

Minyak Solar, Mutu dan Penggunaan

Oleh :

Nur Ahadiat

SARI

Minyak solar merupakan sumber energi yang potensial dalam menunjang kegiatan sektor industri, transportasi maupun penerangan listrik, hingga banyak pihak yang berkepentingan dalam masalah distribusi, mutu serta kemungkinan penghematan konsumsinya. Sifat solar mana yang mempengaruhi mutunya, bagaimana bila dibandingkan dengan mutu minyak solar negara lain, serta kecenderungan pemakaian minyak solar di masa depan merupakan bagian dari tulisan ini.

ABSTRACT

Diesel fuel plays main part as energy resources to support activities in industries, transportations and electricity, it is the reason why its distribution, quality and the possibility of reducing its consumption are the interest of many parties. Which characteristic influence its quality, the differences to other standards and its future tendency are covered in this paper.

I. UMUM

Kualitas minyak solar sebagai bahan bakar motor diesel putaran tinggi sangat menentukan kelancaran operasi, unjuk kerja, usia motor dan juga kebersihan gas buang motor diesel dari unsur pencemar udara.

Minyak solar : adalah salah satu produk-distilasi minyak bumi yang khusus digunakan untuk bahan bakar motor bakar penyalan kompresi (motor diesel) dan di Indonesia minyak solar ditetapkan peraturan Ditjend. Migas No. 002/P/DM/MIGAS/1979.

Pada umumnya minyak solar mengandung belerang dalam kadar tertentu sesuai dengan bahan baku minyak solar tersebut berasal, kadar belerang yang tinggi akan menyebabkan keausan dinding silinder yang lebih cepat. Kebersihan

minyak solar dari partikel debu, logam, baik berasal dari udara maupun proses pengilangan merupakan persyaratan yang perlu dipenuhi, juga stabilitas dan sifat korosip.

Untuk dapat menghasilkan pembakaran yang maksimal dan keausan yang minimal, maka trayek suling, angka cetana dan belerang yang terkandung dalam minyak solar harus dikontrol dengan baik.

Ada beberapa pihak yang sangat berkepentingan dengan mutu minyak solar dipandang dari sudut keterlibatannya, sifat-sifat minyak solar mana yang lebih dominan dalam kualitas pembakaran minyak solar.

Kalangan pengilangan minyak berpendapat bahwa kualitas pembakaran minyak solar ditentukan oleh: angka cetana; sifat penguapan bahan

bakar; berat jenis dan viskositas; endapan karbon (conradson)

Menurut para teknisi motor diesel, kualitas pembakaran ditentukan oleh : selang penyalaan, tekanan puncak pada ruang bakar; tekanan puncak yang terjadi pada pembakaran kecenderungan penyumbatan/titik kabut dan batasan emisi gas buang yang diizinkan.

Sedangkan para pemakai berpendapat kualitas pembakaran ditentukan oleh : angka kebi-singan; emisi gas buang yang nampak; sifat hemat; mudah menyala pada suhu rendah dan perawatan yang ekonomis.

Di samping itu para pemakai motor diesel menilai baik tidaknya minyak solar dari : kemampuan beroperasi pada suhu rendah; asap putih pada suhu rendah; asap hitam yang ditimbulkan; dapat berekselerasi dengan mudah dan hemat pemakaiannya.

Untuk memudahkan pengangkutan dan penimbunan harus diperhatikan beberapa persyaratan yang menyangkut; titik nyala, titik tuang, titik kabut, viskositas, stabilitas, tidak korosip dan kemungkinan tumbuhnya bakteri. Namun demikian secara teknis kualitas pembakaran motor diesel dipengaruhi oleh : angka cetana; trayek suling; berat jenis; nilai panas.

II. SIFAT-SIFAT MINYAK SOLAR

A. Nilai Panas

Nilai panas bahan bakar diukur pada bomb kalorimeter dan dari hasil pengukuran dimasukkan dalam suatu rumus perhitungan:

$$\text{Nilai panas} = \frac{8100 C + 3400 (H-0/8)}{100} \text{ kcal/kg}$$

Nilai H, C dan O dinyatakan dalam persentase berat setiap unsur yang terkandung dalam satu kilogram bahan bakar.

Hasil perhitungan tersebut merupakan suatu nilai panas kotor (gross heat value) suatu bahan bakar di mana termasuk di dalamnya panas laten dari uap air yang terbentuk pada pembakaran hydrogen dari bahan bakar. Selisih nilai panas kotor dan panas bersih umumnya berkisar antara 600-700 kcal/kg tergantung besar presentase hydrogen yang ikut terbakar.

Secara kasar nilai panas suatu bahan bakar

dapat diperkirakan dari berat jenis yang bersangkutan.

- berat jenis pada 15°C 0,85 0,87, 0,89 0,91 0,93
- nilai panas kotor (kcal/kg) 10900 10800 10700 10600 10500

Menurut spesifikasi, minyak solar Indonesia mempunyai berat jenis antara 0,820 - 0,870 pada 60° F, dengan demikian dapat diperkirakan mempunyai nilai panas kotor minimal 10800 kcal/kg karena semakin rendah berat jenisnya semakin tinggi nilai panas kotornya dan berdasarkan pengukuran laboratorium minyak solar berat jenis 0,8521 dengan nilai panas kotor 10917 kcal/kg (lihat tabel no. 1).

Bila berat jenis bahan bakar yang diukur tidak tepat pada 15° C maka untuk setiap penambahan/pengurangan satu derajat Celcius (1° C) dapat ditambahkan/dikurangkan nilai koreksi sebesar 0,00063 kcal/kg agar didapat nilai yang setara dengan nilai panas kotor pada 15° C. Dari segi nilai panas sendiri, bahan bakar dengan berat jenis yang rendah akan memberikan spesifik konsumsi yang tinggi, namun demikian bahan bakar memiliki sifat-sifat yang saling mempengaruhi satu dengan yang lain, sehingga tak mungkin mengunggulkan suatu sifat tanpa memperhitungkan pengaruhnya terhadap sifat lainnya dan umumnya setiap sifat mempunyai harga minimum dan maksimum.

