

# KAJIAN EKSPRIMENTAL PENGARUH BAHAN ADITIF OCTANE BOSTER TERHADAP NILAI KALOR BAHAN BAKAR SOLAR

**Tekad Sitepu**

Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

## Abstrak

Tulisan ini mencoba memberikan gambaran nilai kalor yang dihasilkan bahan bakar solar murni dengan nilai kalor yang dihasilkan bahan bakar solar yang dicampur dengan bahan aditif octane boster cair maupun octane boster pill. Penambahan bahan aditif terhadap bahan bakar solar sudah banyak dimanfaatkan untuk perbaikan kinerja sebuah mesin diesel. Ketersediaan energi konvensional semakin menipis, sehingga diperlukan penggunaan yang seefektif mungkin. Pencampuran bahan bakar solar dengan bahan aditif octane boster dapat memperbesar nilai kalor, peningkatan kinerja mesin diesel, dan mengurangi emisi gas buang.

*Kata kunci: Bahan aditif octane boster; Nilai Kalor Solar; Emisi gas buang.*

## 1. PENDAHULUAN

Bahan bakar solar dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin diesel putaran rendah dan mesin diesel putaran tinggi. Bahan bakar ini dapat dicampur dengan bahan aditif. Penambahan bahan aditif bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor pembakaran bahan bakar, penghematan pemakaian bahan bakar, dan ramah lingkungan. Zat aditif yang digunakan antara lain octane boster dalam bentuk cair atau pill.

Kinerja dari suatu jenis bahan bakar mesin diesel dapat diketahui dari karakteristiknya antara lain:

- *Viskositas*, merupakan tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, umumnya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Jika viskositas tinggi, maka tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Viskositas sangat mempengaruhi kinerja injektor bahan bakar pada proses atomisasi. Viskositas yang tinggi akan mengakibatkan bahan bakar tidak teratomisasi dengan sempurna melainkan dalam bentuk tetesan-tetesan yang besar dengan momentum tinggi serta memiliki

kecenderungan untuk bertumbukan dengan dinding silinder yang relatif lebih dingin. Hal ini dapat mengakibatkan pemadaman nyala (*flame*) dan peningkatan deposit serta emisi gas buang. Sebaliknya, bahan bakar yang memiliki viskositas yang rendah menghasilkan pengkabutan (*spray*) yang terlalu halus dan tidak dapat masuk lebih jauh ke dalam silinder pembakaran sehingga membentuk daerah kaya bahan bakar (*fuel rich zone*) yang mempunyai kecenderungan untuk membentuk jelaga.

- *Bilangan Setana*, merupakan bilangan yang menunjukkan pada kualitas dan cepat atau lambatnya suatu bahan bakar untuk menyala. Bilangan setana didasarkan pada persen volume dari setana (C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>) dalam campuran setana dengan alfametil-naftalen (C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>CH<sub>3</sub>). Normal setana memiliki bilangan setana 100 sedangkan alfametil-naftalen memiliki bilangan setana 0. Semakin tinggi bilangan setana suatu bahan bakar, maka kualitas penyalanya semakin baik. Ini berarti bahan bakar tersebut akan menyala ketika diinjeksikan

- kedalam silinder mesin diesel dengan waktu penundaan penyalaan yang lebih singkat, demikian sebaliknya. Penggunaan bahan bakar mesin diesel yang mempunyai bilangan setana yang tinggi dapat mencegah terjadinya *knocking* karena begitu bahan bakar diinjeksikan kedalam silinder, bahan bakar akan segera terbakar dan tidak terakumulasi. Bilangan setana untuk motor diesel putaran tinggi berkisar 40 sampai 60.
- *Titik Tuang (Pour Point)*, adalah temperatur terendah dimana suatu minyak atau bahan bakar cair mulai membeku atau berhenti mengalir. Titik tuang dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan (angka iodium), semakin tinggi ketidakjenuhan maka titik tuang semakin rendah. Titik tuang juga dipengaruhi oleh panjang rantai karbon, semakin panjang rantai karbon maka semakin tinggi titik tuang. Titik tuang perlu diketahui khususnya pada saat menstart mesin dalam keadaan dingin.
  - *Volatilitas*, merupakan kecenderungan suatu jenis bahan bakar untuk berubah fasa dari cair menjadi uap. Tekanan uap yang tinggi dan titik didih yang rendah merupakan tanda-tanda dari tingginya volatilitas dari suatu bahan bakar.
  - *Kadar Residu Karbon (carbon residu)*, menunjukkan kadar fraksi hidrokarbon yang mempunyai titik didih yang lebih tinggi dari range bahan bakar sehingga cenderung menimbulkan deposit berupa karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis. Keberadaan hidrokarbon ini menyebabkan menumpuknya residu karbon dalam pembakaran yang akan mengurangi kinerja mesin. Pada temperatur yang tinggi, deposit ini dapat membara dan menaikkan temperatur silinder pembakaran.
  - *Kadar Air dan Sedimen*, menunjukkan persentase kandungan air dan sedimen yang terkandung dalam bahan bakar. pada temperatur yang sangat dingin, air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk kristal dan menyumbat aliran bahan bakar. Disamping itu, keberadaan air juga dapat menyebabkan korosi dan pertumbuhan mikroorganisme. Demikian juga halnya dengan keberadaan sedimen yang dapat menyebabkan penyumbatan dan kerusakan pada mesin
  - *Titik Embun (Cloud Point)*, merupakan temperatur dimana mulai terlihatnya cahaya yang berwarna suram relatif terhadap cahaya sekitarnya pada permukaan minyak ketika didinginkan.
  - *Kadar Sulfur*, merupakan persentase yang menunjukkan jumlah sulfur yang terkandung dalam suatu bahan bakar. Ketika pembakaran berlangsung, sulfur yang terkandung didalam bahan bakar juga akan ikut terbakar dan menghasilkan gas yang bersifat sangat korosif. Selain akan merusak peralatan mesin yang terbuat dari logam, keberadaan oksida belerang ( $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ ) bila dilepas ke udara berpotensi untuk menimbulkan hujan asam.
  - *Titik Nyala (Flash Point)*, merupakan temperatur terendah dimana suatu bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya (*autocombust*) akibat tekanan. Titik nyala yang terlalu rendah dapat menyebabkan kegagalan pada injektor bahan bakar, pembakaran yang kurang sempurna bahkan ledakan. Semakin tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar, semakin aman penanganan dan penyimpanannya.
- Berdasarkan jenis putaran mesinnya, bahan bakar mesin diesel dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu, *Automotive Diesel Oil (ADO)*, di Indonesia dikenal sebagai solar merupakan bahan bakar untuk mesin dengan kecepatan putaran >1000 rpm dan *Industrial Diesel Oil*, merupakan bahan bakar yang umumnya digunakan

