

Spesifikasi Solar Dan Pengaruhnya Terhadap Performans Motor

Oleh
Ir. Djoko Suro W dan Ir. F. Batti

ABSTRAK

Pengertian mengenai aspek-aspek fisika-kimia dan sifat-sifat bahan bakar solar (HSD) serta fenomena pembakarannya dalam penggunaan adalah penting untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performans motor. Hanya dengan dasar pengertian ini, maka spesifikasi minyak solar dapat disusun untuk dapat memenuhi secara memuaskan kebutuhan mesin-mesin diesel dari kendaraan bermotor.

Sudah tentu spesifikasi ini harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga tidak memberikan beban yang terlalu berat terhadap industri minyak. Sebab itu penelitian yang dilakukan diseluruh dunia dalam bidang ini terutama bertujuan untuk memperoleh suatu spesifikasi solar yang optimum yang dapat memenuhi kebutuhan mesin-mesin yang menggunakannya, tanpa mengabaikan kepentingan perusahaan minyak yang membuat bahan bakar tersebut. Beberapa penelitian yang dilakukan oleh Lemigas dalam rangka ini, juga dikemukakan dalam kertas kerja ini.

1. Pendahuluan

Bahan bakar solar yang biasanya disebut "High Speed Diesel Oil (HSD) atau Automotive Diesel Oil (ADO) digunakan untuk kendaraan bermesin diesel. Seperti halnya dengan produk-produk lain, maka untuk dapat memenuhi kebutuhan mesin diesel kendaraan bermotor dengan memuaskan, maka minyak solar perlu mempunyai sifat-sifat tertentu, yang ditetapkan dalam suatu spesifikasi. Pada tabel 1 dapat dilihat spesifikasi minyak solar yang berlaku di Indonesia sekarang ini, dimana batasan-batasan sifat-sifat bahan bakar tersebut ditentukan.

Menyusun spesifikasi bahan bakar solar disuatu negara atau daerah perlu mempertimbangkan kepentingan konsumen atau mesin-mesin yang akan menggunakannya dan kepentingan industri minyak yang membuat.

Sebab penyusunan suatu spesifikasi minyak solar yang optimum dan komprehensif untuk dapat memenuhi semua kepentingan yang ada perlu mempunyai beberapa pengetahuan pokok mengenai mesin-mesin diesel serta pengaruh masing-masing sifat bahan bakar solar terhadap performans motor.

2. Penjelasan Singkat Motor Diesel

2.1 Uraian Umum

Mesin diesel merupakan motor dengan pembakaran di dalam yang ditemukan oleh seorang Jerman bernama Rudolph Diesel pada tahun 1892. Mesin ini dapat bekerja bilamana terjadi penyalan spontan, dan

pembakaran dari serbuk batu bara akibat pemanasan dari kompresi adiabatik.

Karena kesulitan dalam penanganan atomisasi batu bara akhirnya Rudolph Diesel memakai bahan bakar cair, tetapi prinsip pembakarannya sama seperti semula. Karakteristik utama dari mesin Diesel adalah heterogenitas antara campuran bahan bakar dan udara. Hal ini diartikan bahwa bahan bakar dan udara baru akan bercampur di dalam ruang bakar, bilamana temperatur serta tekanan cukup tinggi pada akhir langkah kompresi, dan bila atomisasi bahan bakar cukup baik, kabut bahan bakar tersebut akan terbakar berapapun harga udara berlebihan yang digunakan. Maka dari itu untuk mengatur daya yang dihasilkan oleh motor Diesel ialah dengan mengatur kuantitas bahan bakar.

2.2 Siklus Motor Diesel

Sebagai pendekatan pada suatu siklus motor bakar torak (di antaranya motor Diesel) dipakai siklus udara, dan fluida yang berada didalam ruang bakar dianggap fluida ideal.

Siklus Diesel adalah suatu siklus dengan tekanan konstan. Pada masa itu dipakai system udara tekan untuk menyemprotkan bahan bakar. Jadi tekanan maksimum pembakaran adalah sama dengan tekanan udara tekan (lihat Gambar 1).

Pada saat ini dipakai penyemprotan bahan bakar pada tekanan tinggi, jadi sudah tidak menyamai siklus Diesel yang asli dan pendekatannya adalah siklus gabungan

(Sabathe) (lihat Gambar 2).