B. Penyalaan Kasip

Dalam ruang bakar, minyak solar yang dikabut akan terbakar bila ruang bakar yang terkompresi mempunyai temperatur lebih tinggi dari temperatur penyalaan bahan bakar tersebut, tetapi walaupun kondisi tersebut telah terpenuhi, bahan bakar tersebut tidak menyala dengan seketika sehingga ada selang waktu antara saat penyemprotan bahan bakar dan saat bahan bakar tersebut menyala yang biasa disebut penyalaan kasip (*ignation delay*). Gejala penyalaan kasip ini harus diusahakan sesingkat mungkin agar terjadi pembakaran yang sempurna dan hal ini dapat dilakukan baik dari bahan bakar itu sendiri maupun dari segi konstruksi ruang bakarnya (lihat Motor Diesel LPL No. 4/1986). Penyalaan kasip dapat diukur dengan indikator diagram pada oscilloscope yang menggambarkan saat penyemprotan bahan bakar, gerak katup dan

saat peningkatan tekanan pada ruang bakar terhadap gerak poros engkol (lihat gambar No. 1).

C. Indeks Diesel

Waktu yang diperlukan untuk mula terjadinya pembakaran pada ruang bakar motor diesel yang diukur sesaat setelah penyalaan terjadi disebut sebagai mutu penyalaan (*ignition quality*). Semakin cepat pembakaran terjadi, bertambah tinggi tekanan yang dibangkitkan berarti mutu penyalaan bahan bakar itu semakin baik dan demikian sebaliknya, kelancaran putaran motor dan kemudahan hidup pada keadaan dingin merupakan ciri lain dari mutu penyalaan yang baik. Mutu penyalaan dinyatakan oleh nilai indeks diesel maupun angka cetana.

$$\text{Indeks Diesel} = \frac{G \times A}{100}$$

bahwa: G = berat jenis minyak solar pada 60°F yang diukur dengan hidrometer

A = titik anilin dalam °F.

D. Titik Anilin

Titik yang menunjukkan suhu terendah saat di mana dalam volume yang sama distilasi anilin dan bahan bakar bersangkutan bercampur dengan sempurna.

Titik anilin yang rendah menunjukkan bahwa minyak solar tersebut mempunyai angka setana yang rendah dan memiliki kadar aromatik yang tinggi.

E. Angka Setana

Angka setana menunjukkan mudah tidaknya suatu minyak solar menyala bila disemprotkan dalam ruang bakar motor diesel yang bertekanan tinggi, semakin tinggi angka setana semakin singkat penyalaan kasip dan semakin cepat peningkatan tekanan yang terjadi pada ruang bakar dan semakin kecil pula kemungkinan terjadinya ketukan diesel di samping itu angka kebisingannya pun semakin rendah.

Angka setana diperoleh dengan jalan membandingkan kesamaan sifat pembakaran suatu bahan bakar motor diesel pada motor uji CFR/F5 dengan sifat pembakaran campuran setana $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ yang mempunyai angka setana = 100 dan alpha-metilnaptalena $\text{CH}_3\text{C}_{10}\text{H}_7$

yang mempunyai angka setana = nol. Angka setana bahan bakar langsung dinyatakan oleh besarnya persentase volume setana (dibulatkan ke atas) dalam campuran tersebut yang memiliki kesamaan nilai penyalaan kasip dan dengan sendirinya memiliki mutu penyalaan yang sama dengan bahan bakar yang diuji.

Penggunaan angka setana lebih cocok sebagai angka pengenalan bahan bakar motor diesel putaran tinggi (*High Speed Diesel*) dibandingkan dengan motor diesel bahari yang putaran rendah yang di Indonesia dikenal dengan minyak diesel atau marine diesel oil sedangkan untuk putaran tinggi dikenal dengan minyak solar. Bahan bakar dengan angka setana tinggi bila digunakan pada motor diesel putaran rendah terkadang menimbulkan kerak karbon yang keras pada katup buang, temperatur gas buang yang tinggi dan secara umum terjadi pembakaran tidak sempurna, hal ini mungkin diakibatkan pembakaran yang cepat di sekitar katup buang.

Angka setana dapat juga dihitung dengan suatu rumus tertentu yang hasilnya dikenal dengan angka setana terhitung. Namun cara ini hanya cocok untuk jenis minyak solar dari hasil penyulingan pertama (straight run), proses perengkahan katalitik atau pun campuran keduanya, tetapi tidak sesuai untuk digunakan pada bahan bakar yang telah diberi aditif untuk menaikkan angka setana ataupun bahan bakar sintesis, alkilat, hidrokarbon murni maupun yang berasal dari produk batubara/tar.

Besarnya angka setana mencerminkan kemampuan minyak solar yang cepat untuk menyala sendiri dalam ruang bakar berkompresi tinggi, sifat ini mempunyai pengaruh pada proses pembakaran hingga motor berjalan dengan halus karena terbatasnya perbedaan tekanan yang timbul pada setiap putaran karena tidak terkendalinya pembakaran pada saat penyalaan kasip.

