

# Formulasi Gemuk Lumas Sabun Litium dengan Bahan Dasar Minyak Jarak

Oleh: **Ratu Ulfiati**

Peneliti Muda pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"  
Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, P.O. Box 1089/JKT, Jakarta Selatan 12230 INDONESIA  
Teregistrasi I Tanggal 13 Januari 2009; Diterima setelah perbaikan tanggal 18 Pebruari 2009  
Disetujui terbit tanggal: 16 September 2009

## S A R I

Gemuk lumas merupakan pelumas dalam bentuk setengah padat, terbuat dari minyak lumas dasar ditambah aditif dan bahan pengental (*thickening agent*). Sabun adalah zat pengemulsi yang umum digunakan, dan jenis sabun yang dipilih tergantung pada kondisi penggunaan gemuk lumas tersebut. Penggunaan sabun yang berbeda akan menghasilkan tingkat ketahanan terhadap temperatur (tergantung pada viskositas dan volatilitasnya), air, dan reaktivitas kimia yang berbeda. Kondisi proses saponifikasi dan mekanisme pencampuran bahan baku, mempengaruhi kualitas gemuk lumas. Selain itu juga jenis sabun dan konsentrasi sabun yang terbentuk serta dispersi sabun dalam minyak dasar mempengaruhi titik leleh gemuk lumas; jumlah bahan pengental dan bahan pengisi mempengaruhi kekerasan gemuk; dengan komposisi yang sama, gemuk lumas dengan bahan dasar minyak mineral mempunyai tingkat kekerasan yang lebih tinggi (NLGI) dibandingkan dengan gemuk lumas dengan bahan dasar minyak jarak; penambahan aditif tekanan ekstrim dapat mengurangi diameter *scar* pada bola uji fourball secara efektif.

Kata kunci: gemuk lumas, minyak jarak, proses saponifikasi

## ABSTRACT

*Lubricating grease is semi solid lubricant, made from base oil with additive and thickening agent. Soaps are the most common emulsifying agent used, and the type of soap depends on the conditions in which the grease is going to be used. Different soaps produce different levels of temperature resistance (relating to both viscosity and volatility), water resistance, and chemical reactivity. Saponification process condition and blending mechanism have influenced considerably to grease quality. Furthermore, type and concentration of soap formed and soap dispersion in base oil would affect dropping point of the grease; content of filling and thickener influencing grease hardness (NLGI), under the same composition mineral base grease having NLGI higher than castor oil base; addition of extreme pressure additive effectively reduced the scar diameter on test ball of fourball wear apparatus.*

*Key words: lubricating grease, castor oil, saponification process.*

## I. PENDAHULUAN

Gemuk lumas merupakan pelumas dalam bentuk setengah padat atau semi solid, pada umumnya dibuat dari minyak lumas dasar yang ditambah dengan aditif dan bahan pengental (*thickening agent*). Secara teknis bentuk setengah padat dari gemuk lumas, merupakan dispersi sabun di dalam minyak. Gemuk lumas digunakan untuk melumasi beberapa komponen

yang berbeda pada mesin kendaraan maupun peralatan lainnya. Tidak hanya beberapa komponen seperti *bearing* (bantalan) roda saja, gemuk lumas juga dipakai pada mekanik rem dan pelumasan mekanik komponen listrik. Komponen tersebut memerlukan gemuk lumas karena memiliki desain khusus. Untuk alasan itu, tipe gemuk lumas dibedakan berdasarkan kondisi penggunaannya.

Sampai sekarang bahan dasar gemuk lumas yang umum digunakan adalah minyak mineral, yang kita ketahui biodegradabilitasnya rendah, toksik, karsinogenik dan sumbernya tidak dapat diperbaharui. Berdasarkan fakta ini, dan meningkatnya kesadaran akan lingkungan yang bersih, mendorong untuk mengembangkan gemuk lumas yang ramah lingkungan.

Pada penelitian gemuk lumas ramah lingkungan terdahulu, karena terbatasnya bahan tambahan yang tersedia, masih digunakan jenis aditif dan bahan pengental yang mengandung logam berat seperti seng, plumbum dan lain-lain, yang berbahaya terhadap lingkungan. Pada studi ini, kami mengusulkan formula baru untuk gemuk lumas ramah lingkungan, dengan menggunakan aditif yang tidak mengandung logam berat, seperti aditif yang digunakan pada industri makanan, tetapi juga sesuai untuk kebutuhan industri lainnya.

## II. KOMPOSISI GEMUK LUMAS<sup>(3)</sup>

Komposisi gemuk lumas terdiri dari minyak lumas dasar (*base oil*), bahan pengental (*thickener*), bahan tambahan (*additive*), bahan pengisi (*filler*), zat warna dan parfum.