3. Pembakaran Pada Motor Diesel

Proses pembakaran pada Motor Diesel, memerlukan temperatur yang tinggi ($400 - 500^{\circ}\text{C}$), dan temperatur yang tinggi ini dihasilkan dari kompresi udara. Untuk diesel-diesel yang non supercharged perbandingan kompresi ini mencapai harga antara: 14 : 1 sampai 20 : 1, injeksi bahan bakar berlangsung pada posisi torak $15^{\circ} - 32^{\circ}$ sebelum titik mati atas. Tekanan didalam ruang bakar pada awal injeksi bahan bakar berkisar antara 25 sampai 35 bar, pengabutan bahan bakar melalui injector memakai pompa bahan bakar (pompa torak). Kabut bahan bakar tersebut terdiri dari titik-titik bahan bakar dengan diameter beberapa mikron dan kecepatan bahan bakar ini berkisar antara 150 - 200 m/dt, kecepatan serta bentuk ruang bakar mempengaruhi juga turbulensi bahan bakar tersebut didalam ruang bakar, agar terjadi suatu pembakaran yang sempurna.

Untuk suatu motor dengan kecepatan putar 250 - 300 rpm waktu yang tersedia dari saat bahan bakar tersebut menyala dan terbakar adalah $(3 - 4) \times 10^{-3}$ detik. Dari contoh ini nampak bahwa waktu yang tersedia amat singkat, hal inilah yang menyebabkan suatu persoalan yang rumit untuk dapat terjadinya pembakaran yang sempurna.

Waktu antara saat dimulai penyemprotan bahan bakar dan saat mulai menyalanya bahan bakar dikenal dengan nama: "Combustion lag" (perlambatan penyalaan).

Pembakaran dalam motor diesel terjadi hampir serentak disemua tempat. Bagian yang pertama kali terbakar adalah bagian dimana kondisi campuran dan suhunya sudah memenuhi syarat.

Proses pembakaran pada motor Diesel digambarkan menurut grafik antara tekanan dan waktu seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan gambar tersebut, proses pembakaran dalam motor Diesel dapat diuraikan sebagai berikut:

- * Periode I (A—B): Titik A adalah awal injeksi bahan bakar, tetapi bahan bakar belum terbakar di A, tetapi baru mulai terbakar di B. Dalam periode ini tekanan naik secara konstan sesuai dengan gerakan engkol. Dari A—B adalah perlambatan penyalaan.
- * Periode II (B—C): Di titik B mulai terjadi pembakaran campuran bahan bakar yang kondisinya sudah memenuhi syarat untuk terbakar. Penyebaran api berlangsung secara cepat dan tekanan didalam silinder naik secara cepat pula. Kenaikan tekanan dalam periode ini tergantung dari jumlah campuran yang terbentuk dalam periode pertama.
- * Periode III (C—D): Jumlah campuran bahan bakar yang ada tinggal sedikit dan proses pembakaran berlangsung pada volume ruang bakar yang makin

besar.

- * Periode IV: Sisa campuran bahan bakar yang masih belum terbakar pada periode sebelumnya, campuran bahan bakar tersebut akan meneruskan pembakaran sampai titik E.

4. Karakteristik Bahan Bakar Pada Motor Diesel

4.1. Panas Pembakaran dan Kerapatan (Density)

Panas pembakaran tertinggi per satuan berat dari beberapa bahan bakar hydrocarbon yang mempunyai family yang sama, berselisih tidak begitu besar. Harga panas pembakaran tertinggi untuk bahan bakar Diesel ini ± 10.000 KCal/kg.

Dari segi pembakaran, pada prinsipnya akan lebih menguntungkan memakai hydrocarbon dengan kerapatan yang tinggi; tetapi dalam praktek, semua sifat-sifat bahan bakar berhubungan satu dengan yang lain, sehingga tidak mungkin mengutamakan hanya salah satu karakteristik tanpa menimbulkan persoalan dari karakteristik lain. Sebab itu pada umumnya spesifikasi memberikan pembatasan nilai terhadap kerapatan bahan bakar solar. Seperti yang dapat dilihat pada tabel 1 kerapatan solar, yang diberikan dalam bentuk specific gravity $60/60^{\circ}\text{F}$ adalah diantara 0,820 sampai 0,865 (ASTM D, 1198).

