

## KARAKTERISASI MINYAK LUMAS SINTETIS BERPENINGKAT INDEKS VISKOSITAS KOPOLIMER IRADIASI

**Meri Suhartini dan Rahmawati**

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PATIR)-BATAN  
Jl. Raya Cinere, Pasar Jum'at, Jakarta

### ABSTRAK

**KARAKTERISASI MINYAK LUMAS SINTETIS BERPENINGKAT INDEKS VISKOSITAS KOPOLIMER IRADIASI.** Pada penelitian ini kopolimer radiasi lateks karet alam metil metakrilat (KOLAM) dilarutkan ke dalam minyak lumas sintetis dasar AP 0732 dan AP 0733. Kemudian dilakukan karakterisasi sifat fisika dan kimianya, seperti indeks viskositas, titik nyala, titik tuang, *shear stability*, angka basa total, kadar abu sulfat dan densitas. Hasil menunjukkan penambahan KOLAM pada minyak lumas sintetis dasar tersebut memberikan peningkatan indeks viskositas maupun *shear stability* lebih baik dibandingkan penambahan KOLAM pada minyak lumas mineral *High Viscosity Index (HVI)*. Titik nyala, titik tuang, angka basa total dan densitas pada pelumas sintetis dasar dengan penambahan 1% KOLAM memenuhi standar yang ditetapkan menurut SK Ditjen Migas No. 041/K/34/DDJM/1988.

**Kata kunci :** Lateks karet alam, Metil metakrilat, Peningkat indeks viskositas, Pelumas dasar sintetis, Kopolimer radiasi

### ABSTRACT

**CHARACTERIZATION OF SYNTHETIC LUBRICANTS CONTAINING IRRADIATION COPOLYMER AS INDEX VISCOSITY IMPROVER.** In this research natural rubber latex methylmethacrylate radiation copolymer (KOLAM) were dissolved into base synthetic lubricants (AP 0732 and AP 0733). Physical and chemical properties such as viscosity index, flash point, pour point, shear stability, total base number, sulfated ash content and density have been characterized. The results showed that addition of KOLAM into base synthetic lubricants increased the viscosity index and shear stability of synthetic lubricants (AP 0732 and AP 0733) better than HVI mineral lubricants. Flash point, pour point, shear stability, total base number and density of synthetic lubricant with 1% KOLAM addition conform the document of Ditjen Migas No. 4/K/34/DDJM/1988.

**Key words :** Natural rubber latex, Methylmethacrylate, Viscosity index improver, Base synthetic lubricant, Radiation copolymer

### PENDAHULUAN

Dewasa ini minyak lumas sintetis banyak dipergunakan baik sebagai minyak lumas itu sendiri maupun sebagai campuran pada minyak lumas mineral. Keunggulan minyak lumas sintetis bila dibandingkan minyak lumas mineral adalah dalam hal stabilitas termal, sifat alir, indeks viskositas dan stabilitas penguapannya. Oleh karena itu minyak lumas mineral yang diformulasikan dengan minyak sintetis akan memberikan unjuk kerja yang lebih baik [1].

Perubahan viskositas yang disebabkan pengaruh kenaikan suhu merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam pemakaian minyak lumas pada 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 minyak lumas yang viskositasnya terlalu tinggi, akan mendapat kesulitan pada saat menghidupkan mesin atau setidaknya baterai harus bekerja keras memberi suplai arus listrik. Kondisi suhu lingkungan yang terlalu rendah juga akan berpengaruh, karena kondisi viskositas minyak lumas yang tinggi pada suhu lingkungan yang rendah di pagi hari akan menyulitkan berputarnya mesin.

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 operasi mesin. Secara umum yang

diharapkan dari suatu minyak lumas adalah perubahan viskositas yang sekecil mungkin dengan adanya perubahan suhu yang besar.

Pada studi ini polisoprena yang merupakan komponen utama pada lateks dikopolimer dengan metil metakrilat untuk mendapatkan aditif peningkat indeks viskositas. 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%. Minyak lumas sintetis dasar diperoleh dari *Product Development Laboratory*, Depot Pertamina Plumpang, Jakarta Utara dengan nama Produk AP-0732 dan AP-0733. Untuk metil metakrilat (MMA), pelarut klorobenzen, xilen aseton, benzen, toluen, gliserol dan kloroform diambil dengan standar teknis.

