mencegah kontak antar logam yang dapat menyebabkan keausan dini (Parr, 1998).

#### Penentuan Titik Nyala

Pada saat melarutkan kopolimer ke dalam larutan, pelarutnya dibuat perbandingan 1:2 sehingga hanya 50% bobot pelarut yang dipakai dibandingkan dengan bobot kopolimer. Hal ini bertujuan agar tidak menyebabkan pengaruh besar terhadap uji titik nyala karena klorobenzena mempunyai titik nyala rendah sehingga dikhawatirkan dapat menyebabkan titik nyala pelumas menjadi rendah. Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil dari titik nyala dari pelumas mineral dan campuran aditif LKA-stirena dengan pelumas mineral.

Tabel 4. Titik nyala pelumas mineral dan pelumas mineral yang ditambahkan aditif LKA-stirena

Aditif LKA-Stirena	Titik Nyala (°C)
VIM 6	204
VIM 16	228
Aditif+VIM 6	230,5
Aditif+VIM 16	222

Berdasarkan Tabel 4, penggunaan pelarut mengakibatkan terjadinya penurunan titik nyala pada pelumas mineral VIM 16 yang ditambahkan oleh aditif. Penurunan titik nyala yang besar tidak diharapkan, karena pada aplikasinya, pelumas akan bekerja pada suhu tinggi sehingga apabila penambahan aditif menurunkan titik nyala, pelumas akan mudah terbakar.

Dari data titik nyala secara keseluruhan, penambahan aditif pada pelumas mineral VIM 16 dapat menaikkan nilai titik nyala dan sesuai dengan standar internasional.

#### Penentuan titik tuang

Titik tuang suatu pelumas adalah suhu terendah dimana bahan bakar akan tertuang atau mengalir bila didinginkan di bawah kondisi yang sudah ditentukan (Punte, 2006). Pada Tabel 5 dapat dilihat nilai titik tuang pelumas mineral pada saat sebelum dan sesudah ditambahkan aditif LKA-stirena.

Apabila nilai titik tuang semakin rendah/cepat membeku, maka dapat dikatakan bahwa pelumasan mengalami kegagalan. Dari data di atas dapat dilihat bahwa penambahan aditif pada pelumas mineral VIM 6 mampu menaikkan titik tuang pelumas dan nilainya sesuai dengan yang ditetapkan oleh standar internasional.

Tabel 5. Titik tuang pelumas mineral sebelum dan sesudah ditambahkan aditif LKA-stirena

Aditif LKA-Stirena	Titik Tuang (°C)
VIM 6	-15
VIM 16	-9
Aditif+VIM 6	-13
Aditif+VIM 16	-36

#### Penentuan kadar air

Kadar air yang tinggi pada pelumas dapat memberikan dampak negatif pada pengoperasian mesin. Air juga pengaruh pada umur pelumas dan juga umur dari komponen peralatan yang dilumasi. Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa kadar air pada pelumas mineral VIM 6 dan 16 hanya terdapat sebesar 0,022% dan 0,190%. Kadar air yang rendah ini cukup menguntungkan pada saat pelumas dipakai karena kadar air yang rendah tidak akan meningkatkan laju oksidasi pelumas. Selain itu kadar air yang tinggi pun dapat menyebabkan aditif pelumas mengendap serta bereaksi dengan beberapa jenis aditif kimia sehingga dapat merubah sifat kimia dan fisika dari aditif itu sendiri. Air juga dapat memberikan efek korosi dan erosi pada logam/mesin (Stern dan Girdler, 2007).

Tabel 6. Kadar air pelumas mineral

Aditif LKA-Stirena	Kadar Air (%)
Aditif+VIM 6	0,022
Aditif+VIM 16	0,190

### SIMPULAN

Proses polimerisasi radiasi dapat berlangsung karena terdapat puncak cincin aromatik pada spectrum IR yang berasal dari monomer stirena. Indeks viskositas pelumas mineral nilainya bertambah signifikan dengan adanya penambahan aditif pelumas. Titik nyala pelumas mineral meningkat dengan adanya penambahan aditif. Aditif pelumas dapat menaikkan titik tuang pelumas mineral. Kadar air pelumas mineral yang telah ditambahkan aditif memiliki kadar air yang rendah. Hasil analisis terhadap pelumas yang ditambahkan kopolimer radiasi lateks karet alam memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan ISO 3448 tentang Klasifikasi viskositas pelumas hidrolik (*for Industrial Oil*).

### DAFTAR PUSTAKA

- Cowd, M. A. 1991. Kimia Polimer. Alih Bahasa: Harry Firman. Instistut Teknologi Bandung. Indonesia.
- Cuthbert, M. 2005. Viscosity of Hydraulic Oil. Cambridgeshire. United Kingdom.