4.2 Viskositas (Kekentalan)

Viskositas dan tegangan permukaan merupakan faktor yang penting dalam mekanisme terpecahnya serta atomisasi bahan bakar, sesaat setelah keluar dari nozzle menuju ruang bakar. Disamping itu perlu pula diperhatikan bahwa bahan bakar harus mudah dipompa dari tanki ke pompa injektor.

Selain dari pada itu bahan bakar harus mempunyai sifat pelumasan yang juga bergantung pada viskositasnya untuk menjaga keadaan mekanik dari pompa injektor dan nozzle dalam keadaan berjalan.

4.3 Kadar Belerang

Kadar belerang dalam bahan bakar "Straight-run" dari motor Diesel sangat tergantung dari asal minyak mentah yang diolah. Pada umumnya, kadar belerang bahan bakar solar adalah 50 - 60% dari kandungan-kandungan dalam minyak mentahnya.

Bahan bakar motor Diesel yang dibuat dari minyak mentah yang mengandung belerang kadar tinggi (misalnya minyak mentah dari Timur Tengah), besarnya kadar belerang bahan bakar tersebut tidak dapat memenuhi spesifikasi. Sebab itu digunakan secara luas proses "Hidrosulfurisasi" dalam kilang-kilang minyak untuk menurunkan kadar belerang didalam bahan bakar solar.

Sebelum proses hidrosulfurisasi digunakan, batasan

maksimum kadar belerang dalam bahan bakar solar di beberapa negara mendekati 1,3 atau 1,5%.

Tetapi kemudian diketahui bahwa terjadi keausan berlebihan pada bagian-bagian mesin, tidak saja disebabkan oleh partikel-partikel padat yang berbentuk ketika terjadi pembakaran tetapi juga disebabkan oleh kerosi dari oksida belerang, SO_2 dan SO_3 . Pada suhu yang tinggi, oksida belerang ini dalam bentuk uap. Tetapi selama mesin berhenti, terjadi kondensasi oksida tersebut bersama dengan air yang juga terbentuk sebagai hasil pembakaran. Larutan yang terjadi adalah asam sulfat, yang dapat merusak dinding logam silinder dan sistem gas buang kendaraan bermotor. Menurut pengalaman di luar negeri bahwa kandungan belerang yang melebihi 0,5% (dalam berat), keausan yang timbul pada bagian-bagian mesin akan bertambah lebih besar.

Cara-cara untuk membatasi keausan yang berlebihan akibat kadar belerang yang terlalu tinggi adalah sebagai berikut:

- * Desulfurisasi bahan bakar
- * Menggunakan aditif dalam bahan bakar solar dan
- * Menggunakan aditif yang lebih efisien dalam minyak pelumas yakni dengan menaikkan tingkat detergency minyak pelumas yang digunakan.

Dalam spesifikasi yang berlaku sekarang, batas maksimum kadar belerang dalam bahan bakar solar adalah 0,5% (ASTM D 1551). Mungkin masih dapat diberikan relaksasi terhadap spesifikasi ini dengan memperhatikan cara-cara untuk membatasi keausan yang berlebihan akibat kandungan belerang yang cukup tinggi.

4.4 Kadar Air dan Sedimen

Diantara tanki bahan bakar pada kendaraan bermotor dan ruang bakar mesin, bahan bakar mengalir melalui beberapa saringan yang gunanya untuk menahan sebanyak mungkin partikel-partikel padat yang dapat merusak pompa injeksi dan nozzles.

Air dalam jumlah kecil yang berbentuk dispersi didalam bahan bakar, sebenarnya tidak merupakan bahaya bagi bagian-bagian mesin. Tetapi di daerah dingin, air tersebut dapat membentuk kristal-kristal es kecil yang dapat menyumbat saringan-saringan.

Dengan alasan-alasan diatas, maka sedimen dalam bahan bakar solar seharusnya mendekati nol, sedang kadar air seharusnya sedemikian rupa sehingga tidak dapat dipisahkan dengan distilasi.

