

# Fluida *Incompressible* sebagai Penyalur Tenaga dalam Sistem Hidrolik Tertutup

**Rona Malam Karina**

Peneliti Muda pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230, Indonesia

Tromol Pos : 6022/KBYB-Jakarta 12120, Telepon : 62-21-7394422, Faksimile : 62-21-7246150

Teregistrasi 1 Tanggal 7 Pebruari 2011; Diterima setelah perbaikan tanggal 22 Agustus 2011

Disetujui terbit tanggal: 26 Agustus 2011

## S A R I

*Fluida incompressible* adalah cairan yang penggunaannya sebagai penyalur tenaga dalam sistem hidrolik karena sifatnya dalam sistem tertutup seperti dalam sistem bejana berhubungan, yang dapat juga disebut minyak rem. Kerja sistem rem dari master silinder ke piston untuk mentransfer energi mekanis dapat menghasilkan panas akibat gesekan antara minyak rem dengan permukaan salurannya. Kondisi tersebut menyebabkan minyak rem harus memiliki spesifikasi khusus berkaitan dengan perubahan suhu, yaitu titik didih dan sifatnya yang tidak berubah drastis pada suhu tinggi. Penelitian ini bertujuan menghasilkan formula minyak rem DOT 3 untuk kendaraan bermotor menggunakan bahan dasar dan pelarut kimia dengan perbandingan komposisi  $\pm 20\%$  dan  $\pm 80\%$ , serta ditambahkan sedikit aditif. Hasil yang diperoleh dari analisis karakteristik fisika kimia serta semi unjuk kerjanya menunjukkan bahwa dari empat formula yang dirancang terdapat satu formula yang hasil analisisnya memenuhi syarat spesifikasi minyak rem DOT 3, yaitu formula FMR 4. Namun, kualitas yang sebenarnya dapat dilihat dalam uji performa apabila diaplikasikan pada sistem pengereman kendaraan bermotor.

**Kata kunci:** *Fluida incompressible*, minyak rem, sistem hidrolik, kendaraan bermotor

## ABSTRACT

*Incompressible fluid is a fluid used to transmit power in a hydraulic system. It's applicability based on its properties in an enclosed area such as at a related vessel, and in this case we call it brake fluid. The operation of the brake system from the master cylinder to the actuating piston to transfer mechanical energy produce heat as a result of friction between the brake fluid with the surface piping channels and the resulting high pressure on the brake fluid. This condition result require the brake fluid to have a appropriate characteristic facing the change of temperatures, that is the boiling point and its characteristic should not change at high temperatures. This research aims to produce a brake fluid formula equal to DOT 3 for the usage of automotive vehicles using basic materials and chemical solvents with the composition  $\pm 20\%$  and  $\pm 80\%$  and some additive added. The result obtained from physical & chemical characteristic analysis and performance test showed that from 4 formulas studied FMR 4 formula complies with the specification of DOT 3 brake fluid. However, the real quality could be shown from the performance test when applied to the brake system of automotive vehicles.*

**Keywords:** *Incompressible fluid, brake fluid, hydraulic system, automotive vehicles.*

## I. PENDAHULUAN

Kehadiran kendaraan impor atau kendaraan dengan teknologi mesin mutakhir yang bertenaga besar belakangan ini mengharuskan setiap pemilik atau pengendara untuk lebih memahami pentingnya

minyak rem untuk menjamin keselamatan selama berkendara. Minyak rem dengan kualitas yang tidak sesuai dengan kebutuhan mesin dapat menyebabkan kegagalan sistem pengereman dan berakibat tingginya resiko kecelakaan

Kerja sistem rem dari master silinder ke piston untuk mentransfer energi mekanis dapat menghasilkan panas akibat gesekan antara minyak rem dengan permukaan salurannya. Kondisi ini mengharuskan minyak rem untuk memiliki spesifikasi khusus berkaitan dengan perubahan suhu, yaitu titik didih dan sifatnya yang tidak berubah drastis pada suhu tinggi. Perlindungan terhadap karat dan melumasi komponen sistem rem merupakan bagian dari tugas minyak rem lainnya. Senyawa kimia dalam minyak rem, seperti antioksidan dan antibusa, berguna melindungi karet atau sil agar berdaya tahan lama. Senyawa ini dapat menekan adanya gelembung udara dalam pipa ataupun master rem yang bisa berakibat rem blong.

Dalam makalah ini disajikan hasil penelitian minyak rem dengan klasifikasi DOT 3 (*Department of Transportation*). Penelitian difokuskan pada komposisi campuran *polyglycol (base)* dan *glycoether (solvent)* dan aditif pada konsentrasi tertentu yang diharapkan dapat memperbaiki karakteristik minyak rem untuk keperluan kendaraan bermotor yang berasal dari *mineral base*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

