

Kajian Spesifikasi Minyak Solar Ramah Lingkungan

Oleh: Djainuddin Semar

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

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

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

Teregistrasi I Tanggal 15 April 2010; Diterima setelah perbaikan tanggal 10 Juni 2010

Disetujui terbit tanggal: 31 Agustus 2010

SARI

Spesifikasi minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 Indonesia ditetapkan menurut SK Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 tidak menetapkan kandungan aromatik (total aromatik dan poliaromatik) dan sifat lubrisitas.

Memasuki era globalisasi dan perdagangan bebas, tantangan yang dihadapi industri migas makin besar dengan meningkatnya kebutuhan energi dan bahan bakar minyak dalam negeri, terbatasnya kemampuan kilang, tuntutan produk yang ramah lingkungan, dan makin banyaknya produk yang harus diimpor baik bahan baku maupun hasil olahannya.

Studi ini dimaksudkan sebagai masukan kepada Pemerintah dalam perbaikan mutu dan spesifikasi minyak solar Indonesia, untuk menghasilkan minyak solar yang ramah lingkungan.

Pengaruh batasan beberapa parameter seperti distilasi, titik nyala, sifat lubrisitas dan kandungan poliaromatik hidrokarbon (PAH) minyak solar akan didiskusikan pada makalah ini.

Kata Kunci: kandungan PAH, distilasi, titik nyala, lubrisitas.

ABSTRACT

Specification of domestic diesel fuel (high speed diesel, HSD) decided by Directorate General Migas on behalf of Indonesian government in their SK No. 3675 K/24/DJM/2006 dated March 17, 2006, did not limit aromatic content (aromatic total and polyaromatic hydrocarbon, PAH), lubricity in diesel fuel grade 48 and grade 51.

Entering the era of globalisazation and free trade, the national oil industry faces bigger challenges due to the increasing domestic demand of energy and fuels, limited available refinery capacity, requirement for environmentally friendly product specifications and increase of imported crude oil and petroleum products.

The study is intended as input to Gavernment policy in improving diesel fuel quality and specification, to provide clean and environmentally friendly.

Effect of several characteristics such as distillation, flash point, lubricity and poly aromatic hydrocarbon content (PAH) in diesel fuel will be discuss in this paper.

Key words: diesel engine, PAH content, distillation, flash point, lubricity.

I. PENDAHULUAN

Spesifikasi minyak Solar Indonesia berlaku sejak diterbitkannya surat Keputusan Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 tentang standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak

jenis minyak Solar 48 dan minyak Solar 51. Spesifikasi minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 tersebut tidak menetapkan batasan kandungan aromatik (total aromatik dan poliaromatik hidrokarbon) dan lubrisitas. Spesifikasi bahan bakar diesel yang telah menetapkan

kandungan aromatik adalah WWFC tahun 2006, spesifikasi Eropa (EURO), spesifikasi ASTM D 975 dan spesifikasi bahan bakar diesel Jepang JIS K224.

Kandungan poliaromatik dalam bahan bakar diesel memberikan pengaruh negatif terutama emisi partikulat, emisi nitrogen oksida (NOx) dan pembentukan deposit pada ruang bakar mesin diesel.

Saat ini dunia menuntut bahan bakar yang ramah lingkungan dengan persyaratan yang kian ketat sebagaimana dicontohkan di Amerika Serikat, Asia Pasifik dan ketentuan European Commission, WWFC tahun 2006 yang jauh lebih ketat dari pada yang berlaku di banyak negara ASEAN, termasuk di Indonesia.

Memperhatikan perkembangan teknologi mesin kendaraan diesel di masa mendatang, kemampuan kilang dalam negeri, dan perkembangan spesifikasi bahan bakar minyak internasional serta persyaratan lingkungan hidup yang semakin ketat, maka pengaturan kembali spesifikasi bahan bakar minyak jenis minyak solar untuk transportasi perlu segera dikaji untuk menghadapi persaingan mutu bahan bakar diesel dalam era perdagangan bebas.

II. POPULASI KENDARAAN DAN SPESIFIKASI MINYAK SOLAR SAAT INI

A. Populasi kendaraan di Indonesia

Data yang didapat dari Kantor Kepolisian Republik Indonesia tahun 1997 – 2008 bahwa populasi/jumlah kendaraan bermotor meningkat dari tahun ke tahun meliputi: mobil penumpang, bus dan gerobak/truk, disajikan pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat bahwa pada tahun 2008 mobil penumpang, gerobak/truk dan bus berjumlah 17.598.770 unit yang terdiri dari 9.859.926 unit mobil penumpang, 5.146.674 unit truk dan 2.583.170 unit bus. Peningkatan jumlah kendaraan tersebut tentu saja diikuti oleh peningkatan kebutuhan bahan bakarnya. Mobil penumpang sebagian mengonsumsi minyak solar, sedangkan mobil gerobak/truk dan bus hampir semuanya mengonsumsi minyak solar.

Produksi dan kebutuhan minyak solar per sektor, disajikan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa total kebutuhan minyak solar tahun 2008 adalah 27.003.508 kilo liter, sedangkan produksi minyak solar dari kilang dalam negeri adalah 14.757.164 kilo liter, sehingga untuk memenuhi kebutuhan minyak

solar dalam negeri diperoleh dari impor.

Klasifikasi motor diesel menurut kecepatan (*rotation per minute, rpm*) banyak digunakan sebagai dasar dalam pemilihan bahan bakar motor diesel. Motor diesel putaran tinggi (1000 rpm ke atas) digunakan untuk otomotif, traktor, mesin gergaji, kapal-kapal kecil. Motor diesel ini membutuhkan bahan bakar jenis minyak solar (*High speed diesel, HSD*). Pada motor diesel putaran tinggi waktu yang diperlukan oleh bahan bakar mulai dari injeksi, atomisasi, penundaan penyalaan dan pembakaran adalah sangat singkat, sehingga diperlukan bahan bakar yang bermutu tinggi.

B. Karakteristik umum minyak solar

Minyak solar merupakan campuran senyawa hidrokarbon ($C_{15} - C_{18}$) dan mempunyai kisaran titik didih dari 315°C sampai dengan 375°C dan dihasilkan dari distilasi minyak bumi/hasil proses konversi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas minyak solar.

1. Sifat pembakaran

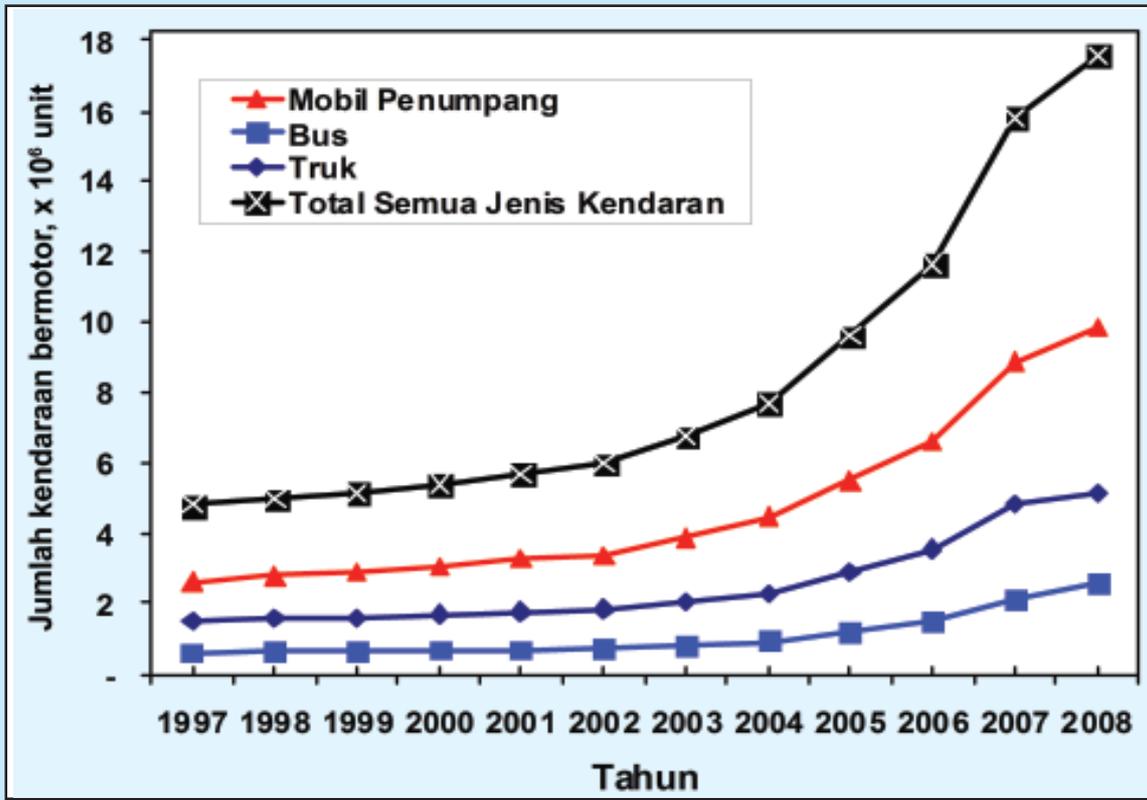
Kualitas penyalaan minyak solar ditunjukkan oleh kemulusan operasi mesin tanpa terjadi pembakaran yang tidak normal, yang dinyatakan dengan tingkat angka setana. Makin tinggi angka setana, makin pendek waktu penyalaan yang diperlukan, sehingga angka setana dapat dipakai sebagai parameter yang menunjukkan tingkat kepekaan minyak solar terhadap detonasi yang terjadi pada motor diesel. Kecenderungan penundaan penyalaan disajikan pada Gambar 2. Jika angka setana rendah, penundaan penyalaan lebih lama, kenaikan tekanan pembakaran lebih tinggi, bunyi mesin kasar, terjadi ketukan (detonasi).