- Hangar, P. 2007. Physical Measurements Training Manual. NAVAIR Port Richev. United States.
- Herzog, S. N. 2003. Fluid Viscosity Selection Criteria for Hydraulic Pumps and Motors. United States of America.
- Mortier, R. 1997. Chemistry and Technology of Lubricant. 2<sup>nd</sup> Ed. Blackie Academic and Professional. London.
- Nuryantini. 2009. Pembuatan Fiber Dengan Menggunakan Teknik Ekstrusi Rotasi. Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi, Vol. 2 No. 2.
- Parr, A. 1998. Hydraulics and Pneumatics. A Technician's and Engineer's Guide. 2<sup>nd</sup> Edition. Elseveir Science Ltd. England.
- Primo. 2007. Trusted Protection Lubricants: Hydraulic Oil. JC Engineering Inc. Taiwan.
- Punte, S. 2006. Bahan Bakar dan Pembakaran. Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia. United Nations Environment Programme.
- Sirait, W. 2010. Titik Nyala. Dokumen Pendidikan Teknologi Kimia Industri. Medan. Indonesia.
- Stern, M. & L. Girdler. 2007. Analyzing Water In Oil. EMD Industrial and Laboratory Chemicals. United State of America.
- Suhartini, M & Rahmawati. 2009. P e n a m b a h a n Lateks Karet Alam Kopolimer Radiasi dan Peningkatan Indeks Viskositas Minyak Pelumas Sintetis Olahan. Jurnal Sains Materi Indonesia. 11(1):10-14
- Suhartini, M & Rahmawati. 2011. Karakteristika Kopolimer Lateks Karet Alam-Metil Metakrilat Dalam Pelumas Dasar Mineral. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, 6(2):150-151.
- Wartawan, A. L. 1985. Teknologi Pelumas. PPPTMMG Lemigas. Jakarta. Indonesia
- Wright, J. 2008. Machinery Lubrication. Noria Corporation. Tulsa. United States of America.
- Yulianto, M. A. 2007. Perencanaan Manajemen Pengawasan Mutu Pelumas Dengan Pendekatan Statistik. Tesis, 11-12. Departemen Teknik Kimia. Universitas Indonesia.

## PENINGKATKAN STABILITAS VISKOSITAS PELUMAS HIDROLIK DARI KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM-STIRENA

Syahputra, A.R.<sup>1</sup> dan Suhartini, M.<sup>2</sup>

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - Badan Tenaga Nuklir Nasional Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta  
E-mail : akhmad.rasyid@batan.go.id, meri@batan.go.id

### ABSTRAK

Kebutuhan pelumas hidrolis semakin meningkat setiap tahunnya, seiring dengan banyaknya pembangunan gedung perkantoran dan tempat tinggal yang mengharuskan penggunaan alat-alat berat. Oleh karena itu, dibutuhkan pelumas yang dapat menunjang kinerja alat berat tersebut, terutama yang dapat dibuat dari bahan alam dan dapat diperoleh dengan mudah, contohnya lateks karet alam. Kopolimer pelumas lateks karet alam-stirena (LKA-stirena) dilarutkan ke dalam 2 macam pelumas mineral pada konsentrasi 0%, 1%, 3%, 5% , 7% dan 10% (w/w), kemudian campuran ini ditentukan viskositas kinematik, indeks viskositas, titik nyala, titik tuang dan kadar airnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan indeks viskositas pelumas mineral meningkat dengan adanya penambahan kopolimer LKA-stirena, indeks viskositas dan viskositas kinematik pelumas mineral meningkat dengan semakin banyaknya kopolimer yang ditambahkan. Pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16 pada konsentrasi 1 sampai 10% memberikan nilai viskositas kinematik dan indeks viskositas yang sesuai dengan syarat-syarat pelumas hidrolis industri anti aus (SNI 06-7069.9-2005) yaitu viskositas kinematik pada suhu 40°C sebesar 90-352 cSt (ISO 3448 VG) dan indeks viskositas dengan nilai minimal 90.

