

# Efek Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap Sifat-Sifat Fisika/Kimia dan Kinerja Mesin

Oleh:

Djainuddin Semar

## **SARI**

Studi ini bertujuan untuk mengamati perubahan sifat-sifat fisika/kimia dan kinerja mesin yang memakai dua jenis bahan bakar yaitu minyak solar tanpa dicampur dengan minyak tanah dan minyak solar yang dicampur dengan minyak tanah. Minyak solar dan minyak tanah yang dipakai dalam studi ini berasal dari Pertamina.

Hasil analisis minyak solar yang dicampur dengan minyak tanah menunjukkan bahwa sifat-sifat fisika/kimia dan kinerja mesin lebih rendah daripada minyak solar tanpa dicampur minyak tanah.

Hasil studi ini sebagai masukan ke Pemerintah dalam menentukan mutu minyak solar dan penempatan spesifikasi minyak solar mendatang.

Kata kunci: minyak solar, minyak tanah, angka setana dan kinerja mesin.

## **ABSTRACT**

*The purpose of this study to observe the chemical/physical and engine performance changes due to high speed diesel fuel (original diesel fuel) blend with kerosene. The source of high speed diesel fuel and kerosene for this study come from Pertamina.*

*Analytical results of high speed diesel fuel blend with kerosene indicate that its chemical/physical and engine performance are lower than original diesel fuel.*

*The study is intended as an input to the government policy in improving high speed diesel fuel quality and Indonesia diesel fuel specification.*

*Key words: high speed diesel, kerosene, cetane number, engine performance.*

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor berbahan bakar minyak solar di Indonesia menyebabkan kebutuhan minyak solar meningkat pesat dari tahun ke tahun. Jumlah minyak solar dapat ditingkatkan dengan menambahkan minyak tanah ke dalam minyak solar pada perbandingan persentase volume tertentu. Perubahan komposisi komponen minyak solar campuran karena penambahan minyak tanah tersebut tentunya diikuti oleh perubahan sifat-sifat fisika/kimianya. Oleh sebab itu terhadap minyak solar campuran (diberi kode SK-10, SK-20, SK-30)

dilakukan pengujian fisika/kimia untuk mengetahui perubahannya dibandingkan dengan spesifikasi minyak Solar 48 yang ditetapkan menurut Surat Keputusan Dirjen Migas No.3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006. Di samping itu dilakukan juga pengujian kinerja pada mesin statis Multisilinder Isuzu C-223 untuk mengetahui perubahan kinerja minyak solar campuran tersebut dibandingkan kinerja minyak solar tipikal eks-Pertamina.

Spesifikasi minyak Solar 48 tersebut perlu dikaji ulang untuk menetapkan spesifikasi minyak solar yang ramah lingkungan. Sifat-sifat fisika/kimia yang perlu dikaji adalah penurunan kandungan sulfur, penetapan kandungan aromatik dan penetapan sifat lubrisitas.

**Tabel 1**  
**Data teknis mesin statis**

Uraian Mesin	Mesin Isuzu
Model/tipe	C-223, 4 langkah, 4 silinder-sejajar OHV belt-driven, pendingin air.
Jenis ruang bakar	Swirl Chamber
Jumlah silinder	4
Diameter silinder x langkah	88 x 92 mm
Volume langkah	2238 cc
Perbandingan kompresi	21:01
Kecepatan idle	675 – 725 rpm
Tekanan injeksi	105 kg/cm <sup>2</sup>
Tipe nozel injektor	Throttle type
Urutan pengapian	1 – 3 – 4 – 2
Kapasitas minyak lumas	6 liter

Penetapan kandungan sulfur dalam minyak solar harus dikaji dan diteliti dengan hati-hati, dengan memperhatikan: (1) kadar kandungan sulfur bervariasi dalam produk minyak solar dari kilang dalam negeri dan minyak solar impor, (2) kadar kandungan sulfur dalam produk minyak solar mempunyai hubungan dengan sifat lubrisitas minyak solar.

### B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar terhadap perubahan sifat-sifat fisika/kimia dan kinerja minyak solar pada mesin statis di laboratorium. Memberikan perlindungan kesehatan pada masyarakat perkotaan dari polusi yang diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar yang kurang ramah lingkungan.

## II. TINJAUAN UMUM

Minyak tanah (kerosin) adalah senyawa hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Bahan bakar ini diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari minyak bumi dengan trayek didih 200°C sampai 315 °C (C<sub>12</sub> – C<sub>16</sub>). Minyak tanah digunakan untuk bahan bakar rumah tangga (kompor, pemanas) dan lampu penerangan.

Minyak solar (*high speed diesel, HSD*) adalah senyawa hidrokarbon dengan trayek didih 315 °C sampai 375 °C (C<sub>15</sub> – C<sub>18</sub>), berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Minyak solar digunakan untuk bahan bakar mesin diesel putaran tinggi (di atas 1000 rpm). Kualitas minyak solar yang dipasarkan di In-

donesia harus memenuhi spesifikasi minyak Solar yang ditetapkan Pemerintah menurut surat keputusan Dirjen Migas No.3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 seperti disajikan pada Tabel 2.

Spesifikasi bahan bakar minyak jenis minyak solar ditetapkan dengan memperhatikan perkembangan teknologi mesin dan peralatan, tuntutan kebersihan lingkungan hidup, kemampuan kilang dalam negeri, dan Pemerintah yang mempunyai kebijakan nasional.