2. Sifat volatilitas

Sifat volatilitas minyak solar mempengaruhi sifat penyalaan mesin (*engine starting*), asap hitam dan bau (*smoke and odor*). Sifat volatilitas yang tinggi akan menghasilkan daya rendah dan asap hitam rendah.

C. Spesifikasi minyak solar Indonesia saat ini

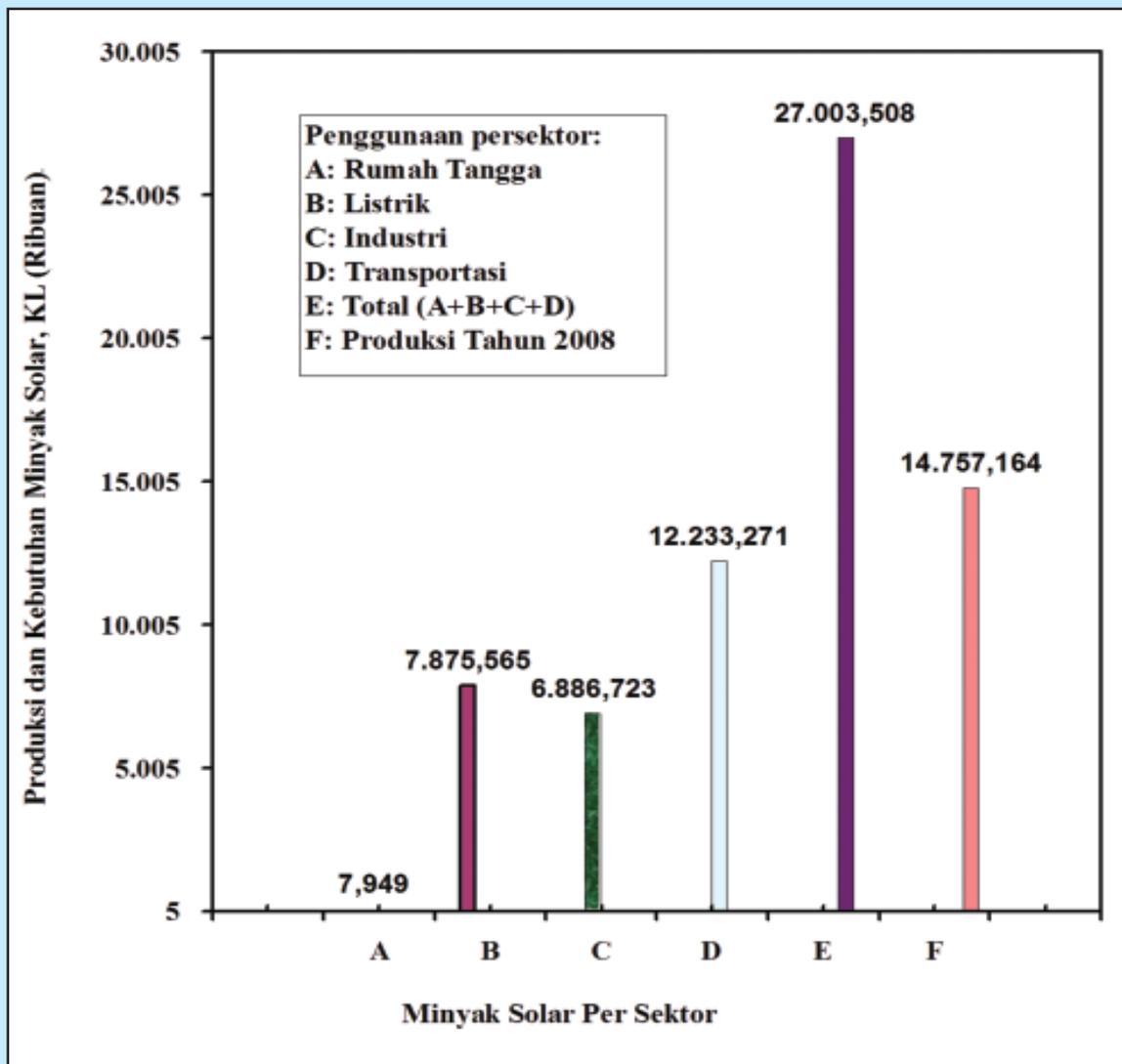
Spesifikasi teknis bahan bakar yang dibutuhkan mesin sama di setiap negara, tetapi spesifikasi bahan bakar diesel yang diberlakukan di setiap negara dapat berbeda tergantung pada kondisi udara setempat, jenis populasi kendaraan, kemampuan produsen/kilang, dan daya beli konsumen.



Gambar 1
Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia tahun 1999-2008, kecuali Sepeda Motor
(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, tahun 2008)

Tabel 1
Karakteristik Utama Minyak Solar 48, Minyak Solar 51 dan BioSolar

Jenis BBM	Sifat-Sifat Fisika Kimia								
	Angka setana	Indeks setana	FAME, % vol.	Berat jenis, kg/m ³	Titik Nyala, °C	Distilasi, T90/T95/EP, °C	Sulfur ppm	Lubrisitas (HFFR), mikron	PAH, % volume
	Min.	Min	Maks.		Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks
Minyak Solar 48	48	45	10	815-870	60	-/370/-	3500	-	-
	Diskripsi: Sering disebut high speed diesel (HSD). Bahan bakar jenis distilat berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Umumnya digunakan pada semua jenis mesin diesel putaran tinggi.								
Minyak Solar 51	51	48	10	820-860	55	340/360/370	500	460	-
	Diskripsi: Bahan bakar jenis distilat berwarna kuning kecoklatan yang jernih, berangka setana tinggi. Pada umumnya digunakan pada semua jenis mesin diesel putaran tinggi yang memerlukan volatilitas tinggi.								
BioSolar	48	45	10	815-870	60	-/370/-	3500	-	-
	Diskripsi: Mengandung maksimum 10% volume biodiesel. Bahan bakar ini mengacu pada spesifikasi minyak Solar 48. Pada umumnya digunakan pada semua jenis mesin diesel putaran tinggi.								