### Sumber Radiasi

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

### Cara Kerja

#### Pembuatan Kopolimer Lateks Karet Alam-Metil Metakrilat (KOLAM)

Lateks karet alam (60% kadar karet kering) dicampur monomer metil metakrilat. Campuran tersebut diiradiasi dengan sinar- $\gamma$  dengan laju dosis 1 kGy per jam selama 10 jam. Kopolimer yang dihasilkan kemudian dicuci, dikeringkan dan dimastikasi.

#### Pembuatan Aditif Peningkat Indeks Viskositas

Bahan KOLAM dilarutkan dalam pelarut perantara KLB dan kemudian dilarutkan lagi dalam minyak lumas dasar pada suhu 40 °C dengan konsentrasi 10 %, larutan ini disebut larutan induk. Larutan induk kemudian ditambahkan secara bervariasi yaitu 0,5%, 1% dan 3% pada minyak lumas sintetis dasar AP-0732 dan AP-0733.

### Analisis

Analisis yang dilakukan antara lain :

- Analisis viskositas kinematik menggunakan metode *Cannon Fenske Routine* dengan metode mengacu pada ASTM D 445
- Analisis indeks viskositas yang mengacu pada ASTM D 2270

- Analisis kadar abu sulfat mengacu pada ASTM D 874
- Analisis titik nyala mengacu pada ASTM D 92
- Analisis titik tuang mengacu pada ASTM D 97
- Analisis kestabilan pembusaan mengacu pada ASTM D 892
- Analisis densitas mengacu pada ASTM D 1298
- Analisis angka basa total mengacu pada ASTM D 2896.
- Analisis *Shear stability* mengacu pada ASTM D 6278

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada minyak lumas sintetis yang diberi tambahan 0,5% KOLAM, terjadi kenaikan indeks viskositas sebesar 32,68% (AP-0732) dan 9,8% (AP-0733). Sedangkan peningkatan 57% (AP-0732) dan 53% (AP-0733) terlihat pada penambahan 3% KOLAM. Peningkatan indeks viskositas dengan adanya penambahan KOLAM ini, disebabkan karena kemampuan kopolimer radiasi karet alam dan MMA untuk berintegrasi masuk kedalam minyak lumas sintetis dan memperbaiki sifat fisik kimia minyak pelumas sintetis tersebut.

Indeks viskositas adalah ukuran yang menunjukkan kemampuan pelumas untuk dapat mempertahankan kekentalan terhadap perubahan suhu yang terjadi pada pelumas. Makin tinggi indeks viskositas makin stabil tingkat kekentalannya terhadap perubahan suhu [2]. Indeks viskositas pada minyak lumas sintetis AP-0732 dengan adanya penambahan KOLAM, meningkat lebih dari 10% dibandingkan peningkatan indeks viskositas yang terjadi pada penambahan KOLAM terhadap minyak lumas mineral *HVI*[3,4].

Tabel 1. Indeks Viskositas minyak umas sintetis yang diberi aditif KOLAM

Sampe	Kopolimer LKA-MMA % (b/b)	Indeks Viskositas
AP-0732	0,00	205,00
	0,50	272,00
	,00	277,00
	3,00	322,00
AP-0733	0,00	22,00
	0,50	232,00
	,00	262,00
	3,00	325,00

Tabel 2. Titik nyala dan titik tuang minyak umas sintetis yang diberi aditif KOLAM

Sampe	Pelarut	Kadar	Titik Nyala	Titik Tuang
AP-0732	KLB	%	226 °C	< -36 °C
AP-0732	Xena	%	80 °C (fr 226 °C)	< -36 °C
AP-0733	KLB	%	252 °C	< -36 °C
AP-0733	Xena	%	80 °C (fr 268 °C)	< -36 °C