Sebenarnya selalu terdapat air dalam jumlah yang sedikit didalam bahan bakar solar. Survey di Amerika menyimpulkan bahwa kadar rata-rata kandungan air

didalam bahan bakar solar sekitar 0,05% (Vol). Sebab itu sebuah truk yang konsumsinya 20 liter bahan bakar solar untuk sejauh 100 km, maka saringan-saringannya akan dilalui sebanyak 10 cm³ air. Untuk daerah dingin tentunya volume sebanyak 10 cm³, akan merupakan problema untuk saringan bahan bakar.

4.5 Titik Nyala (Flash Point)

Untuk keselamatan selama penanganan dan penyimpanan bahan bakar Diesel, maka titik nyala merupakan karakteristik yang paling penting. Titik nyala ini ditentukan menurut metoda ASTM D 93 - 66. Contoh bahan bakar dimasukkan kedalam cup uji tertutup "Pensky Martens", dipanaskan dengan kecepatan pemanasan yang rendah dan konstan yang diaduk terus menerus. Api kecil diarahkan ke cup tersebut pada interval yang tertentu yang dibarengi dengan pengadukan contoh minyak secara simultan. Pada suhu terendah dimana api yang dimasukkan diatas permukaan cairan menyebabkan penyalan uap cairan, disebut titik nyala.

Titik nyala bahan bakar Diesel seharusnya cukup tinggi, untuk menghindari bahaya kebakaran pada suhu ambien yang normal. Spesifikasi yang berlaku di Indonesia dewasa ini untuk bahan bakar solar adalah minimum 154°F atau 68°C.

4.6 Titik Tuang atau Titik Embun

Saringan bahan bakar yang disumbat karena udara dingin dapat diakibatkan oleh kristal-kristal parafin yang terpisah dari phase cairan. Di tiap negara spesifikasi ditetapkan pada suhu dimana kristal-kristal parafin mulai terbentuk. Karakteristik ini dikenal sebagai "Titik Tuang" yang pengujiannya menurut ASTM D 97. Pada dasarnya spesifikasi titik tuang bahan bakar ditentukan berdasarkan keadaan cuaca daerah atau negara yang hendak menggunakan bahan bakar tersebut.

Selama pendinginan bahan bakar solar berlangsung akan mencapai suatu suhu, dimana akan terbentuk kristal-kristal yang sangat tipis dalam phase cairan, yang mengeluarkan cahaya yang lebih suram dari pada cairan itu sendiri. Suhu dimana fenomena ini terjadi disebut titik embun (cloud point), yang timbul sebelum mencapai suhu titik tuang, yaitu suhu terbentuknya kristal-kristal parafin yang mencegah terjadinya aliran. Pada umumnya dalam praktek penyumbatan pipa suplai bahan bakar ke mesin agaknya lebih dekat pada suhu titik embun dari pada titik tuang.

Dengan menggunakan additives, yang biasa disebut "pour point depressant", akan tetap membiarkan kristal-kristal parafin dalam bentuk dispersi sehingga memperlambat pembentukan kristal-kristal yang akan mengakibatkan penyumbatan pipa-pipa suplai bahan bakar.

4.7. Stabilitas Penyimpanan

Sesudah dibuat dalam kilang tidak dapat dihindarkan bahwa bahan bakar diesel bersentuhan dengan udara dan air atau berada dalam lingkungan udara lembab. Apabila terdapat produk yang tidak stabil dalam bahan bakar maka selama penyimpanan akan terbentuk gum dan sedimen. Sebab itu stabilitas bahan bakar diesel harus diawasi, yang dapat diukur dengan keasaman bahan bakar tersebut. Keasaman ini yang juga disebut "acid number" ditentukan menurut metoda ASTM D 974 - 64. Disamping itu keasaman dapat juga menimbulkan korosi pada mesin. Sebab itu acid number seharusnya serendah mungkin dan spesifikasi yang berlaku di Indonesia menetapkan bahwa Total Acid Number maksimum 0.6 mg KOH/g.

Beberapa jenis bahan bakar diesel, dapat mengalami perubahan warna selama penyimpanan, atau selama dibiarkan kena cahaya matahari, yang juga kadang-kadang dibarengi dengan pembentukan deposit. Warna dapat berubah dari kekuning-kuningan menjadi hijau atau merah dan kadang-kadang merah tua. Perubahan warna ini mungkin disebabkan oleh adanya phenol atau asam yang mengandung unsur Nitrogen. Proses konvensional seperti hidrodesulfurisasi dapat menghilangkan komponen tersebut, sehingga perubahan warna dapat dihindarkan.

