

Penelitian Efektivitas Penambahan Aditif PVI terhadap Kinerja Minyak Lumas

Oleh:
Rona Malam Karina

SARI

Minyak lumas mesin yang diproduksi oleh suatu pabrik dibuat sesuai dengan persyaratan mutu yang telah ditentukan. Mutu minyak lumas dasar dapat ditingkatkan melalui penambahan aditif. Penambahan aditif tersebut dapat meningkatkan sifat-sifat minyak lumas dasar yang sudah ada dan/atau memberikan sifat tambahan yang belum dimiliki oleh suatu minyak lumas.

Pada program ini dilakukan penelitian terhadap komponen aditif penaik indeks viskositas. Pengamatan terhadap aditif tersebut mencakup keefektifan pengaruh penambahan aditif terhadap sifat fisika/kimia serta pengaruhnya terhadap hasil uji semi unjuk kerja minyak lumas dasar.

ABSTRACT

Lube oil produced by lube oil manufacturer complies to a certain quality standard. The properties of the base oil are improved by adding chemicals which will enhance the existing properties and/or give additional properties that have not yet existed in it.

The additive studied in this program is a component additive of viscosity index improver. The tests cover the investigation of the effects of additive effectiveness on the physical-chemical characteristics of lube oil and its effect on results of semi performance test.

I. PENDAHULUAN

Pencampuran minyak lumas dasar dan aditif merupakan proses fisika yang murni di mana sifat-sifat kimiawi dari minyak lumas dasar dan aditif yang dicampurkan itu tidak diubah dalam prosesnya. Minyak lumas dasar yang cocok sifat-sifatnya dipilih untuk dicampurkan dengan aditif yang akhirnya akan diperoleh minyak lumas yang sifatnya menyatu atau homogen. Campuran yang dipakai untuk penelitian ini merupakan paket aditif dan komponen aditif yang berfungsi untuk menaikkan unjuk kerja minyak lumas fungsi ganda (*multigrade*) terutama pada perubahan sifat kekentalannya pada alat uji semi unjuk kerja.

Kekentalan suatu minyak lumas akan berkurang dalam kondisi temperatur tinggi, namun demikian penurunan kekentalan dari sebagian

minyak lumas, relatif lambat apabila dibandingkan dengan yang lain dalam kondisi temperatur yang sama. Minyak lumas tertentu lebih stabil dalam kekentalannya dan lebih mampu daya lawannya terhadap perubahan kekentalan yang disebabkan oleh kenaikan temperatur itu.

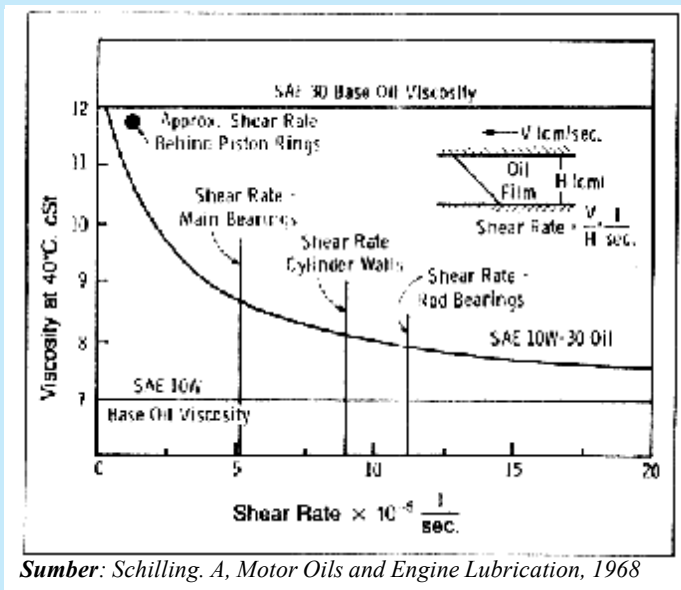
Untuk memperlakukan kekentalan pada temperatur tinggi biasanya digunakan aditif yang terdiri atas bahan polimer. Bahan ini menambah daya tolak dari mengalirnya minyak pada temperatur tinggi akibat kenaikan ukuran dan perubahan bentuk molekulnya mereka dan dengan cara demikian akan menimbulkan gangguan aliran antarmolekul tadi. Aditif ini tidak membuat minyak itu menjadi kental, tetapi membatasi aliran molekul atau mempertahankan secara efektif kekentalan dari minyak lumas itu sendiri, (lihat Gambar 1).

