

Pengaruh Penggunaan LCO Sebagai Komponen Minyak Solar terhadap Sifat-sifat Fisika/Kimia Minyak Solar

Oleh:
Emi Yuliarita

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya populasi kendaraan bermotor bermesin diesel di Indonesia dan ditambah dengan banyaknya industri-industri yang menggunakan minyak solar sebagai bahan bakarnya, menyebabkan kebutuhan minyak solar dalam negeri meningkat dari tahun ke tahun. Sementara itu, persediaan minyak solar dalam negeri tidak mencukupi, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut Indonesia terpaksa mengimpor minyak solar.

Di sisi lain tersedianya komponen *Light Cycle Oil* (LCO) dalam jumlah yang cukup besar di kilang Unit Pengolahan Pertamina UP VI Balongan. Komponen ini belum dapat dimanfaatkan secara optimal, sehingga dalam upaya meningkatkan produksi minyak solar dapat dijadikan pertimbangan sebagai komponen pencampur minyak solar pada persentase volume tertentu.

Perubahan komposisi komponen minyak solar akibat penambahan LCO sebagai campuran minyak solar tentu akan diikuti oleh perubahan sifat-sifat fisika/kimia minyak solar tersebut. Berdasarkan hal di atas maka perlu dilakukan suatu penelitian terhadap perubahan sifat-sifat fisika/kimia minyak solar setelah pencampuran LCO ke dalam minyak solar, sehingga diketahui sejauh mana pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan sifat-sifat fisika/kimia sehingga campuran minyak solar (minyak solar modifikasi) itu masih memenuhi spesifikasi minyak solar Indonesia.

Evaluasi hasil uji sifat-sifat fisika/kimia minyak solar modifikasi dilakukan dengan membandingkannya dengan spesifikasi minyak solar yang ditetapkan menurut Surat Keputusan Dirjen Migas No. 113K/72/DJM/1999 tanggal 27 Oktober 1999.

II. TINJAUAN UMUM

A. Minyak solar

Minyak solar adalah jenis bahan bakar minyak motor diesel, merupakan distilat tengah dari hasil

pengolahan minyak bumi yang merupakan campuran senyawa hidrokarbon dengan trayek didih antara 150°C dan 400°C, dengan atau tanpa tambahan aditif. Bahan bakar ini berwarna kuning kecoklatan yang jernih.

Minyak solar merupakan jenis bahan bakar minyak yang sifat penguapannya rendah, sehingga cocok digunakan untuk mesin diesel putaran tinggi (di atas 1000 rpm), beban relatif berat dan kecepatan bervariasi. Minyak solar dikenal juga dengan nama *Gas Oil* (GO), *Automotive Diesel Oil* (ADO) atau *High Speed Diesel* (HSD).

Dalam penggunaan bahan bakar minyak solar perlu diketahui karakteristik spesifikasinya antara lain: berat jenis (*density*), nilai kalori, kekentalan (*viscosity*), distilasi (*distillation*), titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), angka setana (*cetane number*), residu karbon (*condradson carbon residue*). Spesifikasi minyak solar yang dipasarkan disajikan pada Tabel 1. Spesifikasi ini disusun dengan memperhatikan perkembangan teknologi permesinan, kemampuan produsen dan kepentingan konsumen.

B. *Light Cycle Oil* (LCO)

LCO (*Light Cycle Oil*) adalah salah satu produk hasil distilasi minyak bumi yang dihasilkan oleh kilang Unit Pengolahan Pertamina UP VI Balongan. Komponen ini merupakan hasil samping yang jumlahnya cukup besar dan belum dapat dimanfaatkan secara optimal sehingga sebagian besar dijual dengan harga relatif murah. Komponen ini mempunyai densitas yang tinggi serta viskositas kinematikanya sangat rendah sehingga mirip dengan air. LCO mempunyai warna hitam/ gelap karena residu karbonnya cukup tinggi dan titik tuang yang rendah. LCO merupakan fraksi yang lebih berat dari fraksi minyak solar.