Sifat lubrisitas minyak solar diperlukan untuk melumasi bagian-bagian mesin yang bergesekan seperti pompa injeksi bahan bakar. Pompa bahan bakar tidak mempunyai sistem pelumasan eksternal, pompa hanya dilumasi oleh bahan bakar diesel yang dipompakan untuk menjamin agar pompa dapat bekerja dengan baik. Lubrisitas yang tidak memadai akan menyebabkan keausan pompa yang berlebihan dan pada beberapa kasus menyebabkan kegagalan katastrofik (*catastrophic failure*) pompa bahan bakar.

Spesifikasi minyak Solar 51 memberikan batasan lubrisitas maksimum 460 mikron dan spesifikasi minyak Solar 48 tidak memberikan batasan lubrisitas (Tabel 2), sedangkan lubrisitas bahan bakar diesel menurut spesifikasi WWFC memberikan batasan sifat lubrisitas (ASTM D 6079-97: HFRR Wear Scar Diameter @ 60°C) untuk kategori 1, 2, 3 dan 4 masing-masing maksimum 400 mikron, seperti disajikan pada Tabel 3.

## III. PELAKSANAAN PENELITIAN

### A. Metodologi

Percontoh minyak tanah tipikal dan minyak solar tipikal diuji sifat-sifat fisika/ kimianya, kemudian dilakukan pencampuran antara minyak tanah dengan minyak solar pada perbandingan % volume tertentu dan minyak solar campuran tersebut diuji sifat-sifat fisika/kimianya. Hasil uji sifat fisika kimia minyak solar campuran tersebut dievaluasi dengan cara membandingkannya dengan spesifikasi minyak Solar 48 Indonesia.

Kemudian dilakukan uji kinerja minyak solar tipikal dan minyak solar campuran pada mesin statis Isuzu C-223 pada beban  $\frac{1}{2}$  maksimum,  $\frac{3}{4}$  maksimum dan beban maksimum. Parameter kinerja yang diuji adalah daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Evaluasi hasil uji kinerja minyak solar campuran

dilakukan dengan cara membandingkannya dengan hasil uji kinerja minyak solar tipikal.

### B. Pengujian Sifat-Sifat Fisika Kimia

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari minyak solar tipikal dan minyak tanah tipikal eks-

**Tabel 2**  
**Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak solar 48<sup>1)</sup>**

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji ASTM/Lain
		Minimum	Maksimum	
Angka Setana		48	-	D 613
Indeks stana		45	-	D 4737
Berat jenis pada 15°C	kg/m <sup>3</sup>	815	870	D 1298/D 4052
Viskositas pada 40°C	Mm <sup>2</sup> /s	2	5	D 445
Kandungan sulfur	% massa	-	0.352)	D 2622
Distilasi:				D 86
T95	oC	-	370	
Titik Nyala	oC	60	-	D 93
Titik Tuang	oC	-	18	D 97
Residu karbon	% m/m	-	0,1	D 4530
Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 1744
Biological Growth*)	-	Nihil		
Kandungan FAME*)	% v/v	-	10	
Kandungan Metanol dan Etanol*)	% v/v	Tak terdeteksi		D 4815
Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% m/m	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473
Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	D 664
Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0,6	D 664
Partikulat	Mg/l	-	-	D 2276
Penampilan Visual	-	Jernih dan terang		
Warna	No. ASTM	-	3	D 1500

\*) Khusus Minyak solar yang mengandung Biodiesel, jenis dan spesifikasi Biodiesalnya mengacu ketetapan pemerintah.

1) Menurut SK Dirjen Migas No.3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006

2) Batasan 0.35% setara dengan 3500 ppm.

Catatan umum :

1. Aditif harus kompatibel dengan minyak mesin (tidak menambah kotoran mesin/kerak)  
Aditif yang mengandung komponen pembentuk abu (ash forming) tidak diperbolehkan.
2. Pemeliharaan secara baik untuk mengurangi kontaminasi (debu, air, bahan bakar lain, dll).
3. Pelabelan pada pompa harus memadai dan terdeteksi

**Tabel 3**  
**Spesifikasi Bahan Bakar Diesel menurut World-wide Fuel Charter 2006**

Characteristics	Unit	WWFC Specifications			
		Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
Cetane Number or	min	48	53	55	55
Cetane Index	min	45	50	52	52
Sulfur Content, %massa	Maks.	0.5	0.03	0.003	Sulfur free
Distillation:					
% vol rec. @ 300°C					
T90	Maks.	370	340	320	320
T95			355	340	340
Final Boiling Point			365	350	350
Pour Point, °C	Maks.	Max £ lowest amb.temp.	Max £ lowest amb.temp	Max £ lowest amb.temp	Max £ lowest amb.temp
Other Parameter:					
Density @ 15 °C		820-860	820-850	820-840	820-840
Viscosity @ 37.8 °C	Maks.	2.0 – 4.5	2.0-4.0	2.0-4.0	2.0-4.0
Flash Point, °C	Maks.	55	55	55	55
CCR, %m/m	Maks.	0.3	0.3	0.2	0.2
Water Content, % volume	Maks.	500	200	200	200
Sediment, % massa	Maks.	-	-	-	-
Ash Content, %massa	Maks.	0.01	0.01	0.01	0.01
Copper Corrosion	Maks.	No.1	No.1	No.1	No.1
Colour ASTM	Maks.	-	-	-	-
TAN, mg KOH/g	Maks.	-	0.08	0.08	0.08
SAN, mgKOH/g	Maks.	-	-	-	-
Aromatic Content , % vol.	Maks.	-	25	15	15
Polyaromatic Content, % vol.	Maks.		5	2	2
Lubricity (HFRR Scar dia. @ 60°C), micron	Maks.	400	400	400	400

Pertamina. Beberapa percontoh minyak solar diuji sifat-sifat fisika kimia dan diuraikan sebagai berikut:

- SK-00 : 0% vol. minyak tanah + 100 minyak solar (eks-Pertamina)
- SK-10 : 10% vol. minyak tanah + 90% vol. minyak solar
- SK-20 : 20% vol. minyak tanah + 80% vol. minyak solar
- SK-30 : 30% vol. minyak tanah + 70% vol. minyak solar

- SK-100 : 100% volume minyak tanah (eks-Depot Pertamina).