Kekentalan minyak lumas juga akan menurun apabila minyak lumas tersebut dipanaskan, tetapi penurunannya tidaklah sebesar apabila minyak lumas tersebut tidak mempunyai pemulih indeks viskositas.

Kekentalan minyak lumas mesin diklasifikasikan pertama kali oleh Society of Automotive Engineer (SAE) di Amerika Serikat, namun klasifikasi ini bukanlah merupakan klasifikasi mutu atau tingkat daya guna atau unjuk kerja yang dapat diperlihatkan oleh minyak lumas mesin. Klasifikasi ini didasarkan pada kekentalan pada dua temperatur yaitu 0°F (- 17,8°C) dan 210°F (- 98,9°C).

II. METODOLOGI

Penelitian efektivitas penambahan aditif penaik indeks viskositas (*viscosity index improver*) terhadap perubahan kinerja viskositas minyak lumas dilakukan dalam beberapa



Sumber: Schilling, A, Motor Oils and Engine Lubrication, 1968

Gambar 1
Efek shear rate pada viskositas

11,52 cSt dan diberi identitas MLD-1 dan MLD dengan maksud untuk melihat kecenderungan perubahan viskositas minyak lumas dasar itu sebelum/setelah dicampur menjadi formula.

Tiga macam aditif digunakan dalam penelitian ini, yaitu aditif PVI, paket aditif PA, dan komponen aditif KA. Aditif yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap sifat fisika kimia minyak lumas dan kinerjanya.

Sedangkan aditif PVI yang digunakan adalah aditif yang berfungsi untuk memperbaiki kestabilan viskositas minyak lumas oleh perubahan suhu dengan cara menaikkan indeks viskositas minyak lumasa pada suhu tinggi. Aditif ini dibuat dari senyawa kopolimer olefin (*Olefin Copolymer/OCP*) yang direkomendasikan penggunaannya untuk minyak lumasa mesin berbahan bakar bensin ataupun solar, sifat *shear stability* dan viskositas pada suhu 150°C yang diketahui sangat baik.

Paket aditif PA digunakan sebagai aditif deterjensi, aditif anti-aus dan aditif anti-oksidasi, sedangkan komponen aditif KA jenis polimetakrilat mempunyai fungsi untuk menghambat pertumbuhan kristal-kristal lilin (*wax*) pada suhu rendah, sehingga minyak lumasa mudah mengalir.

B. Pelaksanaan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa tahapan yaitu:

- Melakukan pencampuran penambahan aditif peningkat indeks viskositas (PVI) dengan dua jenis minyak lumasa dasar;
- Melakukan analisis viskositas semi unjuk kerja minyak lumasa dasar pada alat uji *tapered bearing simulator*, *cold cranking simulator* dan alat uji ORBAHN;
- Melakukan pencampuran minyak lumasa dasar dengan ketiga macam aditif, PVI, PA dan KA;

Tabel 1

Persyaratan fisika dari tingkat kekentalan pelumas untuk motor yang dikeluarkan oleh SAE, J300, Dec.1999

SAE viscosity grade	Low Temperature		High - Temperature Viscosities			
	Cranking (cP) Max at temp (°C)	Pumping (cP) max with no Yield stress at temp (°C)	Kinematic (cSt) at 100 °C		High Shear (cP) at 150 °C and 10 ⁶ S ⁻¹ min	
			Min	Max		
0W	6200 at -35	60.000 at -40	3,8	.....	.....	.....
5W	6600 at -30	60.000 at -35	3,8	.....	.....	.....
10W	7000 at -25	60.000 at -30	4,1	.....	.....	.....
15W	7000 at -20	60.000 at -25	5,6	.....	.....	.....
20W	9500 at -15	60.000 at -20	5,6	.....	.....	.....
25W	13000 at -10	60.000 at -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, grades)
40	.....	.....	12,5	< 16,3	3,7	(15W40, 20W40, 25W40, 40 grades)
50	.....	.....	16,3	< 21,9	3,7	.....
60	.....	.....	21,9	< 26,1	3,7	.....

Sumber: Society of Automotive Engineers, Surface Vehicle Standard, 1999

langkah yaitu: pemilihan percontoh, pelaksanaan serta pengumpulan data hasil uji di laboratorium, dan evaluasi data uji.

A. Pemilihan Percontoh

Dalam penelitian ini minyak lumasa dasar yang diambil sebagai bahan penelitian adalah minyak parafinik yang mempunyai angka kekentalan baik

terutama pada temperatur yang lebih tinggi, cenderung memiliki titik leleh yang lebih tinggi, tetapi memperlihatkan perubahan viskositas yang sangat kecil pada temperatur di atas titik lelehnya sehingga indeks viskositas menjadi tinggi yaitu antara 90 sampai dengan 100. Dua macam minyak lumasa dasar, masing-masing dengan viskositas 7,36 cSt dan



- Melakukan analisis sifat fisika kimia dan uji semi-unjuk kerja terhadap formula minyak lumas.