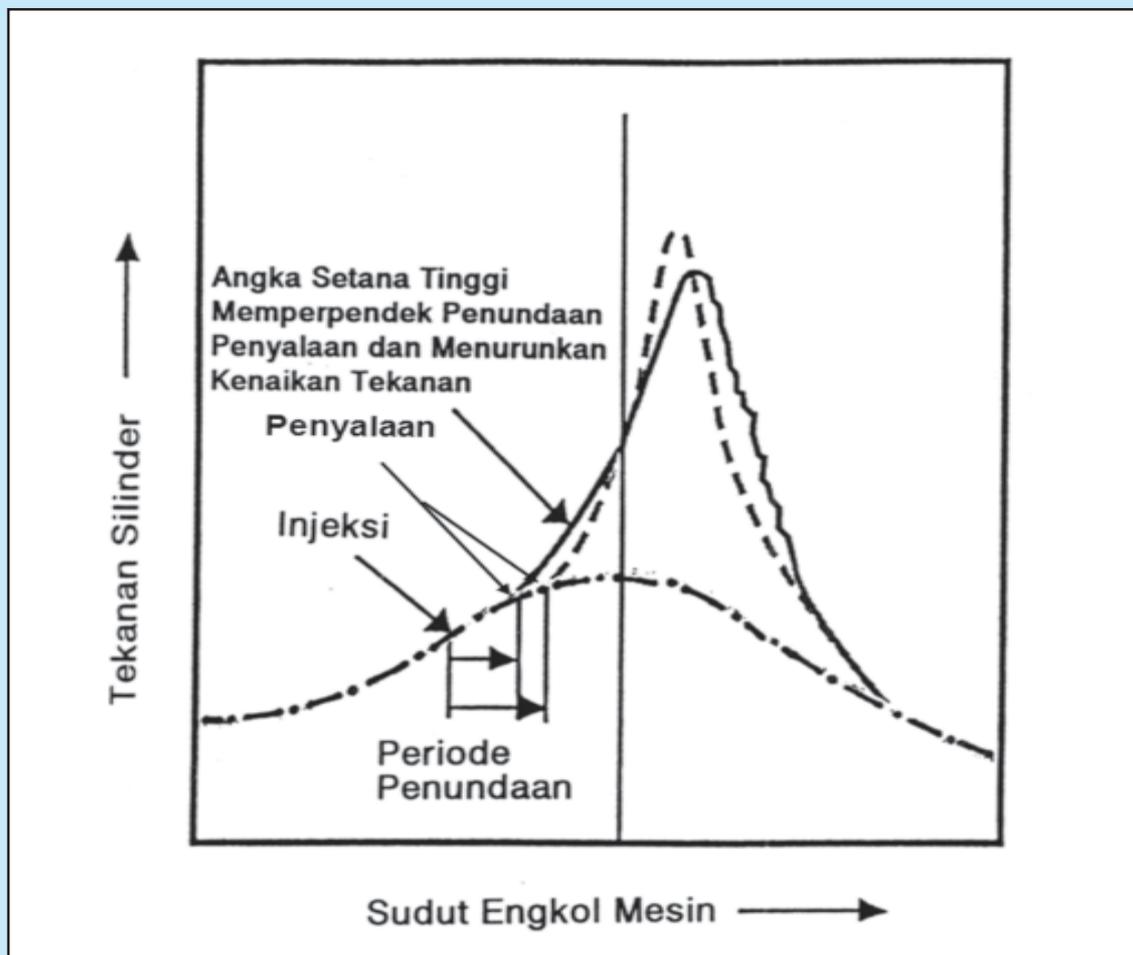
Gambar 2
Produksi dan Kebutuhan Minyak Solar Tahun 2008 per Sektor
(Sumber : Kementrian DESDM Direktorat Jendral Migas “Penyediaan dan Kualitas BBM Indonesia”,
Direktorat Pembinaan Usaha Hilir Migas, Jakarta 14 April 2010)

Saat ini di Indonesia telah ditetapkan dua jenis spesifikasi minyak solar yaitu bahan bakar minyak Jenis minyak Solar 48 dan minyak Solar 51. Perbedaan antara kedua jenis BBM ini terletak pada karakteristik titik nyala, distilasi, kandungan sulfur, sifat lubrisitas dan kandungan poliaromatik hidrokarbon (PAH), disajikan pada Tabel 1. Sedangkan Biosolar mengacu pada spesifikasi minyak Solar 48 dan mengandung biodiesel (*Fatty Acid Methyl Ester; FAME*).

III. PERBANDINGAN SPESIFIKASI MINYAK SOLAR INDONESIA DAN NEGARA LAIN

A. Spesifikasi minyak solar Indonesia dan spesifikasi *EURO*, *Jepang*, *India* dan *Amerika Serikat*

Untuk mengetahui status dan posisi spesifikasi minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 Indonesia maka dilakukan perbandingan dengan spesifikasi bahan bakar diesel beberapa negara. Tujuan perbandingan



Gambar 3
Periode Penundaan Penyalaan
(Sumber : Keith Owen, Trevor Coley” Automotive Fuels Reference Boo, 2nd”,
Fig. 14.15 Diesel Engine Pressure Program, page 356)

ini adalah untuk dijadikan pedoman dalam pengembangan spesifikasi minyak solar yang ramah lingkungan di Indonesia.

Perbandingan spesifikasi minyak solar Indonesia dengan negara-negara industri di ASIA seperti Cina, Jepang dan Korea dimaksudkan untuk harmonisasi spesifikasi minyak solar di Indonesia.

1. Spesifikasi bahan bakar diesel Amerika Serikat (ASTM D 975) disajikan pada Tabel 2 yang telah menerapkan peraturan lingkungan hidup yang sangat ketat.
- Minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 tidak menetapkan kandungan, sedangkan ASTM D 975

menetapkan total aromatik maksimum 35% volume.

- Titik nyala ($^{\circ}\text{C}$) dan kandungan sulfur (ppm) minyak Solar 48 lebih tinggi pada ASTM D 975 kelas No. 1-D (S15 dan S500) dan kelas 2-D (S15 dan S500).
2. Spesifikasi minyak solar Indonesia dibandingkan dengan spesifikasi ASEAN (Malaysia, Singapura, Thailand, Vietnam), disajikan pada Tabel 3.
- Kandungan sulfur minyak Solar 48 tinggi mendekati spesifikasi bahan bakar diesel Singapura dan Vietnam, sedangkan spesifikasi minyak Solar 51 sama dengan spesifikasi bahan

- bakar diesel Malaysia dan Thailand (maksimum 500 ppm).
- Semua negara-negara ASEAN tidak menetapkan batasan kandungan aromatik (total aromatik dan PAH).
 - Hanya spesifikasi minyak solar 48 Indonesia yang menetapkan distilasi T95 maksimum 370°C sedangkan negara ASEAN lain menetapkan distilasi pada T90.
3. Spesifikasi minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 Indonesia dibandingkan dengan spesifikasi bahan bakar diesel Jepang, India dan Eropa, disajikan pada Tabel 4, diuraikan sebagai berikut.
- Spesifikasi minyak Solar 48 Indonesia, Jepang JIS 2204 dan Eropa tidak menetapkan batasan lubrisitas.
 - Kandungan sulfur minyak Solar 48 Indonesia jauh lebih tinggi daripada spesifikasi Eropa (EURO 2, EURO 3 dan EURO 4), India (Siam: BSIII dan BSIV) dan Jepang JIS K 2204.
 - Spesifikasi minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 Indonesia tidak menetapkan kandungan PAH sedang Jepang JIS 2204 (Winter dan Northern part), India (Siam: BS III dan BS IV)), dan Eropa (Euro III dan Euro IV) menetapkan kandungan PAH maksimum 11% volume.

B. Spesifikasi bahan bakar Diesel WWFC Tahun 2006

WWFC memberikan arah global harmonisasi bahan bakar diesel di seluruh dunia. Tujuannya untuk merekomendasi kualitas bahan bakar yang sesuai dengan teknologi mesin, permintaan pasar, emisi gas buang yang memberi keuntungan bagi pemakai dan lingkungan.

Spesifikasi bahan bakar diesel menurut WWFC tahun 2006 dibagi dalam empat kategori, yaitu kategori 1, kategori 2, kategori 3 dan kategori 4. Kategori 1 mempunyai mutu paling rendah dan Kategori 4 bermutu paling tinggi. Pembagian kategori ini berdasarkan pada kebutuhan lingkungan yang semakin ketat dan kebutuhan perkembangan mesin yang semakin canggih.