Minyak mineral merupakan bahan dasar (*base oil*) yang umum digunakan pada pembuatan gemuk lumas. Menurut Hepple (1967), bahan dasar gemuk lumas adalah fraksi minyak bumi dengan atau tanpa aditif yang mempunyai kisaran titik didih antara 380°C – 550°C dan digunakan untuk tujuan pelumasan. Selain minyak mineral dapat juga digunakan minyak sintesis sebagai *base oil*, misalnya ISO 220 dan ISO 320 *synthetic base oil* dan lain-lain.

Dalam studi ini digunakan minyak jarak (*Ricinus communis L.*) sebagai bahan dasar gemuk lumas ramah lingkungan, yang diketahui bahwa tanaman jarak merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan, dan tidak memerlukan teknik budidaya yang tinggi, dapat hidup pada tanah yang kurang subur terutama di tanah yang berstruktur ringan, dimana tanaman pangan kurang berkembang. Selain itu juga, minyak jarak tidak dikonsumsi oleh masyarakat sebagai bahan makanan, sehingga tidak akan berdampak mengurangi kebutuhan pangan.

Bahan pengental pada gemuk lumas adalah bahan yang terdiri dari partikel-partikel halus yang didispersikan ke dalam minyak lumas dasar untuk membentuk gemuk lumas. Ada dua jenis bahan

pengental yang digunakan dalam pembuatan gemuk lumas, yaitu : pengental sabun (*Soap thickener*) dan pengental bukan sabun (*Non-Soap thickener*).

*Soap thickener* dapat dibuat dengan mereaksikan asam lemak atau lemak dengan alkali hidroksida, reaksi ini dikenal sebagai proses “*saponifikasi*”. Proses ini dilakukan dengan mereaksikan satu jenis atau lebih, lemak atau asam lemak dengan hidroksida logam untuk menghasilkan sabun (*soap*). Sedangkan pengental bukan sabun (*Non-Soap thickener*) contohnya adalah silika gel, *clay* dan lain-lain.

Selain tersusun oleh minyak lumas dasar, di dalam gemuk lumas juga terdapat senyawa-senyawa yang sengaja ditambahkan untuk meningkatkan mutu atau kinerja gemuk lumas, yang disebut bahan aditif. Aditif yang ditambahkan ke dalam gemuk lumas mempunyai berbagai fungsi, yang pada dasarnya untuk memperbaiki karakteristik sifat kimia fisika yang dimiliki gemuk lumas secara alamiah, ataupun menambahkan karakteristik sifat kimia fisika yang baru, sehingga gemuk lumas yang dihasilkan dapat menjalankan fungsinya sebagai pelumas pada mesin sesuai dengan spesifikasinya.

Bahan yang umum digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) adalah grafit, molibdenum disulfida, oksida logam dan karbon hitam (*carbon black*). Penambahan bahan pengisi pada gemuk lumas tidak selalu dilakukan, walaupun demikian bahan pengisi yang tepat dapat meningkatkan kinerja gemuk lumas dalam berbagai macam kondisi.

Zat warna yang umum digunakan pada gemuk lumas adalah hijau, jingga, merah dan kuning, yang larut dalam *base oil*. Contoh zat warna yang dapat digunakan dalam pembuatan gemuk lumas adalah *oil soluble analin colour*. Selain itu juga, gemuk lumas menggunakan bermacam-macam parfum maupun campurannya untuk meningkatkan nilai jual.

## III. PEMBUATAN GEMUK LUMAS<sup>(2, 3, 4, 6)</sup>

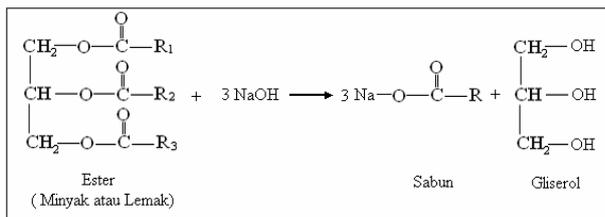
Proses pembuatan gemuk lumas secara umum adalah : saponifikasi atau penyabunan, dispersi, dehidrasi, pemanasan (*heating*), pendinginan (*cooling*), pencampuran (*mixing*) dan *milling*.

Proses saponifikasi atau penyabunan adalah proses pembuatan sabun yang merupakan reaksi antara lemak atau asam lemak dengan alkali hidroksida menghasilkan sabun dan gliserol.