Pada Tabel 2 ditampilkan nilai titik nyala dan titik tuang minyak lumas sintetis yang diberi aditif KOLAM. Titik nyala merupakan suhu terendah dari suatu senyawa yang dapat terbakar oleh letusan bunga api. Titik nyala rendah diakibatkan oleh kontaminasi dengan bahan yang lebih mudah menguap atau terbakar. Sedangkan titik tuang menunjukkan suhu terendah minyak lumas yang masih dapat mengalir. Pelumas dasar sintetik yang ditambahkan aditif KOLAM dengan menggunakan pelarut perantara KLB menunjukkan nilai titik nyala diatas 200 °C. Sebagai perbandingan, dianalisis pelumas dasar sintetis yang ditambahkan aditif KOLAM dengan menggunakan pelarut perantara xilen dimana hasil titik nyala menunjukkan nilai dibawah 200 °C yang berarti tidak dapat dipergunakan sebagai aditif peningkat indeks viskositas. Minimum titik nyala yang dipersyaratkan pada minyak lumas sebesar 200 °C.

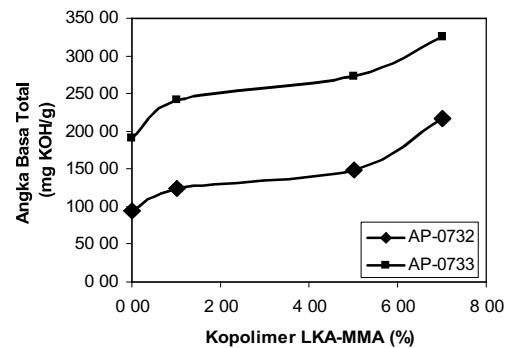
Nilai titik tuang sampel minyak lumas AP-0732 dan AP-0733 dibawah -36 °C sehingga memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai pelarut kopolimer, karena minimum titik tuang yang dipersyaratkan adalah dibawah -36°C. Pada sampel minyak lumas AP-0732 maupun AP-0733 yang menggunakan pelarut perantara xilen juga menunjukkan titik tuang -36°C, namun titik nyala tidak memenuhi syarat maka percobaan dengan menggunakan xilen tidak dilanjutkan.

Pada Tabel 3 ditampilkan nilai *shear stability* dan *foaming tendency* pelumas yang telah diberi aditif KOLAM. *Shear stability* menunjukkan kestabilan minyak lumas setelah penggunaan berulang pada suhu tinggi. Nilai *shear stability* pelumas AP-0732 dan AP-0733 yang ditambahkan 1% aditif KOLAM yaitu 0,55% loss, Nilai yang diperoleh tersebut berada dalam batas yang diperbolehkan, yaitu maksimum 2% loss, nilai *shear stability* ini lebih baik dibandingkan penggunaan aditif KOLAM dalam minyak mineral dengan *total loss* mencapai 1,79% [4].

Pada umumnya sirkulasi minyak lumas menyebabkan udara masuk ke dalam minyak dalam jumlah

**Tabel 3.** Shear stability dan foaming tendency minyak lumas dasar sintetis yang diberi aditif KOLAM dengan konsentrasi %

Analisa	Satuan	Sampe	Kopolimer	Has	Metode
Shear stability	% loss	AP-0732	%	0,55	ASTM D-6278
		AP-0733	%	0,55	
Foaming tendency	m	AP-0732	%		ASTM D-892
	Sq			5/m	
	Sq 2			5/m	
	Sq 3			20/m	
Foaming tendency	m	AP-0733	%		ASTM D-892
	Sq			5/m	
	Sq 2			5/m	
	Sq 3			20/m	



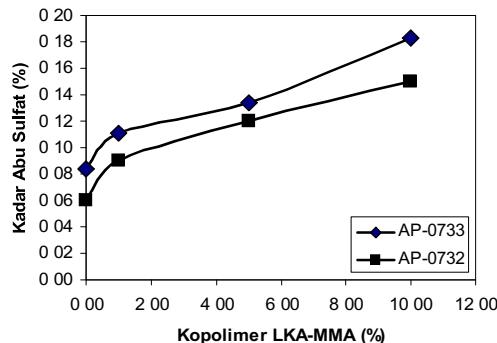
**Gambar 1.** Angka basa total minyak lumas dasar sintetis yang diberi aditif KOLAM

yang besar sehingga menyebabkan pembuian. Hal ini disebabkan ketidakmampuan minyak untuk melepaskan gelembung-gelembung udara. *Foaming tendency* menunjukkan seberapa jauh kemampuan minyak lumas tersebut dalam melepaskan gelembung udara. Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel minyak lumas sintetis yang ditambah 1% aditif KOLAM berada pada tingkat yang dipersyaratkan menurut SK Ditjen Migas No. 041/K/34/DDJM/1988.