C. Pengumpulan Data Hasil Uji Laboratorium dan Evaluasi

Melakukan pencatatan atas semua data hasil uji/analisis laboratorium dan mengevaluasinya.

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

A. Pencampuran minyak lumas dasar dan aditif

1. Minyak lumas dasar MLD-1 maupun MLD-2 masing-masing ditambahkan aditif PVI dengan berat sebesar 8,5%, 8%, 7,5% dan 7% dicampur kemudian dilakukan analisis terhadap perubahan viskositasnya .
2. Menambahkan paket aditif PA ke dalam minyak lumas dasar sebanyak 10,6 % berat.
3. Menambahkan komponen aditif KA sebanyak 0,3 % berat untuk masing-masing variasi komposisi.
4. Campuran minyak lumas dasar MLD-1 dan atau MLD-2 dengan variasi aditif PVI sebesar 8,5%, 8%, 7,5% dan 7%, merupakan komposisi CBA-01 sampai dengan CBA-12, sedang formula minyak lumas yang mengandung tiga macam aditif, PVI; PA 10,6%; KA 0,3% adalah komposisi CBA-13 sampai dengan CBA-16.

B. Hasil uji laboratorium

1. Hasil uji sifat fisika dan kimia dua jenis minyak lumas dasar disajikan pada Tabel 3.
2. Hasil uji karakteristik fisika dan uji semi unjuk kerja campuran minyak lumas dasar (MLD) dengan aditif PVI dapat dilihat pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 6.

Tabel 2
Karakteristik fisika kimia aditif

Sifat – sifat	PVI	KA	PA
Penampakan	Amber Viscous Liquid	Cairan kental kuning pucat	Cairan kental, coklat tua
Viskositas pada 100°C, cSt	1000	400	165
Densitas, pada 15°C, g/ml	0,87	0,92	0,98
Titik nyala, °C	210	110	155
Kalsium (Ca), % berat	-	-	2,41
Seng (Zn), % berat	-	-	1,61
Fosfor (P), % berat	-	-	1,05
Total Base Number (TBN), mg KOH/g	-	-	86
Thickening Power pd 100 ⁰ mm ² /s	7,1	-	-
Shear stability Index	22	-	-

Tabel 3
Karakteristik fisika dan kimia minyak lumas dasar

No	Karakteristik fisika kimia	Metode Uji	MLD – 1	MLD – 2
1	S. G, 60 ⁰ / 60 ⁰ C	D 1298	0,8795	0,8864
2	Viskositas kinematik, 40 ⁰ C, cSt	D 445	56,45	118,10
3	Viskositas kinematik, 100 ⁰ C, cSt	D 445	7,36	11,52
4	Indeks viskositas	D 2270	99	96
5	Titik tuang, °C	D 97	-10	-10
6	Titik didih, °C	D 92	252	277
7	T A N, mgKOH/g	D 664	1,70	1,37
8	S A N, mgKOH/g	D 664	Nil	Nil
9	T B N, mgKOH/g	D 2896	0,025	0,052
10	Warna	D 1500	1	1

3. Hasil uji karakteristik fisika/kimia dan uji semi unjuk kerja formula minyak lumas *multigrade* campuran minyak lumas dasar MLD-1, MLD-2, aditif PVI, paket aditif PA dan komponen aditif KA dapat dilihat pada Tabel 7.

IV. PEMBAHASAN

Dari hasil uji yang diperoleh pada Tabel 4 diketahui bahwa hasil pencampuran minyak lumas dasar MLD-1 dengan aditif PVI dengan berat penambahan masing-masing

sebesar 8,5%; 8,0%; 7,5% dan 7,0% mempunyai nilai indeks viskositas berkisar dari 128 sampai 133, titik tuang dari -12 sampai -10, dan nilai viskositas kinematiknya menunjukkan hasil yang baik untuk meningkatkan mutu minyak lumas dasar. Sebelum ditambahkan aditif PVI, MLD-1 mempunyai tingkat SAE 20, dan setelah ditambahkan aditif kepadanya, viskositas MLD-1 naik ke tingkat SAE 40 yaitu untuk CBA-01, CBA-02, dan CBA-03, sedang CBA-04 naik ke tingkat SAE 30.