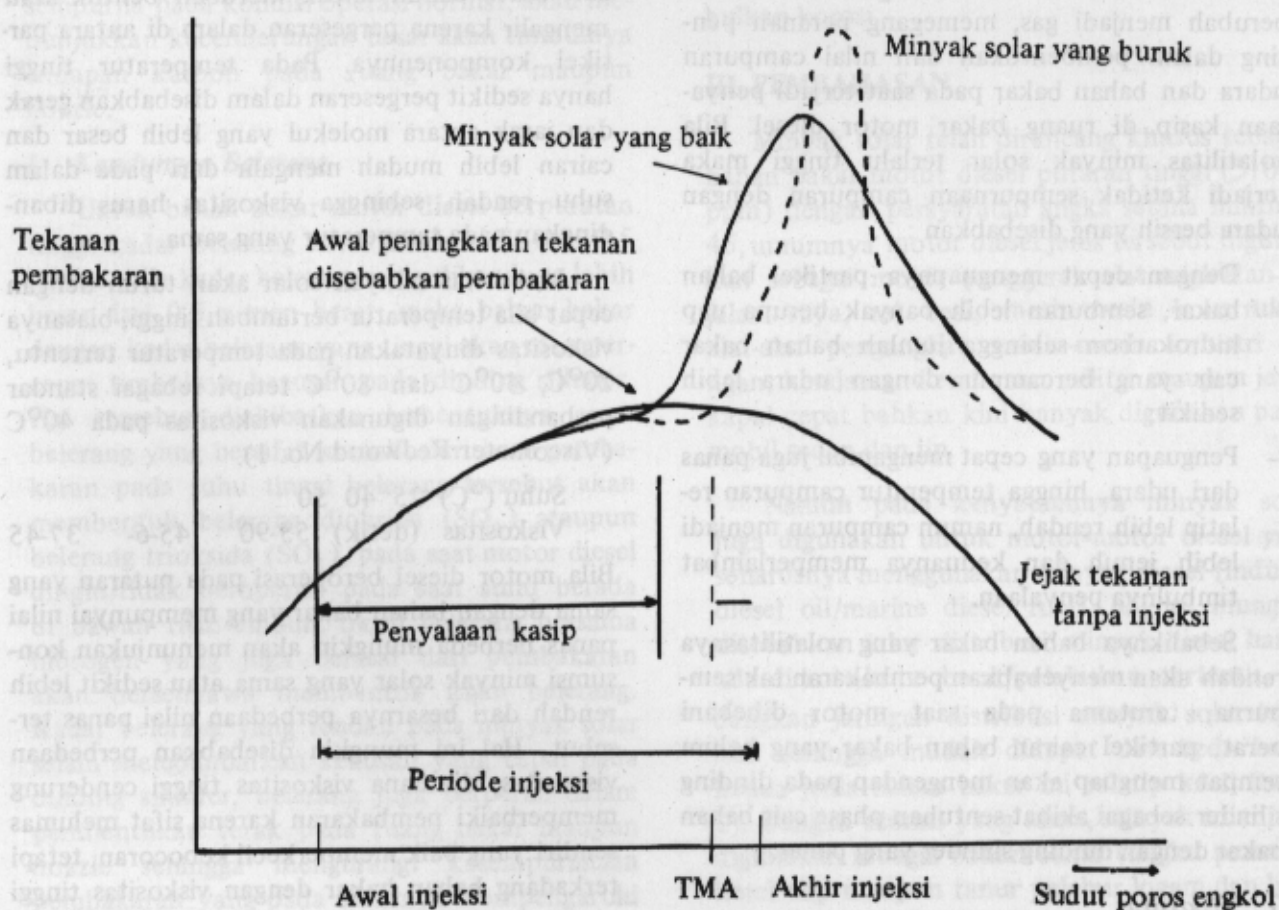
Dari beberapa percobaan yang dilakukan pada sebuah motor diesel dengan bahan bakar berangka setana yang berbeda, maka angka kebisingan semakin tinggi bila angka setana lebih rendah dari 40.

Pada keadaan dingin motor diesel akan sulit dihidupkan karena temperatur udara yang dikompresi lebih rendah dari titik nyala yang di-

Tabel 1
Analisa minyak solar Indonesia

| Sifat | Satuan | 1983 | 1984 | 1986 |
|---------------------|---------|--------|--------|--------|
| Berat jenis 60/60°F | — | 0,8521 | 0,8478 | 0,8616 |
| Viskositas °F | cSt | 4,27 | 4,846 | 4,43 |
| Belerang | % brt. | 0,5 | 0,2047 | 0,22 |
| Angka Setana | — | *) | *) | *) |
| Indeks Setana | — | 52,5 | 59 | 52 |
| Titik Anilin | °F | 165,5 | 171,5 | 160,7 |
| Conradson Carbon | — | 0,002 | 0,0118 | 0,110 |
| Titik Keruh | °C | 12,2 | 17,8 | *) |
| Titik Tuang | °C | 10 | 12,8 | 10 |
| Nilai Panas Kotor | kcal/kg | 10.917 | — | — |

Catan : *) tidak diuji.



Gambar 1. Proses Pembakaran

perluan karena :

- Panas yang hilang pada dinding silinder serta bagian-bagian mesin lainnya pada saat dingin.
- Karena masih dingin minyak lumas masih pekat sehingga putaran mesin agak berkurang hal mana mengubah waktu persinggungan antara udara kompresi dan dinding silinder yang masih dingin.

Rendahnya temperatur dan tekanan pada ruang bakar menyebabkan sulitnya penyalaan sendiri. Hal tersebut dapat di atasi oleh minyak solar berangka setana tinggi dan karena pembakaran terjadi pada phase gas dari bahan bakar, maka volatilitas tinggi pun diperlukan, namun secara teknis hal ini dapat di atasi dengan penggunaan busi pijar (glow plug).

F. Distilasi

Volatilitas atau kecenderungan suatu cairan berubah menjadi gas, memegang peranan penting dalam pembentukan dan nilai campuran udara dan bahan bakar pada saat terjadi penyalaan kasip di ruang bakar motor diesel. Bila volatilitas minyak solar terlalu tinggi maka terjadi ketidak sempurnaan campuran dengan udara bersih yang disebabkan :

- Dengan cepat menguapnya partikel bahan bakar, semburan lebih banyak berupa uap hidrokarbon sehingga jumlah bahan bakar cair yang bercampur dengan udara lebih sedikit;
- Penguapan yang cepat mengambil juga panas dari udara, hingga temperatur campuran relatif lebih rendah, namun campuran menjadi lebih jenuh dan keduanya memperlambat timbulnya penyalaan.