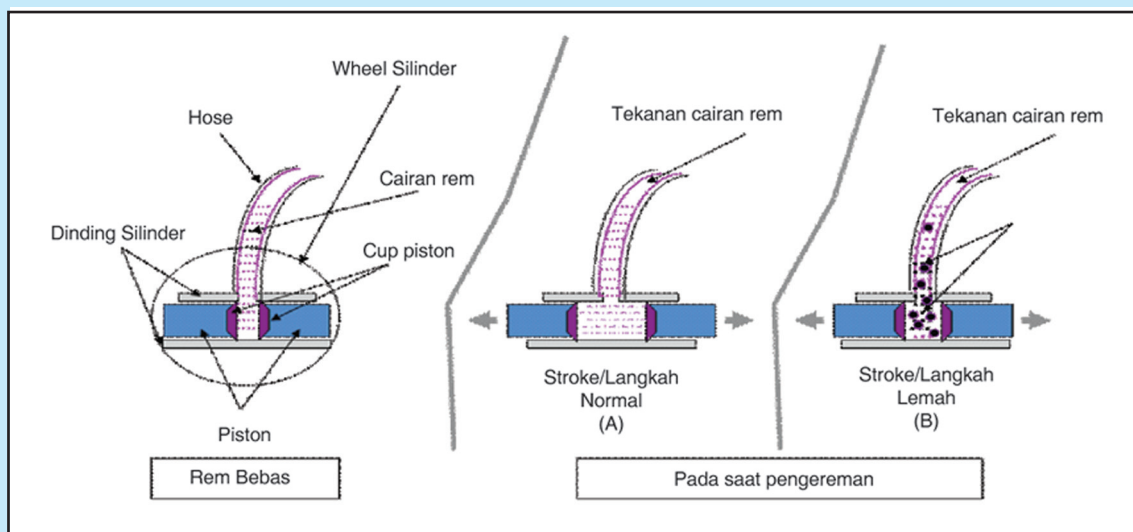
*Fluida incompressible* atau minyak rem (*brake fluid*) adalah cairan yang penggunaannya sebagai penyalur tenaga dalam sistem hidrolik karena sifatnya

dalam sistem tertutup seperti dalam sistem bejana berhubungan.

Minyak rem sering juga disebut cairan rem, sedangkan istilah minyak adalah umum digunakan pada semua cairan organik yang tidak larut/bercampur dalam air, biasanya mengacu ke minyak bumi (*petroleum*) atau produk olahannya.

Rem adalah suatu peralatan untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda. Karena gerak roda menjadi lambat, secara otomatis gerak kendaraan menjadi lambat. Energi Kinetik yang hilang dari benda yang bergerak ini biasanya diubah menjadi panas karena gesekan. Pada rem regeneratif, sebagian energi ini juga dapat dipulihkan dan disimpan dalam rodagila (*flywheel*), kapasitor, atau diubah menjadi arus bolak balik oleh suatu alternator, selanjutnya dilalukan melalui suatu penyearah (*rectifier*) dan disimpan dalam baterai untuk penggunaan lain. Energi kinetik meningkat sebanyak pangkat dua kecepatan ( $E = \frac{1}{2}m \cdot v^2$ ). Ini berarti bahwa jika kecepatan suatu kendaraan meningkat dua kali, ia memiliki empat kali lebih banyak energi. Rem harus membuang empat kali lebih banyak energi untuk menghentikannya dan konsekuensinya, jarak yang dibutuhkan untuk pengereman juga empat kali lebih jauh. Berikut adalah gambar kondisi saat rem bebas dan saat pengereman.

Pada sistem pengereman, minyak rem mendapat tekanan dari master silinder melalui pedal dan meneruskannya ke pedal rem menuju keempat roda



Gambar 1  
Kondisi saat rem bebas dan saat pengereman

kendaraan. Kualitas fluida minyak rem ini dibedakan dengan viskositasnya, ketahanannya terhadap temperatur tinggi, kemampuan pelumasannya dan kesesuaiannya (*compatible*) dengan komponen-komponen sistem pengereman. Pada kondisi normal, minyak rem bersifat higroskopis sehingga menyerap kelembaban dan setelah 2 tahun berisi sekitar 3% air.

Beberapa syarat-syarat karakteristik yang harus dipenuhi untuk membuat minyak rem yang berkualitas adalah sebagai berikut:

Titik didih

a. Titik didih

Titik didih merupakan parameter penting dalam minyak rem. Kebutuhan operasi yang memungkinkan perubahan suhu yang sangat tinggi mengharuskan minyak rem untuk tetap mampu memberikan kinerja pengereman yang baik. Titik didih yang tinggi menunjukkan ketahanan minyak rem untuk tetap dalam fasa cairan dan tidak menguap pada suhu operasi yang tinggi. Hal ini untuk mencegah terjadinya *vaporlock* (penguapan)

b. Viskositas kinematik

Perubahan viskositas secara drastis dapat menyebabkan perubahan kinerja sistem pengereman. Minyak rem yang terlalu kental pada suhu rendah dapat meningkatkan gesekan antar fluida dan antara fluida dengan perangkat pengereman sehingga menyebabkan pengereman terasa berat dan tidak maksimal. Demikian juga sebaliknya, minyak rem yang terlalu encer pada suhu tinggi merupakan indikator kemampuannya dalam menerima tekanan saat beroperasi. Ketidakmampuan menerima dan menyalurkan tekanan pada sistem pengereman dapat menyebabkan penurunan efektifitas atau bahkan kegagalan pengereman.

c. Kelembaban

Kelembaban merupakan indikator terdapatnya air dalam minyak rem. Sebagian bahan dasar minyak rem bersifat higroskopis sehingga dalam jangka waktu tertentu, kandungan air di dalamnya akan terus meningkat. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan titik didih minyak rem.

d. Tidak menimbulkan karat dan kerusakan pada bahan logam

Minyak rem tidak boleh bereaksi dengan bahan logam yang dipakai pada sistem rem hidrolis, dan mutunya harus tetap seperti semula.

e. Tidak mengakibatkan kerusakan (pembengkakan) karet dan tidak terjadi pengurangan atau penambahan kekerasannya.

f. Stabil terhadap bahan kimia dan tidak ada pengendapan.