Dari hasil analisis pada Tabel 5



Tabel 4
Hasil analisis campuran aditif PVI dengan MLD-1

No.	Kode	Metode	CBA-01	CBA-02	CBA-03	CBA-04
1	Aditif PVI, %wt	-	8,5	8,0	7,5	7
2	MLD-1, %wt	-	91,2	91,7	92,2	92,7
3	Visk, Kin. 40°C, cSt	ASTM D 445	99,61	95,26	91,83	88,65
4	Visk, Kin. 100°C, cSt	ASTM D 445	13,16	12,78	12,59	12,27
5	Visk, Indeks	ASTM D 2270	133	132	131	128
6	Titik tuang °C	ASTM D 97	-12	-12	-10	-10
7	TBS, cP	ASTM D 4683	3,82	3,70	3,56	3,52
8	CCS, cP	ASTM D 5293	1840	1780	1710	1620
9	Shear Stability, (cSt)	ASTM D 3945	9.04% (11.97)	12.05% (11.24)	14.6% (10.75)	15.9% (10.32)

Tabel 5
Hasil analisis campuran aditif PVI dengan MLD-2

No.	Kode	Metode	CBA-05	CBA-06	CBA-07	CBA-08
1	Aditif PVI, %wt	-	8,5	8,0	7,5	7
2	MLD-2, %wt	-	91,2	91,7	92,2	92,7
3	Visk, Kin. 40°C, cSt	ASTMD 445	163,04	160,19	157,28	151,81
4	Visk, Kin. 100°C, cSt	ASTMD 445	18,60	17,96	17,60	17,16
5	Visk, Indeks	ASTMD 2270	128	124	123	115
6	Titik tuang °C	ASTMD 97	-12	-12	-12	-10
7	TBS, cP	ASTMD 4683	4,87	4,81	4,76	4,70
8	CCS, cP	ASTMD 5293	4150	4100	4070	4050
9	Shear Stability, (cSt)	ASTMD 3945	5.9% (17.5)	7.2% (16.66)	8.0% (16.2)	8.7% (15.66)

Tabel 6
Hasil analisis campuran aditif PVI dengan
MLD-1 dan MLD-2

No.	Kode	Metode	CBA-09	CBA-10	CBA-11	CBA-12
1	Aditif PVI, %wt	-	8,5	8,0	7,5	7
2	MLD-1, %wt	-	37,81	38,31	38,81	39,31
3	MLD-2, %wt	-	53,39	53,39	53,39	53,39
4	Visk, Kin. 40°C, cSt	ASTM D 445	127,16	136,51	114,20	114,56
5	Visk, Kin. 100°C, cSt	ASTM D 445	15,92	15,25	14,16	13,92
6	Visk, Indeks	ASTM D 2270	133	131	130	124
7	Titik tuang °C	ASTM D 97	-14	-14	-12	-12
8	TBS, cP	ASTM D 4683	4,37	4,29	4,13	4,09
9	CCS, cP	ASTM D 5293	2960	2910	2880	2840
10	Shear Stability, (cSt)	ASTM D 3945	6.4% (14.56)	7.6% (14,24)	9.9% (12.76)	10.8% (12.42)

diketahui bahwa pencampuran minyak lumas dasar MLD-2 dengan aditif PVI mempunyai nilai indeks viskositas 115 sampai 128, titik tuang

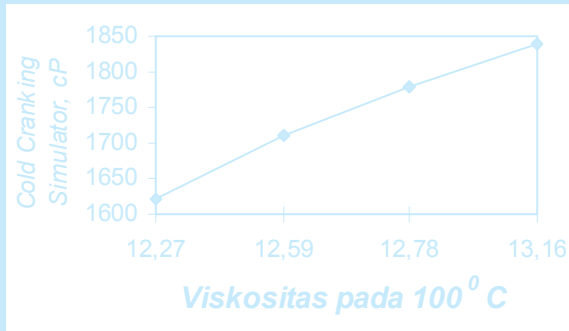
-12 sampai -10, dan nilai viskositas kinematikinya menunjukkan hasil yang lebih baik dari MLD-1. Sebelum ditambahi aditif PVI, MLD-2

mempunyai tingkat SAE 30, tetapi setelah ditambahi aditif PVI, viskositas MLD-2 naik ke tingkat SAE 50 yaitu untuk CBA-05, CBA-06, CBA-07 dan CBA-08.