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

A. Bahan

Minyak solar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kilang Unit Pengolahan Pertamina UP IV

Cilacap yang diberi kode MS-c. Sedangkan LCO yang digunakan berasal dari Unit Pengolahan Pertamina UP VI Balongan. Hasil analisis sifat-sifat fisika/kimia LCO disajikan pada Tabel 2.

B. Metodologi

Penelitian pengaruh penggunaan LCO sebagai komponen minyak solar terhadap sifat-sifat fisika/kimia minyak solar dalam upaya meningkatkan produksi minyak solar dalam negeri dilakukan dengan melakukan penambahan LCO ke dalam beberapa percontoh minyak solar dengan volume penambahan yang bervariasi. Sebelum dilakukan pencampuran, antara komponen LCO dan minyak solar terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap sifat-sifat fisika/kimia LCO sebagai dasar kajian dalam penambahan LCO ke dalam minyak solar. Selanjutnya ke dalam masing-

masing percontoh minyak solar ditambahkan komponen LCO sebanyak 2,5%, 5,0%, 7,5% dan 10% volume penambahan, sehingga didapatkan minyak solar modifikasi (MS-c). Masing-masing minyak solar modifikasi tersebut diberi kode berturut-turut MS-c₁, MS-c₂, MS-c₃ dan MS-c₄.

Selanjutnya dilakukan pengujian sifat-sifat fisika/kimia terhadap masing-masing percontoh minyak solar modifikasi yang meliputi pengujian densitas, angka setana, viskositas kinematik, titik tuang, titik nyala, distilasi, kandungan belerang, kandungan abu, kandungan air, residu karbon, bilangan netralisasi dan warna. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil uji sifat-sifat fisika/kimia masing-masing minyak solar modifikasi dengan spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah. Masing-masing komposisi

Tabel 1
Spesifikasi minyak solar

No.	Sifat-sifat	Batasan Spesifikasi		Metode Uji ASTM
		Minimum	Maksimum	
1	Densitas pada 15°C, kg/m ³	820	870	D-1298
2	Angka setana	45		D-613
3	Viskositas kinematik pada 37,8°C, mm ² /sec	1,6	5,8	D-445
4	Titik tuang, °C		18	D-97
5	Titik nyala PMcc, °C	60		D-93
6	Perolehan distilat pada 300°C	40		D-86
7	Kandungan belerang, % berat		0,5	D-1552
8	Korosi lempeng tembaga		No.1	D-130
9	Residu karbon, % massa		0,1	D-189
10	Kandungan abu, % berat		0,01	D-482
11	Kandungan air, % volume		0,05	D-95
12	Kandungan sedimen, % berat		0,01	D-473
13	Bilangan netralisasi			D-664
	Asam kuat, mg KOH/ gr		No1	
	Asam total, mg KOH/ gr		0,6	
14	Warna		3,0	D-1500

Keterangan:

Spesifikasi minyak solar menurut Surat Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi no. 133K/72/DJM/1999 tanggal 27 Oktober 1999.

Tabel 2
Hasil pengujian sifat-sifat fisika/kimia LCO

No.	Sifat-sifat	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji ASTM
1	Densitas pada 15°C	Kg/m ³	959	D-1298
2	Viskositas kinematik pada 37,8°C	Mm/sec	3,203	D-445
3	Titik tuang	°C	-24	D-97
4	Kandungan belerang	% berat	0,160	D-1551
5	Korosi bilah tembaga pada 100°C/3 jam		1.a	D-130
6	Residu karbon kondradson	% berat	0,993	D-189
7	Kandungan abu	% berat	0,001	D-482
8	Kandungan air	% volume	<i>Trace</i>	D-95
9	Kandungan sedimen	% berat	0,000	D-473