Sebaliknya bahan bakar yang volatilitasnya rendah akan menyebabkan pembakaran tak sempurna, terutama pada saat motor dibebani berat, partikel cairan bahan bakar yang belum sempat menguap akan mengendap pada dinding silinder sebagai akibat sentuhan phase cair bahan bakar dengan dinding silinder yang panas.

G. Viskositas

Viskositas bahan bakar sangat erat kaitannya dengan injeksi dan pengkabutan minyak

solar pada ruang bakar melalui nozzle dan juga menentukan kemudahan pemompaan (*pumpability*) dari tangki kepompa injeksi. Selain itu viskositas berhubungan erat dengan kemampuan melumas sendiri dari minyak solar, sehingga viskositas yang lebih rendah dari yang ditetapkan akan menyebabkan keausan lebih cepat pada dinding silinder ruang bakar maupun torak pompa injeksi dan lubang nozzle. Untuk viskositas yang lebih tinggi mungkin diperlukan perubahan pada injektor atau bahan bakar dipanaskan terlebih dahulu agar pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna. Viskositas pun berkaitan erat dengan berat jenis yang selanjutnya akan mempengaruhi kapasitas pompa injeksi bahan bakar.

| | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Viskositas pada 40°C | 35-50 | 42-76 | 36-107 | (detik) |
| berat jenis | 0,86-0,88 | 0,88-0,90 | 0,90-0,92 | |

secara difinitip viskositas adalah kekompakan dari suatu cairan untuk merubah bentuk atau mengalir karena pergeseran dalam di antara partikel komponennya. Pada temperatur tinggi hanya sedikit pergeseran dalam disebabkan gerak dan jarak antara molekul yang lebih besar dan cairan lebih mudah mengalir dari pada dalam suhu rendah sehingga viskositas harus dibandingkan pada temperatur yang sama.

Viskositas minyak solar akan turun dengan cepat bila temperatur bertambah tinggi, biasanya viskositas dinyatakan pada temperatur tertentu, 20°C, 40°C dan 80°C tetapi sebagai standar perbandingan digunakan viskositas pada 40°C (Viscometer Redwood No. 1).

| | | | |
|-----------|----|----|----|
| Suhu (°C) | 25 | 40 | 50 |
|-----------|----|----|----|

| | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|
| Viskositas (detik) | 55-90 | 45-60 | 37-45 |
|--------------------|-------|-------|-------|

Bila motor diesel beroperasi pada putaran yang sama dengan bahan bakar yang mempunyai nilai panas berbeda mungkin akan menunjukkan konsumsi minyak solar yang sama atau sedikit lebih rendah dari besarnya perbedaan nilai panas tersebut. Hal ini mungkin disebabkan perbedaan viskositas, di mana viskositas tinggi cenderung memperbaiki pembakaran karena sifat melumas sendiri yang baik memperkecil kebocoran, tetapi terkadang bahan bakar dengan viskositas tinggi mempunyai nilai panas yang rendah, namun demikian mutu penyalaan minyak solar tersebut juga akan mempengaruhi konsumsi.

H. Endapan Karbon

Jumlah endapan/terak karbon pada bahan bakar biasa diukur dengan *methode conradson* atau *ramabotton* di mana cara yang disebut belakangan mempunyai keunggulan karena kondisi evaporasinya lebih mudah dikendalikan. Dengan metoda tersebut diukur jumlah endapan yang tersisa setelah bahan bakar diuapkan dalam suatu ruangan tertutup pada suatu kondisi tertentu. Dengan demikian dapat diperkirakan kecenderungan timbulnya endapan karbon pada nozzle maupun ruang bakar motor diesel yang menggunakan minyak solar tersebut. Walau hubungan antara besarnya nilai endapan karbon suatu bahan bakar dengan endapan karbon yang terjadi pada nozzle dan ruang bakar motor diesel belum begitu jelas, namun minyak solar yang mengandung sejumlah besar fraksi hidrokarbon dengan titik didid yang tinggi atau mengandung campuran yang tidak dapat terbakar dengan sempurna pada kondisi operasi normal, akan menunjukkan kecenderungan besar akan timbulnya endapan karbon pada ruang bakar maupun nozzle.

I. Kandungan Belerang

Untuk bahan bakar motor diesel berputaran tinggi kadar belerang harus lebih kecil dari 0,5 persen, bila kadar belerang yang dikandung lebih besar dari 0,5 persen berat, maka bahan bakar dengan kadar belerang yang tinggi akan mempercepat timbulnya keausan pada dinding silinder. Hal tersebut diakibatkan terbentuknya asam belerang yang bersifat korosif, dari hasil pembakaran pada suhu tinggi belerang tersebut akan membentuk belerang dioksida (SO_2) ataupun belerang trioksida (SO_3), pada saat motor diesel dingin/tidak beroperasi pada saat suhu berada di bawah titik embun, oksid belerang bersama hidrogen yang juga berasal dari pembakaran akan bersenyawa membentuk asam belerang. Kadar belerang yang rendah pada minyak solar selain menghindarkan keausan yang cepat pada dinding silinder, belerang juga berperan dalam pembentukan terak pada ruang bakar maupun nozzle sehingga mengurangi kesempurnaan pembakaran yang pada akhirnya mempengaruhi daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

J. Kandungan Abu

Di antara partikel debu yang ada dalam minyak solar baik itu berasal dari butir debu di udara maupun partikel oksida logam di udara atau oksida logam dari proses pengilangan bahan bakar itu sendiri, maka partikel logam vanadium merupakan partikel yang paling berbahaya hingga oleh beberapa pabrik motor diesel disyaratkan pembatasan jumlah kandungan vanadium ini dalam bahan bakar yang diperbolehkan. Hal ini disebabkan karena vanadium pentaoksida yang terbentuk sebagai hasil pembakaran dan mengendap pada dinding silinder dan bila minyak solar tersebut juga mengandung sejumlah sodium, maka senyawa sodium bersama vanadium ini akan mencair pada suhu $630^{\circ}C$ dan cairan ini akan melekat serta menghancurkan lapisan pelindung metal pada dinding silinder yang akhirnya menyebabkan dinding silinder tersebut mudah teroksidasi pada suhu tinggi dan menimbulkan korosi.