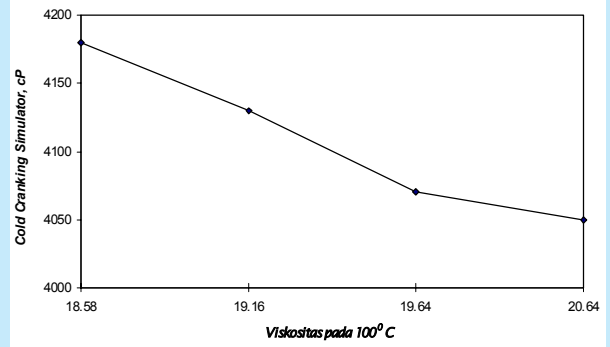
Pencampuran antara MLD-1 dan MLD-2 merupakan perpaduan minyak lumas dasar yang baik untuk dijadikan suatu formula minyak lumas *multigrade* setelah ditambahkan aditif PVI sehingga mutu minyak dasar meningkat, ini dilihat dari karakteristik viskositas kinematikinya naik, titik tuang turun, dan indeks viskositas menjadi naik (lihat Tabel 6).

Apabila dilihat secara keseluruhan (Tabel 4, 5 dan 6) hasil uji semi unjuk kerjanya, *tapered bearing simulator* dan *cold cranking simulator* pada penambahan aditif PVI yang makin besar, hasilnya makin besar dengan naiknya nilai viskositas. Sedang untuk *shear stability*, nilainya makin kecil dengan penambahan aditif PVI makin besar. Hal ini disebabkan adanya aditif PVI yang dapat mempertahankan secara efektif viskositas dari minyak lumas itu sendiri karena molekul polimer yang dikenai *shear* tidak terdegradasi atau sangat kecil sekali yang terdegradasi. Lihat Gambar 1 sampai dengan Gambar 8.

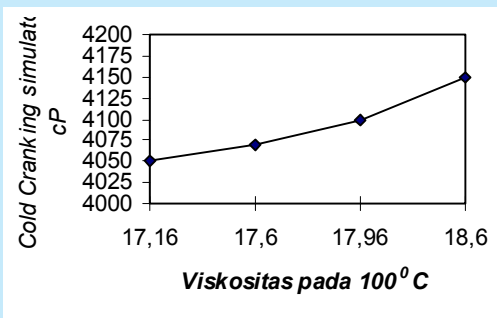
Tabel 7 adalah hasil formula minyak lumas mesin yang merupakan hasil campuran minyak lumas dasar MLD-1, MLD-2, aditif PVI, paket aditif dan komponen aditif. Hasil karakteristik fisika/kimianya menunjukkan hasil yang sangat baik untuk digolongkan dalam SAE 20W50, terutama dilihat dari viskositas kinematik pada suhu 100°C dan viskositas indeks, nilainya makin menurun sesuai dengan penambahan aditif PVI yang makin kecil. Dengan adanya penambahan komponen aditif KA sebesar 0,3% titik tuang dari formula lebih kecil dari nilai titik tuang minyak lumas dasar (-7 sampai dengan -18). Titik nyala dari formula minyak lumas ini melebihi 200°C. Ini



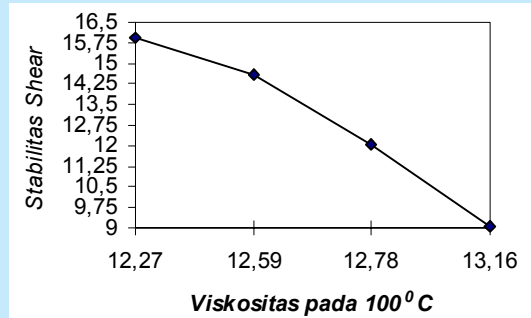
Grafik 1
Uji CCS campuran MLD-1 dan PVI



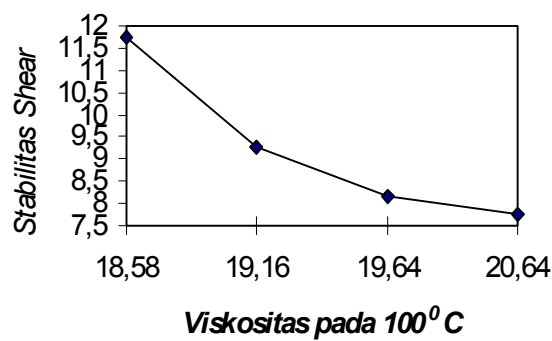
Grafik 4
Uji CCS formula minyak lumas *multigrade*



