

# Kajian Minyak Lumas Mesin Bensin 4T untuk Sepeda Motor

Oleh:  
Subiyanto

## S A R I

Minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor berbeda dengan minyak lumas motor bensin untuk kendaraan. Perbedaan tersebut terjadi oleh karena sistem rangkaian penggerak dari mesin sampai roda berbeda. Namun yang paling jelas perbedaan tersebut terletak pada susunan kopling yang berbeda. Kopling untuk kendaraan atau mobil adalah kopling kering, sedangkan kopling sepeda motor adalah jenis kopling basah. Selain menggunakan kopling basah ada juga sepeda motor yang menggunakan sistem kopling kering, dan minyak lumas yang digunakan, sama dengan untuk minyak lumas mesin 4T untuk mobil. JASO pada tahun 2006 telah mengeluarkan Metode uji, dan telah mengeluarkan spesifikasi atau batasan karakteristik friksi untuk minyak lumas mesin 4T yang menggunakan sistem kopling basah. Karakteristik tersebut adalah *Dynamic Friction Index (DFI)*, *Static Friction Index (SFI)* dan *Stop Time Index (STI)*. Spesifikasi tersebut berbeda-beda untuk untuk masing-masing tingkat mutu JASO seperti JASO MA, MA1, MA2 atau MB. Jadi selain lulus uji mutu unjuk kerja API minyak lumas motor bensin 4T untuk sepeda motor buatan Jepang, juga harus lulus uji mutu JASO. Kelima percontohan minyak lumas motor bensin 4T untuk sepeda motor yang diambil dari pasaran semua memenuhi spesifikasi masing-masing.

Kata kunci: koefisien friksi, kopling basah, Dynamic Friction Index (DFI), Static Friction Index (SFI), Stop Time Index (STI)

## ABSTRACT

*Lubricating oils for 4T motorcycle gasoline engine are rather different than four stroke gasoline engine oils for gasoline vehicle. The difference is on the driving train from engine until the wheel. The clutch system is the first parts that are different. The clutch for vehicle is dry clutch and clutch for motorcycle is wet clutch system. Even though, some of motorcycles use wet clutch, so the oils are similar with oils used for 4T gasoline engine of vehicle. Japan Automobile Standards Organization (JASO) in 2006 issued already, the method for measuring some characteristics about friction, for 4T engine oils used for wet clutch system. The characteristics are Dynamic Friction Index (DFI), Static Friction Index (SFI) and Stop Time Index (STI). Specification for each performance of JASO, for example JASO MA, MA1, MA2 and JASO MB are different. So, 4T gasoline engine oils for Japan's motorcycle have to pass the API and JASO test performance. All of the five sample of 4T gasoline engine oil for motorcycle are on specification their self.*

*Key words: coefficient of friction, wet clutch, Dynamic Friction Index (DFI), Static Friction Index (SFI), Stop Time Index (STI)*

## I. PENDAHULUAN

Mesin bensin 4T untuk mobil dan sepeda motor prinsip kerjanya sama. Perbedaan utama adalah letak atau pemasangan dari mesin, kopling dan transmisi

yang dilanjutkan dengan rangkaian penggerak sampai roda lihat Tabel 1.

Tentang tata letak mesin, kopling dan transmisi pada mobil berbeda dengan yang terdapat dalam

sepeda motor. Mesin, kopling dan transmisi pada mobil, terpisah satu sama lain tidak berada dalam suatu ruangan yang sama, sedangkan pada sepeda motor menyatu di dalam satu ruangan atau kompartemen.

Bagaimana tentang rpm mesin? Mesin bensin 4T untuk mobil mempunyai putaran sampai dengan 6.000 rpm sedangkan untuk sepeda motor dapat mencapai 12.000 rpm. Suatu perbedaan yang sangat besar. Mesin bensin 4T untuk mobil modern dapat berakselerasi dari 850 rpm ke 6000 rpm dalam kurun waktu 1,7 detik, sedangkan mesin bensin 4T untuk sepeda motor dapat berakselerasi dari 850 rpm ke 12000 rpm dalam kurun waktu 0,7 detik. Oleh karena itu minyak lumas yang diperlukan berbeda. Minyak lumas untuk sepeda motor harus mempunyai sifat ketahanan anti aus lebih baik dibandingkan untuk mobil, untuk tingkat mutu unjuk kerja yang sama misalnya *American Petroleum Institute* (API). Untuk mengurangi gesekan selain ditambahkan aditif anti aus juga diperlukan aditif pemodifikasi friksi atau *friction modifier*. Namun demikian oleh karena letak dan susunan dari mesin, kopling, dan transmisi pada mobil berbeda dengan sepeda motor dimana pada mobil ketiga unit tersebut terpisah, sedangkan pada sepeda motor ketiga unit terdapat dalam suatu kompartemen yang sama, sehingga minyak lumas untuk pelumasan mesin dan roda gigi transmisi sama dan berada dalam ruangan yang sama. Hal tersebut mengakibatkan kopling menjadi basah oleh pelumas dan disebut sistem kopling basah. Meskipun demikian, ada juga sepeda motor yang dirancang dengan sistem kopling kering.

Akibat dari pada sistem kopling basah ini, aditif pemodifikasi friksi harus dibatasi supaya kopling tidak slip, karena bila slip dapat mengakibatkan sepeda motor tidak dapat melaju dengan cepat dan kopling cepat aus.

Akibat dari susunan mesin, kopling dan roda gigi transmisi yang integral, maka minyak lumas yang digunakan untuk mesin dan roda gigi transmisi sama. Dengan demikian minyak lumasnya memerlukan aditif tekanan ekstrem, sementara minyak lumas untuk mesin umumnya tidak atau hanya sedikit memerlukan aditif tekanan ekstrem. Selain itu juga memerlukan aditif pencegah pembusaan (*antifoamant*) agar minyak lumas tersebut tidak membusa akibat adukan dari roda gigi dan poros engkol mesin. Oleh karena rpm yang lebih tinggi dibanding mesin mobil maka aditif anti busanya harus lebih banyak dari pada untuk minyak lumas mesin mobil.