4.8 Ash Content

kadar "Ash" dalam minyak solar kemungkinan berasal dari 2 sumber:

- * dari produk-produk mineral yang secara tidak sengaja tercampur dengan bahan bakar dan
- * dari logam sabun yang dapat larut, sebagai akibat netralisasi asam organik sewaktu diadakan alkali treatment

Sebagian besar dari ash keluar melalui ruang bakar hampa menimbulkan kerusakan pada mesin. Tetapi juga sebagian lagi yang tinggal dalam dinding-dinding dan permukaan mesin yang dapat menimbulkan kesulitan seperti bahan-bahan yang abrasif dapat menyebabkan kerusakan nozzle. Disamping itu juga dapat menambah deposit dalam ruang bakar.

Sebab itu spesifikasi di Indonesia hanya memperoleh "ash content" yang maksimum sebesar 0.01% (berat) dalam minyak solar.

Untuk menentukan kandungan ash dalam bahan bakar solar adalah berdasarkan metoda ASTM D 482 - 63.

4.9 Residu Karbon

Pengotoran ruang bakar dari mesin diesel disebabkan oleh deposit karbon yang dapat terjadi dengan cepat apabila kadar kandungan fraksi-fraksi yang mempunyai titik didih yang tinggi dalam bahan bakar cukup besar

atau apabila bahan bakar mengandung komponen-komponen yang tidak dapat terbakar secara sempurna pada kondisi jalannya mesin yang normal.

Residu karbon dari produk-produk minyak ditentukan menurut metoda:

- * ASTM D 189-65 — Conradson Carbon Residue of Petroleum Product Test Methods
- * ASTM D 524-64 — Ramsbottom Carbon Residue of Petroleum Product Test Methods

Sudah tentu diinginkan agar % residu karbon serendah mungkin.

Sebenarnya, belum diperoleh suatu korelasi yang baik antara residu karbon dan terjadinya deposit didalam ruang bakar. Tetapi kebanyakan spesifikasi-spesifikasi dewasa ini, mencatumkan batas maksimum % residu karbon dalam bahan bakar solar. Spesifikasi di Indonesia menetapkan bahwa Conradson Carbon Residue maksimum 0.05% (berat).

4.10 Angka Cetan

Angka cetan merupakan suatu karakteristik yang terpenting dari bahan bakar untuk motor diesel. Angka ini menunjukkan kemampuan bahan bakar tersebut untuk menyala dengan sendirinya (autoignition) dalam ruang bakar dari motor diesel.

Angka Cetan bukan sifat fisika-kimia dari bahan bakar, tetapi merupakan hasil pengujian mesin Diesel CFR (FF₅) yang dibandingkan dengan bahan bakar reference yang dibuat dengan mencampurkan cetane (n-hexadecane) dan heptamethylnonane, yang dilakukan dengan metoda pengujian ASTM D 613-65.

Cara penentuan angka cetan bahan bakar ialah dengan cara perbandingan, yaitu dengan menempatkan angka cetan bahan bakar contoh diantara 2 harga cetan bahan bakar reference yang terlebih dahulu telah diketahui angka cetan-nya.

Dibandingkan dengan angka oktan, angka cetan adalah sifat yang dapat dikatakan berlawanan dengan angka oktan, karena angka cetan adalah kemampuan bahan bakar untuk dapat menyala sendiri (autoignition), sedang angka oktan merupakan refleksi ketahanan bahan bakar terhadap oksidasi.

Sebenarnya, untuk membandingkan angka oktan dan angka cetan sangat approximatif, karena mekanisme dan kondisi pembakarannya sangat berbeda. Penentuan angka oktan dilakukan ketika bahan bakar dalam bentuk uap bercampur dengan udara; sedang angka cetan ditentukan pada keadaan campuran heterogen, yaitu ketika bahan bakar diesel disemprotkan kedalam udara di

ruang bakar diesel.