Tabel 3
Komposisi minyak solar modifikasi

No.	Kode	Nama Percontoh	Komposisi Campuran
1	MS-c	Minyak solar eks Cilacap	100% Minyak solar
2	MS- c ₁	Minyak solar modifikasi-1	2,5% vol. LCO + 97,5% MS-c
3	MS- c ₂	Minyak solar modifikasi-2	5,0% vol. LCO + 95,0% MS-c
4	MS- c ₃	Minyak solar modifikasi-3	7,5% vol. LCO + 97,5% MS-c
5	MS- c ₄	Minyak solar modifikasi-4	10 % vol. LCO + 90,0% MS-c

minyak solar modifikasi disajikan pada Tabel 3. Sedangkan hasil uji sifat-sifat fisika/kimia minyak solar modifikasi masing-masing disajikan pada Tabel 4.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat-Sifat Fisika/Kimia

Pada prinsipnya minyak solar mempunyai sifat-sifat fisika/kimia saling mempengaruhi satu sama lainnya, sehingga tidak mungkin memilih salah satu sifat-sifat fisika kimia tanpa pertimbangan sifat fisika/kimia yang lain.

1. Densitas

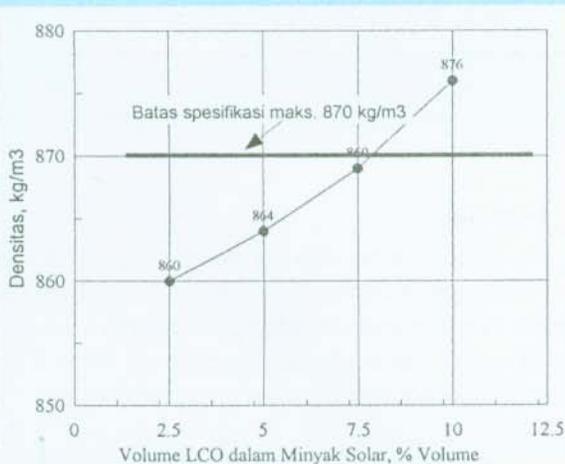
Pada prinsipnya minyak solar yang mempunyai densitas tinggi mempunyai nilai kalor tinggi. Nilai kalor sangat berpengaruh terhadap pembakaran minyak solar di ruang bakar mesin. Spesifikasi minyak solar memberikan batasan densitas antara 820 kg/m³ – 870 kg/m³.

Hasil uji densitas minyak solar modifikasi masing-masing adalah 860 kg/m³, 864 kg/m³, 869 kg/m³ dan 876 kg/m³. Penambahan LCO minyak solar tipikal menaikkan densitasnya seperti disajikan pada Tabel 4

Tabel 4
Hasil pengujian sifat-sifat fisika/kimia minyak solar modifikasi

No.	Sifat-sifat	Hasil analisis minyak solar modifikasi				Spesifikasi ¹⁾		Metode Uji ASTM
		MS-c ₁	MS- c ₂	MS- c ₃	MS- c ₄	Min	Maks	
1	Densitas pada 15°C, kg/m ³	860	864	869	876	820	870	D-1298
2	Angka setana	52,6	52,2	51,8	51,4	45		D-613
3	Viskositas kinematik pada 37,8°C, mm ² /sec	4,6	4,5	4,48	4,39	1,6	5,8	D-445
4	Titik tuang, °C	11	10	9	9		18	D-97
5	Titik nyala PMcc, °C	86	84	83	82	60		D-93
6	Perolehan distilat pada 300°C	47,5	48,5	50	51	40		D-86
7	Kandungan belerang, % berat	0,188	0,183	0,170	0,168		0,5	D-1552
8	Korosi lempeng tembaga	1.a	1.a	1.a	1.a		No.1	D-130
9	Residu karbon, % massa	0,065	0,082	0,100	0,117		0,1	D-189
10	Kandungan abu, % berat	0,001	0,001	0,001	0,001		0,01	D-482
11	Kandungan air, % volume	Trace	Trace	Trace	Trace		0,05	D-95
12	Kandungan sedimen, % berat	0,0	0,0	0,0	0,0		0,01	D-473
13	Bilangan netralisasi:							D-664
	Asam kuat, mg KOH/ gr	Nil	Nil	Nil	Nil		Nil	
	Asam total, mg KOH/ gr	0,08	0,08	0,050	0,052		0,6	
14	Warna	L.1.5	L.1.5	L.3.0	L.3.5		3,0	D-1500