Kualitas minyak rem sangat ditentukan oleh beberapa hal diantaranya pemilihan jenis bahan dasar, dan pelarut serta pemilihan jenis aditif yang digunakan dan komposisi yang tepat. Pada kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula minyak rem DOT 3 yang tepat dan memiliki kualitas baik. Variasi konsentrasi bahan dasar dan aditif yang digunakan merupakan faktor penentu sehingga diharapkan melalui variasi komposisi dapat diperoleh minyak rem dengan kualitas yang baik.

### III. PELAKSANAAN PENELITIAN

#### A. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pencampuran langsung (*direct blending*). Bahan dasar dan pelarut yang akan dicampur dianalisis sifat fisiknya terutama titik didih (*boiling point*), viskositas, densitas dan titik nyala. Masing-masing percontohan diberi kode BR untuk bahan dasar dan SR untuk pelarut sedang untuk aditif diberi kode AD. Selanjutnya dilakukan blending antara ketiganya dengan perbandingan komposisi  $\pm 20\%$  dan  $\pm 80\%$  serta ditambahkan sedikit aditif. Masing-masing formula minyak rem diberi kode FMR1, FMR2, FMR3 dan FMR4. Selanjutnya percontohan dianalisis sifat fisika kimianya dengan menggunakan metode FMVSS, sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dalam SNI 06-2769-1992. Adapun jenis bahan yang digunakan antara lain:

a. *Polyglycol* (bahan dasar)

adalah salah satu polimer yang banyak digunakan dalam industri pangan, kosmetik, dan farmasi. Secara kimiawi, *polyglycol* merupakan sekelompok polimer sintetik yang larut dalam air dan memiliki kesamaan struktur kimia berupa adanya gugus hidroksil primer pada ujung rantai polieter yang mengandung oksietilen ( $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$ ). Beberapa sifat utama dari *polyglycol* adalah stabil, tersebar merata,

hidroskopik (mudah menguap), dapat mengikat pigmen, dan lain-lain.

b. *Glycoether* (pelarut)

Beberapa sifat yang dipunyai oleh bahan pelarut (*Glycoether*) adalah mengontrol viskositas dari bahan dasar, mengontrol titik didih sesuai keinginan dan mencegah swell komponen dari karet.

c. Aditif

Aditif yang digunakan dalam formula minyak rem dari kelompok *amine* dan kelompok *phenol*, yang penggunaannya sangat sedikit kurang lebih 0,5 % berat. Kegunaan aditif dalam minyak rem adalah untuk mencegah oksidasi bahan dasar & pelarut serta mencegah pengkaratan dan korosi dari komponen metal sistem rem.

Adapun spesifikasi bahan dasar dan pelarut yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Komposisi pencampuran formula minyak rem yang terdiri dari bahan dasar, pelarut dan aditif, disajikan pada Tabel 2.

Hasil uji karakteristik fisika kimia formula minyak rem dengan unjuk kerja DOT 3 (*Department of Transportation*) yang dibandingkan dengan spesifikasi metode FMVSS (*Federal Motor Vehicle Safety Standard USA*) atau SNI 06-2769-1992 dapat dilihat pada Tabel 3.

Pembahasan dari hasil analisis karakteristik fisika kimia terhadap empat jenis formula minyak rem seperti ditunjukkan pada Tabel 3, dengan membandingkan spesifikasi yang ditetapkan untuk minyak rem klasifikasi DOT 3 menggunakan metode FMVSS, adalah sebagai berikut:

1. **Equilibrium Reflux Boiling Point (ERBP)**

Dari hasil analisis keempat formula diatas, formula FMR 1 dan FMR 2 mempunyai nilai ERBP di bawah batas syarat yang ditentukan ( $\geq 205$ ) yaitu dengan nilai 198.20°C dan 202.19°C.

2. **Wet Equilibrium Reflux Boiling Point (WERBP)**

Batas syarat yang ditetapkan untuk minyak rem DOT 3 adalah  $\geq 140^\circ\text{C}$ , sehingga pada keempat jenis formula diatas telah memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan.

Tabel 1  
Spesifikasi *Polyglycol* dan *Glycoether*

| No. | Karakteristik              | <i>Polyglycol</i> | <i>Glycoether</i> |
|-----|----------------------------|-------------------|-------------------|
| 1.  | Flash Point, °C            | 220               | 91                |
| 2.  | Viscosity, cP              | 25                | 4.5               |
| 3.  | Density, g/cm <sup>3</sup> | 1.05              | 0.989 – 0.994     |
| 4.  | Boiling point, °C          | >300              | 203.6             |
| 5.  | Water Content, %           | ≤ 0.1             | ≤ 0.1             |
| 6.  | Melting point, °C          | 13                | -                 |
| 7.  | Refractive Index           | 1.460             | -                 |

Tabel 2  
Komposisi Pencampuran bahan dasar, pelarut dan aditif

| KODE  | BR | SR    | AD1  | AD2 |
|-------|----|-------|------|-----|
| FMR 1 | 20 | 79.1  | 0.4  | 0.5 |
| FMR 2 | 30 | 69.17 | 0.4  | 0.5 |
| FMR 3 | 28 | 71.17 | 0.48 | 0.4 |
| FMR 4 | 24 | 75.16 | 0.48 | 0.4 |

3. **Stabilitas cairan**

Dengan mengamati perubahan titik didih sesudah periode pemanasan dalam kondisi refluks (ERBP). Pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa hasil analisis stabilitas pada suhu tinggi dan stabilitas kimia dari keempat formula memenuhi batas syarat minyak rem DOT 3 yang ditetapkan oleh metode FMVSS.