Pengujian sifat-sifat fisika/kimia dilakukan pada beberapa karakteristik utama seperti titik nyala, lubrisitas, viskositas kinematik, angka setana, gravitasi spesifik, kandungan sulfur dan distilasi.

### **C. Pengujian Kinerja Bahan Bakar**

Pengujian kinerja bahan bakar dilakukan pada Bangku Uji Multisilinder Isuzu C-233 yang data teknisnya disajikan pada Tabel 1. Parameter yang diuji meliputi daya mesin, konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi gas buang (CO, CO<sub>2</sub> dan HC).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi bahan bakar minyak jenis minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 ditetapkan Pemerintah menurut surat keputusan Dirjen Migas No.3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 seperti disajikan pada Tabel 2. Spesifikasi minyak Solar 48 tidak memberikan batasan lubrisitas, kandungan aromatik, poli-aromatik (Tabel 2), sedangkan spesifikasi bahan bakar diesel WWFC tahun 2006 telah memberikan batasan sifat lubrisitas, kandungan aromatik, kandungan poli-aromatik seperti disajikan pada Tabel 3.

Karakteristik utama yang perlu dikembangkan dalam spesifikasi minyak solar yang ramah lingkungan adalah (1) menurunkan kandungan sulfur, (2) meningkatkan angka setana, (3) menurunkan temperatur 90% volume penguapan, (4) menurunkan batas maksimum viskositas, (5) menetapkan spesifikasi kandungan aromatik, poly-aromatik dan (6) menetapkan spesifikasi sifat lubrisitas. Oleh sebab itu spesifikasi minyak Solar 48 perlu dikaji ulang untuk menetapkan spesifikasi minyak solar yang ramah lingkungan.

##### A. Sifat-Sifat Fisika/Kimia Bahan Bakar

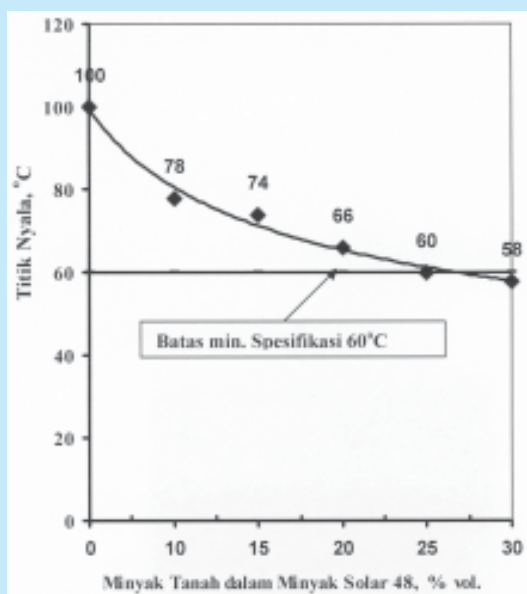
Hasil-hasil uji sifat-sifat fisika/kimia percontoh SK-00, SK-10, SK-20 dan SK-30 dibandingkan

dengan spesifikasi minyak Solar 48 masing-masing disajikan pada Gambar 1 sampai Gambar 7 dan diuraikan dibawah ini.

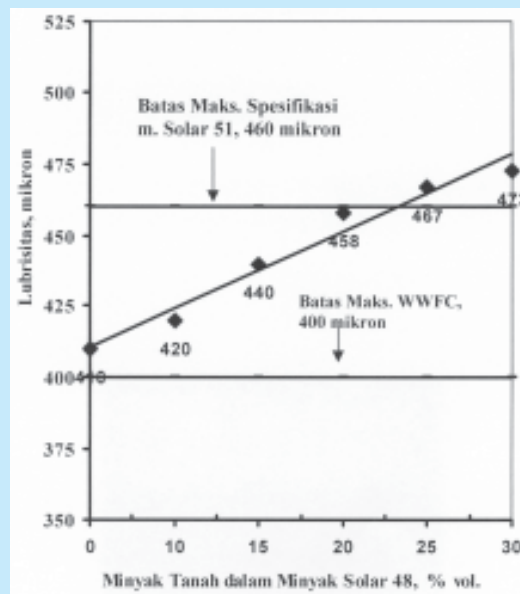
##### 1. Titik Nyala

Spesifikasi minyak Solar 48 memberikan batasan titik nyala maksimum 60°C (Tabel 2). Titik nyala tidak berhubungan langsung dengan kualitas minyak solar, tetapi diperlukan untuk keamanan selama penanganan dan penyimpanan. Perubahan titik nyala minyak solar selama penanganan dan penyimpanan merupakan indikasi terjadinya terjadinya pencampuran dengan fraksi lain (yang lebih ringan atau lebih berat) dari minyak solar.