Kecepatan dan kesempurnaan suatu proses penyabunan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- Suhu dan kontrol suhu
- Kontak yang baik antara zat-zat yang bereaksi
- Konsentrasi alkali hidroksida
- Komposisi lemak atau asam lemak

Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan gemuk lumas adalah memilih dengan tepat jenis sabun dan minyak lumas dasarnya. Sabun yang digunakan biasanya diperoleh dari lemak hewan, minyak tumbuh-tumbuhan atau minyak mineral yang bersenyawa dengan logam alkali. Unsur logam alkali yang sering dijumpai dalam ikatan sabun adalah kalsium dan natrium. Kedua logam ini biasanya disebut *lime* untuk kalsium dan soda untuk natrium dalam penyabunan. Di samping itu, sering juga dijumpai sabun logam litium yang digunakan untuk membuat gemuk lumas. Reaksi yang terjadi dalam proses pembentukan sabun adalah sebagai berikut:



Gemuk lumas merupakan suatu campuran heterogen yang terdiri dari dua fase, fase pertama adalah fase yang jumlahnya sedikit disebut fase terdispersi, yaitu sabun yang tersebar dalam fase lain yang disebut fase pendispersi, yaitu *base oil*. Dispersi sabun dalam *base oil* tergantung pada proses pemanasan dan pencampuran yang baik dan kontinyu.

Dehidrasi merupakan proses pengeluaran air dari campuran sabun dan *base oil*. Proses ini dilakukan dengan cara pemanasan di atas titik didih air. Kadar air dalam gemuk lumas tergantung dari jenis serta spesifikasinya, ada gemuk lumas yang harus mengandung air, yang berfungsi sebagai struktur *modifier* misalnya *Calcium-base grease*, ada juga gemuk lumas yang tidak boleh mengandung air misalnya pada *Sodium-base grease*. Sedangkan proses pencampuran yang baik dilakukan dalam waktu tertentu (2-3 jam atau lebih).

Pemanasan sangat berpengaruh terhadap proses saponifikasi dan dispersi. Kenaikan temperatur pada

proses pemanasan sebaiknya dilakukan secara perlahan dan teratur. Suhu akhir pemanasan, adalah ketika semua bahan telah menjadi suatu campuran yang homogen, dan tergantung dari jenis sabunya.

Proses pendinginan sangat penting dalam pembuatan gemuk lumas. Tekstur dan konsistensi dipengaruhi oleh kecepatan pendinginan. Proses pendinginan sebaiknya terjadi secara perlahan-lahan untuk mencapai kristalisasi yang baik. Pendinginan dilakukan sampai dengan suhu tertentu, dimana gemuk lumas mudah dituang ke dalam wadah tertentu.

Pengadukan yang baik dan kontinyu, menentukan homogenitas dari gemuk lumas yang dihasilkan. Kestabilan dari gemuk lumas dalam penyimpanan, dipengaruhi oleh proses pencampuran yang ditentukan oleh kecepatan serta bentuk pengaduk yang digunakan. Untuk mendapatkan produk akhir yang homogen, maka gemuk lumas yang berbentuk semi solid itu dimasukkan ke dalam alat *homogenizer*.

#### IV. PELAKSANAAN PENELITIAN

##### A. Bahan dan Alat

Minyak nabati yang digunakan sebagai bahan dasar gemuk lumas ramah lingkungan, adalah minyak jarak (*Ricinus communis L.*) Sebagai bahan perbandingan, dilakukan formulasi yang sama terhadap campuran minyak mineral indeks viskositas tinggi (HVI) 650 dan HVI 95 (3:1) yang mempunyai viskositas kinematik mendekati viskositas kinematik minyak jarak, sehingga kualitas minyak jarak sebagai bahan dasar minyak lumas dapat lebih dipastikan.

Berdasarkan hasil studi literatur, aditif yang digunakan pada pembuatan gemuk lumas ramah lingkungan ini ada dua jenis, yaitu aditif antioksidan dan aditif tekanan ekstrim. Kedua jenis aditif yang digunakan tersebut, dipilih dari aditif-aditif yang mendapat rekomendasi dari Food and Drug Administration (FDA) dapat digunakan pada industri makanan, sehingga diharapkan produk gemuk lumas yang dihasilkan tidak akan mencemari lingkungan apabila tercecer di alam.

Aditif antioksidan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari golongan senyawa fenol, yang diberi kode antioksidan A (AO-A), dengan komposisi kimia fisika yang disajikan pada Tabel 1. Aditif lainnya adalah aditif tekanan ekstrem atau aditif *antiwear* yaitu *Mixture of Amine Phosphates* (TE-A) dengan komposisi kimia fisika disajikan pada Tabel 2.

Bahan pengental (*thickening agent*) yang digunakan pada pembuatan gemuk lumas ini adalah litium hidroksida dengan komposisi yang berbeda-beda.

Sedangkan peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah : *blender, hot plate*, termometer, pengaduk mekanik, piala gelas, timbangan analitik, *Fourball Tester, Dropping Point Tester, Cone Penetration Tester*, dan lain-lain.