Celah bantalan dengan poros pada sepeda motor mendekati nol oleh karena bantalan yang digunakan adalah bantalan *roller*; sedangkan mobil menggunakan bantalan *journal*. Bantalan *roller* membutuhkan lapisan pelumas yang kuat, dan pelumasnya tidak boleh mudah berubah oleh perubahan temperatur, sehingga perlu menambahkan aditif penaik indeks viskositas.

Teknologi karburator yang digunakan untuk sepeda motor adalah barrel satu, sedangkan mobil minimal barrel ganda atau dua barrel, atau bahkan dengan sistem injeksi bahan bakar Sistem pendingin

**Tabel 1**  
**Beberapa perbandingan rangkaian konstruksi mesin, transmisi dan gardan pada mobil dan sepeda motor**

No	Item	Mobil	Sepeda motor
1	2	3	4
1	Mesin, kopling, transmisi	Terpisah satu sama lain	Terdapat dalam suatu kompartemen
2	Kopling	Sistem kering	Ada sistem basah dan ada juga sistem kering
3	Rumah roda gigi (Gearbox)	Terpisah dengan mesin dan kopling	Integral dengan komponen mesin dan kopling
4	Celah bantalan dengan poros	Lebih besar karena menggunakan bantalan journal	Mendekati nol karena menggunakan bantalan roller
5	RPM maksimum	Mesin bensin 4T teknologi akhir maksimum 6000 rpm	Mesin bensin 4T teknologi akhir maksimum 12000 rpm
6	Karburator	Dua barrel , minimum	Satu barrel
7	Tingkat percepatan atau akselerasi	Dapat berakselerasi dari 850 rpm ke 6000 rpm dalam waktu 1,7 detik	Dapat berakselerasi dari 850 rpm ke 12000 rpm dalam waktu 0,5 detik
8	Sistem pendingin	Dengan air dan udara	Dengan udara
9	Jumlah pelumas dan sistem pelumasan	Lebih banyak, percik dan bertekan	Lebih sedikit, celup dan percik

mesin pada mobil berbeda dengan sepeda motor. Sepeda motor menggunakan sistem pendingin udara, sedangkan mobil rata-rata sudah menggunakan sistem pendingin air dan udara. Dengan demikian akan meningkatkan suhu operasi mesin sepeda motor, sehingga minyak lumasnya memerlukan aditif anti oksidan agar tidak mudah teroksidasi. Meskipun demikian ada juga mesin 4T untuk sepeda motor yang menggunakan sistem pendinginan dengan air, khususnya sepeda motor unjuk kerja tinggi.

Di Indonesia kebanyakan sepeda motor adalah buatan Jepang yang menggunakan sistem kopling basah. Dengan alasan yang telah diuraikan diatas, maka sangat tidak dianjurkan untuk menggunakan minyak lumas untuk mesin mobil pada sepeda motor, karena kopling akan slip dan cepat aus, dan ausan kopling yang tidak larut akan masuk ke dalam pelumas. Sebagian mesin sepeda motor buatan Jepang tidak diperlengkapi dengan saringan pelumas yang mempunyai ukuran mikron tetapi hanya dilengkapi dengan *strainer* yang berukuran *mesh*. Keadaan ini merupakan dan menjadi pertimbangan pabrik pembuat mesin sepeda motor, untuk menganjurkan kepada pemakai, agar mengganti pelumasnya lebih cepat atau pendek waktunya dari pada untuk mobil. Bila diabaikan akan memperpendek umur mesin, khususnya bantalan mesinnya.

Maksud dan tujuan mengkaji minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor yang dijual di pasaran yaitu untuk melihat dan mengkaji karakteristik fisika kimia dan semi unjuk kerja serta melihat apakah ada perbedaan dengan minyak lumas motor bensin 4T untuk kendaraan.

## II. FORMULASI MINYAK LUMAS MESIN 4T UNTUK SEPEDA MOTOR

Minyak lumas mesin 4 T untuk sepeda motor dibuat atau diformulasikan dari minyak lumas dasar yang mempunyai kualitas yang berbeda-beda dan ditambah aditif. Minyak lumas dasar tersebut ada yang berasal dari pengolahan minyak bumi yang diolah dengan berbagai teknologi baik yang biasa sampai yang berteknologi tinggi.

Dari teknologi pengolahan yang berbeda dapat diperoleh minyak lumas dasar dengan berbagai kualitas atau grup, yaitu grup I, grup II, dan grup III. Grup III lebih baik dari grup II dan I. Selain dari minyak lumas dasar yang berasal dari minyak bumi, ada juga bahan sintesis seperti *poly alpha olefin*

(PAO). Dikemudian hari kemungkinan dapat juga dibuat minyak lumas dasar dari nabati.

Namun demikian, pemilihan minyak lumas dasar yang baik saja tidak cukup memberikan kinerja yang optimal kepada mesin bensin 4T. Oleh karena itu perlu ditambah sesuatu yaitu bahan kimia yang disebut aditif untuk memperbaiki kualitas minyak lumas dasar maupun unjuk kerja dari minyak lumas mesin tersebut.