Angka basa total merupakan suatu karakteristik kimia yang menunjukkan kemampuan deterjensi dan dispersansi serta kemampuan menetralisir asam hasil oksidasi dari minyak lumas [2]. Semakin besar nilai angka basa total maka semakin besar kemampuan deterjensi, dispersansi dan menetralisir asamnya. Angka basa total pada minyak lumas bekas jauh lebih rendah dari pada pelumas baru karena sebagian besar telah digunakan untuk menetralisir asam-asam yang terbentuk atau untuk menghancurkan kotoran. Dengan mengukur angka basa total dapat ditentukan apakah pelumas yang telah beberapa kali *direcovery* masih dapat dipergunakan kembali sebagai pelumas otomotif.

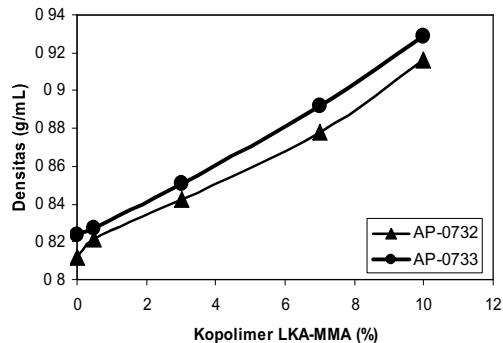
Gambar 1 memperlihatkan angka basa total minyak lumas dasar sintetis yang diberi aditif KOLAM. Dari gambar dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi KOLAM terhadap minyak sintetis AP-0732 dan AP-0733 meningkatkan angka basa total minyak lumas tersebut. Pada penambahan konsentrasi kopolimer 7,0% menghasilkan angka basa total paling tinggi dibandingkan pada konsentrasi KOLAM lainnya, hal ini berarti semakin tinggi penambahan konsentrasi KOLAM pada minyak lumas sintetis maka semakin tinggi angka basa totalnya.

Dengan demikian penambahan KOLAM ke dalam minyak lumas sintetis meningkatkan kemampuan deterjensi dan dispersansi pada minyak lumas sintetis tersebut, sehingga menjadi lebih baik dan dapat digunakan untuk mengurangi atau membersihkan lumpur deposit dari hasil pembakaran dan hasil oksidasi. Selain itu dengan adanya deterjen yang bersifat basa maka asam sulfat yang terjadi akibat reaksi hasil pembakaran bahan bakar yang bersifat korosif dapat dinetralkan.



Gambar 2. Kadar abu sulfat minyak umas dasar sintetis yang diberi aditif KOLAM

Karakteristik kandungan abu sulfat sangat berkaitan dengan bilangan penyabunan yang menunjukkan kuantitas aditif deterjen dalam minyak lumas. Dari hasil analisis yang dilakukan didapatkan nilai kadar abu sulfat minyak lumas dasar sintetis yang diberi aditif KOLAM seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi KOLAM terhadap nilai kadar abu sulfat minyak sintetis AP-0733 memperlihatkan nilai yang cenderung naik, dimana pada penambahan kopolimer 1,00% menghasilkan kadar sebesar 0,11% artinya semakin tinggi penambahan KOLAM maka kadar abu sulfat yang ada semakin tinggi pula. Hal ini berarti penambahan KOLAM ini dapat meningkatkan kadar abu sulfat. Hasil ini melebihi standar yang sudah ada, dimana kadar abu sulfat dalam kandungan minyak lumas maksimal sebesar 0,05%. Nilai kadar abu sulfat yang dihasilkan cukup tinggi kemungkinan karena asam sulfat yang ditambahkan pada saat analisis bereaksi dengan logam-logam yang berada dalam minyak lumas membentuk garam sulfat.



Gambar 3. Densitas minyak umas sintetis yang diberi aditif KOLAM

Densitas dari sampel yang dianalisis dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan semakin tinggi konsentrasi KOLAM yang ditambahkan semakin tinggi pula densitas minyak lumas sintetis tersebut. Densitas minyak lumas dasar sintetis yang diberi aditif KOLAM yang dihasilkan ini memenuhi standar yang ditetapkan menurut SK Ditjen Migas No. 041/K/34/DDJM/1988. Spesifikasi selengkapnya dari minyak lumas motor sesuai SK ini dan yang telah diperbaharui yaitu SK No. 85K/34/DDJM/1998 ditampilkan pada Tabel 4.