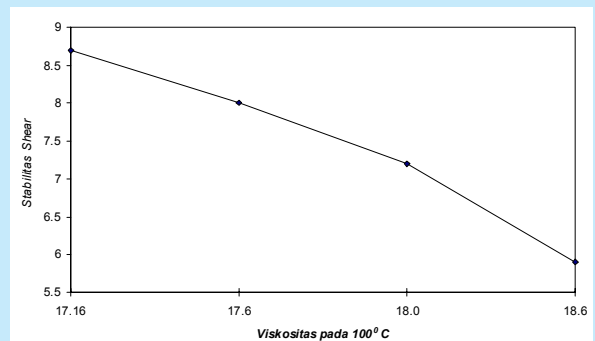
Grafik 2
Uji CCS campuran MLD-2 dan PVI



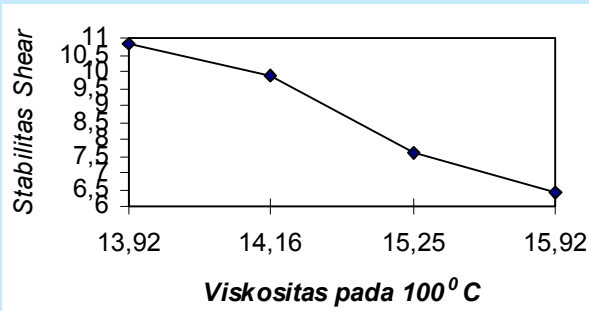
Grafik 5
Uji stabilitas *shear*
campuran MLD-1 dan PVI



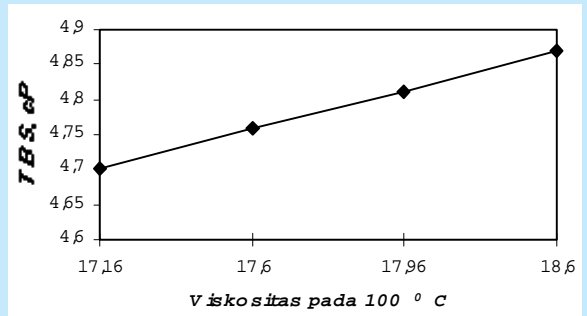
Grafik 3
Uji CCS campuran MLD-1,
MLD-2 dan PVI



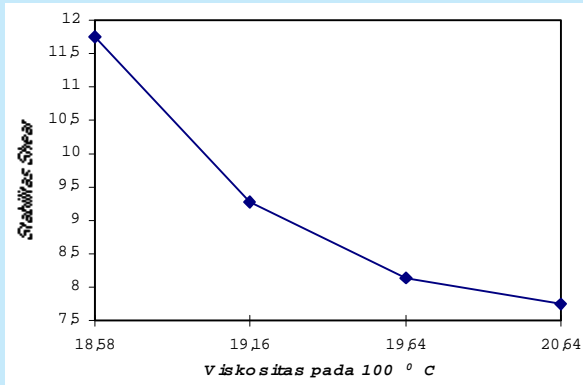
Grafik 6
Uji stabilitas *shear*
campuran MLD-2 dan PVI



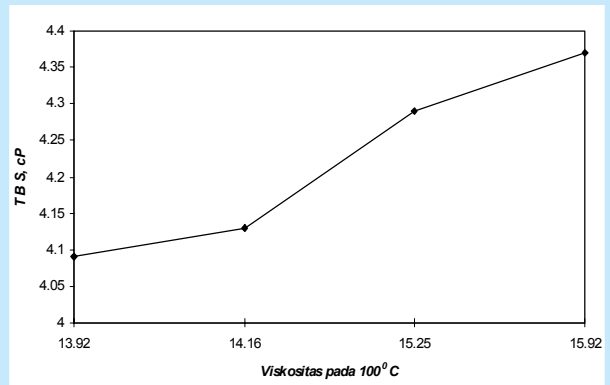
Grafik 7
Uji stabilitas *shear* campuran
MLD-1, MLD-2 dan PVI



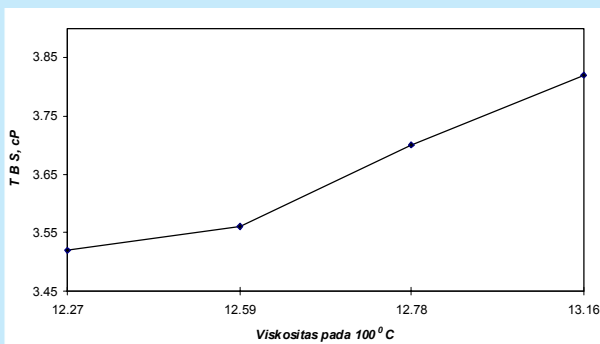
Grafik 10
Uji T B S campuran MLD-2 dan PVI