Untuk membuat minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, pada dasarnya aditif yang ditambahkan ke dalam minyak lumas dasar sama dengan minyak lumas mesin 4T untuk mobil. Penekanannya lebih kepada perbedaan kuantitas dari aditif anti aus yang sedikit lebih banyak, dan perlunya aditif anti oksidasi dan anti *foaming* yang lebih banyak serta diperlukan aditif tekanan ekstrem, dan aditif anti friksi perlu dikaji agar tidak menyebabkan kopling selip. Teknologi mesin sepeda motor berkembang dan terus berkembang. Perkembangan tersebut dapat mengenai desain mesin atau cara pemasukan bahan bakar ke ruang bakar. Bahan dasar komponen mesin atau kualitas bahan bakarnya juga berkembang. Semuanya itu menuntut perbaikan kualitas minyak, lumasnya. Sehingga dari waktu ke waktu, meskipun tidak tiap tahun, mutu kinerja minyak lumas mesin berubah.

Sama dengan minyak lumas untuk mesin bensin 4T mobil, setelah dirancang atau dibuat formulanya kemudian dilakukan pencampuran. Kandidat minyak lumas mesin bensin 4T untuk mobil dan sepeda motor agar dapat memenuhi tingkat mutu unjuk kerja tertentu misalnya API SG, harus diuji dengan mesin uji yang sama. Namun agar masuk juga ke dalam tingkat mutu unjuk kerja lain misalnya JASO MA atau MB, maka perlu diuji *dynamic friction (DFI)*, *static friction (SFI)* dan *stop time index (STI)*, dengan Metode JASO T 904-98, khususnya untuk minyak lumas mesin sepeda motor 4T yang dibuat atau berasal dari Jepang lihat Tabel 2.

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur, pembelian 5 (lima) percontohan minyak lumas mesin 4T untuk sepeda motor dari berbagai merek di pasaran, pengujian karakteristik fisika kimia dan semi unjuk kerja percontohan dengan metode ASTM dan melakukan kajian serta evaluasi, dilanjutkan dengan membuat laporannya.

#### IV. KARAKTERISTIK MINYAK LUMAS MESIN 4T UNTUK SEPEDA MOTOR

Sebagaimana benda atau zat yang lain minyak lumas mesin mempunyai sifat atau karakteristik juga. Karakteristik tersebut dinyatakan dalam karakteristik fisika dan kimia serta semi unjuk kerja. Karakteristik fisika kimia meliputi titik nyala, titik tuang, viskositas kinematik pada 40° dan 100°C, indeks viskositas, kecenderungan pembentukan dan stabilitas pembusaan. Karakteristik kimia meliputi Angka Basa Total, Kandungan abu sulfat, kandungan logam Ca, Mg, Zn dan karakteristik semi unjuk kerja yaitu uji viskositas absolut pada suhu rendah dan pada suhu tinggi.

##### A. Makna Karakteristik Fisika Kimia

Karakteristik fisika kimia minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor adalah viskositas, indeks viskositas, titik nyala, angka basa total, kandungan abu sulfat, kandungan metal, pembusaan dan lain-lain.

Adapun makna dari masing-masing karakteristik diuraikan dibawah ini.

##### 1. Makna karakteristik viskositas

Viskositas mempunyai makna penting, karena viskositas merupakan dasar dari pelumasan komponen mesin atau peralatan yang bergerak atau bergesekan. Apabila viskositasnya tidak tepat, maka pelumasannya akan gagal, sehingga terjadilah keausan, bahkan kemacetan. Viskositas sangat dipengaruhi oleh temperatur. Naik atau turunnya temperatur mengakibatkan turun atau naiknya viskositas. Pada temperatur di bawah nol derajat, minyak lumas tidak boleh cepat membeku, supaya tetap dapat dipompa, dan mesin dapat mudah dihidupkan. Bila temperatur naik sampai 150°C, viskositas tidak boleh terlalu encer, karena lapisan pelumas yang berada di antara dua komponen mesin yang bergerak akan sobek, dan terjadilah kontak antara komponen tersebut, yang mengakibatkan terjadinya keausan. Demikian juga apabila beban naik atau turun maka viskositas yang diperlukan adalah makin kental atau encer. Sedangkan apabila celah makin membesar, maka dibutuhkan viskositas yang tinggi, supaya fungsi pelumasan dan perapatan tetap dipenuhi.

Tabel 2  
Spesifikasi parameter uji unjuk kerja untuk  
minyak lumas mesin sepeda motor 4T  
tingkat mutu JASO MA dan MB

No	Parameter Uji	JASO MA,	JASO MB,	Metode Uji
		Min	Min	
1	<i>Dynamic friction index</i> (DFI)	1,45	1,45	JASO T 904-98
2	<i>Static friction index</i> (SFI)	1,15	1,15	
3	<i>Stop timeIndex</i> (SFI)	1,55	1,55	

Viskositas kinematik pada temperatur 100°C diklasifikasikan dan dibatasi nilai minimum sampai maksimum untuk tiap kelasnya, sehingga memudahkan konsumen memilih viskositas dengan SAE berapa yang cocok untuk mesin kendaraannya. Misalnya minyak lumas mesin SAE 40, batasan viskositasnya pada suhu 100°C adalah 12,5 cSt sampai 16,3 cSt. Klasifikasi viskositas minyak lumas mesin dapat dilihat pada Tabel SAE J 300 Dec. 1999, yaitu suatu tabel viskositas minyak lumas mesin, yang dikeluarkan oleh *Society of Automotive Engineer USA*, seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Pengujian viskositas kinematik pada suhu 100°C dilakukan dengan Metode ASTM D 445, dan nilainya dibatasi dengan nilai minimum dan maksimum.

Pengujian viskositas absolut pada suhu rendah untuk minyak lumas *multigrade* dilakukan dengan alat uji *Cold Cranking Simulator (CCS)* menggunakan Metode ASTM D 5293. Minyak lumas *multigrade* ini dapat digunakan untuk daerah berbagai musim artinya bisa musim panas maupun dingin, dan nilainya dibatasi dengan nilai maksimum, dengan satuan cP. Sedangkan pengujian viskositas absolut pada suhu tinggi 150°C, dilakukan dengan menggunakan alat uji *Tapperd Bearing Simulator (TBS)*, dengan menggunakan Metode ASTM D 4683, nilainya dibatasi dengan nilai minimum dengan satuan cP.