Angka cetan yang tinggi menggambarkan autoignition yang cepat dari bahan bakar diesel, sehingga sifat ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap jalannya mesin, seperti yang hendak kita lihat berikut ini:

4.10.1 Kondisi Mesin pada Kecepatan Tinggi dan Beban yang Berat

Mesin yang berjalan pada kondisi ini, dan menggunakan bahan bakar diesel dengan angka cetan yang tinggi, akan menyebabkan jalannya mesin lebih halus. Hal ini disebabkan variasi pembakaran tekanan yang mendadak dibatasi. Pada Gambar 4 ditunjukkan hubungan angka cetan bahan bakar dan suara mesin. Dapat dilihat pada gambar tersebut, bahwa suara mesin akan bertambah keras apabila menggunakan bahan bakar solar yang mempunyai angka cetan lebih rendah dari 40. Spesifikasi di Indonesia menentukan angka cetan minimum 45 untuk bahan bakar solar.

4.10.2 Penyalaan Mesin (Engine Starting Period)

Penyalaan mesin pada waktu udara dingin, maka suhu udara pada akhir langkah kompresi sedikit lebih rendah karena:

- * Adanya panas dari udara yang diserap oleh dinding silinder ruang bakar, (Akibat kapasitas panas dari dinding logam lebih besar dari pada udara)
- * Dengan kecepatan putaran yang rendah sebagai akibat minyak pelumas dingin yang lebih kental sehingga mengurangi torsi mesin, maka rotasi yang rendah ini menambah waktu kontak antara campuran bahan bakar/udara dengan dinding silinder
- * Siklus yang berlangsung dalam waktu lama menambah kebocoran bahan bakar/udara melalui cincin piston.

Dari faktor-faktor yang disebut di atas menyebabkan tekanan dan suhu pada akhir langkah kompresi tidak cukup tinggi untuk terjadinya autoignition. Sebab itu dibutuhkan bahan bakar dengan angka cetan yang cukup tinggi agar mesin dapat dihindarkan pada keadaan dingin. Pada Gambar 5 menunjukkan hubungan antara suhu minimum dimana penyalaan mesin dapat terjadi dan angka cetan bahan bakar yang digunakan untuk suatu motor tertentu.

4.10.3 Diesel Index

Untuk bahan bakar solar yang parafinik yang diperoleh melalui distilasi, angka cetan dapat diperkirakan dengan menentukan "Diesel Index". Karena sifat ini berhubungan dengan angka cetan, maka juga termasuk karakteristik penyalaan (ignition characteristic) dari bahan bakar.

Diesel Index didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Diesel Index} = \frac{\text{Aniline Point } (^{\circ}\text{F}) \times \text{API Gravity}}{100}$$

Dari rumus ini, ternyata bahwa diesel index didasarkan pada dua sifat yang sederhana yang berhubungan dengan sifat-sifat kimia bahan bakar. Aniline point adalah suhu equilibrium yang terendah untuk kelarutan dua campuran antara aniline dan bahan bakar yang diuji.

Hubungan antara angka cetan dan diesel index untuk minyak dapat dilihat pada Gambar 6. Grafik ini hanya berlaku untuk minyak parafinik yang diperoleh langsung dari distilasi (straight run diesel fuel).

4.11 Distilasi

Sifat distilasi memberikan gambaran tentang kecepatan penguapan (volatility) suatu bahan bakar minyak. Dalam spesifikasi karakteristik ini didefinisikan sebagai "Distillation Recovery at 300 °C" yang pengujiannya dilakukan menurut ASTM D 86.

Kecepatan penguapan merupakan suatu sifat yang penting dalam pembentukan campuran bahan bakar dan udara. Apabila bahan bakar terlalu mudah menguap, akan terjadi campuran bahan bakar/udara yang tidak sempurna, karena alasan-alasan sebagai berikut:

- * Penguapan yang terlalu cepat dari partikel-partikel cair dari bahan bakar akan menyebabkan jet dari injektor mengandung udara uap hydrocarbon yang sangat tinggi, sehingga phase cairan dari bahan bakar baru yang dimasukkan ke dalam udara di ruang bakar akan sangat berkurang.
- * Disamping itu, penguapan yang berlebihan di dalam jet mengambil panas untuk penguapan dari udara sekelilingnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya suhu rendah pada campuran udara/bahan bakar.