**Kata kunci:** indeks viskositas, irradiasi, kopolimer lateks

### ABSTRACT

Needs of hydraulic oil has increased every year, in line with the increasing of office building construction and residences which used heavy equipment. Therefore, it is required the oil which can support the performance, especially that could be made from natural materials and can be obtained easily such as natural rubber latex. Natural rubber latex-styrene copolymer was diluted in two types mineral lubricant oil with concentration of 0%, 1%, 3%, 5% , 7% dan 10% (w/w). The kinematic viscosity, viscosity index, flash point, pour point and water content of this mixtures were analyzed. Yield of the process was showed that viscosity index of mineral lubricant oil was increased by adding of natural rubber latex-styrene copolymer. Kinematic viscosity and index viscosity of mineral lubricant oil increased with more adding of copolymer. Mineral lubricant oil of High VIM 6 and VIM 16 at 1 until 10% of copolymer concentration gave value of kinematic viscosity and viscosity index which compatible with anti-wear industrial hydraulic lubricant oil requirements (SNI 06-7069.9-2005) that is kinematic viscosity at 40°C was 90-352 cSt (appropriate with ISO Viscosity Grade 3448) and viscosity index with minimum value 90.

**Key word:** irradiation, latex copolymer, viscosity index

### PENDAHULUAN

Hidrolis adalah sebuah sistem untuk mentransfer dan mengontrol tenaga dengan menggunakan media cairan. Pelumas hidrolis berfungsi memberikan penyekatan dan mempertahankan tekanan, tekanan yang tinggi diantara bagian yang bergerak pada sistem hidrolis dipertahankan oleh selaput film pelumas. Fungsi lainnya dari pelumas hidrolis adalah mengurangi friksi dan aus dimana pelumas hidrolis ini harus dengan sempurna melumasi komponen-komponen yang bergerak dari sistem hidrolis, terutama komponen pompa (Primo, 2007).

Secara umum pelumas hidrolis yang diharapkan adalah yang memiliki indeks viskositas yang cukup tinggi yaitu memiliki perubahan viskositas yang kecil akibat dari perubahan suhu yang besar (Cuthbert, 2005).

Viskositas dari suatu pelumas dipengaruhi oleh perubahan suhu dan tekanan, apabila suhu suatu pelumas meningkat, maka viskositasnya akan menurun, begitu juga sebaliknya apabila suhu suatu pelumas menurun, maka viskositasnya akan meningkat ini berarti pelumas akan mudah mengalir ketika pada suhu panas dibandingkan pada saat suhu dingin. Viskositas pada pelumas akan meningkat seiring meningkatnya juga tekanan yang ada di sekitar pelumas (Hangar, 2007). Penambahan bahan peningkat indeks viskositas digunakan untuk menambah kemampuan pelumas dalam mempertahankan viskositasnya terhadap perubahan suhu. Viskositas semua jenis fluida akan mengalami penurunan dengan adanya kenaikan suhu.

Pelumas mesin hidrolis yang beredar diproduksi dan beredar di pasaran rata-rata memiliki kekentalan ISO VG 32, setara dengan indeks viskositas 90. Sekarang ini banyak penelitian untuk menghasilkan pelumas hidrolis dengan indeks kekentalan yang tinggi yang dibuat dari bahan sintesis polioli ester tetapi, sintesis senyawa ini membutuhkan waktu yang tidak sedikit dan juga kurang ekonomis karena membutuhkan beberapa enzim dalam pengerjaannya walaupun dapat menghasilkan rata-rata kekentalan di atas ISO VG 68.

Teknik irradiasi pada lateks karet alam berfungsi untuk mempermudah, mempercepat dan memperbaiki reaksi kimia yang diperlukan di dalam proses polimerisasi. Cara polimerisasi konvensional biasanya menggunakan bahan kimia dan energi panas sehingga kurang efisien. Pada proses radiasi, pemakaian bahan kimia dan panas sangat sedikit,

sehingga tidak merusak bahan. Proses ini tidak akan menyebabkan lateks alam bersifat radioaktif sehingga aman untuk dipakai dan kestabilannya tinggi sehingga dapat digunakan untuk jangka waktu lama.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang dipakai terdiri dari lateks karet alam (LKA) diperoleh dari perkebunan PTPN VIII Bandung. Karet alam ini mempunyai kadar kering 60%. Bahan-bahan lain yang digunakan yaitu stirena teknis, kalium hidroksida, neopeleks, pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16. Alat-alat yang digunakan adalah *roll-mill*, *geer oven*, *stirrer*, viskometer Cannon-Fenske Routine, alat *Cleveland Opened Cup* (COC) dan alat-alat gelas.

### Sumber radiasi

Irradiator sinar- $\gamma$  (Co-60) di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pasar Jum'at. Jakarta Selatan dengan aktivitas 95,2895 kCi pada Juni 2011.