##### 2. Makna karakteristik indeks viskositas

Indeks viskositas menunjukkan sifat perubahan viskositas atau kekentalan suatu minyak lumas terhadap perubahan temperatur. Apabila minyak lumas mempunyai indeks viskositas yang rendah, maka minyak lumas tersebut akan cepat atau mudah berubah kekentalannya dengan adanya perubahan temperatur. Keadaan tersebut akan mengganggu pelumasan atau pelumasannya gagal tidak tercapai.

Sedangkan apabila indeks viskositasnya tinggi, berarti viskositas minyak lumas tersebut tidak mudah berubah oleh perubahan suhu, sehingga pelumasannya akan berjalan dengan baik. Indeks viskositas minyak lumas dibatasi nilainya dengan batasan minimum, baik untuk minyak lumas *monograde* seperti SAE 30, 40 maupun *multigrade* seperti SAE 20W50, 15W40.

Pengujian viskositas kinematik pada suhu 100°C dilakukan dengan metode ASTM D 445. Nilai indeks viskositas dihitung dengan metode ASTM D 2270, dengan memasukan nilai viskositas kinematik pada 40° dan 100°C dalam suatu rumus tertentu. Karakteristik indeks viskositas adalah tanpa satuan.

### 3. Makna karakteristik titik nyala

Titik nyala minyak lumas adalah temperatur atau suhu minimum minyak lumas, dan merupakan indikator mudah terbakar atau tidaknya minyak lumas tersebut, pada suhu operasi mesin. Selain itu, juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis minyak lumas dasar yang digunakan dalam membuat formulanya. Oleh karena itu, karakteristik titik nyala perlu dibatasi nilai minimumnya, namun dapat juga merupakan batasan nilai minimum sampai maksimum. Titik nyala minyak lumas mesin biasanya satuannya adalah °C dan metode ujinya adalah *Cleveland Open Cup* (COC), ASTM D 92.

### 4. Makna karakteristik angka basa total atau Total Base Number (TBN)

Angka basa total merupakan suatu karakteristik kimia, yang menunjukkan kemampuan deterjensi dan dispersansi, serta kemampuan untuk menetralkan asam hasil oksidasi dari minyak lumas maupun bahan bakar. Makin besar nilai TBN makin besar kemampuan deterjensi dan dispersansi, serta kemampuan menetralkan asam hasil oksidasi. Minyak lumas mesin kendaraan harus mengandung deterjen, untuk melawan atau menetralkan asam-asam mineral yang terjadi akibat reaksi hasil pembakaran bahan bakar seperti SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang dapat masuk ke ruang karter, dan bereaksi menjadi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, yang kemudian bercampur dengan minyak lumas. Asam ini bersifat korosif dan dapat memakan logam atau *alloy* dari komponen atau bagian mesin. Dengan adanya aditif deterjen yang bersifat basa maka asam sulfat yang terjadi dapat dinetralkan. Selain itu deterjen juga dapat mencegah kotoran yang menempel pada komponen mesin, dan membersihkan kotoran yang menempel. Kotoran tersebut akhirnya masuk ke dalam minyak lumas. Oleh karena itu, kotoran atau kontaminan tersebut harus didispersikan dengan aditif dispersan yang biasanya menyatu dengan aditif deterjen tersebut. Pengujiannya TBN dilakukan dengan metode ASTM D 2896, dan nilainya dibatasi

Tabel 3  
Klasifikasi viskositas minyak lumas motor menurut SAE – J 300 Des. 1999

SAE	Viskositas pd. suhu rendah		Viskositas pd. suhu tinggi		
	Motor start (cP) maks. pd. temp. °C ASTM D 5293	Pemompaan (cP) maks. tanpa ada stress pd. temp °C ASTM D 4684	Kinematik (cSt.) pd. 100°C ASTM D 445		Shear tinggi (cP) pd. 150°C dan 10 6S-1 min. ASTM D 4683
			Min.	Maks.	
0 W	3250 pd. - 30	60,000 pd. - 40	3,8	-	-
5 W	3500 pd. - 25	60,000 pd. - 35	3,8	-	-
10 W	3500 pd. - 20	60,000 pd. - 30	4,1	-	-
15 W	3500 pd. - 15	60,000 pd. - 25	5,6	-	-
20 W	4500 pd. - 10	60,000 pd. - 20	5,6	-	-
25 W	6000 pd. - 5	60,000 pd. - 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 grade)
40	-	-	12,5	< 16,3	3,7 (15W40, 20W40, 25W40 grade)
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7
60	-	-	21,9	< 26,1	3,7

dengan nilai minimum, namun dapat juga nilai minimum sampai maksimum. Satuan TBN adalah mg KOH/g.

#### 5. Makna karakteristik kandungan abu sulfat

Karakteristik kandungan abu sulfat ini berkaitan dengan angka basa total yang mengindikasikan kuantitas aditif deterjen dan dispersan yang ada di dalam suatu minyak lumas mesin. Pengujian kandungan abu sulfat ini dilakukan dengan Metode ASTM D 974, di mana logam-logam Ca, Mg dan Zn yang terkandung di dalam aditif deterjen akan bereaksi dengan asam sulfat dan membentuk garam sulfat. Banyaknya abu sulfat yang terbentuk menunjukkan jumlah aditif deterjen dan dispersan yang ada di dalam minyak lumas tersebut. Nilainya dibatasi dengan nilai minimum dan maksimum, satuannya % berat.