4. **Viskositas Kinematik pada suhu uji 40°C dan 100°C.**

Hasil analisis keempat formula diatas menunjukkan bahwa formula FMR 3 melebihi batas syarat yang ditentukan yaitu 3105,09 mm<sup>2</sup>/dt ( $\leq 1500$ ) viskositas pada suhu -40°C, dan formula FMR 2 tidak memenuhi syarat viskositas pada suhu 100°C yaitu 1.42 mm<sup>2</sup>/dt ( $\geq 1,5$ ).

5. **Keasaman (pH) minyak rem**

Keasaman minyak rem yang diindikasikan dengan nilai pH merupakan parameter penting yang

**Tabel 3**  
**Hasil Uji Karakteristik Formula Minyak Rem DOT 3**

| No  | Parameter   | Satuan              | Syarat                   | FMR 1         | FMR 2         | FMR 3   | FMR 4          |
|-----|---|---------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------|----------------|
| 1.  | <i>Equilibrium Reflux Boiling Point (ERBP)</i>            | °C                  | ≥ 205                    | <b>198.20</b> | <b>202.19</b> | 240.66  | <b>246.26</b>  |
| 2.  | <i>Wet Equilibrium Reflux Boiling Point (WERBP)</i>       | °C                  | ≥ 140                    | 140.56        | 140.31        | 149.52  | <b>148.78</b>  |
| 3.  | Viskositas kinematis: - 40°C*)                            | mm <sup>2</sup> /dt | ≤ 1800                   | 103.80        | 127.43        | 3105.09 | <b>1108.62</b> |
|     | 100°C   | mm <sup>2</sup> /dt | ≥ 1,5                    | 1.58          | 1.42          | 2.78    | <b>2.73</b>    |
| 4.  | pH cairan (sebelum dan sesudah uji korosi)                | —                   | 7,0 – 11,5               | 10.03         | 10.05         | 9.42    | <b>9.45</b>    |
| 5.  | Kadar air   | %                   | ≤ 0,2                    | 0.05          | 0.04          | 0.13    | <b>0.15</b>    |
| 6.  | Stabilitas cairan   |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - Stabilitas pada suhu tinggi, perubahan EBRP             | °C                  | changed of BP within 3°C | 195.59        | 198.08        | 231.94  | <b>237.80</b>  |
|     | - Stabilitas kimia, perubahan EBRP                        | °C                  | changed of BP within 3°C | 0.50          | -0.25         | -0.13   | <b>-0.13</b>   |
| 7.  | Korosi: Perubahan berat                                   |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - besi bertimah   | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,2                    | -0.01         | 0.00          | 0.01    | <b>-0.03</b>   |
|     | - baja  | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,2                    | 0.01          | 0.00          | -0.01   | <b>0.00</b>    |
|     | - aluminium   | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,1                    | 0.00          | -0.01         | -0.03   | <b>-0.01</b>   |
|     | - besi tuang  | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,2                    | 0.03          | 0.02          | 0.00    | <b>0.00</b>    |
|     | - kuningan  | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,4                    | -0.09         | -0.13         | -0.03   | <b>0.00</b>    |
|     | - tembaga   | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,4                    | <b>-0.40</b>  | -0.32         | -0.02   | <b>-0.01</b>   |
|     | - Zinc  | mg/cm <sup>2</sup>  | ± 0,4                    | -0.01         | 0.03          | -0.02   | <b>0.02</b>    |
| 8.  | Toleransi air   |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - Pada suhu -40°C (aliran)                                | —                   | ≤ 10                     | 00.45         | 00.51         | 06.92   | <b>01.87</b>   |
|     | - Pada suhu 60°C (pengendapan)                            | % v/v               | ≤ 0,05                   | 0.00          | 0.00          | 0.00    | <b>0.00</b>    |
| 9.  | Uji terhadap karet (SBR)                                  |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - Suhu 70°C, 120 jam                                      |                     |                          |               |               |         |                |
|     | ▪ Pertambahan diameter                                    | mm                  | 0,15 – 1,4               | 0.62          | 0.65          | 0.35    | <b>0.56</b>    |
|     | ▪ Perubahan kuantitas kekerasan                           | H <sub>A</sub>      | 0 – (-10)                | -6.00         | -7.00         | -5.40   | <b>-5.60</b>   |
|     | ▪ Pertambahan volume                                      | %                   | 1 – 16                   | 8.77          | 9.20          | 3.76    | <b>6.92</b>    |
|     | - Suhu 120°C, 70 jam                                      |                     |                          |               |               |         |                |
|     | ▪ Pertambahan diameter                                    | mm                  | 0,15 – 1,4               | 0.78          | 1.03          | 0.36    | <b>0.72</b>    |
|     | ▪ Perubahan kuantitas kekerasan                           | H <sub>A</sub>      | 0 – (-15)                | -9.20         | -11.80        | -3.60   | <b>-7.40</b>   |
|     | ▪ Pertambahan volume                                      | %                   | 1 – 16                   | 10.91         | 12.86         | 4.26    | <b>8.67</b>    |
| 10. | Fluiditas dan penampakan pada suhu rendah                 |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - Suhu -40°C, 120 jam                                     |                     |                          |               |               |         |                |
|     | ▪ Waktu yang diperlukan gelembung udara naik ke permukaan | detik               | ≤ 10                     | 00.39         | 00.47         | 03.68   | <b>00.95</b>   |
|     | ▪ Pemisahan dan pengendapan                               | —                   | No                       | No            | No            | No      | <b>No</b>      |
|     | - Suhu -50°C, 70 jam                                      |                     |                          |               |               |         |                |
|     | ▪ Waktu yang diperlukan gelembung udara naik ke permukaan | detik               | ≤ 35                     | 01.01         | 01.13         | 09.75   | <b>03.32</b>   |
|     | ▪ Pemisahan dan pengendapan                               | —                   | No                       | No            | No            | No      | <b>No</b>      |
| 11. | Daya campur/kompatibilitas                                |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - Suhu 60°C   |                     |                          |               |               |         |                |
|     | ▪ Pengendapan   | % v/v               | ≤ 0,05                   | 0.00          | 0.00          | 0.00    | <b>0.00</b>    |
| 12. | Ketahanan terhadap oksidasi                               |                     |                          |               |               |         |                |
|     | - Pengendapan gum pada lempeng logam                      |                     |                          |               |               |         |                |
|     | ▪ Aluminium   | mg/cm <sup>2</sup>  | ≤ 0,05                   | 0.00          | 0.00          | 0.00    | <b>0.00</b>    |
|     | ▪ Besi tuang  | mg/cm <sup>2</sup>  | ≤ 0,3                    | 0.00          | 0.00          | 0.00    | <b>0.00</b>    |