Garis besar kategori dalam spesifikasi WWFC tahun 2006 disajikan pada Tabel 5 dan spesifikasi WWFC tahun 2006 disajikan pada Tabel 6, diuraikan sebagai berikut :

- Batasan kandungan sulfur, kandungan PAH dan total aromatik pada bahan bakar diesel kategori 2, 3, 4 sangat kecil dan tidak mungkin menjadi patokan untuk penetapan spesifikasi minyak Solar 48 Indonesia.
- Batasan distilasi pada T95 maksimum 355°C

Tabel 2
ASTM 975 Kelas Bahan Bakar Diesel

Kelas	Deskripsi	Kandungan, Maks.		Distilasi T90 (°C) Maks.	Titik Nyala (°C) Maks.
		Sulfur (ppm)	Total Aromatik (% vol.)		
No 1-D	Bahan bakar distilat ringan menengah, digunakan untuk mesin diesel dengan kecepatan dan beban beragam atau saat suhu operasi normal rendah. Volatilitas lebih tinggi dari yang disediakan oleh No. 2-D.	15	35	288	-
S15					
No 1-D S500					
No 1-D S5000					
No 2-D	Bahan bakar distilat menengah digunakan untuk mesin diesel beban yang relatif tinggi dan kecepatan konstan, atau untuk mesin diesel yang tidak memerlukan volatilitas yang lebih tinggi seperti Grade No. 1-D.	15	35	282 – 288	52
S15					
No 2-D S500					
No. 2-D S5000					
No. 4-D	Bahan bakar distilat berat, atau campuran minyak distilat dan residu, untuk mesin diesel kecepatan rendah atau menengah dimana kecepatan dan beban konstan.				55°C

Tabel 3
Spesifikasi Minyak Solar di Negara-Negara ASEAN

Karakteristik	Spesifikasi minyak Solar					
	Indonesia *)		Malaysia	Singapura	Thailand	Vietnam
	Solar 48	Solar 51				
Kandungan sulfur, ppm	3500	500	500	5000	500	3000
Berat jenis, kg/m ³	815-870	820-860	-	860 maks.	820-890	860 maks
Angka setana	48	51	50	-	-	-
Setana indeks	45	48	-	48	48	45
Total aromatik, % vol.	-	-	-	-	-	-
PAH, % volume	-	-	-	-	-	-
Distilasi : , °C	-	-	-	-	-	-
- T90	-	340	370	370	338	370
- T95	370	360	-	-	-	-
- Titik didih akhir	-	370				

*) Spesifikasi bahan bakar minyak jenis minyak solar menurut SK Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006.

Tabel 4
Spesifikasi Bahan Bakar Diesel Indonesia, Jepang, India dan EURO

Spesifikasi Bahan Bakar Diesel	Angka Setana Min.	Indeks Setana Min.	Lubrisitas (Mikrons) Maks.	Sulfur (ppm) Maks.	PAH (% vol.)	FAME (% vol.) Maks.	Distilasi T95 °C
INDONESIA:							
- M. Solar 48	48	45	-	3500	-	10	370
- M. Solar 51	51	48	460	500	-	10	360
JEPANG: (JIS K 2204)							
- Summer No. 1	-	50	-	500	N/A	-	-
- Winter No.1	-	50	-	500	11	-	-
- Northern Part	-	45	-	500	11	-	-
INDIA: SIAM (2005)							
- BSII	48	46	-	500	-	-	-
- BSIII	51	46	460	350	11	-	360
- BSIV	51	46	460	50	11	-	360
EROPA (EURO):							
- EURO II	49	-	-	2000	N/A	-	370
- EURO III	51	-	-	350	11	-	360
- EURO IV	51	-	-	10	11	-	360
- EURO V*)	51	46	460	10	11	5	340

*) ROMPETROL Refining SA, Approval date: 08-12-2008

tidak dapat diikuti oleh spesifikasi minyak solar Indonesia.

- Batasan sifat lubrisitas (HFFR) bahan bakar diesel WWFC semua kategori maksimum 400 mikron. Untuk spesifikasi minyak Solar 51 Indonesia menetapkan sifat lubrisitas 460 mikron bila minyak solar tersebut mengandung biodiesel.
- Spesifikasi minyak Solar 48 adalah identik dengan spesifikasi bahan bakar diesel WWFC tahun 2006 Kategori 2 dan EURO 2.

IV. USULAN PENGEMBANGAN SPESIFIKASI MINYAK SOLAR INDONESIA

Penetapan spesifikasi minyak solar yang ramah lingkungan harus mempunyai kriteria, antara lain: mesin mudah distart, kendaraan bermotor diesel dapat diakselerasi dengan baik, memberikan efisiensi yang tinggi, konsumsi bahan bakar yang rendah, frekuensi pemeliharaan mesin yang rendah dan tidak

memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Penetapan spesifikasi minyak solar ramah lingkungan dilakukan oleh Pemerintah dan produsen bahan bakar dalam negeri, serta melibatkan masyarakat pemakai/konsumen, Gabungan Asosiasi Industri Kendaraan Bermotor (GAIKINDO), Perguruan Tinggi, BAPEDAL, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dan sebagainya.

Usulan pengembangan spesifikasi minyak Solar ramah lingkungan harus mempertimbangkan beberapa aspek yaitu:

- Kualitas minyak solar yang dibutuhkan oleh populasi terbanyak kendaraan bermotor diesel yang banyak beredar di Indonesia. Kualitas minyak solar tersebut dapat mengacu pada spesifikasi bahan bakar diesel Jepang JIS K2204, Amerika Serikat dan EURO.
- Atas nama pembuat otomobil dan mesin di seluruh dunia (*World-Wide Fuel Charter, WWFC*) tahun 2006, karena WWFC memberikan arah global

Tabel 5
Outline Kategori dalam Bahan Bakar Diesel WWFC Tahun 2006

Kategori	Diskripsi	Titik Nyala, Min. °C	Kandungan, Maksimum			Distilasi, Maks.	
			Sulfur, ppm	PAH, % vol.	Aromatik, % vol.	T90, °C	T95, °C
4	Untuk pasar yang mempunyai persyaratan kontrol emisi yang lebih maju (<i>further advanced</i>), untuk pemakaian alat canggih <i>after-treatment technologies</i> , NOx dan <i>particulate matter</i> . Misalnya, persyaratan pasar US California LEV-II, US EPA Tier 2, EURO 4 sehubun	55	10	2	15	320	340
3	Untuk pasar yang mempunyai persyaratan kontrol emisi yang telah maju (<i>advanced</i>), atau permintaan pasar yang lain. Misalnya, persyaratan pasar US California LEV, ULEV dan EURO 3 dan 4 atau standar emisi yang equivalen.	55	50	3	20	320	340
2	Untuk pasar yang mempunyai persyaratan kontrol emisi yang ketat, atau permintaan pasar yang lain. Misalnya, persyaratan pasar US Tier 0 atau Tier 1, EURO 1 dan 2 atau standar emisi yang equivalen	55	300	5	25	340	355
1	Untuk pasar yang tidak mempunyai level kontrol emisi, atau level pertama kontrol emisi. Prinsip utamanya didasarkan kinerja mesin/kendaraan dan proteksi sistem kontrol emisi.	55	2000	-	-	-	370