**Tabel 1**  
Komposisi kimia fisika aditif antioksidan (AO-A)

| Typical Properties                        | Antioksidan A |
|---|---------------|
| Viskositas kinematik (mm <sup>2</sup> /s) | Solid         |
| Viskositas dinamik (mPa.s)                | Solid         |
| Melting point (°C)                        | 110 - 125     |
| Density 20°C (g/cm <sup>3</sup> )         | Solid         |
| Metal content [S]%                        | -             |
| Metal content [P]%                        | -             |
| Metal content [N]%                        | -             |
| TAN/TBN (mgKOH/g)                         | <10 / -       |
| Flash point (°C)                          | 297 (COC)     |
| Treat range (wt%)                         | 0.2 – 1.0     |
| FDA (max treat level)                     | ≤ 0.5         |

**Tabel 2**  
Komposisi kimia fisika aditif tekanan ekstrim (TE-A)

| Typical Properties                        | Antiwear/TE-A |
|---|---------------|
| Viskositas kinematik (mm <sup>2</sup> /s) | -             |
| Viskositas dinamik (mPa.s)                | 2200          |
| Melting point (°C)                        | <10           |
| Density 20°C (g/cm <sup>3</sup> )         | 0.92          |
| Metal content [S]%                        | -             |
| Metal content [P]%                        | 4.8           |
| Metal content [N]%                        | 2.7           |
| TAN/TBN (mgKOH/g)                         | 140/95        |
| Flash point (°C)                          | 135 (PM)      |
| Treat range (wt%)                         | 0.1 – 1.0     |
| FDA (max treat level)                     | ≤ 0.5         |

## B. Persiapan Sampel

Minyak jarak mempunyai stabilitas oksidasi yang kurang baik, oleh karena itu meningkatkan stabilitas oksidasinya merupakan langkah awal dari penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya (Ulfiati, 2006) telah dilakukan studi penambahan AO-A pada minyak jarak dan dilakukan evaluasi efektifitas AO-A, dengan hasil konsentrasi optimum AO-A 0,2% massa. Dalam studi

**Tabel 3**  
Formula gemuk lumas sabun litium Non-TE-A

| Metode | Form ula | % m assa |      |      |         |
|--------|----------|----------|------|------|---------|
|        |          | 12-HAS   | LiOH | AO-A | M.Jarak |
| I      | A1       | 17       | 1.0  | 0.2  | 81.8    |
|        | A2       | 18       | 1.0  | 0.2  | 80.8    |
|        | A3       | 20       | 0.7  | 0.2  | 79.1    |
| II     | B1       | 20       | 1.2  | 0.2  | 78.6    |
|        | B2       | 20       | 1.0  | 0.2  | 78.8    |
|        | B3       | 20       | 0.8  | 0.2  | 79.0    |
|        | B4       | 20       | 0.7  | 0.2  | 79.1    |

**Tabel 4**  
Formula gemuk lumas sabun litium TE-A

| Form ula | % m assa |        |      |      |         |
|----------|----------|--------|------|------|---------|
|          | TE-A     | 12-HAS | LiOH | AO-A | M.Jarak |
| L1       | 0.1      | 20     | 0.7  | 0.2  | 79.0    |
| L2       | 0.2      | 20     | 0.7  | 0.2  | 78.9    |
| L3       | 0.5      | 20     | 0.7  | 0.2  | 78.6    |
| L4       | 0.6      | 20     | 0.7  | 0.2  | 78.5    |
| L5       | 0.8      | 20     | 0.7  | 0.2  | 78.3    |

**Tabel 5**  
Formula gemuk lumas mineral sabun litium TE-A

| Form ula | % m assa |        |      |      |         |
|----------|----------|--------|------|------|---------|
|          | TE-A     | 12-HAS | LiOH | AO-A | Mineral |
| ML-0     | 0.0      | 20     | 0.7  | 0.2  | 79.1    |
| ML-1     | 0.8      | 20     | 0.7  | 0.2  | 78.3    |

ini difokuskan pada pembuatan beberapa formula gemuk lumas dengan bahan dasar minyak jarak dan bahan pengental sabun litium serta aditif tekanan ekstrem (TE-A) dengan komposisi yang bervariasi. Sedangkan aditif antioksidan (AO-A) ditambahkan dalam jumlah tetap yaitu 0,2% massa. Sebagai bahan perbandingan, dilakukan pembuatan gemuk lumas dengan bahan dasar minyak mineral campuran HVI 650 dan HVI 95 (3:1), menggunakan formula terbaik dari gemuk lumas minyak jarak tersebut. Formula dari masing-masing gemuk lumas tersebut disajikan pada Tabel 3 sampai Tabel 5.