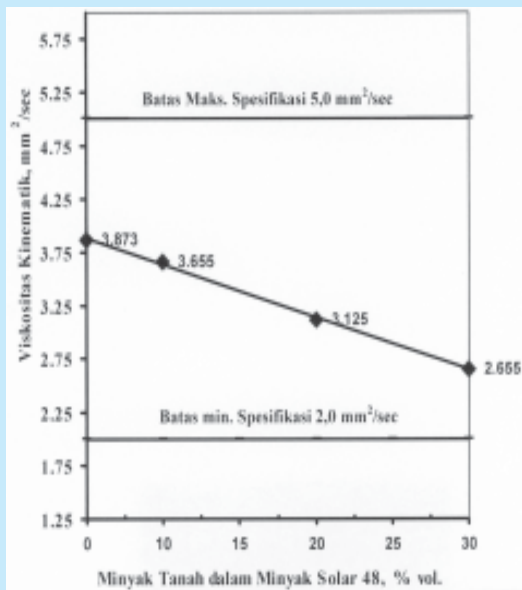
Hasil uji titik nyala minyak solar (SK-00) adalah 100°C dan titik nyala minyak tanah (SK-100) adalah 44,0°C. Penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar (percontoh SK-10, SK-20, SK-30) menyebabkan titik nyala cenderung turun, seperti disajikan pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat bahwa sampai penambahan 25% volume minyak tanah ke dalam minyak solar tipikal, titik nyala masih memenuhi spesifikasi minyak Solar 48 yang ditetapkan Pemerintah.



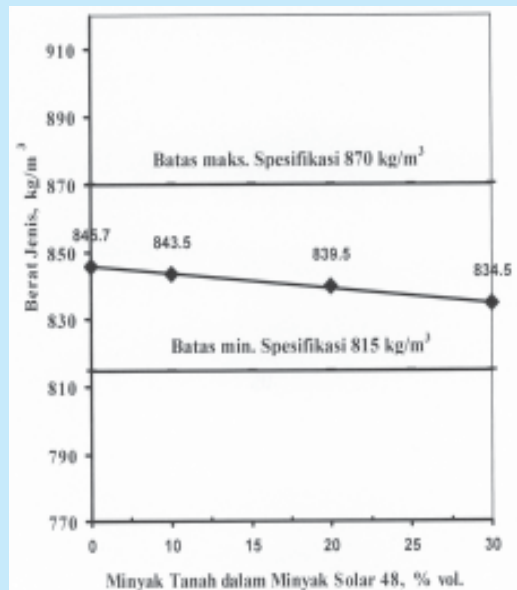
**Gambar 1**  
 Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap titik nyala



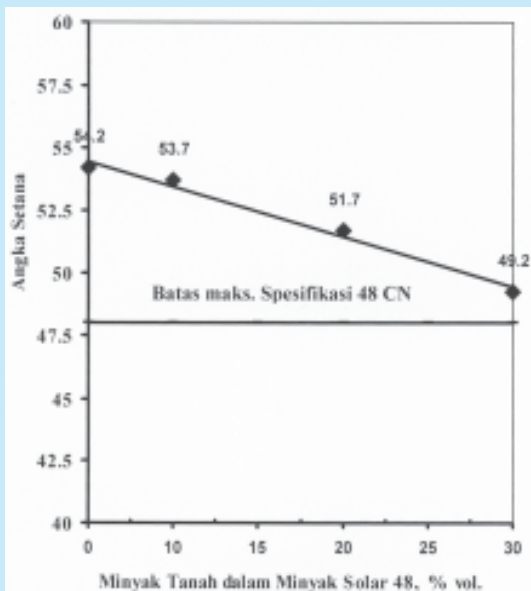
**Gambar 2**  
 Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap lubrisitas



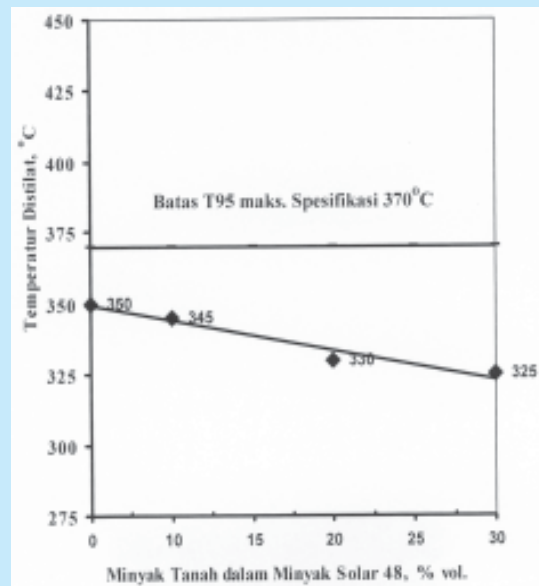
**Gambar 3**  
 Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap viskositas kinematik



**Gambar 5**  
 Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap berat jenis



**Gambar 4**  
 Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap angka setana



**Gambar 6**  
 Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap temperatur distilat

## 2. Lubrisitas

Spesifikasi minyak Solar 48 tidak memberikan batasan sifat lubrisitas. Lubrisitas direpresentasikan sebagai kekuatan lapisan film yang menunjukkan kemampuan suatu cairan untuk melumasi bagian-bagian yang bergesekan. Ini sangat relevan untuk mengoperasikan motor diesel secara memuaskan yang mempercayakan pada bahan bakar untuk melumasi bagian-bagian bergerak dan metal yang bergesekan pada peralatan injeksi bahan bakar. Pompa bahan bakar motor diesel harus dalam kondisi yang baik, bagian-bagian tertentu pompa ini harus mendapatkan pelumasan sesuai keperluan. Bagian-bagian pompa yang harus mendapatkan pelumasan yang baik adalah plunyer pompa, control sleeve. Plunyer adalah untuk mengatur jumlah bahan bakar yang disuplai (gerakannya dua arah) yaitu gerakan bolak balik dan gerakan putar. Metode ASTM D 6079-97 (*High Frequency Reciprocating Rig, HFRR*). digunakan dalam analisis sifat lubrisitas bahan bakar.