### Metode

Kopolimer LKA-stirena dibuat dengan komposisi 50 psk (per seratus gram berat karet) dan dosis iradiasi sebesar 4 kGy. Kopolimer hasil iradiasi dicuci menggunakan air panas untuk menghilangkan sisa-sisa homopolimer. Kopolimer yang telah terbentuk dikeringkan dan dimastikasi, lalu dilarutkan. Kemudian larutan kopolimer ini dicampurkan dengan pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16 (larutan induk). Kedua larutan induk ini kemudian divariasikan masing-masing pada konsentrasi kopolimer 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10% (w/w).

Penentuan viskositas kinematik dilakukan sebagai perlakuan awal dalam menentukan indeks viskositas aditif pelumas. Viskositas kinematik dilakukan menggunakan metode ASTM D 445 dan penentuan indeks viskositas mengacu pada ASTM D 2270.

Pengukur titik nyala menggunakan COC. Metode yang digunakan mengacu pada standar ASTM D 92. Titik nyala merupakan suhu dimana timbul sejumlah uap yang apabila bercampur dengan udara membentuk suatu campuran yang mudah menyala (Sirait, 2010). Pada awal pembuatan aditif, kopolimer LKA-stirena dilarutkan menggunakan pelarut sampai konsentrasi maksimum 30%. Setelah itu dilarutkan kembali dalam pelumas mineral VIM sampai konsentrasi 10%.

Penentuan titik tuang berdasarkan standar ASTM D 97. Titik tuang merupakan suhu terendah dimana pelumas akan tertuang atau mengalir bila didinginkan dibawah kondisi yang sudah ditentukan. Penentuan kadar air mengacu pada metode ASTM D 4377.

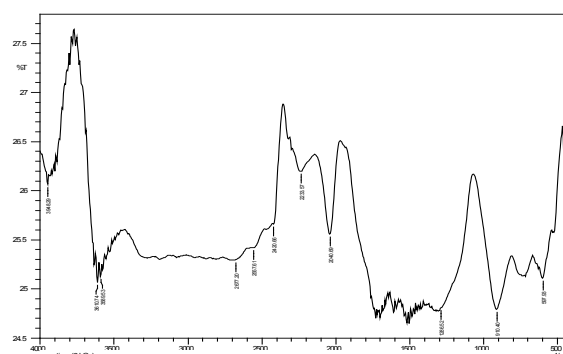
Analisis gugus fungsi yang ada pada kopolimer LKA dilakukan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dengan bantuan perangkat lunak IRsolution.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

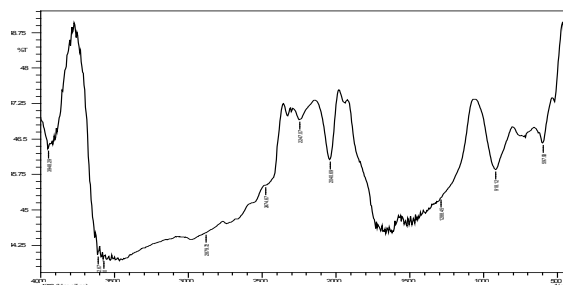
Aditif pelumas untuk fungsi peningkat indeks viskositas biasanya menggunakan bahan-bahan kimia yang membentuk ikatan polimetakrilat, polimer butilena, polimer olefin atau iso olefin dan polimer alkilat stirena (Wartawan, 1985).

### Analisa LKA-stirena menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR).

Bentuk utama dari karet alam adalah terdiri dari 97% cis-1,4-poliisoprena, sedangkan bentuk lainnya dari karet alam adalah getah perca yang memiliki struktur trans-1,4-poliisoprena. Secara visual lateks karet alam berupa cairan berwarna putih susu berbau ammonia. Pada Gambar 1 menunjukkan hasil analisis FTIR untuk LKA yang belum dicampurkan dengan stirena, sedangkan pada Gambar 2 merupakan hasil FTIR LKA-stirena. pada dua gambar tersebut terlihat perbedaan puncak pada panjang gelombang 2800  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan panjang gelombang untuk cincin aromatik. Puncak ini timbul akibat adanya penambahan stirena yang memiliki cincin aromatik pada strukturnya yaitu  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCH}_2$ . Pada panjang gelombang di atas 3500  $\text{cm}^{-1}$  adalah daerah panjang gelombang hasil ikatan antara stirena yang memiliki gugus alkena dan aromatik dengan LKA/poliisoprena yang memiliki banyak rantai alkena.



Gambar 1. Analisis FTIR LKA.



Gambar 2. Analisis FTIR LKA-Stirena dengan dosis radiasi 4 kGy.

### Penentuan Viskositas

Pada Tabel 1 dan 2 memperlihatkan viskositas kinematik dan indeks viskositas pelumas mineral VIM 6 dan VIM 16 dengan penambahan kopolimer lateks karet alam-stirena pada semua variasi konsentrasi.