III. PEMBAHASAN

Minyak solar telah dirancang khusus sebagai bahan bakar motor diesel putaran tinggi (>1000 ppm) dengan persyaratan angka setana minimal 45, umumnya motor diesel jenis tersebut digunakan sebagai motor penggerak alat angkutan di jalan raya, rel besi, mesin-mesin konstruksi, alat-alat pengangkat, mesin-mesin industri ringan, kendaraan-kendaraan militer maupun jenis kapal cepat bahkan kini banyak digunakan pada mobil sedan dan jip.

Namun pada kenyataannya minyak solar juga digunakan untuk motor-motor diesel yang seharusnya menggunakan minyak diesel (industri diesel oil/marine diesel fuel), hal ini mungkin disebabkan jalur distribusi minyak diesel hanya ada di kota-kota besar/pelabuhan tertentu, sedangkan jaringan distribusi minyak solar lebih luas sehingga mudah didapat dan beda harga kedua jenis bahan bakar ini relatif kecil (tabel 2). Dengan asumsi yang sama, minyak solar juga digunakan sebagai bahan bakar tungku pemanas ketel uap maupun tanur pelebur logam dan lainnya. Penggunaan minyak solar sebagai pengganti minyak diesel berarti menggunakan bahan bakar

dengan mutu yang lebih baik, namun secara teknis penggunaan bahan bakar dengan berat jenis lebih ringan akan mempengaruhi kemampuan pompa bahan bakar selain itu juga mempercepat keausan baik pada torak pompa bahan bakar maupun dinding silinder ruang bakar karena hendaknya kemampuan pelumasan sendiri, konsumsi bahan bakar meningkat dan daya berkurang.

Demi keuntungan terkadang minyak solar dengan sengaja dicampur minyak tanah/kerosin, walau dari hasil uji laboratorium disimpulkan bahwa sampai 16,7% volume*) kerosin dalam minyak solar, sifat-sifat campuran tersebut tidak menyimpang dari persyaratan spesifikasi minyak solar Indonesia no. 2/P/DM/MIGAS/1979, namun demikian pada hasil uji jalan yang dilakukan di Eropa didapat data sebagai berikut:

| Bahan Bakar | Jarak tempuh | Rata-rata keausan Torak pompa bahan bakar |
|------------------------|--------------|---|
| Minyak solar | 65.000 km | 0,13 mm |
| Minyak solar + Kerosin | 8.000 km | 1,27 mm |

Sebagai gambaran di Jakarta bis kota rata-rata menempuh 250 km per hari, hingga dalam satu bulan operasi keausan tersebut tercapai, sebagai akibatnya aliran minyak solar ke ruang bakar berkurang, belum lagi keausan yang ditimbulkan pada komponen ruang bakar dan sebagainya.

Pada pengilangan, minyak solar telah diberi berbagai bahan tambahan dengan berbagai tujuan seperti: meningkatkan angka setana, stabilitas, anti korosi, pembersih dan sebagainya. Bahan tambahan itu biasa disebut aditif, selain yang telah ditambahkan pada proses pengilangan ada pula aditif yang dapat ditambahkan sendiri oleh konsumen dengan tujuan untuk menghemat

pemakaian bahan bakar. Jenis aditif ini ditawarkan dari berbagai merek dan umumnya dapat langsung ditambahkan pada tangki bahan bakar motor diesel tanpa suatu persyaratan dan umumnya akan bercampur sendiri secara homogen karena getaran motor tersebut.

Campuran aditif dalam minyak solar berkisar antara 1 : 500 sampai 1 : 1000 bahkan ada yang mencapai 1 : 12.000 satuan volume dengan nilai penghematan antara 5-20%, di samping menurunkan konsumsi aditif tersebut dipromosikan juga menurunkan kadar polusi, menghemat biaya pemeliharaan dan sebagainya. Karena tidak adanya ketentuan yang mengatur penggunaan/pemasaran aditif ini, maka penggunaannya harus dikaji sendiri oleh konsumen dengan segala konsekuensinya dengan jalan menguji sejauh mana pengaruh penambahan aditif pada sifat-sifat minyak solar sehingga diketahui apakah bahan bakar tersebut masih memenuhi persyaratan motor diesel bersangkutan. Besarnya penghematan umumnya bersifat individual tergantung dari banyak hal seperti : sistem injeksi bahan bakar, sistem pemasukan udara, kondisi operasi dan sebagainya hingga nilai penghematan yang didapat akan berbeda. Cara uji termudah ialah dengan membandingkan konsumsi bahan bakar tanpa dan dengan aditif dalam kondisi operasi, periode dan motor diesel yang sama, nilai ekonomis aditif tersebut didapat bila nilai penghematannya lebih besar dari biaya penambahan aditif tersebut pada bahan bakar.

Seperti bahan bakar lain yang berasal dari minyak bumi, minyak solar merupakan sumber energi yang tak terbarui dan suatu saat akan habis, maka dicoba kemungkinan menggantikan minyak solar dengan bahan bakar alternatif seperti diesohol yakni campuran antara minyak solar dan alkohol, kemudian minyak nabati, LPG, CNG dan biogas. Dalam soal harga hanya LPG dan CNG dapat bersaing dengan minyak solar demikian juga dari segi pencemaran udara, gas buangnya jauh lebih bersih, tetapi peralatan konversi yang diperlukan agar motor diesel dapat menggunakan LPG atau CNG relatif ma-

*) Pengaruh Pencampuran Kerosin Terhadap Solar. Soebardjo Pangarso - LPL No. 2/1986

Tabel 2.
Perkembangan harga minyak solar, minyak diesel, minyak bakar dalam rupiah