menunjukkan tingkat korosifitas minyak rem. Nilai pH dibatasi pada rentang 7-11,5 sehingga dapat menjamin kondisi yang tidak asam selama penggunaan dalam sistem pengereman. Pada analisis ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi syarat minyak rem DOT 3 yang ditetapkan oleh metode FMVSS.

## 6. Kadar air

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi batas syarat minyak rem DOT 3 yang ditetapkan oleh metode FMVSS.

Kandungan air dalam minyak rem dapat menyebabkan terjadinya penguapan pada suhu

yang lebih rendah yang dapat mengganggu kinerja minyak rem dalam mentransfer tekanan dalam sistem pengereman dan mengakibatkan kegagalan untuk menghentikan laju kendaraan.

### 7. Kompatibilitas

Kompatibilitas minyak rem terhadap material yang bersentuhan langsung dengan sistem pengereman menjadi faktor penting. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi batas syarat minyak rem DOT 3.

### 8. Toleransi air

Toleransi kehadiran air dapat diuji dengan mengamati terjadinya pemisahan dan terbentuknya endapan. Dalam kaitannya dengan minyak rem, tidak boleh terjadi pemisahan dan toleransi terhadap endapan yang terjadi maksimal 0,15-%volume. Pada analisis ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi syarat minyak rem DOT 3.

### 9. Fluiditas dan *appearance*

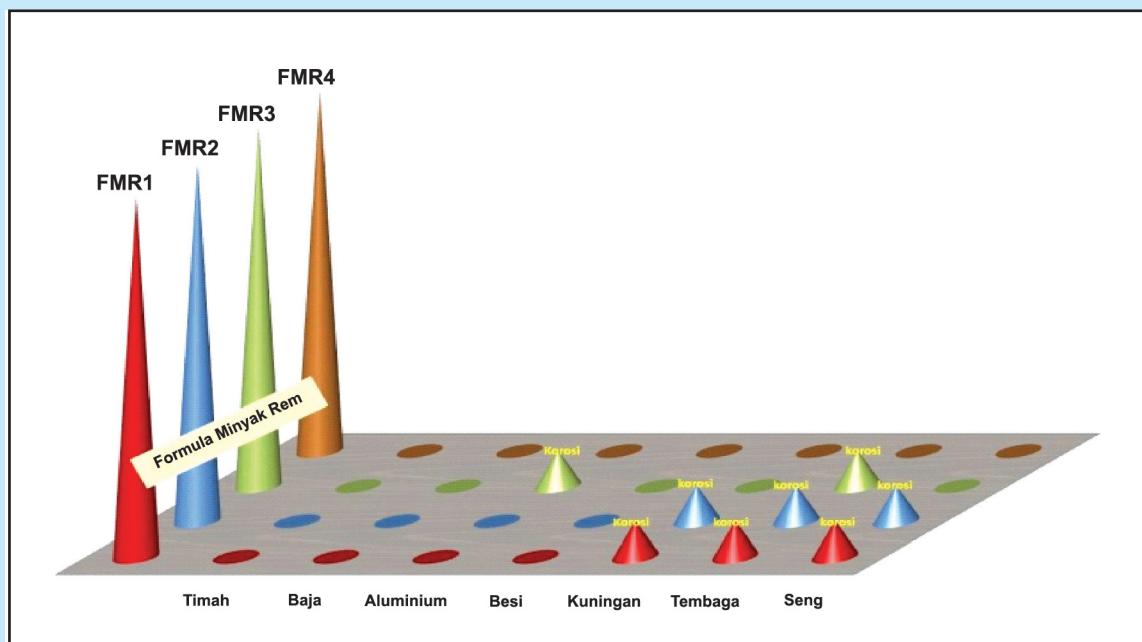
Parameter ini menunjukkan kemudahan fluida untuk mengalir. Pengujian pada suhu -40°C selama 120 jam harus menunjukkan kriteria tidak terjadinya pemisahan tidak terbentuk endapan, tidak terbentuk kristal dan laju alir maksimal

10 detik. Pada pengujian suhu -50°C selama 70 jam, minyak rem harus dapat menunjukkan kriteria tidak terjadinya pemisahan tidak terbentuk endapan, tidak terbentuk kristal dan laju alir maksimal 35 detik. Pada analisis ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi syarat minyak rem DOT 3.