#### 6. Makna karakteristik kandungan logam

Karakteristik kandungan logam berkaitan dengan angka basa total, yang mengindikasikan kuantitas aditif deterjen dan dispersan, atau nilai angka basa total suatu minyak lumas mesin. Pengujian kandungan logam ini dilakukan dengan Metode ASTM D 811/AAS, di mana logam-logam Ca, Mg dan Zn yang terkandung di dalam aditif deterjen akan terdeteksi. Banyaknya kandungan logam merujuk jumlah aditif deterjen dan dispersan yang ada di dalam minyak lumas tersebut. Nilainya dibatasi dengan nilai minimum dan maksimum dengan satuan % berat atau ppm.

#### 7. Makna karakteristik kecenderungan dan stabilitas pembusaan

Karakteristik sifat pembusaan yaitu kecenderungan dan stabilitas pembusaan minyak lumas. Sifat pembusaan ini diuji dengan menggunakan Metode ASTM D 892, dan diuji untuk *Seq. I* pada suhu 24°, *Seq. II* pada suhu 94°C, *Seq. III* pada suhu 24°. Nilainya dibatasi dengan nilai maksimum dengan satuan ml. Apabila karakter pembusaan ini mempunyai nilai yang besar, maka diperkirakan kandungan aditif anti pembusaan kurang. Bila minyak lumas tersebut digunakan, maka pada waktu mesin beroperasi akan terjadi busa berlebihan, sehingga yang dipompa oleh pompa minyak lumas tidak hanya pelumas, tetapi akan terikut pula gelembung udara, sehingga jumlah pelumas yang harus terpompa atau berada di tempat yang harus dilumasi menjadi kurang, menyebabkan gesekan antara logam komponen

mesin, terjadilah keausan komponen, dan dapat dikatakan pelumasannya gagal.

Dengan makin canggihnya desain mesin bensin yang beroperasi pada suhu tinggi, sifat pembusaan pada suhu tinggi yaitu 150°C juga perlu dibatasi, dengan maksud agar pelumasannya juga tidak terganggu. Namun dalam kajian ini, pengujian sifat pembusaan suhu tinggi tidak dilakukan..

#### V. UJI UNJUK KERJA

Pada bab formulasi, telah disinggung tentang uji JASO MA dan MB yang menggunakan Metode uji JASO T 904-98. Delapan tahun kemudian yaitu tahun 2006, JASO telah mengeluarkan spesifikasi baru untuk tingkat mutu unjuk kerja JASO MA, MA1 dan MA2 serta MB dengan Metode uji JASO T 904-2006. Spesifikasi JASO tersebut disajikan pada Tabel 4. Pada kajian ini, yang akan dibahas adalah minyak lumas motor bensin 4T, yang mempunyai tiga tingkat mutu unjuk kerja, yaitu API SJ, API SG, dan API SF dan juga mempunyai mutu unjuk kerja JASO MA2, MA.

Untuk dapat masuk kelas atau tingkat mutu unjuk kerja API SJ, API SG atau API SF, kandidat minyak lumas mesin bensin tersebut, selain harus lulus karakteristik fisika kimia, dan semi unjuk kerja, juga harus lulus uji unjuk kerja, meliputi uji gesekan atau friksi menurut JASO T 904-98 atau JASO T 904-2006, yang disajikan pada Tabel 4 dan uji standar seperti disajikan pada Tabel 5.

#### VI. STANDAR NASIONAL INDONESIA

Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, khususnya untuk karakteristik fisika kimia dan semi unjuk kerja, dengan No. SNI 06-7069.2-2005, dan semuanya ada 13 jenis. Untuk tingkat mutu unjuk kerja API SJ, API SG dan API SF disajikan pada Tabel 6, 7, dan 8 sementara itu untuk JASO MA dan MB disajikan pada Tabel 10.

#### VII. HASIL UJI LABORATORIUM FISIKA KIMIA

Percontoh minyak lumas mesin 4T untuk sepeda motor yang diambil dari pasaran ada 5 merek dengan kelas viskositas atau SAE yang berbeda, dan mutu unjuk kerjanya ada yang sama. Dalam kajian atau penelitian ini merek-merek dagang tersebut tidak

dimunculkan, tetapi ditulis dalam kode. Ada 5 (lima) merek dengan nama kode P-10, P-20, P-30, P-40, P-50. Adapun metode pengujian yang digunakan adalah metode uji *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Hasil uji laboratorium terhadap karakteristik fisika kimia, disajikan pada Tabel 10, Tabel 11 sedangkan hasil uji semi unjuk kerja disajikan pada Tabel 12.

### VIII. EVALUASI HASIL UJI DAN SPESIFIKASI

Spesifikasi karakteristik fisika kimia percontoh, masing-masing memenuhi SNI. Dengan demikian tinggal membandingkan hasil uji dengan spesifikasinya masing-masing. Hasil uji dari ke lima percontoh tersebut, dengan kodenya masing-masing (P-10, P-20, P-30, P-40, P-50), dibandingkan dengan spesifikasinya masing-masing yang terdapat pada Tabel 13, 14 dan 15 hasilnya sebagai berikut.

#### A. Viskositas kinematik dan indeks viskositas

Hasil uji viskositas kinematik pada 100° C dan perhitungan indeks viskositas dari masing-masing merek yang disajikan pada Tabel 10 menunjukkan bahwa nilainya masih masuk dalam spesifikasinya masing-masing, (lihat Tabel 13).