Tabel 6
Spesifikasi Bahan Bakar Diesel Menurut WWFC

Properties	Limits	Batasan Menurut Kategori:				Metode Uji ASTM/Lain
		1	2	3	4	
Angka setana	Min.	51.0	51.0	53.0	55.0	D 613
Indeks setana	Min.	48.0 (45.0)	51.0 (48.0)	53.0 (50.0)	55.0 (52.0)	D 4737
Densitas @ 15°C, kg/m ³	Min.-Maks.	820 - 860	820-850	820-840	820-840	D 4052
Viscositas @ 40°C, mm ² /s	Min.-Maks	2.0 – 4.5	2.0 – 4.0	2.0-4.0	2.0 – 4.0	D 445
Kandungan sulfur, mg/kg	Maks.	2	300	50	10	D 5453/D 2622
Kandungan logam (Zn, Mn, Ca, Na, Other)	Maks.	-	Nd	nd	nd	D 5148
Aromatic total, % vol.	Maks.	-	25	20	15	D 5186
PAH content (di+, tri+), % vol.	Maks.	-	5	3.0	2.0	D 2425
T90, °C	Maks.	-	340	320	320	D 86
T95, °C	Maks.	370	355	340	340	D 86
Titik didih akhir, °C	Maks.	-	365	350	350	D 86
Titik nyala, °C	Min.	55	55	55	55	D 93
Residu karbon, % m/m	Maks.	0.30	0.30	0.20	0.20	D 4530
CFPP or LTFT or CP, °C	Maks.	Maximum must be to or lower than the lowest expected ambient temperature				D 6371/D 2500
Kandungan air, mg/kg	Maks.	500	200	200	200	D 6304
Stabilitas oksidasi, Method 1, g/m3	Maks.	25	25	25	25	D 2274
Biological growth	Maks.	-	Zero	Zero	Zero	NF M 07 070
Kandungan Fame, % v/v	Maks.	5	5	5	nd	EN 14078
Ethanol/Methanol, % vol.	Maks.	Nd	Nd	Nd	nd	D 4815
Angka asam total, mgKOH/100ml	Maks.	-	0.08	0.08	0.08	D 664
Korosi besi	Maks.	-	Light rusting			D 665
Korosi tembaga, merit	Maks.	Class 1	Class 1	Class 1	Clacc 1	D 130
Kandungan abu, % m/m	Maks.	0.01	0.01	0.01	0.001	D 482
Particulatat, total, mg/kg	Maks.	10	10	10	10	D 5452
Tampakan	Maks.	Clear & Bright				D 4176
Kebersihan injektor, merit	Maks.		85	85	85	CEC (PF-023)TBA
Lubrisitas (HFRR wear scar dia. @ 60°C), micron	Maks.	400	400	400	400	D 6076
Busa, ml	Maks.	-	-	100	100	NF M 07-075
Foam Vanishing time, sec.	Maks.	-	-	15	15	NF M 07-075

harmonisasi bahan bakar diesel di seluruh dunia. Tujuannya untuk merekomendasikan kualitas bahan bakar yang sesuai dengan teknologi mesin, permintaan pasar, emisi gas buang yang memberi keuntungan bagi pemakai dan lingkungan.

- Kemampuan produsen/kilang minyak yang menghasilkan minyak solar dan kemampuan konsumen serta iklim setempat.
- Usulan perubahan spesifikasi minyak solar mendatang meliputi: pembatasan kandungan poliaromatik, penurunan kandungan sulfur, perubahan batasan distilasi dan penetapan sifat lubrisitas.

A. Kandungan PAH

Kandungan poliaromatik hidrokarbon (*Poly Aromatic Hydrocarbon, PAH*) dalam minyak solar menimbulkan pengaruh terhadap kesehatan dan kinerja mesin.

1. Efek PAH terhadap kesehatan

Menurut organisasi kesehatan dunia (*world health organization, WHO*) bahan kimia ini adalah karsinogen. Efek PAH adalah merusak perkembangan janin, merusak sistem reproduksi, menyebabkan tumor pada perut dan saluran pernapasan serta kanker pada pangkal tenggorokan.

2. Efek PAH terhadap mesin dan lingkungan

Pengujian pada motor diesel injeksi langsung menunjukkan bahwa peningkatan PAH minyak solar menyebabkan peningkatan emisi nitrogen oksida (NO_x), karbon dioksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

3. Penetapan batasan PAH

Hasil uji kandungan poliaromatik hidrokarbon dalam beberapa percontoh minyak solar tipikal (angka setana 48) produk Unit Pengolahan (UP) Pertamina disajikan pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 terlihat bahwa percontoh minyak solar yang diuji berasal dari UP II, UP III, UP IV, UP V, UP VI dan UP VII Pertamina, diuraikan sebagai berikut:

- Hasil uji PAH dari 6 (enam) percontoh minyak solar berkisar 11,39% - 14,50% volume.
- Spesifikasi bahan bakar diesel Jepang JIS 2204, Eropa (EURO-3 dan EURO-4), India (BS-III dan BS-IV) menetapkan kandungan PAH maksimum 11,0 % volume.
- Diusulkan ditetapkan batasan kandungan PAH

maksimum 15% volume spesifikasi minyak Solar 51.

B. Kandungan total aromatik

Hasil uji kandungan total aromatik dalam beberapa percontoh minyak solar tipikal (angka setana 48) produk Unit Pengolahan (UP) yaitu UP II, UP III, UP IV, UP V, UP VI dan UP VII Pertamina disajikan pada Gambar 4.

- Hasil uji total aromatik percontoh minyak solar, berkisar 31,659% - 36,33% volume.
- Spesifikasi bahan bakar diesel Amerika serikat ASTM D 975 (Tabel 3) menetapkan kandungan total aromatik maksimum 35,0% volume untuk Grade 1-D S15 dan 2-D S15.
- Disarankan menetapkan kandungan total aromatik maksimum 40% volume pada spesifikasi minyak Solar 51 bila mengandung biodiesel.

C. Penetapan sifat lubrisitas

Lubrisitas direpresentasikan sebagai kekuatan lapisan film yang menunjukkan kemampuan suatu cairan untuk melumasi bagian yang bergesekan. Ini adalah 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.

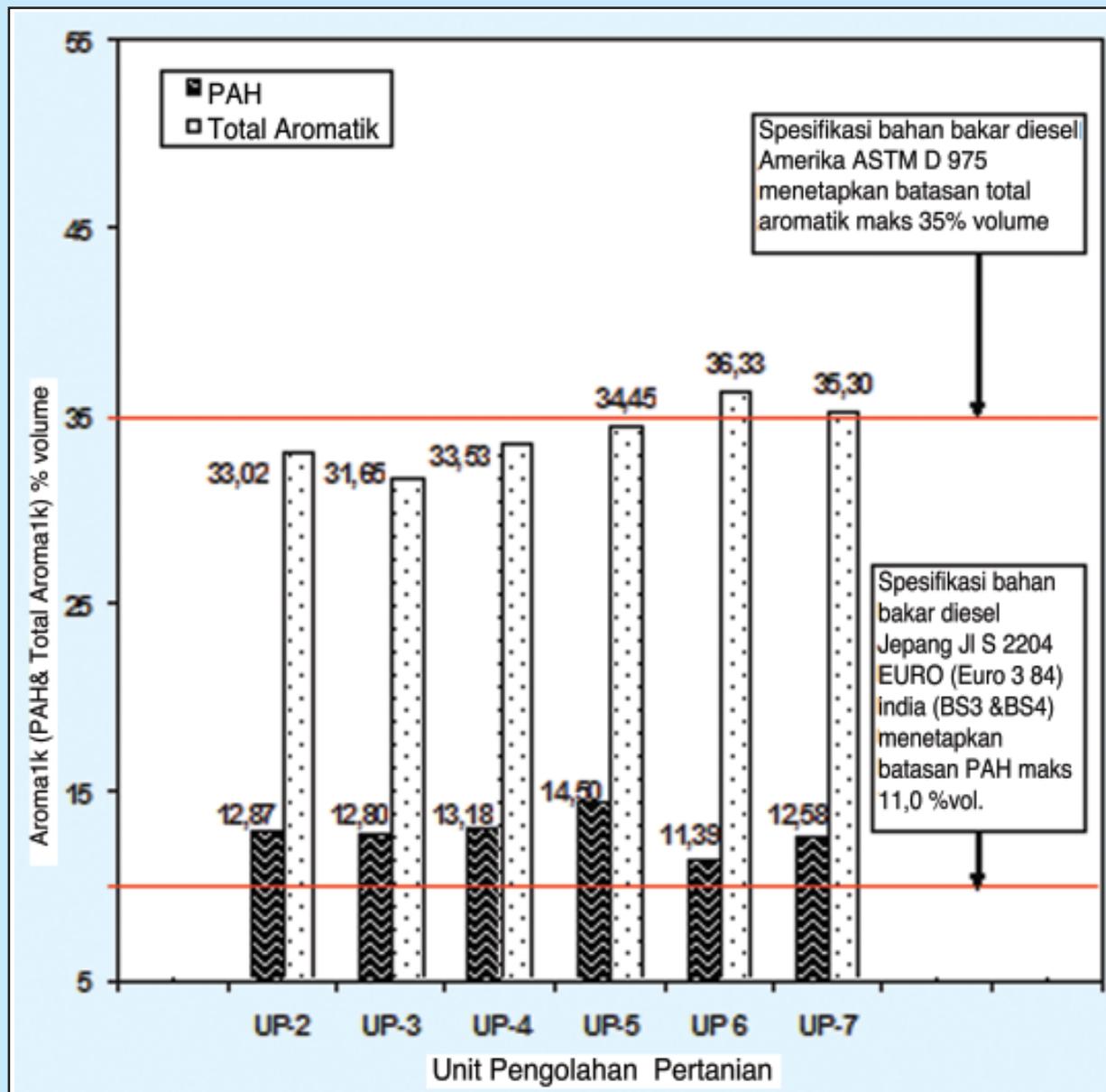
1. Efek lubrisitas terhadap mesin

Metode ASTM D 6079-97 (*High Frequency Reciprocating Rig, HFRR*) digunakan dalam analisis sifat lubrisitas minyak solar. Bagian-bagian pompa yang harus mendapatkan pelumasan yang baik adalah plunyer pompa, *control sleeve*. Pompa bahan bakar diesel 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.