Keterangan:
Spesifikasi minyak solar menurut Surat Keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi no. 133K/72/DJM/1999 tanggal 27 Oktober 1999.



Gambar 1
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan densitas

dan kecenderungan penurunan densitas akibat penambahan % volume LCO disajikan pada Gambar 1. Pada penambahan sampai 7,5% volume LCO, minyak solar masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah, namun kenaikan densitas pada penambahan 10% volume LCO ke dalam minyak solar tipikal sudah tidak memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan Pemerintah.

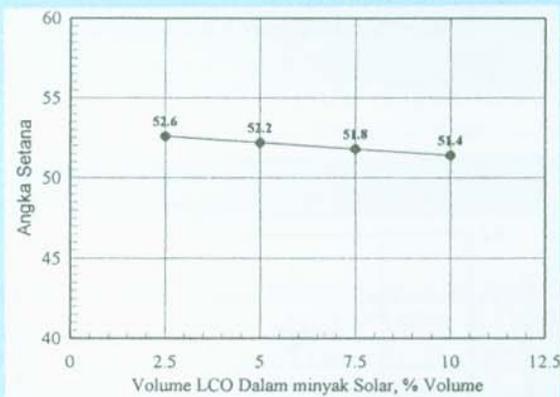
2. Angka Setana

Kualitas minyak solar terhadap kecepatan penyalannya dinyatakan dengan angka setana. Makin tinggi angka setana, makin pendek waktu penyalan yang diperlukan, sehingga angka setana dapat dipakai sebagai parameter yang menunjukkan tingkat kepekaan minyak solar terhadap detonasi yang terjadi pada motor diesel. Spesifikasi minyak solar memberikan batasan angka setana minimum 45 (Tabel 1).

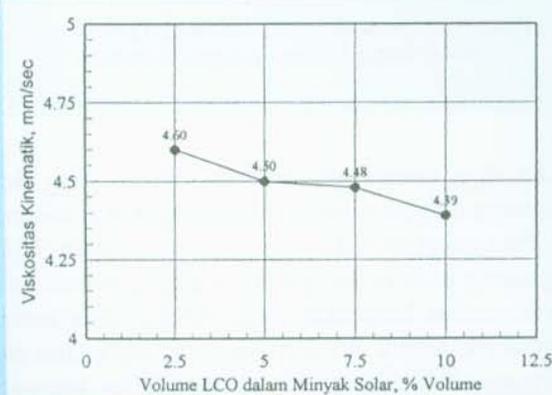
Hasil uji angka setana masing-masing minyak solar modifikasi adalah berturut-turut 52,6; 52,2; 51,8 dan 51,4 (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar tipikal menurunkan angka setana. Penurunan angka setana pada penambahan sampai 10% volume LCO ke dalam minyak solar masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan Pemerintah. Kecenderungan penurunan akibat penambahan persentase LCO disajikan pada Gambar 2.

3. Viskositas Kinematik

Spesifikasi minyak solar memberikan batasan viskositas kinematik (*kinematic viscosity*) antara 1,6



Gambar 2
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan angka setana



Gambar 3
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan viskositas kinematik

– 5,8 mm²/sec; Tabel 1). Batasan maksimum pada viskositas dimaksudkan agar pompa injektor bahan bakar motor diesel ini dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Bila viskositas terlalu tinggi, akan menyebabkan pemompaan bahan bakar lebih sulit dan kemampuan penetrasi dari atomisasi bahan bakar berkurang.