#### B. Titik nyala dan tendensi/stabilitas pembusakan

Uji titik nyala dan tendensi/stabilitas pembusakan dari masing-masing merek hasilnya seperti pada Tabel 10, menunjukkan nilainya masih masuk dalam spesifikasinya masing-masing seperti yang disajikan pada

**Tabel 4**  
Standar indeks JASO T 904 : 2006 minyak lumas motor bensin 4T untuk sepeda motor

Metode Uji	Item Karakteristik	Indeks standar			
		MA	MA2	MA1	MB
JASO T904: 2006	• DFI ( <i>dynamic friction index</i> )	1,45 – 2,50	1,80 – 2,50	1,45 – 1,80	0,50 – 1,45
	• SFI ( <i>static friction index</i> )	1,15 – 2,50	1,70 – 2,50	1,15 – 1,70	0,50 – 1,15
	• STI ( <i>stop time index</i> )	1,55 – 2,50	1,90 – 2,50	1,55 – 1,80	0,50 – 1,55

**Tabel 5**  
Perbandingan jenis standar uji unjuk-kerja minyak lumas mutu unjuk kerja API SJ, SG, dan SF

No	Standar Uji	API		
		SJ	SG	SF
1	Oldsmobile, <i>Sequence IID</i>	-	X	X
2	Buick, <i>Sequence IID</i>	X	-	-
3	Buick, <i>Sequence IIID</i>	-	-	X
4	CRC L-38	X	X	X
5	Buick, <i>Sequence IIIE</i>	X	X	-
6	Ford, <i>Sequence VD</i>	-	-	X
7	Ford, <i>Sequence VE</i>	X	X	-
8	TEOST <i>Test</i>	X	-	-
9	ASTM D 5133	X	-	-
10	GM 9099P, (EOFP)	X	-	-

**Tabel 6**  
Standar Nasional Indonesia (SNI) minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, tingkat mutu API SF

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji	
			Min.	Maks.		
1	Viskositas kinematik pd.	cSt	1)		ASTM D 445	
2	Indeks Viskositas	-	2)	--	ASTM D 2270	
3	Viskositas pd suhu rendah	cP	1)		ASTM D 5293	
4	Viskositas pd suhu tinggi	cP	1)		ASTM D 4683	
5	Titik nyala, COC	°C	200	--	ASTM D 92	
6	Titik Tuang	°C	--	3)	ASTM D 97	
7	Angka basa total	MgKOH/g	5,0	--	ASTM D 2896	
8	Kandungan abu sulfat	% berat	0,6	--	ASTM D 874	
9	Kandungan logam	Ca	Ppm	Sesuai Spes. Prod.		ASTM D 4628
		Mg	Ppm	Sesuai Spes. Prod.		
		Zn	Ppm	800	--	
10	Sifat pembusakan untuk tendensi/stabilitas	Seq. I	ml	--	Oct-00	ASTM D 892
		Seq. II	ml	--	50/0	
		Seq. III	ml	--	Oct-00	
11	Sifat penguapan Noack	% berat	15		ASTM D	
12	Korosi bilah tembaga	-	1B 4)		ASTM D 130	

Catatan :

1. Sesuai spesifikasi produsen yang memenuhi SAE J300, Dec 1999
2. Sesuai dengan batas indeks viskositas minimum yang ditetapkan dalam SNI
3. Hanya berlaku untuk multigrade : 3°C lebih rendah dari suhu uji CCS untuk minyak
4. Hanya berlaku saat pengawasan

**Tabel 7**  
**Standar Nasional Indonesia (SNI)**  
**minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, tingkat mutu API SG**

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min.	Maks.	
1	Viskositas kinematik pd. 100°C	cSt	1)		ASTM D 445
2	Indeks Viskositas	-	2)	--	ASTM D 2270
3	Viskositas pd suhu rendah	cP	1)		ASTM D 5293
4	Viskositas pd suhu tinggi (TBS)	cP	1)		ASTM D 4683
5	Titik nyala, COC	°C	200	--	ASTM D 92
6	Titik Tuang	°C	--	3)	ASTM D 97
7	Angka basa total	MgKOH/g	5,0	--	ASTM D 2896
8	Kandungan abu sulfat	% berat	0,6	--	ASTM D 874
9	Kandungan logam	Ca	ppm	Sesuai Spes. Prod.	
		Mg	ppm	Sesuai Spes. Prod.	
		Zn	ppm	800	--
10	Sifat pembusaan untuk tendensi/ stabilitas	Seq. I	ml	--	Oct-00
		Seq. II	ml	--	50/0
		Seq. III	ml	--	Oct-00
11	Sifat penguapan Noack	% berat		15	ASTM D 5800 /CEC L-40-A-93
12	Korosi bilah tembaga	-		1B 4)	ASTM D 130

Catatan :

1. Sesuai spesifikasi produsen yang memenuhi SAE J300, Dec 1999
2. Sesuai dengan batas indeks viskositas minimum yang ditetapkan
3. Hanya berlaku untuk multigrade : 3°C lebih rendah dari suhu uji CCS untuk minyak lumas yan bersangkutan
4. Hanya berlaku saat pengawasan

**Tabel 8**  
**Standar Nasional Indonesia (SNI)**  
**minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, tingkat mutu API SJ**

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min.	Maks.	
1	Viskositas kinematik pd. 100°C	cSt	1)		ASTM D 445
2	Indeks Viskositas	-	2)	--	ASTM D 2270
3	Viskositas pd suhu rendah (CCS)	cP	1)		ASTM D 5293
4	Viskositas pd suhu tinggi (TBS)	cP	1)		ASTM D 4683
5	Titik nyala, COC	°C	200	--	ASTM D 92
6	Titik Tuang	°C	--	3)	ASTM D 97
7	Angka basa total	MgKOH/g	5,0	--	ASTM D 2896
8	Kandungan abu sulfat	% berat	0,6	--	ASTM D 874
9	Kandungan logam	Ca	Ppm	Sesuai Spes. Prod.	
		Mg	Ppm	Sesuai Spes. Prod.	
		Zn	Ppm	800	--
10	Sifat pembusaan untuk tendensi/ stabilitas	Seq. I	ml	--	Oct-00
		Seq. II	ml	--	50/0
		Seq. III	ml	--	Oct-00
11	Sifat pembusaan suhu tinggi,	ml	--	250/50	ASTM D 6082
12	Sifat penguapan Noack	% berat		5)	ASTM D 5800 /CEC L-40-A-93
13	Korosi bilah tembaga	-		1B	ASTM D 130