**C. Percobaan**

Pembuatan gemuk lumas dilakukan dengan variasi kondisi proses saponifikasi, dan proses pencampuran (dispersi) sabun dalam minyak jarak, yaitu : kecepatan (rpm), waktu dan suhu pada saat pengadukan (lihat Tabel 6 dan 7). Suhu proses saponifikasi pada formulasi gemuk lumas sabun litium non TE-A dan TE-A adalah 150-180°C untuk semua formula, sedangkan suhu dispersi sabun dalam minyak dasar adalah pada suhu ruangan. Demikian juga dengan pembuatan gemuk lumas dengan bahan dasar minyak mineral, kondisi proses saponifikasinya sama dengan kondisi metode II.

Gemuk lumas yang dihasilkan, diuji sifat fisika dan unjuk kerjanya dengan melakukan analisa tingkat kekerasan (consistency) (ASTM D217)<sup>(8)</sup>, *dropping point* (ASTM D566)<sup>(9)</sup>, dan karakteristik pencegahan keausan (ASTM D 2266)<sup>(10)</sup>.

**V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembuatan gemuk lumas sabun litium non-TE-A maupun TE-A, dilakukan dengan dua metode dari beberapa variasi komposisi bahan baku, untuk mendapatkan gemuk lumas dengan tingkat kekerasan (*consistency*) NLGI 2 - 3.

Setelah dilakukan pembuatan gemuk lumas, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kualitas gemuk lumas yang dihasilkan. Beberapa parameter yang diuji adalah : *dropping point*, tingkat kekerasan gemuk lumas (NLGI) dan uji ketahanan terhadap keausan dengan metode *fourball wear*. Khusus untuk pengujian dengan alat uji *fourball wear*, tidak dilakukan pada semua gemuk lumas yang dihasilkan,

**Tabel 6**  
**Kondisi proses formulasi gemuk lumas sabun litium non TE-A**

| Metode | Formula | Saponifikasi |       | Pencampuran |       |
|--------|---------|--------------|-------|-------------|-------|
|        |         | kec.(rpm)    | waktu | kec.(rpm)   | waktu |
| I      | A1      | 300-400      | 100'  | 300-500     | 90'   |
|        | A2      | 300          | 60'   | 300-400     | 120'  |
|        | A3      | 100-200      | 50'   | 300         | 60'   |
| II     | B1      | 100-200      | 50'   | 300-400     | 40'   |
|        | B2      | 100-200      | 50'   | 300-400     | 40'   |
|        | B3      | 100-200      | 50'   | 300-400     | 40'   |
|        | B4      | 100-200      | 50'   | 300-400     | 40'   |

**Tabel 7**  
**Kondisi proses formula gemuk lumas sabun litium minyak mineral TE-A**

| Metode | Formula | Saponifikasi |       | Pencampuran |       |
|--------|---------|--------------|-------|-------------|-------|
|        |         | kec.(rpm)    | waktu | kec.(rpm)   | waktu |
| II     | M0      | 100-200      | 50'   | 300-400     | 40'   |
|        | M1      | 100-200      | 50'   | 300-400     | 40'   |

tetapi hanya pada beberapa gemuk lumas yang dianggap memiliki sifat fisika dan tekstur yang dianggap baik. Dari hasil pengujian ini diketahui tahapan proses dan metode yang paling tepat untuk digunakan dalam pembuatan gemuk lumas. Data hasil uji disajikan pada Tabel 8 sampai Tabel 10 (Lihat Lampiran).

**A. Dropping Point Gemuk Lumas**

Pembuatan gemuk lumas sabun litium non-TE-A dilakukan dengan dua metode, terhadap 7 variasi komposisi bahan baku gemuk lumas dan beberapa perlakuan dalam proses pembuatan gemuk lumas, seperti kecepatan (rpm) dan suhu serta lama pengadukan. Sedangkan untuk gemuk lumas sabun litium yang ditambah aditif TE-A, hanya dilakukan pada komposisi formula gemuk yang dianggap paling baik secara uji fisika, yang selanjutnya dilakukan pengujian unjuk kerja gemuk dengan penetapan ketahanan terhadap keausan metode *fourball wear*.