Hasil uji viskositas masing-masing minyak solar modifikasi adalah 4,60 mm²/sec; 4,50 mm²/sec; 4,48 mm²/sec dan 4,39 mm²/sec (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar menurunkan viskositas kinematik. Penurunan viskositas kinematik pada penambahan sampai 10% volume LCO ke dalam minyak solar tipikal masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah. Kecenderungan penurunan viskositas kinematik akibat penambahan % volume LCO disajikan pada Gambar 3.

4. Titik Tuang

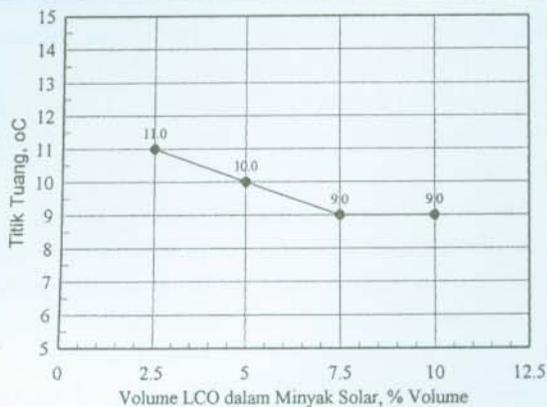
Suatu bahan bakar harus dapat mengalir pada temperatur udara sekeliling paling rendah pada pemakaiannya pada motor diesel. Temperatur di mana minyak solar dapat mengalir karena beratnya sendiri disebut titik tuang. Spesifikasi minyak solar memberikan batasan titik tuang maksimum 18°C (Tabel 1).

Hasil uji titik tuang masing-masing minyak solar modifikasi adalah 11°C; 10°C; 9°C dan 9°C (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar menurunkan titik tuang. Penurunan titik tuang pada penambahan sampai 10% volume minyak tanah ke dalam minyak solar tipikal masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah. Kecenderungan penurunan titik tuang akibat penambahan % volume LCO disajikan pada Gambar 4.

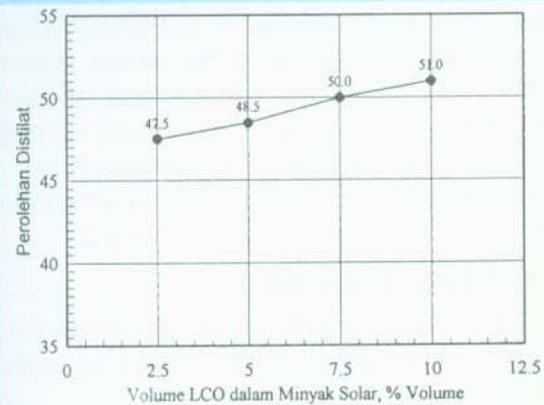
5. Titik Nyala

Spesifikasi minyak solar memberikan batasan titik nyala maksimum 60°C (Tabel 1). Titik nyala diperlukan untuk pengamanan (*safety*) selama penanganan dan penyimpanan (*handling and storage*) minyak solar tersebut dan tidak berhubungan langsung dengan kualitas minyak solar. Tetapi perubahan titik nyala minyak solar selama penanganan dan penyimpanan merupakan indikasi terjadinya perubahan mutu minyak solar.