Catatan :

1. Sesuai spesifikasi produsen yang memenuhi SAE J300, Dec 1999
2. Sesuai dengan batas indeks viskositas minimum yang ditetapkan
3. Hanya berlaku untuk multigrade : 3°C lebih rendah dari suhu uji CCS untuk minyak lumas yan bersangkutan
4. Hanya berlaku untuk SAE 0W 20, SAE 5W 20, SAE 5W 30 dan 10W 30 (tidak termasuk 0W 30)
5. Untuk : SAE 30, 40, 50 : maks. 15  
SAE 0W XX : maks. 22  
SAE 5W XX : maks. 22  
SAE 10W 30 : maks. 22  
SAE 15W 40 : maks. 20  
SAE 20W XX : maks. 17

**Tabel 9**  
**Standar Nasional Indonesia (SNI)**  
**minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, tingkat mutu JASO MA dan MB**

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji	
			Min.	Maks.		
1	Viskositas kinematik pd. 100°C	cSt	1)		ASTM D 445	
2	Indeks viskositas	-	2)	--	ASTM D 2270	
3	Viskositas pd suhu rendah	cP	1)		ASTM D 5293	
4	Viskositas pd suhu tinggi (TBS)	cP	1)		ASTM D 4683	
5	Titik nyala, COC	°C	200	--	ASTM D 92	
6	Titik tuang	°C	--	3)	ASTM D 97	
7	Angka basa total	MgKOH/g	5,0	--	ASTM D 2896	
8	Kandungan abu sulfat	% berat	--	1,2	ASTM D 874	
9	Kandungan logam	Ca	Ppm	Sesuai Spes. Prod.		ASTM D 4628 (AAS)
		Mg	Ppm	Sesuai Spes. Prod.		
		Zn	Ppm	800	--	
10	Sifat pembusaan untuk tendensi/stabilitas	Seq. I	MI	--	Oct-00	ASTM D 892
		Seq. II	MI	--	50/0	
		Seq. III	MI	--	Oct-00	
11	Stabilitas <i>shear</i> setelah 30 siklus	XW30		9,0	--	CESL-14-A-93
		XW40	CSt	12,0	--	
		XW50		15,0	--	
12	Sifat penguapan Noack	% berat		20	ASTM D 5800 /CEC L-40-A-93	
13	Korosi bilah tembaga	-		1B 4)	ASTM D 130	

Catatan :

1. Sesuai spesifikasi produsen yang memenuhi SAE J300, Dec 1999
2. Sesuai dengan batas indeks viskositas minimum yang ditetapkan
3. Hanya berlaku untuk *multigrade* : 3°C lebih rendah dari suhu uji CCS untuk minyak lumas yang bersangkutan
4. Hanya berlaku saat pengawasan

**Tabel 10**  
**Hasil uji karakteristik fisika**  
**minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor dari pasaran**

No	Karakteristik	Umit	Hasil uji					Metode
			P-10	P-20	P-30	P-40	P-50	
1	Viskositas kin., pd. 100°C	cSt	14,54	11,84	16,83	17,95	13,46	ASTM D 445
2	Indeks viskositas	-	149	145	158	156	162	ASTM D 2270
3	Titik nyala COC	°C	234	224	218	222	210	ASTM D 92
4	Tendensi/stabilitas pembusaan	MI						ASTM D 892
	Seq. I		5/Nil	10/Nil	Nil/Nil	5/Nil	5/Nil	
	Seq. II		Nil/Nil	20/Nil	15/Nil	15/Nil	10/Nil	
	Seq. III		Nil/Nil	5/Nil	Nil/Nil	Nil/Nil	Nil/Nil	

Tabel 13 yaitu minimum 200°C sedangkan tendesi/ stabilitas pembusaan untuk *sequence* I, II, dan III yaitu 10/Nil, 50/Nil, 10/Nil.

**C. Angka basa total (TBN) dan kandungan abu sulfat**

Hasil uji angka basa total dan kandungan abu sulfat dari masing-masing merek disajikan pada Tabel 11. Nilainya masih masuk dalam spesifikasinya masing-masing seperti yang disajikan pada Tabel 14. Spesifikasi angka basa total tiap merek berbeda, dan yang paling rendah adalah 5,00 mgKOH/g

**D. Kandungan logam**

Uji kandungan logam Ca, Mg dan Zn dari masing-masing merek hasilnya seperti pada Tabel 11, menunjukkan nilainya masih masuk dalam spesifikasinya masing-masing seperti yang disajikan pada Tabel 14. Masing-masing merek spesifikasi kandungan logamnya berbeda, ada yang semua mengandung Ca dan Zn namun tidak semua mengandung Mg dan secara kuantitatif semua berbeda. Hal ini diperkirakan jenis dan prosen aditif yang digunakan berbeda-beda sehingga kandungan logam Ca, Mg, dan Zn berbeda.

**E. Viskositas suhu rendah dan suhu tinggi**

Hasil uji semi unjuk kerja untuk karakteristik viskositas pada suhu rendah dan suhu tinggi dari masing-masing merek, disajikan pada Tabel 12. Nilainya masih masuk dalam spesifikasinya masing-masing, yaitu di bawah nilai maksimum sebesar 3500 cP dan 4500 cP untuk suhu rendah, dan diatas nilai minimum 2,9 cP dan 3,7 cP untuk suhu tinggi, seperti yang disajikan pada Tabel 15.

**IX. KESIMPULAN**

Dari hasil kajian dan pembahasan tentang karakteristik minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor, dari berbagai merek seperti diatas, dan yang dijual di pasaran Indonesia dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Mesin bensin 4T untuk sepeda motor, ada yang menggunakan sistem kopling basah, dan ada juga yang menggunakan sistem kopling kering.
- Minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor yang menggunakan kopling basah, berbeda dengan minyak lumas mesin bensin 4T untuk kendaraan mobil, terutama untuk karakteristik koefisien friksinya.