Formula gemuk lumas sabun litium non-TE-A maupun gemuk lumas sabun litium TE-A, dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4, sedangkan perbedaan kondisi proses pembuatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Produk gemuk lumas dari metode I secara umum masih kurang memuaskan karena tekstur gemuk lumas yang diperoleh masih cukup kasar dan pada beberapa hasil pengujian sifat fisika masih belum memenuhi spesifikasi dari produk yang diinginkan, yaitu NLGI 2-3. Nilai *dropping point* yang diperoleh dari Formula A1, A2, dan A3 secara berurutan adalah 162,5°C, 165,5°C, dan 175°C, masih rendah dari nilai *dropping point* gemuk lumas sabun litium menurut literature yaitu 199°C. Akan tetapi, sudah memenuhi spesifikasi gemuk lumas industri non-TE-A yang mensyaratkan *dropping point* adalah 80°C. Hasil uji konsistensi gemuk lumas menunjukkan skala yang belum stabil, dengan terlihat penurunan kekerasan gemuk setelah diberi perlakuan (*work penetration*).

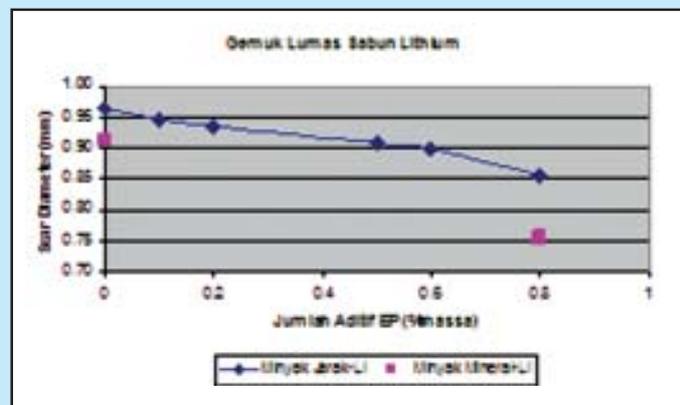
Metode II diterapkan terhadap 4 (empat) formula gemuk lumas dengan variasi komposisi LiOH yang digunakan. Pada setiap variasi, jumlah minyak jarak juga ikut berubah sesuai dengan perubahan jumlah LiOH, sedangkan kondisi proses metode II adalah sama, baik itu dari kecepatan pengadukan dan lama pengadukan, kecuali Formula B1 ada sedikit perbedaan yaitu, reaksi penyabunan tidak dilakukan pada wadah tertutup, melainkan wadah terbuka.

Hasil pengujian sifat fisika dari produk gemuk lumas metode II cukup memuaskan, karena secara umum sudah mendekati spesifikasi yang diinginkan. Nilai hasil uji *dropping point* Formula B1, B2, B3 dan B4 secara berurutan adalah 183,5°C, 182°C, 175,5°C dan 173°C, sudah lebih tinggi dari nilai *dropping point* gemuk lumas Formula A1 dan A2. Hal yang mempengaruhi *dropping point* suatu gemuk lumas adalah jenis bahan pengental dan bahan pengisi (*filler*) yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan bahan pengental dan bahan pengisi yang sama, yaitu 12-HSA yang ditambahkan secara berlebihan. Akan tetapi, kondisi proses

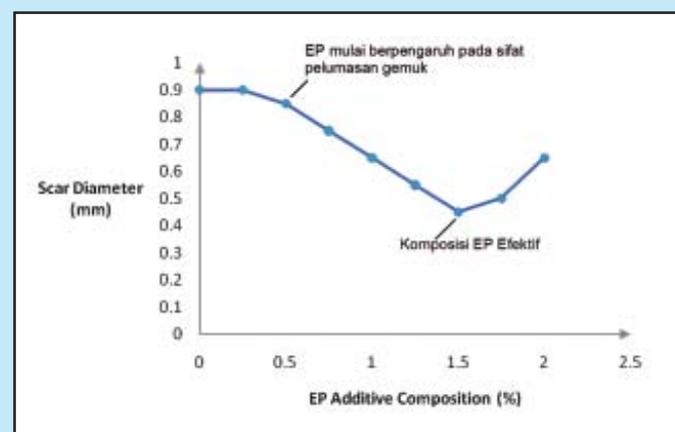
saponifikasi dan proses pencampuran juga sangat mempengaruhi, hal ini terlihat pada metode I Formula A1 dan A2, kondisi saponifikasinya berbeda dengan Formula A3, B1 – B4, sehingga Formula A1 dan A2 mempunyai nilai *dropping point* lebih rendah dibandingkan dengan Formula A3, B1 – B4.