### 10. Korosi

Dengan melihat perubahan berat dari lempengan logam yang dianalisa, maka pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa hasil analisis korosi dari keempat formula memenuhi batas syarat minyak rem DOT 3 yang ditetapkan oleh metode FMVSS.

Tetapi apabila dilihat dari hasil analisis secara visual dapat terlihat (Gambar 2.) bahwa formula FMR 1 dan Formula FMR 2 mengakibatkan korosi sehingga dapat merusak lempeng logam uji jenis kuningan, tembaga dan seng, sedangkan formula FMR 3 mengakibatkan korosi pada dua jenis logam uji yaitu lempeng aluminium dan lempeng tembaga. Dan untuk minyak rem formula FMR 4 semua lempeng logam bersih dan tidak terjadi korosi sehingga formula FMR 4 ini memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan..



Gambar 2  
Hasil analisis korosi (visual) terhadap tujuh macam logam

## 11. Ketahanan Oksidasi

Parameter ketahanan oksidasi diuji dengan cara cairan rem dioksidasi (diaktifkan) dengan menambahkan campuran benzoil peroksida dan air. Kemudian diuji sifat korosinya terhadap logam uji korosi aluminium dan besi tuang. Pada akhir pengujian, logam tersebut diperiksa korosi, goresan dan kehilangan beratnya. Hasil analisis keempat formula diatas menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi batas syarat minyak rem DOT 3.

## 12. Uji terhadap karet

Uji terhadap karet rem SBR adalah untuk melihat bertambah atau menurun diameter yang telah diukur dan kekerasannya setelah direndam dalam cairan rem dan dipanaskan masing-masing pada suhu 70°C selama 120 jam, dan suhu 120°C selama 70 jam. Pada analisis ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi syarat minyak rem DOT 3.

Dilihat dari variasi konsentrasi bahan dasar, pelarut dan aditif yang salah satunya mempunyai sifat hidroskopis serta pembahasan beberapa karakteristik fisika kimia seperti titik didih, viskositas, stabilitas cairan serta korosi yang memenuhi syarat minyak rem DOT 3, maka formula FMR4 merupakan formula minyak rem yang mempunyai kualitas yang baik dan dapat mempertahankan mutunya tetap seperti semula.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan evaluasi terhadap data uji sampel formulasi minyak rem DOT 3 yang dihasilkan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil formula dari pencampuran bahan dasar dan pelarut dengan berbagai komposisi yang berbeda akan menghasilkan nilai karakteristik fisika kimia yang beragam secara menyeluruh.
2. Dari Empat formula minyak rem yang diblending tiga formula tidak memenuhi syarat spesifikasi minyak rem DOT 3, yaitu FMR 1, FMR 2 dan FMR 3 hal ini disebabkan adanya parameter kunci minyak rem yang harus dipenuhi dalam pembuatan minyak rem tidak tercapai seperti

titik didih (ERBP atau WERBP), viskositas, pH dan korosi.

3. Dari keseluruhan hasil formula minyak rem yang diuji karakteristik fisika kimianya dengan jumlah karakteristik dua belas parameter, terdapat satu sampel yang memenuhi syarat spesifikasi karakteristik minyak rem DOT 3 yaitu formula FMR 4. Namun, kualitas yang sebenarnya dapat dilihat dalam uji performa apabila diaplikasikan pada sistem pengereman kendaraan bermotor.

## KEPUSTAKAAN

1. AS/NZS 1960. 1: 1995, *Australian/New Zealand Standard for Motor Vehicle brake fluids, Part 1: Non-petroleum type.*
2. **E. Richard Booser**, 1986, "Handbook of Lubrication", Theory and Practice of Tribology, volume I, Application and Maintenance, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida USA.
3. FMVSS No. 116 – 2005, *Motor Vehicle Brake Fluid – Passenger Cars, Multipurpose Passenger Vehicles, Trucks, Buses and Motorcycles.*
4. **Freeman, P.**, "Lubrication and friction", Sir Isaac Pitman&Sons Ltd., USA, 1962.
5. **Gschwender, Lois J. et. al.** 2001. *Liquid Lubricants and Lubrication: Modern Tribology Handbook.* CRC Press, USA.
6. ISO 4925-2005, *Road vehicles – Non petroleum base brake fluid.*
7. JIS K2233-2006, *Non petroleum based motor vehicle brake fluids.*
8. **Liston Thomas, Dr.**, "Engine Lubricant Additive What They Are And How They Function", Journal of Society of Tribologist and Lubrication Engineers, California.
9. "Manual of Hydraulic Brake Parts", SK 1805, Meiji Sangyo Company, Seiken Chemical Industry Co., Ltd. No. 12-23, 2-chome, K6nan Minato'ku, TOKYO
10. Minyak Rem ISBN 978-0-7680-1953-7 Tahun 2005
11. SAE J1703-2004, *Motor Vehicle Brake Fluid.*
12. US Departement of Energy. 1993. *Doe Fundamental Handbook of Chemistry;* Departement of Energy, USA.