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|---------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Minyak solar | 22 | 25 | 25 | 25 | 35 | 52,50 | 85 | 145 | 220 | 242 | 200 |
| Minyak diesel | 13 | 19 | 22 | 22 | 30 | 45 | 75 | 125 | 200 | 220 | 180 |
| Minyak bakar | 19 | 22 | 22 | 22 | 30 | 45 | 75 | 125 | 200 | 220 | 180 |

Sumber : Statistik Perminyakan Indonesia 1984

Tabel 3
Penjualan bahan bakar Indonesia per sektor 1979 - 1984 (dalam kiloliter)

| | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Angkutan | | | | | | |
| Minyak solar | 2.287.710 | 2.698.333 | 3.061.351 | 3.512.774 | 3.438.733 | 3.516.311 |
| Minyak diesel | 98.251 | 111.705 | 118.756 | 118.253 | 118.380 | 160.107 |
| Minyak bakar | 69.484 | 69.260 | 71.378 | 71.966 | 49.030 | 32.839 |
| Industri | | | | | | |
| Minyak solar | 2.488.253 | 2.893.901 | 3.128.445 | 3.192.419 | 3.347.411 | 3.175.082 |
| Minyak diesel | 1.043.835 | 1.072.440 | 1.316.296 | 1.303.230 | 1.411.019 | 1.403.862 |
| Minyak bakar | 1.081.827 | 1.266.296 | 1.223.736 | 1.146.823 | 1.223.350 | 1.136.211 |
| Penerangan Listrik | | | | | | |
| Minyak solar | 712.912 | 775.219 | 908.252 | 1.050.881 | 1.067.200 | 932.180 |
| Minyak diesel | 28.852 | 26.677 | 37.926 | 32.462 | 42.595 | 31.173 |
| Minyak bakar | 766.423 | 1.029.811 | 1.683.598 | 1.683.598 | 2.053.683 | 2.245.069 |
| Sub Total : | | | | | | |
| Minyak solar | 5.488.875 | 6.367.451 | 7.098.048 | 7.756.075 | 7.853.344 | 7.623.373 |
| Minyak diesel | 1.170.938 | 1.210.822 | 1.472.978 | 1.453.945 | 1.571.974 | 1.595.142 |
| Minyak bakar | 1.317.734 | 2.365.362 | 2.709.620 | 2.902.387 | 3.326.063 | 3.414.119 |
| Penjualan ke luar Negeri | | | | | | |
| Minyak solar | 7.614 | 7.794 | 10.666 | 7.339 | 7.742 | 4.379 |
| Minyak diesel | 39.368 | 30.881 | 23.104 | 25.521 | 27.694 | 20.400 |
| Minyak bakar | 160.050 | 117.849 | 96.713 | 148.491 | 172.237 | 259.494 |
| Lingkungan Pertamina | | | | | | |
| Minyak solar | 65.790 | 71.725 | 68.561 | 73.882 | 62.629 | 93.565 |
| Minyak diesel | 11.609 | 16.408 | 16.558 | 12.374 | 14.390 | 19.684 |
| Minyak bakar | 26.160 | 33.550 | 22.557 | 18.306 | 36.332 | 82.406 |
| Total | | | | | | |
| Minyak solar | 5.562.279 | 6.446.970 | 7.177.272 | 7.837.295 | 7.923.415 | 7.721.517 |
| Minyak diesel | 1.221.915 | 1.258.111 | 1.512.640 | 1.491.840 | 1.614.078 | 1.635.226 |
| Minyak bakar | 1.503.944 | 2.526.761 | 2.828.890 | 3.069.184 | 3.534.632 | 3.756.019 |

Sumber : Statistik Perminyakan Indonesia 1984

Tabel 4
Jumlah dan Jenis Bahan Bakar yang Dikonsumsi Sektor Industri DKI Jaya 1983

| | Minyak Solar | Minyak Diesel | Minyak Bakar | LPG | Contoh |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|-----|--------|
| Pembangkit Listrik | 116.704.201 | 18.224.622 | - | - | 377 |
| Ketel Uap | 18.917.590 | 43.949.599 | 20.887.926 | - | 120 |
| Proses Produksi | 6.898.334 | 10.590.723 | 57.707.551 | 396 | 124 |

Sumber : Perkiraan emisi industri, Ir. Suryadarma dan Dra. Ruth Ariani, P4L DKI Jakarta.

hal dan bila 100% menggunakan bahan bakar gas berarti merubah konstruksi motor diesel tersebut menjadi motor bensin. Campuran 35% CNG atau LPG pada motor diesel dianggap cukup menguntungkan karena penambahan berat tangki sebagai akibat menggunakan CNG atau LPG tidak terlalu mengurangi daya muat barang/penumpang dari Kendaraan bermotor diesel tersebut.

Penggunaan minyak kelapa sebagai campuran minyak solar ataupun 100% minyak kelapa sebagai bahan bakar motor diesel, secara laboratoris hasilnya memuaskan, penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar motor diesel, (Pallawagau la Puppung—LPL No. 1/1986). Bahkan di Malaysia sudah digunakan dalam lingkungan perkebunan kelapa dan pula ini mungkin dapat diterapkan disentra produksi kopra di Indonesia. Campuran 80% biogas dan 20% minyak solar selalu dikembangkan oleh Perhutani di Kalimantan dan akan digunakan oleh sentra Pengolahan Kayu lainnya.

Dari data penjualan bahan bakar minyak per sektor tahun 1979—1984 (tabel 3) terlihat adanya ketimpangan penggunaan bahan bakar motor diesel di sektor industri, penerangan bahkan transportasi di mana penggunaan minyak solar dari tahun ke tahun meningkat jauh di atas penggunaan minyak diesel yang diharapkan banyak diserap sektor industri dan angkutan kecil, hingga tampaknya kedua sektor tersebut menggunakan minyak solar dan ini didukung oleh data penelitian sektor industri di DKI Jaya pada tahun 1983 (tabel 4) di mana baik untuk pembangkit listrik, pemanas ketel maupun proses industri limbah bertumpu pada minyak solar, hal ini yang menarik dari penelitian ini adalah adanya proses produksi yang telah menggunakan LPG sebagai sumber energi.