## KESIMPULAN

Secara umum dari hasil dan pembahasan diatas dapat disampaikan bahwa penambahan KOLAM pada minyak lumas sintetis AP-0732 dan AP-0733 memberikan peningkatan indeks viskositas lebih baik dibandingkan penambahan KOLAM pada minyak lumas mineral. Angka basa total pada minyak lumas sintetis AP-0732 dan AP-0733 meningkat secara signifikan. Hasil Uji *shear stability, foaming tendency, titik nyala dan titik tuang*

Tabel 4. Perbandingan spesifikasi teknikal minyak umas motor bensin empat angka menurut SK Ditjen Migas No. 041/K/34/DDJM/1988 dan No. 85K/34/DDJM/1998

No	Karakteristik	Satuan	Spesifikasi		Metoda
			Tahun 1988	Tahun 1998	
Viskositas kinematic pada suhu 00 °C	cSt	Sesuai	SAE 5W-30	SAE 5W-30	ASTM D 445
Indeks viskositas	-	Mn 90	Mn 90	Mn 90	ASTM D 2270
Viskositas pada suhu rendah (CCS)	cP	-	Sesuai	SAE 5W-30	ASTM D 5293
Viskositas pada suhu tinggi (HTHS)	-	-	Sesuai	SAE 5W-30	ASTM D 4683
Titik nyala COC	°C	Mn 85	Mn 200	Mn 200	ASTM D 92
Angka basa total	Mg KOH/g	2.5	5.0	5.0	ASTM D 2896
Kandungan abu sulfat	%wt	Daparkan	Mn 0,6	Mn 0,6	ASTM D 874
Kandungan metalloc	%wt	Daparkan	*)	*)	ASTM D 8
Ca, Mg, Zn		Daparkan	0.080	0.080	
Tendensi stabilitas pembusutan ;	m				ASTM D 892
Seq I		Maks 300/-	Maks 0/-		
Seq II		Maks 25/-	Maks 50/-		
Seq III		Maks 300/-	Maks 0/-		
Kandungan bahan bakar	%vo	No	-	-	ASTM D 332
Kandungan air	%vo	No	-	-	ASTM D 95

pada minyak lumas sintetis AP-0732 dan AP-0733, setelah diberi KOLAM, juga memenuhi standar yang ditetapkan menurut SK Ditjen Migas No. 041/K/34/DDJM/1998. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa KOLAM dapat dipergunakan sebagai peningkat indeks viskositas pada minyak lumas dasar sintetis AP-0732 dan AP-0733.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Marga Utama (PATIR), Dr. Suhardono dan Dra. Roza Adriany (LEMIGAS), atas bantuan dan diskusinya sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan rencana.

## **DAFTAR ACUAN**

- [1]. E. SUHARDONO, E.H. LEGOWO, SUBIYANTO dan ROZA ANDRIANY, *Lembaran Publikasi LEMIGAS*, Jakarta, **32**(1)(1998/1999)
- [2]. RIZVI, SYED Q. A., Lubricant Additives and Their Functions, *American Society of Metals Handbook*, 10<sup>th</sup> Ed., S.D. HENRY, Ed., **18**, ASM International, Metals Park, OH, (1992) 109
- [3]. MERI SUHARTINI, MARGA UTAMA dan SUHARDONO, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **7**(3)(2006)
- [4]. MERI SUHARTINI dan RAHMAWATI, Kopolimerisasi Radiasi untuk Pembuatan Aditif Peningkat Indeks Viskositas Pelumas Mineral, *Laporan Penelitian PATIR-BATAN 2009*
- [5]. P. SUBARDJO, *Pengetahuan Dasar Uji Baku Mutu Minyak Pelumas*, Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Cepu, Jawa Tengah, (1984)
- [6]. A. MULYANA dan E.W. TJAHYONO, Penelitian Teknologi Proses Pembuatan Polyester Sebagai Bahan Dasar Minyak Lumas Sintetik, *Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri*, **III**(2003) 165-175