2. Efek biodiesel dalam minyak solar

Hasil penelitian/pengujian sifat lubrisitas beberapa percontoh minyak solar tipikal (angka setana 48) produk UP III, UP IV, UP VI Pertamina disajikan pada Gambar 5 dan diuraikan sebagai berikut:

- Hasil uji sifat lubristas tiga percontoh minyak So-



Gambar 4
Hasil Uji Kandungan Poliaromatik Hidrokarbon (PAH) dan Total Aromatik, % volume Minyak Solar Tipikal

lar 48 tipikal (Gambar 5) berkisar 305 mikron - 440 mikron.

- Percontoh minyak solar bila dicampur (*blending*) dengan biodiesel dapat meningkatkan sifat lubrisitas minyak solar.
- Hasil uji sifat lubrisitas minyak Solar 48 bila dicampur dengan 5% volume biodiesel dari 3 (tiga) Unit Pengolahan Pertamina berkisar 254 mikron sampai dengan 300 mikron. Dan bila dicampur dengan 10% volume biodiesel dari 3 (tiga) Unit

Pengolahan Pertamina berkisar 224 mikron sampai dengan 280 mikron.

3. Mandatori pemanfaatan biodiesel

Mandatori biodiesel yang ditetapkan Pemerintah tahun 2008 – 2010 dan *road map* sampai tahun 2025 disajikan pada Tabel 7. Data ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan produksi Biosolar yang memberikan dampak positif terhadap sifat lubrisitas minyak solar.

4. Penetapan batasan lubrisitas

- Spesifikasi bahan bakar diesel India (BS-III dan BS-IV), Indonesia (minyak Solar 51) telah menetapkan batasan lubrisitas maksimum 460 mikron, sedangkan WWFC tahun 2006 menetapkan lubrisitas maksimum 400 mikron.
- Disarankan untuk spesifikasi minyak Solar 51 tetap menetapkan sifat lubrisitas maksimum 460 mikron, dan untuk spesifikasi BioSolar (angka setana minimum 48) bila mengandung biodiesel dapat menetapkan sifat lubrisitas maksimum 460 mikron.

D. Penetapan kandungan sulfur

Kandungan sulfur dalam bahan bakar diesel di beberapa negara sangat berbeda dan bervariasi seperti disajikan pada Gambar 6. Kandungan sulfur minyak solar Indonesia cukup tinggi dibandingkan dengan beberapa negara di kawasan Asia – Pasifik.

Kandungan sulfur dalam minyak solar tipikal sangat bervariasi dari unit pengolahan Pertamina seperti disajikan pada Tabel 8. Dari Tabel 8 terlihat kandungan sulfur tinggi di UP IV Cilacap dan UP VII Sorong.

1. Efek sulfur terhadap lubrisitas

Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara kandungan sulfur dalam bahan bakar diesel terhadap sifat lubrisitas. Proses

desulfurisasi dapat mengurangi sulfur dalam minyak solar, tetapi menyebabkan sifat lubrisitas akan berkurang, karena hilangnya pelumas alamiah yang terdapat dalam minyak solar tersebut.

2. Efek sulfur terhadap mesin dan lingkungan

Kandungan sulfur dalam bahan bakar pada aplikasinya di mesin diesel akan menghasilkan emisi *partikulate matter* (PM) dan emisi sulfur dioksida. Selain itu kandungan sulfur dalam minyak solar dapat menyebabkan korosi dan keausan pada bagian-bagian mesin.

3. Penetapan batasan sulfur

Mengacu pada hasil uji kandungan sulfur dalam minyak solar tipikal yang berasal dari Pertamina Tabel 8, maka untuk penurunan kandungan sulfur berada < 50 ppm diperlukan *hydroprocessing*.

- Tidak ada perubahan batasan kandungan sulfur spesifikasi minyak Solar 48 maksimum 3500 ppm, tetapi bila mengandung FAME dapat menurunkan kandungan sulfur menjadi 3000 ppm, sedangkan minyak Solar 51 tetap maksimum 500 ppm.
- Perubahan batasan kandungan sulfur dalam minyak dapat dilakukan setelah Pertamina memiliki proses *hydroprocessing*.

E. Penetapan titik nyala

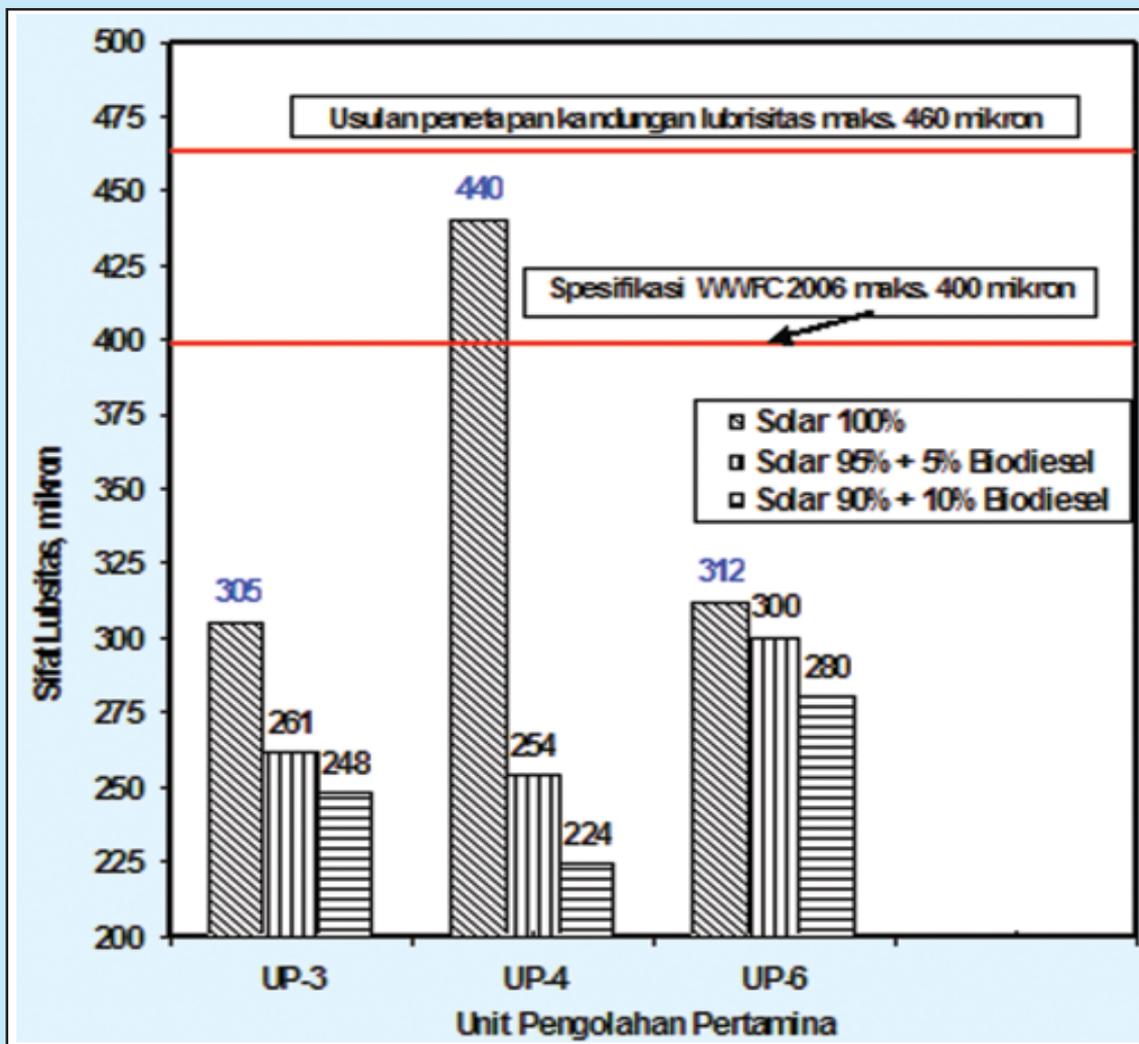
Apabila fraksi minyak solar dicampur dengan fraksi ringan (minyak tanah/kerosin) akan