---

## INDEKS SUBYEK

### A

Altasi mineral 125, 133  
Adsorpsi 159, 160, 163, 164  
Aktivitas 150, 160, 161, 162, 163, 164  
Automotive vehicles 175

### B

Bahan-bahan gas 139, 140  
Bahan Bakar Minyak Sintetik dan Bahan dasar pelumas sintetik 139  
Bensin 88 153, 154, 155, 156, 157, 158  
*Brake fluid* 175, 176, 181

### C

Cekungan Kutai atas 103, 104  
*Carbon dioxide* 121  
*Compressed natural gas* 139, 140  
*Crude oil type* 145  
*Catalytic converter* 153, 158  
*CO and HC emission* 153

### D

Dasar Pelumas Sintetik 139  
*Distillation yield* 145  
Dekomposisi 161  
Dispersi 160, 161, 163, 164  
Daya 165, 167, 168, 169

### E

EOR *technology* 91  
Evaluasi lahan Migas 103  
Efisiensi 153, 154, 158  
Emisi CO dan HC 154, 155  
*Efficiency* 153

### F

*Facilitated transport* 121  
*Flash point* 165, 167  
*Fluida incompressible* 175, 176

### G

Gas alam 121, 122  
*Gasoline* 88 153  
Gas oil 165

### H

Hidrolik system 175

### I

Indonesia *oil production* 91  
Indonesia EOR potensial 91  
Injeksi surfaktan polimer 113, 115, 117, 118  
Industri 139, 144  
Impregnasi 159, 160, 161, 162, 163, 164  
*Incompressible fluid* 175

### J

Jenis minyak bumi 145, 147, 149, 150, 151

### K

Kutai Basin 103, 112  
Karbon dioksida 121  
Katalitik konverter 153, 154, 155, 156, 157, 158  
Karakterisasi 159, 161  
Katalitik 159, 160, 161, 162, 163  
Konversi 159, 160, 161, 163, 164  
Konsumsi bahan bakar spesifik 165, 167, 169, 170  
Kendaraan bermotor 175, 176, 181

### L

Lanssat 103, 104, 105, 106, 107, 109, 111

### M

*Membrane fixed carrier* 121  
*Minerals alteration* 126  
Minyak solar 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172  
Minyak rem 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

---



---

N

*New Venture Evaluation* 103O

*Natural gas* 121

P

Potensi EOR Indonesia 91, 92, 97, 98, 100

Produksi minyak industri 91,92, 97

Palsar 103, 104, 105, 106, 107, 111

PEG 121, 122, 124

Perubahan fase 125, 128

*Phase Change* 126

*Petrochemical Industry* 139

Perolehan distilasi 145, 147, 149, 150, 151

Partikel 159, 160, 161, 162 163, 164

Pembakaran 159

Promotor 159, 160, 163

Power 165

Q

*Quartered five spot* 113, 115, 116, 120

R

*Refinery feed stock* 145

S

SRTM 103, 104, 105, 107, 110, 111

*Statistic imagery* 103

Surfaktan polimer injection 113

Sekuestrasi gas CO<sub>2</sub> 125, 127, 128, 131, 132, 137

*Saline equiter* 125, 126, 127, 131, 132, 137

Sequestration of Gas CO<sub>2</sub> 126

*Syntetic fuel oils and syntetic lube base stock* 139

Substitusi umpan 145, 146, 147, 149, 150, 151

*Substitute feed stock* 145

Spesies 159, 161, 162

Stabilitas 160

*Specific fuel consumption* 165

Sistem hidrolik 175, 176

T

Teknologi EOR Indonesia 91, 92, 93, 96, 97, 100, 101

Titik nyala 165, 167, 168, 169, 170, 172

*Test performance* 165

U

Umpan kilang 145, 146, 147, 149, 150

Uji kinerja 165

---

# PEDOMAN PENULISAN MAJALAH LEMBARAN PUBLIKASI LEMIGAS (LPL)

## UMUM

1. Majalah Lembaran Publikasi Lemigas (LPL) adalah media yang khusus diperuntukan bagi karya tulis para Peneliti dan Tenaga Fungsional PPPTMGB "LEMIGAS", memuat analisis, kajian dan tinjauan ilmiah mengenai subjek-subjek yang berkaitan dengan industri minyak dan gas bumi, terutama yang dilakukan oleh PPPTMGB "LEMIGAS".
2. Redaksi LPL, secara selektif juga menerima tulisan-tulisan dari para ahli baik perseorangan ataupun kelompok, baik atas nama pribadi maupun instansi pemerintah/swasta namun lebih berbobot. Hal ini dimaksudkan sebagai contoh guna mendorong dan meningkatkan mutu para penulis intern LEMIGAS.

## STANDAR PENULISAN

### 1. Bahasa

Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia dengan menggunakan kaidah/istilah bahasa Indonesia yang telah dibakukan berpedoman pada: a. Kamus Besar Bahasa Indonesia terbitan Lembaga Pembinaan Bangsa. b. Kamus Minyak dan Gas Bumi, terbitan PPPTMGB "LEMIGAS". c. Kamus bahasa Inggris.

### 2. Naskah/Artikel

Judul artikel ditulis pada baris pertama (paling atas), rata kiri (*left*), memakai huruf besar kecil ukuran 24 points.