Pada tabel 5 disajikan data hasil uji minyak solar di berbagai negara Eropa, Asia, Amerika dan Australia di samping Indonesia serta spesifikasi minyak solar Amerika dan Inggris (tabel 6). Bila dibandingkan hasil uji maupun spesifikasi minyak solar Indonesia dengan beberapa negara yang juga merupakan produsen motor diesel, nampaknya viskositas minyak solar Indonesia jauh lebih tinggi (kecuali Inggris Raya, Singapura dan Australia). Mengingat disain motor diesel dan unjuk kerjanya dibuat berdasarkan spesi-

kasi minyak solar negara bersangkutan dan seperti telah diuraikan sebelumnya maka perbedaan viskositas ini akan berpengaruh pada pompa injeksi bahan bakar dan secara keseluruhan akhirnya pada unjuk kerja motor diesel tersebut.

Selain spesifikasi minyak solar, cara penyimpanan minyak solar pun merupakan hal yang perlu ditangani secara serius di mana tangki harus bebas dari karat, endapan, air dan benda asing lainnya yang dapat mengkontaminasi minyak solar. Tangki penyimpan minyak solar sebaiknya terbuat dari bahan anti karat dan juga harus cukup terlindung dari hujan maupun panas matahari, setiap lubang pemasukan maupun lubang pembersih (*manhole*) memiliki tutup yang kedap air. Penjerat air (*watertrap*) pada bagian bawah tangki diletakan agak miring dan secara teratur air serta endapan lainnya dikeluarkan dari tangki. Untuk mencegah, deformasi tangki pada saat minyak solar mengalir keluar, maka tangki dilengkapi dengan lubang hawa (*vent*). Agar pertikel halus yang melayang dalam minyak solar tidak menimbulkan keausan pada pompa injeksi maupun lubang nozzle, sebaliknya minyak solar didiamkan minimal 24 jam pada tangki sebelum digunakan. Air baik sebagai hasil pengembunan ataupun berasal dari luar tangki akan bereaksi dengan belerang yang terkandung pada minyak solar menjadi asam belerang yang bersifat merusak baik pada tangki maupun ruang bakar, hingga selain harus kedap air tangki tidak boleh kosong terlalu lama dikarenakan minyak solar tidak mudah menguap sehingga ruang di atas permukaan minyak solar dalam tangki akan berisi udara.

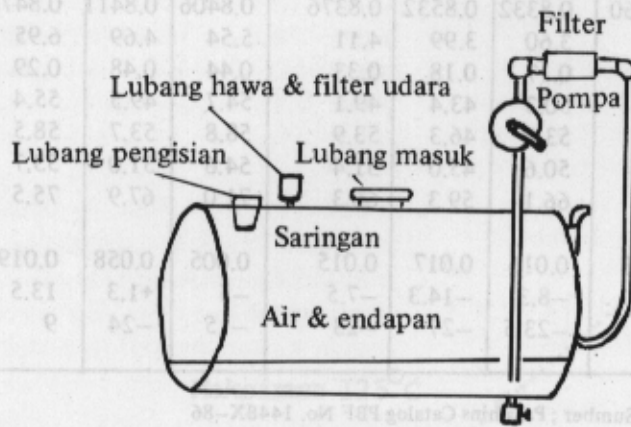
IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Semakin meluasnya penggunaan motor diesel menyebabkan meningkatnya pula pemakaian minyak solar yang perlu ditunjang dengan mekanisme distribusi dan pengawasan yang lebih ketat sehingga minyak solar yang sampai pada konsumen tetap terjamin mutunya.
2. Kemudahan untuk mendapatkan bahan bakar yang tepat untuk motor diesel industri/pelayaran serta perbedaan harga yang realistis terhadap minyak solar akan mendorong keseimbangan konsumsi minyak solar dan

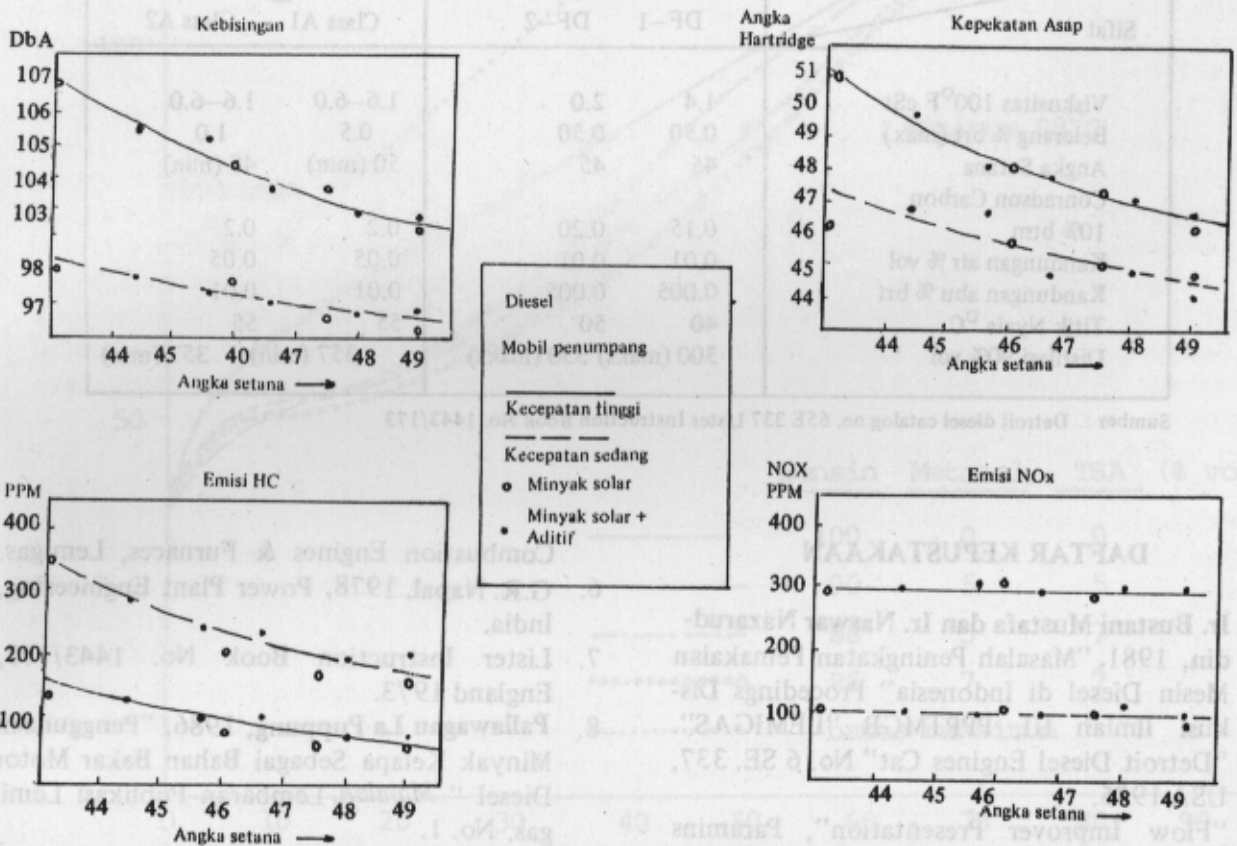
minyak diesel.