Seperti diketahui dibutuhkan beberapa kondisi tertentu untuk penyalaan campuran udara/bahan bakar, yakni proporsi keduanya, harus berada dalam batas-batas yang dapat menimbulkan penyalaan dan suhunya harus berada di atas suhu penyalaan yang terendah. Kegemukan yang terlalu tinggi atau suhu yang terlalu rendah dari campuran udara/bahan bakar dapat mengakibatkan kelambatan penyalaan campuran tersebut.

Sebaliknya bila campuran gemuk dengan fraksi-fraksi yang tidak mudah menguap, maka campuran akan memerlukan waktu penyalaan yang terlalu lama. Fraksi yang terakhir setelah semua oxygen sudah terikat dengan hydrocarbon.

Akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang akan mengakibatkan deposit yang terjadi dari adanya cracking pada phase cairan, yang melekat pada dinding ruang bakar.

Sebab itu kecepatan penguapan yang dalam spesifikasi dinyatakan sebagai distillation recovery at 300 °C perlu dibatasi yang dewasa ini ditetapkan minimum 40%. Fraksi yang diperoleh dari distilasi tersebut juga disebut "Front-end" solar. Untuk keadaan di Indonesia pembatasan dalam spesifikasi ini agaknya dipertimbangkan lagi, karena fraksi minyak solar dari distilasi ini merupakan fraksi kerosine, sehingga dengan dipertahkannya spesifikasi tersebut mengakibatkan "Yield kerosine" yang dapat dihasilkan dari minyak mentah dan kilang yang ada akan terbatas.

Dengan adanya tekanan kebutuhan kerosine di Indonesia yang semakin bertambah tiap tahun, maka untuk dapat menambah kerosine yang dihasilkan maka perlu diadakan optimisasi front-end solar, sehingga dapat diambil sejauh mungkin fraksi ringan solar tersebut untuk dijadikan kerosine.

Sebab itu di Lemigas dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana fraksi ringan solar tersebut dapat diambil, atau dengan perkataan lain sejauh mana fraksi front-end solar dapat diturunkan, tanpa menimbulkan persoalan terhadap performans motor yang menggunakan.

Untuk melakukan penelitian ini, maka dilakukan pengujian di atas bangku penguji mesin diesel dan chassis dynamometer dengan menggunakan beberapa jenis solar yang mempunyai front-end yang berlainan dan akan disusul kemudian dengan pengujian armada di atas jalanan (fleet test). Pengujian yang dilakukan dewasa ini baru terbatas pada pengujian diatas bangku penguji dengan menggunakan mesin diesel TAM. (lihat Gambar 7)

4.11.1 Hasil Penelitian yang Dilakukan

Dengan menggunakan mesin diesel merek TAM (mesin bekas truck TAM)

Banyaknya silinder	: 4 buah
Pendinginan	: udara
Tahun pembuatan	: 1965
Daya	: 80 DK (pada 2500 rpm)
Perbandingan kompresi	: 11,5
Volume langkah	: 4868 cm ³

Bahan bakar yang digunakan dalam percobaan ini, sebanyak 5 (lima) jenis yang masing-masing mempunyai front-end yang berlainan. Sifat-sifat dari kelima bahan bakar solar tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Penelitian dilakukan dengan membandingkan performans semua jenis minyak solar tersebut pada mesin diesel (TAM) di atas bangku penguji. Pengukuran-pengukuran serta pengamatan yang dilakukan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3. Dari pengamatan tersebut, dihitung daya dan konsumsi bahan bakar untuk setiap macam bahan bakar pada beberapa putaran mesin, dan

kemudian digambarkan dalam suatu grafik, seperti yang ditunjukkan pada gambar no. 8 & 9.