### B. Tingkat Kekerasan Gemuk Lumas

Hasil uji konsistensi gemuk lumas yang diperoleh dari metode II, juga sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu NLGI 2, dan tidak berubah setelah diberi perlakuan (*work penetration*). Hal yang mempengaruhi konsistensi gemuk lumas adalah



Gambar 1  
Pengaruh penambahan aditif TE-A terhadap gemuk lumas sabun litium



Gambar 2  
Grafik efektifitas penambahan aditif TE-A pada gemuk lumas

dispersi sabun di dalam minyak harus merata (homogen), dan bahan pengental yang digunakan harus dapat membentuk emulsi yang stabil dengan minyak dasar. Sedangkan kekerasan gemuk lumas sangat dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pengisi, sehingga penambahan 12-HSA berlebihan sangat berpengaruh terhadap kekerasan gemuk lumas yang dihasilkan, hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi *cone unwork* pada Formula B3 dan B4 makin rendah, berarti gemuk lumas semakin keras. Dari gemuk lumas sabun litium yang dihasilkan, tekstur paling halus adalah gemuk lumas dengan Formula B4, oleh karena itu untuk membuat gemuk lumas sabun litium TE-A, digunakan gemuk lumas dengan Formula B4.

Gemuk lumas sabun litium TE-A dibuat dengan berbagai variasi jumlah aditif TE-A yang ditambahkan. Variasi komposisi ditujukan untuk melihat pengaruh dari penambahan aditif TE-A terhadap gemuk lumas yang dihasilkan, sebagai bahan pembanding digunakan gemuk lumas dengan bahan dasar minyak mineral campuran HVI 650 dengan HVI 95 (3:1).

### C. Unjuk Kerja Gemuk Lumas (Metode Fourball)

Aditif Tekanan Ekstrem berfungsi untuk menambah kemampuan dari gemuk lumas dalam menahan beban ekstrem, sehingga mengurangi keausan logam yang saling bergesekan. Penambahan aditif TE-A ini menunjukkan hasil yang positif sesuai dengan jumlah aditif TE-A yang ditambahkan (Tabel 4). Hasil uji kemampuan gemuk lumas sabun litium dalam mencegah terjadinya keausan, ditunjukkan pada Gambar 1 yang memperlihatkan pengurangan *scar diameter* bola *fourball* dengan penambahan aditif TE-A ke dalam gemuk lumas sabun litium.

Menurunnya nilai *scar diameter* bola *fourball* menunjukkan adanya aktifitas dari aditif TE-A dalam memberi perlindungan pada permukaan logam. Makin banyak aditif TE-A yang ditambahkan, maka perlindungan yang diberikan pun akan semakin besar, akan tetapi jumlah aditif TE-A yang ditambahkan mempunyai batas maksimal, karena apabila ditambahkan melebihi batasannya akan mempengaruhi terhadap sifat pelumasan dari gemuk tersebut, seperti dijelaskan pada Gambar 2.

Pada percobaan, tidak dilakukan pembuatan *grease* dengan komposisi TE-A yang mencapai komposisi efektif, sehingga tidak diketahui pada

komposisi berapa aditif TE-A yang dapat memberikan pengaruh maksimal. Percobaan lebih difokuskan untuk melihat apakah aditif TE-A yang digunakan sesuai dan dapat meningkatkan sifat pelumasan dari minyak jarak.

Dari grafik hasil pengujian, terlihat bahwa minyak mineral lebih cocok digunakan bersama aditif TE-A jenis amina fosfat dibandingkan dengan minyak jarak. Pada minyak mineral, sifat pelumasan masih jauh lebih baik sekalipun dengan komposisi aditif TE-A yang lebih sedikit. Untuk komposisi yang sama yaitu 0.8% massa *scar diameter* yang terbentuk adalah 0,7565 mm, sedangkan pada gemuk lumas dari minyak jarak, *scar diameter* yang terbentuk adalah 0,8574 mm.

## VI. KESIMPULAN

- Minyak jarak dapat digunakan sebagai bahan dasar gemuk lumas sabun litium.
- Kondisi proses saponifikasi dan dispersi sabun litium ke dalam minyak dasar (*base oil*) sangat mempengaruhi kualitas gemuk lumas yang dihasilkan.
- Jenis dan konsentrasi sabun yang terbentuk serta dispersi sabun dalam minyak dasar, sangat mempengaruhi nilai *dropping point*.
- Jumlah bahan pengental dan bahan pengisi mempengaruhi tingkat kekerasan gemuk lumas (NLGI)
- Dengan komposisi yang sama, tingkat kekerasan gemuk lumas dengan bahan dasar minyak mineral (NLGI 4) lebih tinggi dari pada minyak jarak (NLGI 2).
- Aditif tekanan ekstrim (TE-A) dapat menurunkan nilai *scar diameter* bola uji *fourball*, yang menunjukkan efektifitas aditif TE-A dalam meningkatkan kinerja gemuk lumas yang dihasilkan.