Tabel 7
Mandatori Pemanfaatan Biodiesel (Presentase Minimum Dari Total Kebutuhan)*)

SEKTOR	Oktober 2008 s.d Desember 2008	Januari 2009	Januari 2010	Januari 2015**)	Januari 2020**)	Januari 2025**)
Transportasi (PSO)	1 % (eksisting)	1%	2,50%	5%	10%	20%
Transportasi (Non PSO)	-	1%	3%	7%	10%	20%
Industri dan Komersial	2,50%	2,50%	5%	10%	15%	20%
Power Plant	0,10%	0,25%	1%	10%	15%	20%

*) Ratna Ariati, "Status dan Kesiapan Implementasi Program Bahan Bakar Nabati," Presentasi Direktur Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, 15 April 2010.

**). Spesifikasi disesuaikan dengan spesifikasi global dan kepentingan domestik

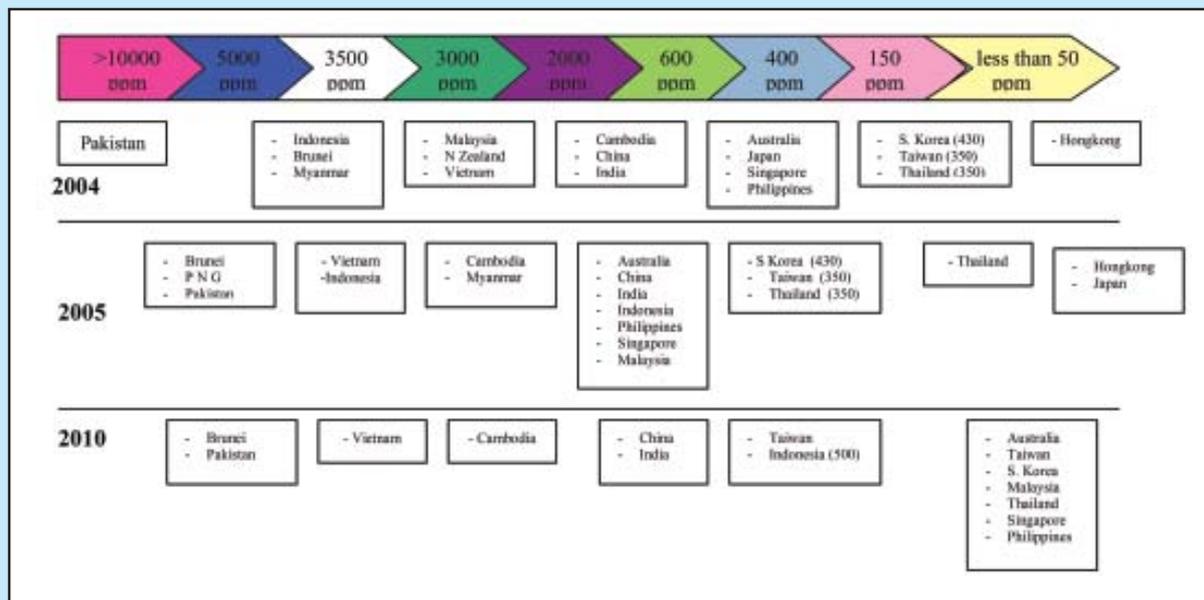


Gambar 5
Hasil Uji Sifat Lubrisitas Minyak Solar Tipikal

Tabel 8
Kemampuan Produksi Kilang Indonesia Terhadap Kandungan Sulfur dan Distilasi Minyak Solar

Terhadap Kandungan Sulfur dan Distilasi Minyak Solar						
Karakteristik	Unit Pengolaha Pertamina					
	UP II	UP III	UP IV	UP V	UP VI	UP VII
Kandungan Sulfur, ppm	1500	1000	3500	1000	300	2000
T 95 (°C)	368	359	<370	367	367	368

- Hanya UP VI yang memenuhi standar sulfur EURO II.
- Semua kilang mampu memenuhi standar Euro II untuk parameter T 95.
- UP III bisa memenuhi standar Euro 3 untuk parameter T 95



Gambar 6
Kandungan Sulfur dalam Minyak Solar di Beberapa Negara
(Sumber: Impact in the global market and meeting product quality world fuel conferences, 9th and 10th November 2007 Singapore)

menurunkan titik nyala dan bila dicampur dengan yang berat (misalnya biodiesel) akan meningkatkan titik nyala minyak solar, seperti disajikan pada Gambar 7.

1. Efek titik nyala

Pembatasan titik nyala minyak solar diperlukan untuk keselamatan (*safety*) selama penanganan dan penyimpanan minyak solar tersebut terhadap terjadinya kebakaran dan tidak berhubungan langsung dengan kualitas minyak solar. Tetapi perubahan titik nyala minyak solar merupakan indikasi terjadinya perubahan mutu minyak solar.

2. Kondisi saat ini

- Spesifikasi minyak solar Indonesia (Tabel 9) menetapkan batasan titik nyala minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 masing-masing maksimum 60°C dan 55°C.
- Beberapa negara/spesifikasi bahan bakar diesel menetapkan titik nyala berbeda-beda seperti disajikan pada Tabel 9. Asosiasi mesin kendaraan bermotor seluruh dunia (*world wide fuel charter, WWFC*) tahun 2006 semua kategori menetapkan titik nyala maksimum 55°C, kecuali pada kondisi *winter*. Beberapa spesifikasi bahan

bakar diesel menetapkan titik nyala di bawah 55°C.

3. Penetapan titik nyala

Memperhatikan pemanfaatan biodiesel dan kerosin sebagai pencampur minyak solar (Gambar 7) dan titik nyala minyak solar beberapa negara (Tabel 9) serta kebijakan Pemerintah tentang konversi minyak tanah ke gas, maka perlu ditetapkan perubahan titik nyala minyak Solar 48 dari 60°C menjadi 55°C guna memaksimalkan pemanfaatan fraksi ringan dari fraksi solar.

F. Penetapan Distilasi

Distilasi minyak solar menunjukkan volatilitas bahan bakar yang memegang peranan penting dalam pembentukan dan evolusi campuran udara bahan bakar selama periode persiapan atau penundaan penyalaan (*ignition delay*). Jika volatilitasnya terlalu tinggi, maka akan terbentuk suatu campuran udara-bahan bakar yang tidak sempurna.

1. Kondisi saat ini

- Spesifikasi minyak Solar 48 dan minyak Solar 51 Indonesia (Tabel 1) menetapkan batasan distilasi

T95 masing-masing maksimum 370°C dan 360°C. Secara umum data distilasi T95 kilang Pertamina disajikan pada Tabel 8.