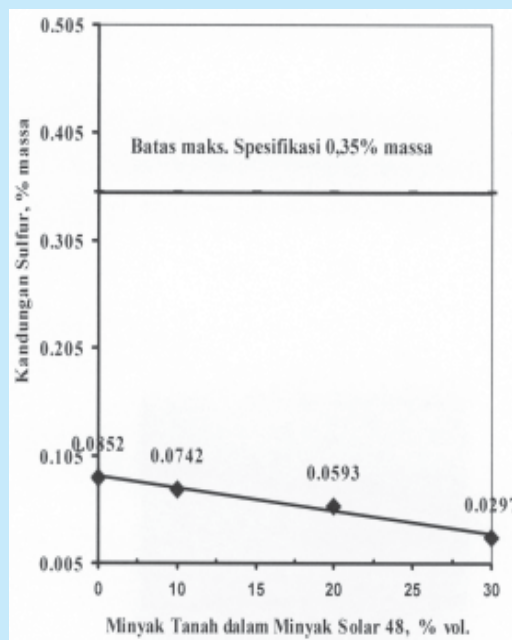
Hasil uji sifat lubrisitas percontohan minyak solar (SK-00) adalah 410 mikron. Penambahan minyak tanah (SK-100) ke dalam (SK-00) menyebabkan sifat lubrisitas minyak solar campuran (SK-10, SK-20, SK-30) cenderung turun, seperti disajikan pada Gambar 2.

## 3. Viskositas Kinematik

Spesifikasi minyak Solar 48 memberikan batasan viskositas kinematik antara 2,0 mm<sup>2</sup>/sec – 5,0 mm<sup>2</sup>/sec. Kisaran viskositas kinematik minyak solar dimaksudkan agar bahan bakar tersebut mudah dipompakan dan kemampuan penetrasi atomisasinya cukup baik.

Hasil uji viskositas kinematik minyak solar (SK-00) adalah 3,87 mm<sup>2</sup>/sec. Penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar (percontohan SK-10, SK-20, SK-30) menyebabkan viskositas kinematik cenderung turun, seperti disajikan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 terlihat bahwa sampai penambahan 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar tipikal, viskositas kinematik masih memenuhi spesifikasi minyak Solar 48 yang ditetapkan Pemerintah.

Penurunan viskositas kinematik karena penambahan minyak tanah memberikan efek positif karena akan mengurangi/menurunkan kadar emisi *smoke*, *particulate*, *noise* dan kemudahan menyalakan mesin diesel pada kondisi dingin, seperti disajikan pada Tabel 4.



Gambar 7  
Pengaruh kandungan Minyak Tanah dalam Minyak Solar 48 terhadap kandungan sulfur

## 4. Angka Setana

Spesifikasi minyak solar 48 memberikan batasan angka setana minimum 48. Kualitas minyak solar terhadap kecepatan penyalannya dinyatakan dengan angka setana. Makin tinggi angka setana, makin pendek waktu penyalaan yang diperlukan, sehingga angka setana dapat dipakai sebagai parameter yang menunjukkan tingkat kepekaan minyak solar terhadap detonasi yang terjadi pada motor diesel.

Penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar (percontohan SK-10, SK-20, SK-30) menyebabkan angka setana cenderung turun, seperti disajikan pada Gambar 4. Dari Gambar 4 terlihat bahwa sampai penambahan 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar tipikal, angka setana masih memenuhi spesifikasi minyak solar 48 yang ditetapkan Pemerintah.

Penurunan angka setana minyak solar akan memberikan efek negatif terhadap kinerja mesin (daya maksimum, konsumsi bahan bakar), emisi gas buang (*smoke*, HC, CO, NO<sub>x</sub>), *particulate* dan kebisingan (*noise*) seperti disajikan pada Tabel 4.

### 5. Berat Jenis

Spesifikasi minyak solar 48 memberikan batasan berat jenis antara  $815 \text{ kg/m}^3$  –  $870 \text{ kg/m}^3$ . Berat jenis minyak solar berhubungan dengan nilai kalori, jika berat jenisnya tinggi maka nilai kalorinya juga tinggi.

Penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar (percontoh SK-10, SK-20, SK-30) menyebabkan densitas cenderung turun, seperti disajikan pada Gambar 5. Dari Gambar 5 terlihat bahwa sampai penambahan 30% volume minyak tanah ke dalam

**Tabel 4**  
**Pengaruh sifat-sifat fisika kimia bahan bakar diesel pada kinerja mesin dan emisi gas buang**

Karakteristik bahan bakar diesel	Kinerja		Penyalan mesin			Emisi gas buang mesin					Partikulat	Bising	
	Daya penuh	Konsumsi bahan bakar spesifik 1)	Kondisi		Operasi-bilitas dingin	Asap		Gas-gas					
			Dingin	Panas		Putih 2)	Hitam	HC	CO	NOx			
Densitas													
- Naik	+	-				-							
- Turun	-	+				+							
Distilasi													
- IBP naik						-	+				+		
- 10% naik						-	-	+			-		
- 50% naik						-	-	+			+	-	
- 90% naik							-				-	-	
- FBP naik							-				-	-	
Angka setana													
- Naik	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
- Turun	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viskositas													
- Naik	+	-	-	+			-				-	-	
- Turun	-	+	+	-			+				+	+	
Kandungan sulfur													
- Naik												-	
- Turun 3)												+	
Aromatik													
- Naik							-						
- Turun 4)							+	*	*	*	*		

**Keterangan :**

- + Positif/pengaruh yang menguntungkan terhadap mesin dan lingkungan
- Negatif/pengaruh yang tidak diinginkan terhadap mesin dan lingkungan
- \* Hanya untuk pengurangan kandungan aromatik.

- 1) Pada daya maksimum
- 2) Pada kondisi mesin dingin
- 3) Penurunan SOx dan operasi mesin dengan memakai penyaring gas buang
- 4) Aspek kesehatan, hidrokarbon poliaromatik dapat menyebabkan penyakit kanker.