- Selain terdaftar, sebaiknya laboratorium-laboratorium yang menguji bahan bakar juga mengadakan uji banding/korelasi antara laboratorium.

- Untuk mencegah pencampuran minyak solar dengan bahan lain yang dapat merugikan pemakaiannya, maka sebaiknya aditif minyak solar diuji dulu oleh yang berwenang sebelum diperdagangkan.



Gambar 2. Tangki Minyak Solar



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Aditif pada Unjuk Kerja Motor Diesel

Sumber : Paramins Catalog PBF No. 1448X-86

Tabel 5

Hasil uji minyak solar di berbagai negara

| Sifat | Negara | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-----------|
| | Inggris | R.F.D. | U.S.A. | Denmark | Jepang | Italia | S'pupa | Australia |
| Berat Jenis (15°C) | 0.8460 | 0.8332 | 0.8532 | 0.8376 | 0.8406 | 0.8411 | 0.8473 | 0.8450 |
| Viskositas 20° cSt | 5.09 | 3.60 | 3.99 | 4.11 | 5.54 | 4.69 | 6.95 | 4.95 |
| Belarang % brt | 0.18 | 0.17 | 0.18 | 0.33 | 0.44 | 0.48 | 0.29 | 0.25 |
| Angka Setana | 50.4 | 50.3 | 43.4 | 49.1 | 54.7 | 49.5 | 55.4 | 52.4 |
| Indeks Setana 1966 | 54.1 | 53.0 | 46.3 | 53.9 | 58.8 | 53.7 | 58.5 | 53.6 |
| 1980 | 51.1 | 50.6 | 45.0 | 51.4 | 54.6 | 51.0 | 53.7 | 50.8 |
| Titik Anilin °C | 67.9 | 66.1 | 59.3 | 66.3 | 71.0 | 67.9 | 75.5 | 69.6 |
| Conradson Carbon 10% btm | 0.023 | 0.016 | 0.017 | 0.015 | 0.005 | 0.058 | 0.019 | 0.002 |
| Titik Keruh °C | -1.8 | -8.3 | -14.3 | -7.5 | -5 | +1.3 | 13.5 | 3.2 |
| Titik Tuang °C | -22 | -23.5 | -27 | -23 | -15 | -24 | 9 | -3 |

Sumber ; Paramins Catalog PBF No. 1448X-86

Tabel 6

Spesifikasi minyak solar Amerika dan Inggris

| Sifat | Negara | | Inggris | |
|-----------------------------|-------------------------|------------|-----------|-----------|
| | Amerika Serikat DF-1 | DF-2 | Class A1 | Class A2 |
| Viskositas 100°F cSt | 1.4 | 2.0 | 1.6-6.0 | 1.6-6.0 |
| Belarang % brt (max) | 0.50 | 0.50 | 0.5 | 1.0 |
| Angka Setana | 45 | 45 | 50 (min) | 45 (min) |
| Conradson Carbon 10% btm | 0.15 | 0.20 | 0.2 | 0.2 |
| Kandungan air % vol | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.05 |
| Kandungan abu % brt | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.01 |
| Titik Nyala °C | 40 | 50 | 55 | 55 |
| Distilasi 90% vol | 300 (maks) | 330 (maks) | 357 (min) | 357 (min) |

Sumber : Detroit diesel catalog no. 65E 337 Lister Instruction Book No. 1443/173

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Ir. Bustani Mustafa dan Ir. Naswar Nazaruddin, 1981, "Masalah Peningkatan Pemakaian Mesin Diesel di Indonesia" Proceedings Diskusi Ilmiah III, PPPTMGB "LEMIGAS".
2. "Detroit Diesel Engines Cat" No. 6 SE. 337, USA 1975.
3. "Flow Improver Presentation", Paramins Technology Div. Jkt April 1986.
4. "Fuel Quality vs Engine Types", M.E. Lepera Hydrocarbon Processing, Jan. 1982.
5. Dr. J. Weismann, 1972, Fuel for Internal Combustion Engines & Furnaces, Lemigas.
6. G.R. Napal, 1978, Power Plant Engineering, India.
7. Lister Instruction Book No. 1443/173, England 1973.
8. Pallawagau La Puppung, 1986, "Penggunaan Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Motor Diesel" *Majalah*, Lembaran Publikasi Lemigas. No. 1.
9. Soebardjo Pangarso, 1986, "Pengaruh Pencampuran Kerosin Terhadap Solar", *Majalah*, Lembaran Publikasi Lemigas. No. 2.
10. Statistik Perminyakan Indonesia 1984.