**Tabel 11**  
Hasil uji karakteristik kimia  
minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor dari pasaran

No	Karakteristik	UNIT	HASIL UJI					Metode
			P-10	P-20	P-30	P-40	P-50	
1	Angka Basa Total	mgKOH/g	8,86	5,06	6,97	7,00	10,16	ASTM D 2896
2	Kandungan Abu Sulfat	% wt.	0,92	0,68	0,91	0,92	1,22	ASTM D 874
3	Kandungan metal :	% wt.						AAS /
	Ca		0,2214	0,1514	0,1780	0,2040	0,1120	ASTM D 811
	Mg		-	-	0,0980	-	0,0928	
	Zn		0,1031	0,0940	0,0960	0,1190	0,0932	

**Tabel 12**  
Hasil uji karakteristik semi unjuk kerja  
minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor dari pasaran

No	Karakteristik	UNIT	HASIL UJI					Metode
			P-10	P-20	P-30	P-40	P-50	
1	Viskositas pd. suhu rendah, CCS	cP	3449	2920	1910	2070	2910	ASTM D 5293
2	Viskositas pd. suhu tinggi, HTHS	cP	3,96	3,54	4,47	5,20	4,00	ASTM D 4683

Tabel 13  
Spesifikasi karakteristik fisika minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor dari pasaran

No	Karakteristik	UNIT	Spesifikasi				Metode	
			P-10	P-20	P-30	P-40		P-50
1	Viskositas kinematik, pd. 100°C	cSt	14,40 – 15,40	12,50 - 16,30	12,50 - 16,30	12,50 - 16,30	13,45 – 15,35	ASTMD 445
2	Indeks viskositas	-	Min. 140	Min. 115	Min. 125	Min. 100	Min. 125	ASTMD 2270
3	Titik nyala COC	°C	Min. 200	Min. 210	Min. 200	Min. 230	Min. 204	ASTMD 92
4	Tendensi/stabilitas pembusaaan : Seq. I Seq. II Seq. III	MI	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	ASTMD 892
			Maks. 50/Nil	Maks. 50/Nil	Maks. 20/Nil	Maks. 50/Nil	Maks. 50/Nil	
			Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	Maks. 10/Nil	

Tabel 14  
Spesifikasi karakteristik kimia minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor dari pasaran

Karakteristik	UNIT	SPESIFIKASI				Metode		
		P-10	P-20	P-30	P-40		P-50	
Angka basa total	mgKOH/g	Min. 5,00	Min. 6,00	Min. 7,00	Min. 5,00	9,41 (Tip.)	ASTM D 2896	
Kandungan abu sulfat	% wt.	-	Min. 0,6	Min. 0,6	Min. 0,6	1,02 (Tip.)	ASTM D 874	
Kandungan metal :	% wt.	0,1780 – 0,2170 0,1180 – 0,1460	0,0430 – 0,0570	0,1350 – 0,1650	-	-	0,1100 – 0,1350	AAS /
			-	-	0,0800 – 0,1050	0,0920 – 0,1130	ASTM D 811	
			0,1120 – 0,1400	0,1160 – 0,1350	0,0850 – 0,1000	0,0930 – 0,1140		

Tabel 15  
Spesifikasi karakteristik semi unjuk kerja minyak lumas mesin bensin 4T untuk sepeda motor dari pasaran

No	Karakteristik	UNIT	SPESIFIKASI				Metode	
			P-10	P-20	P-30	P-40		P-50
1	Viskositas pd. suhu rendah, CCS	cP	Maks. 7000	Maks. 3500	Maks. 4500	-	Maks. 3500	ASTM D 5293
2	Viskositas pd. suhu tinggi, HTHS	cP	Min. 2,90	Min. 2,9	Min. 3,7	Min. 3,7	Min. 2,9	ASTM D 4683

- JASO telah mengeluarkan Metode uji JASO 904: 2006, yang digunakan untuk mengukur friksi yang dinyatakan dalam *Dynamic Friction Index (DFI)*, *Static Friction Index (SFI)* dan *Stop Time Index (STI)*.
- Khusus minyak lumas motor bensin 4T untuk sepeda motor buatan Jepang, selain mencantumkan tingkat mutu API juga harus mencantumkan tingkat JASO.
- Spesifikasi viskositas yang digunakan masih menggunakan klasifikasi viskositas SAE J300 Desember 1995, belum yang terbaru yaitu SAE J300 Desember 1999.
- Kelima contoh yang diuji, mempunyai spesifikasi nilai angka basa total sama, yaitu minimum 5,00 mgKOH/g.
- Kelima merek minyak lumas motor bensin 4T untuk sepeda motor yang diteliti memenuhi spesifikasinya masing-masing.
- Aditif deterjen/dispersan yang digunakan masing-

masing merek berbeda-beda, ada yang menggunakan senyawa kalsium, magnesium atau campurannya.

#### KEPUSTAKAAN

1. Booser, E.R. 1996, " Handbook of Lubrication Theory and Practice of Tribology", Vol. 1, Application and Maintenance, CRC Press Inc. Boca Raton, Florida USA.
2. Caltex Product Guide; Fuels, lubricants, specialties, 11<sup>th</sup> edition, hal 299, Prepared by Caltex International Technical Center Pty Limited, Box 7044, G.P.O., Sydney 2001, Australia)
3. Lubrizol fluid technology for a better world, Ready Reference for Lubricant and Fuel Performance, 2002 The Lubrizol Corporation
4. SNI 06-7069.2-2005 Klasifikasi dan Spesifikasi Pelumas Bagian 1 : Minyak lumas motor bensin 4 (empat) langkah kendaraan bermotor. •