(Sumber: Keith Owen, Trevor Coley (1995), *Automotive Fuels Reference Book*, p 360, Society of Automotive Engineers, Inc., USA)



minyak solar tipikal, berat jenis masih memenuhi spesifikasi minyak Solar 48 yang ditetapkan Pemerintah.

Penurunan berat jenis akan memberikan efek negatif terhadap daya maksimum mesin, tetapi memberikan efek positif terhadap *smoke* pada kondisi dingin (*cold engine*), disajikan pada Tabel 4.

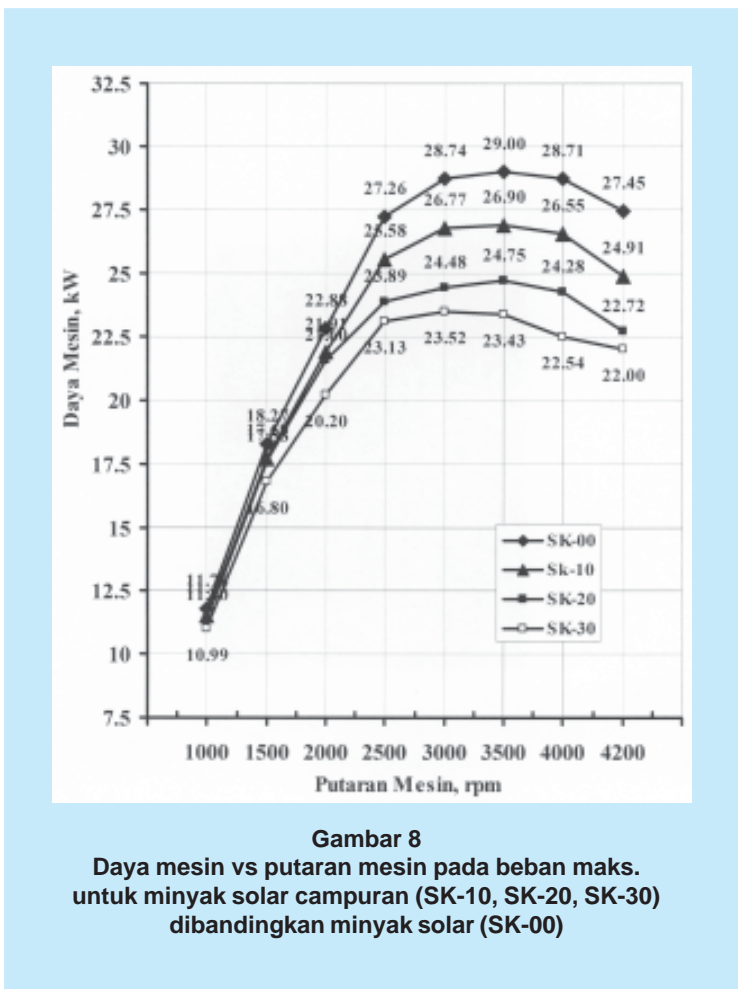
### 6. Temperatur Distilat

Persyaratan sifat penguapan bahan bakar tergantung pada rancang bangun motor, ukuran ruang bakar, variasi kecepatan putar, beban, serta kondisi atmosferik. Untuk motor-motor yang beroperasi pada fluktuasi beban dan frekuensi perubahan kecepatan putar yang tinggi, seperti motor yang dipakai pada kendaraan, bahan bakar yang sifat penguapannya lebih tinggi akan memberikan kinerja yang lebih baik. Sifat distilasi minyak solar menunjukkan kecenderungan bahan bakar cair untuk berubah menjadi uap memegang peranan penting dalam pembentukan dan evolusi campuran udara bahan bakar selama periode persiapan atau penundaan penyalaan (*ignition delay*).

Spesifikasi minyak Solar 48 memberikan batasan T95 adalah maksimum 370°C. Hasil uji minyak solar tipikal (SK-00) adalah 350°C. Penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar (percontoh SK-10, SK-20, SK-30) menyebabkan temperatur distilat cenderung turun, seperti disajikan pada Gambar 6. Dari Gambar 6 terlihat bahwa sampai penambahan 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar tipikal, temperatur distilat masih memenuhi spesifikasi minyak Solar 48 yang ditetapkan Pemerintah.

### 7. Kandungan Sulfur

Spesifikasi minyak Solar 48 memberikan batasan kandungan sulfur maksimum 0,35% massa (3500 ppm). Kandungan sulfur minyak tanah (SK-100) lebih rendah daripada minyak solar (SK-00), maka penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar akan mengakibatkan kandungan sulfur minyak solar campuran menurun. Beberapa hasil penelitian memberikan kesimpulan bahwa kadar sulfur turun dari 0,50% massa (5000 ppm) menjadi 0,030% massa (30 ppm) akan menurunkan emisi partikulat 7% dari kendaraan tugas ringan dan 4% dari kendaraan tugas



Gambar 8  
 Daya mesin vs putaran mesin pada beban maks. untuk minyak solar campuran (SK-10, SK-20, SK-30) dibandingkan minyak solar (SK-00)

berat.

Penambahan minyak tanah ke dalam minyak solar (percontoh SK-10, SK-20, SK-30) menyebabkan kandungan sulfur cenderung turun (karena pengenceran), seperti disajikan pada Gambar 7. Dari Gambar 7 terlihat bahwa sampai penambahan 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar tipikal, kandungan sulfur tetap memenuhi spesifikasi minyak Solar 48 yang ditetapkan Pemerintah.