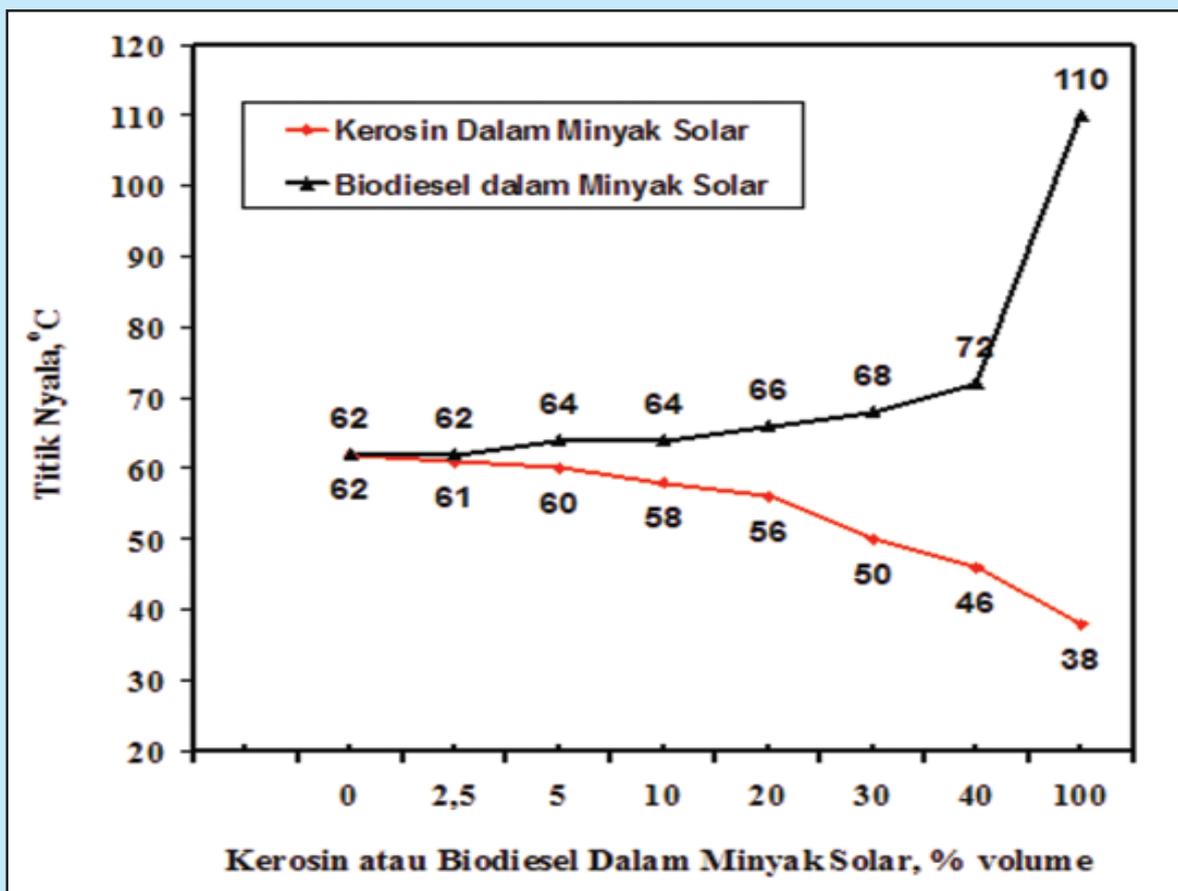
- Hasil pengujian pada mesin statis minyak solar T90 maksimum 370°C dibandingkan minyak solar T95 maksimum adalah tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kinerja mesin.
- Data yang didapat di lapangan (Kilang) menunjukkan bahwa bila distilasi T95 < 360°C akan berdampak pada penurunan produksi minyak Solar 48 secara nyata.

2. Penetapan distilasi

- Menghadapi kebutuhan minyak Solar 48 yang kian meningkat dan terbatasnya kemampuan kilang, disarankan untuk merevisi distilasi T95 maksimum 370°C diubah menjadi T90 maksimum 370°C.

Tabel 9
Referensi titik nyala bahan bakar diesel

No.	Negara/Spesifikasi Bahan Bakar Diesel	Titik Nyala, Minimum
1	Indonesia - Minyak Solar 48	60°C
	- Minyak Solar 51	55°C
2	WWFC - Kategori 1, 2, 3, 4	55°C
	- Winter	38°C
3	ASTM D - No. 1D	55°C
	- No. 2D	52°C
4	EUROPE LSD #2	55°C
5	India - Spesifikasi Nasional	35°C
	- Aplikasi Kilang	36°C
6	US LD #2	52°C
7	Amerika (EMA/TMC)	52°C



Gambar 7
Hasil Uji Kandungan Biodiesel atau Kerosin dalam Minyak Solar Terhadap Titik Nyala

Tabel 10
Usulan Pengembangan Spesifikasi Minyak Solar Berangka Setana minimum 48 Indonesia

Karakteristik	Unit	Spesifikasi Minyak Solar 48 (SK Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006)		Usulan Spesifikasi Minyak Solar 48 Tahun 2010		Metode Uji ASTM/Lain
		Min.	Maks.	Min	Maks.	
Angka Setana		48	-	48	-	D 613
Indeks stana		45	-	45	-	D 4737/D 976
Berat jenis pada 15°C	kg/m ³	815	870	815	870	D 1298/D 4052
Viskositas pada 40°C	mm ² /s	2	5	2	5	D 445
Kandungan sulfur	% m/m	-	0,35 ²⁾	-	0,30 ¹⁾	D 2622
Distilasi						D 86
T90		-	-	-	370	
T95	°C	-	370	-	-	
Titik Nyala	°C	60	-	55	-	D 93
Titik Tuang	°C	-	18	-	18	D 97
Residu Karbon	% m/m	-	0,1	-	0,1	D 4530
Kandungan Air	mg/kg	-	500	-	500	D 1744
Stabilitas Oksidasi	g/m ³	-	25	-	25	D 2274
Biological Growth ^{*)}	-	Nihil		Nihil		
Kandungan FAME ¹⁾	% v/v	-	10	-	10	
Kandungan Metanol dan Etanol ¹⁾	% v/v	Tak terdeteksi			Tak terdeteksi	D 4815
Korosi Bilah Tembaga	Merit	-	kelas 1	-	kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% m/m	-	0,01	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	-	0,01	D 473
Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	-	0	D 664
Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0,5	-	0,5	D 664
Partikulat	mg/l	-	-	-	-	D 2276
Lubrisitas (HFFR scar dia @ 60°C)		-	-	-	460 [*]	D 6079
Penampilan Visual	-	Jernih dan terang		Jernih dan terang		Jernih dan terang

*) Bila mengandung FAME

Tabel 11
Usulan Penetapan Kandungan Aromatik Dalam Spesifikasi Minyak Solar 51

Karakteristik	Unit	Spesifikasi Minyak Solar 51 (SK Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006)		Usulan Spesifikasi Minyak Solar 51 Tahun 2010		Metode Uji ASTM/Lain
		Min.	Maks.	Min.	Maks.	
PAH content	% volume	-	-	-	15	D 5186
Total aromatik	% volume	-	-	-	40	D 5186

V. KESIMPULAN

Dari data-data yang diuraikan di atas, maka diusulkan perubahan beberapa karakteristik minyak solar sebagai berikut:

1. Sebagai pertimbangan adalah data Distilasi T90 dan T95 negara-negara ASEAN, data lapangan (Kilang) menunjukkan bahwa apabila distilasi T95 < 360°C berdampak pada penurunan produksi minyak Solar 48 secara nyata, terbatasnya kemampuan kilang dalam negeri saat ini, kebutuhan minyak solar dalam negeri dipenuhi dari impor dan hasil pengujian pada mesin statis minyak solar T90 maksimum 370°C dibandingkan minyak solar T95 maksimum adalah tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kinerja mesin. Oleh sebab perlu dikaji ulang karakteristik suhu distilasi T95 maksimum 370°C diubah menjadi T90 maksimum 370°C spesifikasi minyak Solar 48.
2. Kandungan sulfur spesifikasi minyak Solar 48 maksimum 3500 ppm dapat diturunkan menjadi 3000 ppm bila dipasarkan BioSolar.
3. Spesifikasi minyak solar 51 tetap menetapkan sifat lubrisitas maksimum 460 mikron.

4. Menetapkan batasan kandungan poliaromatik hidrokarbon (PAH) dan total aromatik dalam spesifikasi minyak Solar 51. Kini telah disiapkan metode uji dengan ketelitian dan kecermatan yang tinggi, serta penetapan batas-batas keterulangan dan ketersalinan hasil uji.

KEPUSTAKAAN

1. ACEA, Alliance, EMA, JAMA, 2006, "World-wide Fuel Charter".
2. Dirjen Migas, 2006, "Spesifikasi bahan bakar minyak jenis minyak Solar 48", Jakarta 17 Maret 2006.
3. Keith Owen dan Steven Coley, 2007, Automotive Fuels Reference Book, Edisi Kedua, Society of Automotive Engineers Inc., Warrendale, Amerika Serikat.
4. Petroleum Association of Japan, 1999, "Petroleum Toward Harmonization with Environment", PAJ, Tokyo.
5. Robert Bosch, 2009 "G. Uniform Engine Fuel and Automotive Lubricants Regulation" Handbook.