## KEPUSTAKAAN

1. Herdan, J.M., 2000, *Biodegradable Lubricants*, Proceedings of the International Tribology Conference, Nagasaki, Japan.
2. Wartawan, L.A., 1998, *Pelumas Otomotif dan Industri*, Balai Pustaka, Jakarta.
3. Tim Pelaksana Kerja Sama Direktorat Jendral Litbang (AURI) dengan LEMIGAS, 1970,

- Penelitian Pembuatan Aviation Lubricating Grease*, Research Report No. LR-15/70. PPPTMG "LEMIGAS", Jakarta.
4. Caines, A.J. dan R.F. Haycock. 1996. *Automotive Lubricants Reference Book*. Society of Automotive Engineers, Inc., USA.
  5. Guthrie, V.B., 1960, *Petroleum Product Handbook*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
  6. Pakan, T.S., 1991, *Gemuk Pelumas (Grease)*, PPPTMGB "LEMIGAS", Jakarta.
  7. Pertamina, 1994. *Pelumas Produksi Pertamina*, Pertamina, Jakarta.
  8. ASTM D 217, 2007, *Standard Test Method for Cone Penetration of Lubricating Grease*.
  9. ASTM D 566, 2007, *Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease*.
  10. ASTM D 2266, 2007, *Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of lubricating Grease (Four-Ball Method)*. ✓
-

Lampiran

Tabel 8  
Hasil uji fisika gemuk lumas sabun litium non-TE-A

| Me-<br>tode | For-<br>mula | Hasil Pengujian        |  |                                   |                             |                         |                       |                          | Tekstur Gemuk Lumas                |
|-------------|--------------|------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|
|             |              | Dropping<br>Point (°C) | Penetrasi<br>Cone<br>Unwork<br>(mm/10) | Penetrasi<br>Cone Work<br>(mm/10) | % peru-<br>bahan<br>Tekstur | Skala<br>NLGI<br>Unwork | Skala<br>NLGI<br>Work | Scar<br>diameter<br>(mm) |                                    |
| I           | A1           | 162,5                  | 310                                    | 313                               | 0,9677                      | 1                       | 1                     | -                        | Kasar                              |
|             | A2           | 165,5                  | 296                                    | 302                               | 2,027                       | 2 - 1                   | 2 - 1                 | -                        | Kasar                              |
|             | A3           | 175                    | 273                                    | 296                               | 8,4249                      | 2                       | 2 - 1                 | -                        | Halus                              |
| II          | B1           | 183,5                  | 278                                    | 286                               | 2,8777                      | 2                       | 2                     | -                        | Halus dengan sedikit butiran kasar |
|             | B2           | 182                    | 272                                    | 287                               | 5,5147                      | 2                       | 2                     | 0,9562                   | Halus dengan sedikit butiran kasar |
|             | B3           | 175,5                  | 272                                    | 275                               | 1,1029                      | 2                       | 2                     | 1,023                    | Halus dengan sedikit butiran kasar |
|             | B4           | 173                    | 268                                    | 273                               | 1,8657                      | 2                       | 2                     | 0,9535                   | Halus                              |

Tabel 9  
Hasil uji fisika gemuk lumas sabun litium TE-A minyak jarak

| Formula | Komposisi<br>aditif EP (%) | Hasil Pengujian     |                                       |           |                     |                       |
|---------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|
|         |                            | Drop. Point<br>(°C) | Penetrasi Cone (mm/10) dan Skala NLGI |           |                     | Scar Diameter<br>(mm) |
|         |                            |                     | Unwork                                | Work      | Rata-rata<br>(Work) |                       |
| B4      | 0                          | 173                 | 268 (2)                               | 273 (2)   | 273 (2)             | 0,9633                |
| L1      | 0,1                        | 189                 | 271,5 (2)                             | 279 (2)   | 273,2 (2)           | 0,947                 |
| L2      | 0,2                        |                     | 235,5 (3)                             | 258 (3-2) |                     | 0,936                 |
| L3      | 0,5                        |                     | 279 (2)                               | 281 (2)   |                     | 0,9071                |
| L4      | 0,6                        |                     | 277 (2)                               | 285 (2)   |                     | 0,8989                |
| L5      | 0,8                        |                     | 252 (3-2)                             | 263 (2)   |                     | 0,8574                |

Tabel 10  
Hasil Uji Fisika Gemuk Lumas Sabun Litium TE-A Minyak Mineral

| Formula | Komposisi aditif<br>EP (%) | Hasil Pengujian  |  |         |                       |
|---------|----------------------------|------------------|--|---------|-----------------------|
|         |                            | Drop. point (°C) | Penetrasi cone (mm/10) dan skala<br>NLGI |         | Scar diameter<br>(mm) |
|         |                            |                  | Unwork                                   | Work    |                       |
| M0      | 0                          | 173              | 156 (4)                                  | 186 (4) | 0,9134                |
| M1      | 0,8                        | 177              | 156 (4)                                  | 185 (4) | 0,7565                |