- **Nama penulis** ditulis pada baris kedua di bawah judul artikel.
- **Abstrak/Sinopsis/Sari** karangan merupakan keharusan ditulis dalam bahasa Indonesia serta bahasa Inggris dan ditetapkan pada awal artikel/tulisan. Abstrak tidak boleh lebih dari 200 kata.
- Artikel disertai dengan **kata kunci** yang ditulis dibawah judul artikel.
- Teks artikel diketik dengan komputer (MS Word), di atas kertas putih ukuran A4, dengan jarak baris 1 ½ spasi.
- **Sitasi** (kutipan) atas pendapat para ahli, disamping dapat dengan dikutip secara *verbatim*, juga harus diberi nomor urut dengan huruf arab *superscript* untuk penjelasannya dalam catatan kaki.
- **Catatan kaki** ditulis dalam satu halaman sesuai dengan nomor catatan kaki yang bersangkutan. Catatan kaki ditulis horizontal dengan urutan sebagai berikut: nama pengarang, tahun penerbitan, judul, halaman yang dikutip. Data Publikasi (Kota Penerbitan, Nama Penerbitan, jumlah halaman).
- **Pendahuluan** secara ringkas menguraikan masalah-masalah, tujuan, dan pentingnya penelitian. Jangan menggunakan subbab.
- **Bahan dan Metode** harus secara jelas dan ringkas menguraikan penelitian dengan rincian secukupnya sehingga memungkinkan peneliti lain untuk mengulangi penelitian yang terkait.
- **Hasil** disajikan secara jelas tanpa detail yang tidak perlu. Hasil tidak boleh disajikan sekaligus dalam tabel dan gambar.
- **Tabel** disajikan dalam bahasa Indonesia, dengan judul di bagian atas tabel dan keterangan. Tabel diketik menggunakan program MS-Excel.
- **Gambar, grafik, potret** dan lain-lain: semuanya asli, jelas memenuhi syarat untuk proses pencetakan: serta diberi nomor urut dan judul.
- **Kesimpulan** disajikan secara ringkas dengan mempertimbangkan judul naskah, maksud, tujuan, serta hasil penelitian.
- Di samping naskah dan lampiran penunjang seperti gambar/grafik, kirimkan juga disket/CD nya ke redaksi atau melalui e-mail: agus.salim@lemigas.esdm.go.id

### 3. Kepustakaan

Kepustakaan adalah daftar literatur (buku atau non buku) yang dipakai oleh Penulis dalam menyusun naskah/artikel.

Kepustakaan ditulis pada akhir karangan dengan urutan secara alfabetis berdasarkan nama pengarang, seperti contoh sebagai berikut;

#### a. Buku

- Satu pengarang  
**Davis, Gordon B.**, 1976, Management Information System, Conceptual Foundation Structure and developnet, Me Graw Hill.
- Dua Pengarang  
**Newman W.H.** dan **E. Kirby Warren**, 1977, The Procces of Management, Concept, Behavior, and Praticce, Pretice-Hall of India Privat Ltd., New Delhi, hlm. 213.
- Lebih dari tiga pengarang  
**Bennet J.D., Bridge D. Mcc, Cancron N. R., Djunudin A, Ghazali S. A, Jeffry D.H., Kartawa W., Keats W Rock N.M.S., dan Thompos S.J** 1981, *The Geology of the Langsa Quadrangle, Sumatra*, GRDC, Bandung.  
Atau disingkat  
**Bannet J.D.**, dkk., 1981. *The Geology of the Langsa Quadrangle, Sumatra*, GRDC, Bandung.

#### b. Non buku

- **Udiharto M.**, 1992. "Pengaruh Aktivitas Bakteri Termofil terhadap Porositas Batuan", Diskusi Ilmia VII Hasil Penelitian Lemigas, Februari, PPTMG "LEMIGAS", Jakarta.
- **Weissmann J., Dr.**: 1972, "Fuel for internal Contribution Engines and Furnace", Report, Inhouse Research, Mei, "LEMIGAS", Jakarta.
- **Gianita Gandawijaya**, 1994, "Teknologi GPS, Alat Bantu Navigasi Pesawat Terbang", Kompas, Juli 27, Jakarta.

#### c. Web sites :

<http://www.environmental law net.com>. Sebutkan tanggal bulan dan tahun.

## WEWENANG REDAKSI

- a. Dewan redaksi berhak melakukan penyuntingan atas suatu artikel termasuk mengubah judul artikel.
- b. Naskah yang telah diperiksa dewan redaksi dan dianggap perlu perbaikan akan dikirim kembali kepada penulis untuk diperbaiki.
- c. Naskah yang tidak bisa dimuat akan dikembalikan kepada penulis.

## LAIN-LAIN

Lembaran Publikasi Lemigas menerima sumbangan naskah dari penulisan di luar Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS" dengan ketentuan isinya memenuhi kriteria standar Majalah Lembaran Publikasi Lemigas.



# LEMIGAS

**RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE  
FOR OIL AND GAS TECHNOLOGY**

**Solve Your Problems**

**R & D and Services in :**

- **Exploration Technology**
- **Exploitation Technology**
- **Process Technology**
- **Product Application Technology**
- **Gas Technology**
- **Calibration**

**Jl. Cileduk Raya Kav.109, Cipulir, Kebayoran Lama  
Jakarta Selatan 12230, Indonesia  
Phone : +62-21-7394422, 7394778  
Fax : +62-21-7246150  
<http://www.lemigas.esdm.go.id>**