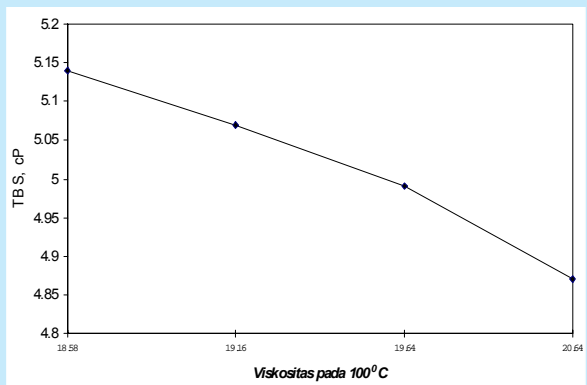
Grafik 8
Uji stabilitas *shear* formula minyak
lumas multigrade



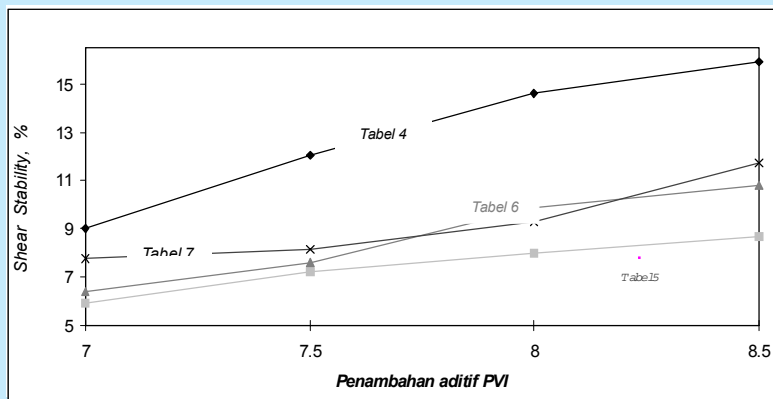
Grafik 11
Uji T B S campuran MLD-1, MLD-2 dan PVI



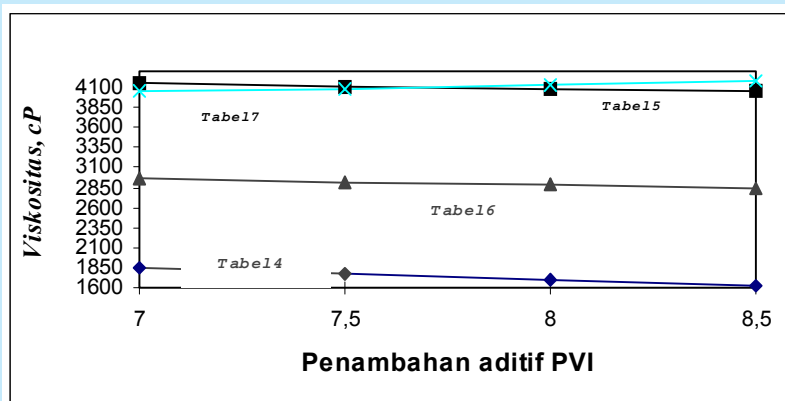
Grafik 9
Uji T B S campuran MLD-1 dan PVI



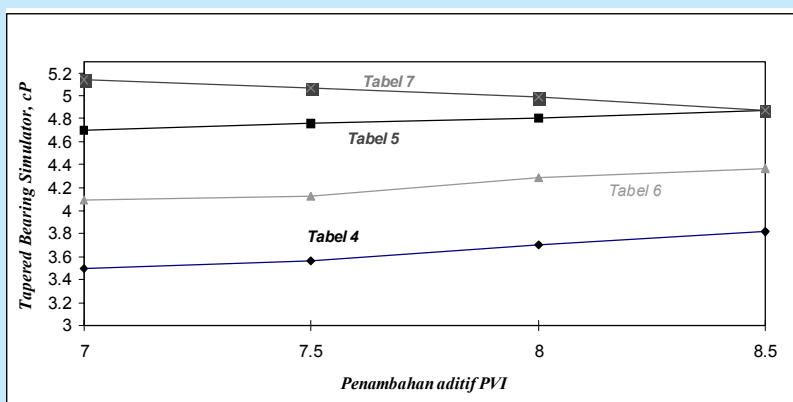
Grafik 12
Uji T B S formula minyak lumas *multigrade*



Grafik 13
Kecenderungan perubahan hasil penambahan aditif PVI
pada uji *shear stability*



Grafik 14
Kecenderungan perubahan hasil penambahan aditif PVI
pada uji *Cold cranking simulator*



Grafik 15
Kecenderungan perubahan hasil penambahan aditif PVI
pada uji *Tapered bearing simulator*

sangat baik karena dengan demikian minyak lumas ini tidak cepat mengeluarkan uap air yang cukup untuk membentuk campuran yang mudah terbakar dengan udara. Sedang nilai TAN (2,716 – 2,780 mgKOH/g) dan TBN (9,082 – 9,342 mgKOH/g) sangat baik untuk netralisasi minyak lumas sehingga tidak mudah teroksidasi.