Apabila dibandingkan, semua grafik-grafik yang terdapat pada gambar tersebut, dapat dikemukakan beberapa kecenderungan sebagai berikut:

- (1) Sampai putaran sekitar 1500 rpm, agaknya tidak terdapat perbedaan daya yang dihasilkan motor untuk semua jenis bahan bakar yang mempunyai front-end yang berlainan.
- (2) Pada putaran yang lebih tinggi dari 1500 rpm, daya motor dengan menggunakan bahan bakar A-3 (dist. rec. 21%), A-6 (dist. rec. 30%), B-7 (dist. rec. 27%) menunjukkan tendensi menurun. Hal ini mungkin disebabkan oleh pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar, yang semakin sulit membentuk butir-butir cairan ketika disemprotkan ke ruang bakar, sehingga tidak dapat tercampur secara baik dengan udara.
- (3) Konsumsi bahan bakar spesifik untuk masing-masing minyak solar yang diuji, agaknya masih memerlukan penelitian lebih lanjut, karena data yang diperoleh tidak begitu konsisten, untuk dapat diambil suatu kesimpulan yang kongkrit. Tetapi agaknya pada putaran rendah, bahan bakar yang terberat, konsumsi spesifiknya lebih rendah dibandingkan bahan bakar yang lebih ringan. Tetapi pada putaran yang lebih tinggi (diatas 1000 rpm) agaknya terbalik, yakni untuk bahan bakar berat pemakaian bahan bakar spesifiknya yang tinggi. Hal ini mungkin disebabkan oleh nilai kalori yang lebih besar untuk bahan bakar yang lebih berat dan disertai dengan pembakaran yang lebih sempurna pada putaran yang lebih rendah karena siklusnya memakan waktu relatif lebih panjang. Sedang pada putaran yang lebih tinggi, kemungkinan pembakaran tidak sempurna lebih banyak, sehingga konsumsi bahan bakar yang lebih berat cenderung bertambah tinggi pada kecepatan tersebut.

Untuk memperoleh suatu kesimpulan yang lebih mantap, masih memerlukan penelitian-penelitian lanjutan seperti penelitian pemakaian jenis-jenis bahan bakar solar tersebut pada mobil/truck di atas chassis dynamometer, dan kalau perlu pengujian armada diatas jalanan (fleet test). Disamping itu mungkin masih perlu melakukan ujian-ujian ulangan di atas bangku penguji untuk memperoleh data-data yang lebih konsisten.

4.12 Additives untuk Bahan Bakar Solar

Sejumlah bahan kimia digunakan untuk meningkatkan angka cetan bahan bakar. Pada umumnya bahan-bahan tersebut adalah produk-produk oksidasi seperti peroxides, ethyl nitrates atau amyl nitrates. Penambahan 1% additives ke dalam bahan bakar Diesel dapat menambah 12 sampai 15 angka cetan tergantung pada sifat bahan bakar.

Pada Tabel 4 dapat dilihat angka cetan bahan bakar diesel di Amerika Serikat dengan kandungan additives yang berbeda-beda.

Tetapi additives ini tidak stabil dalam penyimpanan dan dengan alasan ini penggunaannya hanya pada keadaan-keadaan tertentu.

Additives lain untuk bahan bakar diesel, digunakan untuk memperbaiki karakteristik berikut:

- * Stabilitas penyimpanan
- * Memberikan sifat-sifat detergency
- * Combustion improvers dan smoke suppressors
- * Pour point depressant.

Tabel 5 adalah daftar additives utama yang biasanya digunakan untuk bahan bakar solar.

5. Kesimpulan

Disamping mempelajari spesifikasi-spesifikasi bahan bakar minyak yang berlaku di negara-negara lain, Lemigas juga sudah mulai mengadakan penelitian dalam bidang ini, untuk memperoleh spesifikasi yang lebih sesuai dengan kondisi Indonesia, dan dengan mempertimbangkan kemampuan yang ada, tetapi dilain pihak tidak mengurangi kebutuhan motor-motor akan sifat-sifat bahan bakar tersebut.

Khususnya minyak solar telah mulai diadakan penelitian mengenai sifat volatilitasnya (front-end), walaupun masih dalam taraf permulaan sekali. Masih banyak pekerjaan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini untuk dapat memperoleh suatu kesimpulan yang lebih mantap. Sebab itu dorongan dari instansi-instansi atau badan-badan yang berkepentingan dalam bidang ini sangat dibutuhkan untuk dapat membina kemampuan ini lebih lanjut.

Tabel 5

Daftar Additives Utama yang Biasanya Digunakan untuk Bahan Bakar Solar

No	Nama Additive					Kandungan (%)
	1	2	3	4	5	
1	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
2	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
3	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
4	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
5	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
6	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
7	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
8	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
9	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
10	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
11	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
12	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
13	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
14	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000
15	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	ASTM D 1561	1.000