Kandungan sulfur dalam minyak solar berpengaruh terhadap emisi *particulate*, menurunnya kandungan sulfur dalam minyak solar akan menurunkan kadar emisi *particulate* seperti disajikan pada Tabel 4.

### B. Kinerja Bahan Bakar

#### 1. Daya Mesin

Daya mesin didefinisikan sebagai besarnya kerja yang dilakukan (Nm) persatuan waktu (detik). Dengan mengukur torsi dan jarak yang ditempuh

dalam satu putaran, diperoleh kerja yang dilakukan. Secara umum daya mesin dihitung dengan rumus (1) sebagai berikut:

$$P = \frac{T \times n \times 2 \pi}{60.10^3} \text{ (K)} \dots\dots\dots (1)$$

di mana T = torsi (Nm); n = putaran mesin (rpm), dan P = daya mesin (kW).

(Sumber: Edward F. Obert, 1995 "Internal Combustion Engines and Air Pollution" Publisher, Inc, New York)

Perubahan/efek minyak Solar campuran (SK-XX), dibandingkan dengan minyak solar tipikal (SK-00) terhadap daya motor pada berbagai putaran tetap dihitung dengan menggunakan rumus (2) sebagai berikut:

$$\text{Perubahan daya} = \frac{\{pk \text{ (SK - XX)} - pk \text{ (SK - 00)}\}}{\{pk \text{ (SK - 00)}\}} \times 100\%$$

(2)

Pengujian daya mesin terhadap putaran mesin dilaksanakan dengan menggunakan minyak solar Campuran (SK-10, SK-20, SK-30) dan minyak solar tipikal (SK-00). Data hasil pengujian daya mesin disajikan pada Gambar 8. Kecenderungan perubahan hasil pengujian daya mesin terhadap putaran untuk minyak solar SK-10, SK-20, SK-30 dibandingkan dengan SK-00, disajikan pada Gambar 8.

Perhitungan perubahan daya mesin terhadap putaran mesin untuk setiap jenis minyak solar campuran dilakukan dengan memakai rumus (2). Evaluasi daya mesin dengan memakai data hasil pengujian dan perhitungan dengan rumus (2) serta Gambar 8 menunjukkan bahwa penambahan 10% volume, 20% volume, 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar akan menurunkan daya mesin masing-masing 5,89%, 10,99% dan 15,04%.

**2. Konsumsi Bahan Bakar**

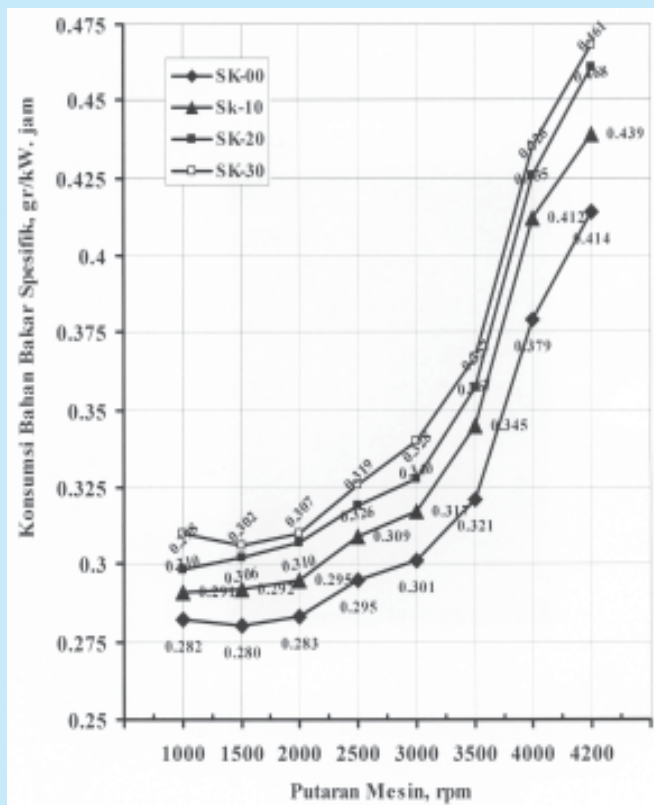
Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengukur lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan 50 gr bahan bakar pada torsi, kecepatan putaran dan beban tertentu. Konsumsi bahan bakar perjam dihitung dengan rumus (3).

$$B = \frac{3600.G}{t} \text{ (gr/jam)} \dots\dots\dots (3)$$

Konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption, Sfc*) adalah konsumsi bahan bakar dalam gram per kW per jam, yang dihitung dengan rumus (4)

$$Sfc = \frac{3600.G}{t.P} \text{ (gr/kW.jam)} \dots\dots\dots (4)$$

- dimana: G = berat bahan bakar, (gram)
- t = waktu yang diperlukan untuk menghabiskan G gram bahan bakar, (detik)
- P = daya motor, (kW)
- B = konsumsi bahan bakar, (gr/jam).



**Gambar 9**  
 Konsumsi bahan bakar spesifik vs putaran mesin pada beban maks. untuk minyak solar campuran (SK-10, SK-20, SK-30) dibandingkan minyak solar (SK-00)

Perubahan/efek minyak Solar campuran (SK-XX), dibandingkan dengan minyak solar tipikal (SK-00) terhadap konsumsi bahan bakar spesifik pada berbagai putaran tetap dihitung dengan menggunakan rumus (5) sebagai berikut:

$$\text{Perubahan Sfc} = \frac{\{ p^k (\text{SK} - \text{XX}) - p^k (\text{SK} - 00) \}}{\{ p^k (\text{SK} - 00) \}} \times 100\%$$

(5)

Pengujian konsumsi bahan bakar spesifik terhadap putaran mesin dilaksanakan dengan menggunakan minyak solar Campuran (SK-10, SK-20, SK-30) dan minyak solar tipikal (SK-00). Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik, disajikan pada Gambar 9. Kecenderungan perubahan hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik terhadap putaran mesin untuk percontoh minyak solar SK-10, SK-20, SK-30 dibandingkan dengan SK-00, disajikan pada Gambar 9.