Untuk hasil uji semi unjuk kerja *tapered bearing simulator*, *cold cranking simulator* dan *shear stability* pada formula minyak lumas mesin SAE 20W50 ini nilainya makin kecil dengan bertambahnya aditif PVI, artinya aditif PVI yang terdiri atas bahan polymer mampu menambah daya tolak dari mengalirnya minyak pada temperatur yang tinggi berdasarkan kenaikan ukuran atau bentuk molekul mereka. Dengan cara demikian akan menyebabkan gangguan antarmolekul dan tidak mencegah minyak itu menjadi kental, tetapi mereka membatasi aliran molekul atau mempertahankan secara efektif kekentalan dari minyak lumas itu sendiri. (lihat Gambar 4, 8 dan 12).

V. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil pengujian analisis fisika/kimia dan semi unjuk kerja, campuran aditif PVI dengan minyak lumas dasar yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penambahan aditif PVI ke dalam minyak lumas dasar dapat meningkatkan nilai viskositas, indeks viskositas dan titik tuang minyak lumas dasar.
- Pada uji semi unjuk kerja, pemakaian aditif PVI ke dalam dua jenis minyak lumas dasar yang berbeda viskositasnya, memperlihatkan hasil yang semakin kecil nilainya dengan penambahan aditif yang makin kecil beratnya, sedang untuk penggunaan formulasi minyak lumas semakin kecil penambahannya semakin besar nilai hasil uji semi unjuk kerja



Tabel 7
Hasil analisis formula minyak lumas SAE 20W50

No.	Kode	Metode	CBA-13	CBA-14	CBA-15	CBA-16
1	Aditif PVI, %wt	-	8,5	8,0	7,5	7
2	MLD-1, %wt	-	48,42	48,42	48,42	48,42
3	MLD-2, %wt	-	32,18	32,68	33,18	33,68
4	Visk, Kin. 40 ⁰ C, cSt	ASTM D 445	175,93	166,79	159,33	157,58
5	Visk, Kin. 100 ⁰ C, cSt	ASTM D 445	20,64	19,64	19,16	18,58
6	Visk, Indeks	ASTM D 2270	133	130	129	126
7	Titik tuang ⁰ C	ASTM D 97	-26	-24	-22	-20
8	Titik nyala ⁰ C	ASTM D 92	246	244	244	240
9	TAN, mgKOH/g	ASTM D 664	2.780	2,74	2.756	2.716
10	SAN, mgKOH/g	ASTM D 664	Nil	Nil	Nil	Nil
11	TBN, mgKOH/g	ASTM D 2896	9.423	9.342	9,21	9.082
12	TBS, cP	ASTM D 4683	4,87	4,99	5,07	5,14
13	CCS, cP	ASTM D 5293	4050	4070	4130	4180
14	Shear Stability, (cSt)	ASTM D 3945	7,75% (19,04)	8,15% (18,04)	9,29% (17,38)	11,75% (16,38)

efektif pada formula minyak lumas sebesar 7,5% berat.

KEPUSTAKAAN

1. James J. O'Connor, 1968, *Standard Handbook of Lubrication Engineering*, Mc Graw-Hill Book Company.
2. The Engineering Society for Advancing Mobility Land, Sea, Air and Space International, 1999, *Surface Vehicle Standard*, *Society of Automotive Engineers, Inc.*
3. Ready Reference for Lubricant and Fuel Performance, 1998, *The Lubrizol Corporation.*
4. Rona Malam Karina, 2001, Pengaruh Penambahan Aditif VI Improver Viskositas Minyak Lumas Dasar, *Lembaran Publikasi LEMIGAS* Vol. 35. No. 3/2001.
5. Schilling. A, 1968, *Motor Oils and Engine Lubrication*, *Scientific Publication (G.B) Ltd.*, Broseley, Shropshire, England. •

minyak lumasnya (semakin baik).
C. Penambahan aditif PVI yang bervariasi dapat mengetahui kecenderungan pemakaian aditif tersebut untuk dipakai secara

efektif dalam membuat formula minyak lumas.
D. Dilihat dari keseluruhan hasil uji fisika/kimia dan uji unjuk kerja, penambahan aditif PVI yang