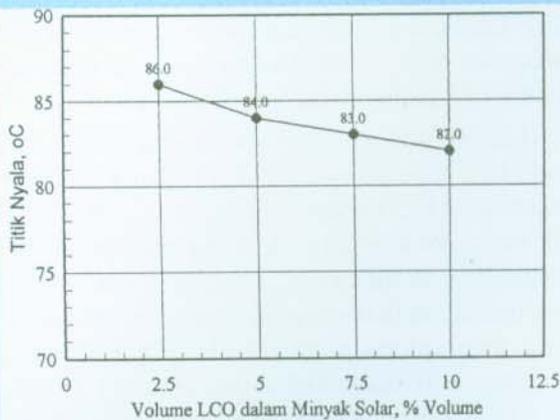
Hasil uji titik nyala masing-masing minyak solar adalah 86°C; 84°C; 83°C dan 82°C. Penambahan LCO ke dalam minyak solar menurunkan titik nyala. Penurunan titik nyala pada penambahan sampai 10% volume LCO ke dalam minyak solar tipikal masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan



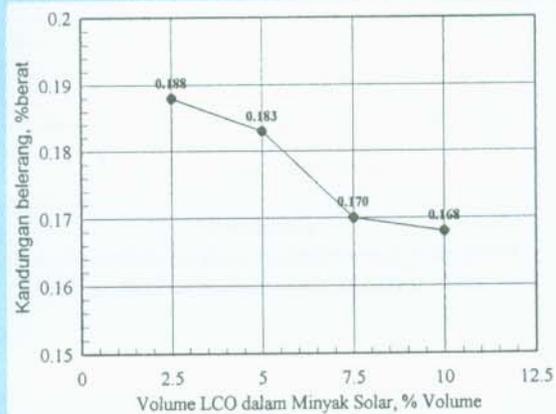
Gambar 4
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan titik tuang



Gambar 6
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan distilat



Gambar 5
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan titik nyala



Gambar 7
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap kandungan belerang

Pemerintah. Kecenderungan penurunan titik nyala akibat penambahan persentase volume LCO disajikan pada Gambar 5.

6. Perolehan Distilat

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*). Jika sifat penguapan bahan bakar terlalu tinggi,

maka akan terbentuk suatu campuran yang tidak sempurna dengan udara masuk ruang bakar mesin.

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/otomotif, bahan bakar yang sifat penguapannya lebih tinggi akan memberikan kinerja yang lebih baik.

Hasil uji perolehan distilat masing-masing minyak solar modifikasi adalah 47,5%; 48,5%; 50,0% dan 51,0% volume (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar meningkatkan perolehan distilat. Peningkatan distilat pada penambahan sampai 10% volume LCO ke dalam minyak solar tipikal masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan Pemerintah. Kecenderungan peningkatan perolehan distilat akibat penambahan persentase volume LCO disajikan pada Gambar 6.

7. Kandungan Belerang

Kandungan belerang (*sulphur content*) yang terdapat di dalam minyak solar pada umumnya disebabkan dari minyak mentah asal bahan bakar tersebut. Pada aplikasinya di mesin, minyak solar yang mengandung belerang berkadar yang tinggi, dapat menimbulkan kerugian-kerugian karena gas buangnya menghasilkan oksida belerang (SOx) yang bila terdapat uap air pada suhu tinggi akan terbentuk asam sulfat yang bersifat korosif. Spesifikasi minyak solar memberikan batasan kandungan belerang maksimum 0,5% massa.

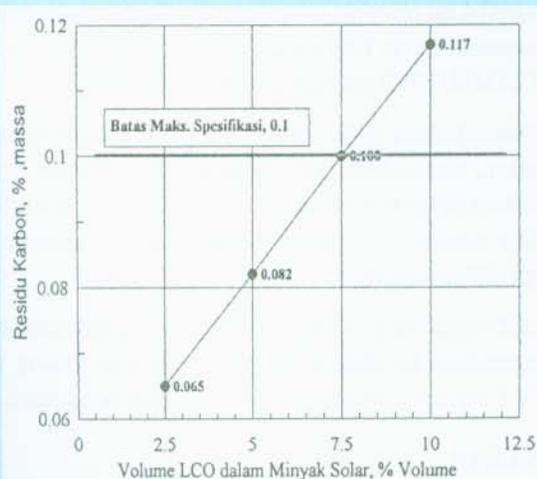
Hasil uji kandungan belerang masing-masing minyak solar modifikasi adalah 0,188%; 0,183%; 0,170% dan 0,168% massa (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar menurunkan kandungan belerang. Penurunan kandungan belerang pada

penambahan sampai 10% volume LCO ke dalam minyak solar tipikal masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan Pemerintah. Kecenderungan penurunan kandungan belerang akibat penambahan persentase volume LCO disajikan pada Gambar 7.