Perhitungan perubahan konsumsi bahan bakar spesifik terhadap putaran mesin untuk setiap jenis minyak solar Campuran dilakukan dengan memakai rumus (5). Evaluasi konsumsi bahan bakar spesifik dengan memakai data hasil pengujian dan perhitungan dengan rumus (5) serta Gambar 9 menunjukkan bahwa penambahan 10% volume, 20% volume, 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar akan meningkatkan (boros) konsumsi bahan bakar spesifik masing-masing 5,50%, 9,26% dan 11,80%.

### 3. Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang dilakukan pada Bangku uji Multisilinder Isuzu C-223. Hasil uji emisi gas buang yang meliputi: hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NOx), karbon monoksida (CO) dan belerang dioksida (SOx) rata-rata yang menggunakan minyak solar campuran (SK-10, SK-20, SK-30) dibandingkan dengan minyak solar tipikal (SK-00) disajikan pada Tabel 5.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

#### 1. Sifat-Sifat Fisika/Kimia

Bertambah besar % volume minyak tanah yang ditambahkan ke dalam minyak solar berpengaruh pada sifat-sifat fisika kimia sebagai berikut:

- Gravitasi spesifik, angka setana,

viskositas kinematik, temperatur distilasi, kandungan sulfur, warna sampai penambahan 30% volume cenderung menurun, tetapi masih memenuhi spesifikasi minyak solar 48 Indonesia.

- Titik nyala masih memenuhi spesifikasi minyak solar 48 sampai penambahan 25% volume minyak tanah.

### 2. Kinerja Bahan Bakar

- Evaluasi daya mesin dengan memakai data hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan bahwa penambahan 10% volume, 20% volume, 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar akan menurunkan daya mesin masing-masing 5,89%, 10,99% dan 15,04%.
- Evaluasi konsumsi bahan bakar spesifik dengan memakai data hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan bahwa penambahan 10% volume, 20% volume, 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar akan meningkatkan (boros) konsumsi bahan bakar spesifik masing-masing 5,50%, 9,26% dan 11,80%.
- Evaluasi emisi gas buang menunjukkan bahwa penambahan 10% volume, 20% volume, 30% volume minyak tanah ke dalam minyak solar adalah sebagai berikut:
  - Kadar CO meningkat: 1,65% (SK-10); 4,13% (SK-20) dan 5,79% (SK-30).
  - Kadar HC menurun: 5,0% (SK-10); 10,0% (SK-20) dan 15,0% (SK-30).
  - Kadar NOx meningkat 1,36% (SK-10); 2,27% (SK-20) dan 3,19% (SK-30).
  - Kadar SOx menurun 2,70% (SK-10); 5,40% (SK-20) dan 6,76% (SK-30).

Tabel 5  
Hasil pengujian emisi gas buang

Jenis Emisi Gas Buang	Kadar Emisi Gas Buang			
	untuk Bahan Bakar			
	SK-00	SK-10	SK-20	Sk-30
CO, % volume	0,0121	0,0123	0,0126	0,0128
HC, % volume	0,020	0,019	0,018	0,017
NOx, ppm	220	223	225	227
SOx, ppm	74	72	70	69

## B. SARAN

Spesifikasi minyak solar 48 menurut SK Dirjen Migas No.3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 telah menetapkan: menurunkan kadar sulfur dari 0,50% massa menjadi 0,35% volume, meningkatkan angka setana dari 45 menjadi 48, dan menurunkan batas maksimum viskositas kinematik dari 5,8 mm<sup>2</sup>/sec menjadi 5,0 mm<sup>2</sup>/sec. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian dan penelitian untuk menetapkan spesifikasi kandungan aromatik dan sifat lubrisitas dalam menetapkan perubahan spesifikasi minyak solar 48 mendatang.

## KEPUSTAKAAN

1. A.S. Nasution dan E. Jasjfi, 2005, Pengembangan Proses Pengilangan untuk Pembuatan Solar Ramah Lingkungan, Lembaran Publikasi Lemigas, September 1, Volume 39, pp. 3 – 8.
2. ASTM, 2002, Annual Book of ASTM Standards, volume 05.02, 05.03, 05.04, Philadelphia.
3. Edward F. Obert, 1995, Internal Combustion Engines and Air Pollution, Publisher, Inc, New York.
4. Mardono, Drs, MM dan Djainuddin Semar, Ir, 2005, Studi Pengaruh Density Minyak solar Terhadap Emisi gas Buang Motor Diesel, Laporan DIPA Desember 2005.
5. Owen Keith, Coley Trevor, 1995, Automotive Fuels Handbook, Society of Automotive Engineers, Inc. USA.
6. La Puppung Pallawagau, Ir. dan Djainuddin Semar, Ir, 2005, Penelitian Penggunaan Minyak Nabati/Derivatifnya Sebagai Aditif untuk Meningkatkan Lubrisitas Bahan Bakar Diesel, Laporan DIPA Desember 2005.
7. SAE Handbook, 1996, Engine, Fuel, Lubricants, Emission, and Noise, Society of Automotive Engineers, Inc, Warrendale USA, volume 3.
8. Surat Keputusan Dirjen Migas No.3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis minyak solar.
9. Weismann, Dr, 1972, Fuel for Internal Combustion Engine, May, Lemigas Jakarta.
10. World Wide Fuel Charter, 2002, ACEA, Alliance, EMA, JAMA.