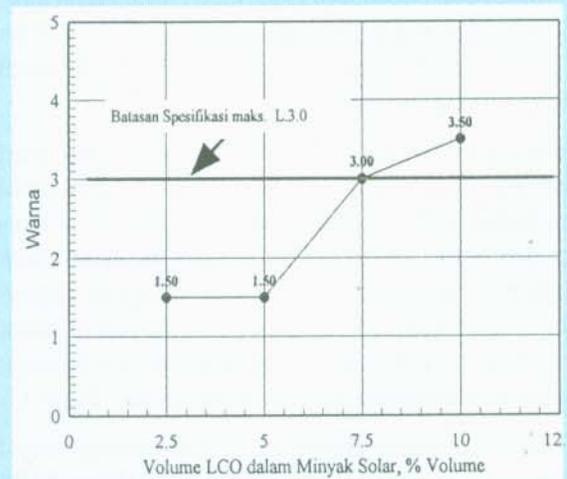
8. Residu Karbon

Kotoran yang terdapat di dalam ruang bakar motor diesel dapat juga berasal dari fraksi berat yang terdapat dalam minyak solar yang diidentifikasi dengan pengujian residu karbon (*Conradson Carbon Residue; CCR*). Endapan CCR ini akan terbentuk cukup banyak bila minyak solar tersebut tidak terbakar sempurna. Oleh sebab itu, residu karbon yang terdapat di dalam minyak solar harus dibatasi maksimum 0,1 % massa.

Hasil uji CCR masing-masing minyak solar modifikasi adalah 0,065%; 0,082%; 0,100% dan 0,117% massa (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar meningkatkan residu. Peningkat residu pada penambahan sampai 7,5% volume LCO ke dalam minyak solar tipikal masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah. Sedangkan penambahan 10% volume LCO ke dalam minyak solar memberikan hasil CCR yang menyimpang dari spesifikasinya. Kecenderungan peningkatan residu karbon akibat penambahan persentase volume LCO disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan residu karbon



Gambar 9
Pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap perubahan warna

9. Kandungan Abu dan Sedimen

Kandungan abu dan sedimen yang terdapat di dalam minyak solar masing-masing dibatasi maksimum 0,01 % massa. Abu yang terdapat di dalam minyak solar akan menimbulkan kerusakan pada pompa injeksi bahan bakar dan nosel-nosel bila kadar kandungan abu melebihi batas maksimum tersebut.

Hasil uji kandungan abu masing-masing minyak solar modifikasi adalah 0,001 % massa dan kandungan sedimen adalah 0,0% massa. Penambahan sampai 10% minyak tanah ke dalam minyak solar tidak mempengaruhi kandungan abu dan sedimen (Table 4).

10. Kandungan Air

Kandungan air (*water content*) yang terdapat di dalam minyak solar dibatasi maksimum 0,05 % volume. Air yang terdispersi di dalam minyak solar tidak menimbulkan kerusakan langsung pada bagian-bagian mesin, tetapi pada kondisi udara yang dingin dapat menyebabkan terbentuknya kristal es sehingga menyumbat *filter* bahan bakar tersebut. Terbentuknya kristal-kristal es dapat terjadi pada daerah yang beriklim dingin.

Hasil uji kandungan air masing-masing minyak solar modifikasi adalah *Trace* (Tabel 4). Penambahan sampai 10% volume LCO ke dalam minyak solar tidak mempengaruhi kandungan air.

11. Bilangan Netralisasi (Asam Kuat dan Asam Total)

Bilangan netralisasi minyak solar adalah suatu identifikasi adanya jumlah asam kuat (*strong acid number, SAN*) dan bilangan asam total (*total acid number, TAN*), diperhitungkan dengan jumlah KOH untuk menetralkan 1 gram minyak.

Bilangan asam total adalah jumlah basa yang dinyatakan di dalam mgr KOH yang diperlukan untuk menentukan kadar semua asam yang ada di dalam 1 gram percontoh. Bilangan asam total harus serendah mungkin untuk memperkecil korosi logam/bagian-bagian motor yang bersentuhan dengan bahan bakar. Spesifikasi minyak solar menetapkan batasan bilangan asam kuat maksimum Nil mgr KOH/gram (Tabel 1).

Hasil uji bilangan asam total masing-masing minyak solar modifikasi adalah 0,08 mg KOH/gr, 0,08 mg KOH/gr, 0,050 mg KOH/gr dan 0,032 mg KOH/gr. Penambahan sampai 10% LCO ke dalam minyak solar masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah seperti disajikan pada Tabel 4.

12. Warna

Warna (*colour*) minyak solar tidak berpengaruh terhadap kualitas minyak solar tetapi perubahan warna merupakan indikasi terjadinya penurunan kualitas minyak solar tersebut.

Hasil uji warna masing-masing minyak solar modifikasi adalah L.1,5; L.1,5; L.3,0 dan L.3,5 (Tabel 4). Penambahan LCO ke dalam minyak solar sangat mempengaruhi tingkat warna dari minyak solar (Tabel 4), di mana pada penambahan 10% volume LCO sudah ke dalam minyak solar tidak memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh penggunaan LCO sebagai komponen minyak solar terhadap sifat-sifat fisika/kimianya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. Terjadi penurunan nilai pada sifat-sifat fisika/kimia untuk angka setana, titik tuang, titik nyala, viskositas kinematik dan kandungan belerang, di mana penurunan yang terjadi pada sifat-sifat di atas masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang berlaku di Indonesia.
2. Terjadi peningkatan nilai pada sifat-sifat densitas, perolehan distilat, residu karbon dan warna, di mana kenaikan nilai yang terjadi untuk sifat-sifat densitas, residu karbon dan warna, pada penambahan 7,5% volume LCO dalam minyak solar masih memenuhi spesifikasi minyak solar yang ditetapkan pemerintah menurut Surat Keputusan Dirjen Migas No. 133K/72/DJM/1999 tanggal 27 Oktober 1999.
3. Penambahan 10% volume LCO ke dalam minyak solar, menyebabkan terjadinya perubahan yang cukup besar terutama pada densitas, residu karbon dan warna sehingga sudah tidak memenuhi spesifikasi minyak solar tersebut di atas.
4. LCO dapat diuji penggunaannya sebagai komponen tambahan ke dalam minyak solar eks kilang UP IV Cilacap maksimum 7,5 % volume penambahan.

B. SARAN

Sebaiknya dilakukan pengujian kinerja minyak solar modifikasi ini di bangku uji multisilinder untuk melihat pengaruh penambahan LCO ke dalam minyak solar terhadap kinerja mesin.

KEPUSTAKAAN

1. Annual Book of ASTM Standars, 1977, *Petroleum Product, Lubricant, and Fossil Fuel*, section 5, volume o.5-01
2. Owen, dan Cooley, 1990, *Automotive Fuel Handbook*, Warrendale, PA 150960001, USA.
3. Spesifikasi Minyak Solar, 1999, Menurut Surat Keputusan Dirjen Migas No. 113.K/72/DJM/1999 tanggal 27 Oktober 1999.
4. Weismann J., 1972, *Main Characteristics of Fuel Oils and Influence on the Functioning of Engines, Furnaces and Other Fuel Utilization*, Lembaga Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS", Jakarta.