pada mesin-mesin dengan putaran ≤1000 rpm (biasanya mesin-mesin industri). Bahan bakar ini disebut juga minyak diesel. Di Indonesia, bahan bakar untuk kendaraan bermotor jenis

diesel umumnya menggunakan minyak solar yang diproduksi oleh PERTAMINA dengan karakteristik seperti pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Karakteristik Solar

No	Properties	Limits		Test Methods	
		Min	Max	ASTM	Others
1	Specific Gravity at 60/60 °F	0,82	0,87	D - 1298	
2	Color ASTM	-	3,0	D - 1500	
3	Cetane Number, or	45	-	D - 613	
	Alternatively calculated Cetane Index	48	-	D - 976	
4	Viscosity Kinematic at 100 °F cSt	1,6	5,8	D - 445	
	Or Viscosity SSU at 100 °F secs	35	45	D - 88	
5	Pour Point °C	-	65	D - 97	
6	Sulphur Content % wt	-	0,5	D - 1551/ D - 1552	
7	Copper Strip Corrosion ( 3 hrs / 50°C)	-	No.1	D - 130	
8	Conradson Carbon Residu % wt (on 10% vol. bottom )	-	0,1	D - 189	
9	Water content %vol	-	0,05	D - 95	IP 30
10	Sediment % wt	-	0,01	D - 473 / D -482	
11	Ash content % wt	-	0,01	D - 974	
12	Flash Point P. M. c. c. °F	150		D - 93	
13	Distillation :			D - 86	
	• Recovery at 300 0C % vol	40			

Sumber : [www.pertamina.com](http://www.pertamina.com)

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

Reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen dari udara menghasilkan panas. Besarnya panas yang ditimbulkan jika satu satuan bahan bakar dibakar sempurna disebut nilai kalor pembakaran bahan bakar (*Calorific Value*, CV). Berdasarkan asumsi ikut tidaknya panas laten penguapan air dihitung sebagai bagian dari nilai kalor pembakaran suatu bahan bakar, maka nilai kalor dapat dibedakan menjadi nilai kalor atas dan nilai kalor bawah.

Untuk bahan bakar cair seperti solar maka Nilai Kalor Atas (*High Heating Value*, HHV) dan Nilai Kalor Bawah (*Low Heating Value*, LHV) dapat diketahui dengan cara mensubstitusikan nilai specific gravity (*d*) yang di peroleh dengan cara eksperimen pada keadaan 60/60 °F kedalam rumus seperti dibawah ini :

$$HHV = 22320 - 3780 \cdot d^2 \dots \text{lit. 1 hal 7 - 13}$$

dimana :

$$HHV = \text{Nilai Kalor Atas (Btu/lb)}$$

$$d = \text{Specific Gravity}$$

Specific gravity (*d*) adalah perbandingan antar berat dari volume tertentu dari suatu benda terhadap volume yang sama dengan air pada keadaan 60/60 °F.

Nilai kalor bawah (*Low Heating Value*, LHV), merupakan nilai kalor bahan bakar tanpa panas laten yang berasal dari pengembunan uap air sehingga besarnya nilai kalor bawah (LHV) dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$LHV = HHV - 90,8.H \text{ lit. 1 hal. 7 - 14}$$

dimana :

- LHV = nilai kalor bawah (kJ/kg)
- H = persentase kandungan hydrogen dalam bahan bakar

Persentase kandungan hydrogen dalam bahan bakar (H) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = 26 - 15.d \dots\dots\dots \text{lit. 1 hal. 7 - 14}$$

Dalam perhitungan efisiensi panas dari motor bakar, dapat menggunakan nilai kalor bawah (LHV)

dengan asumsi pada suhu tinggi saat gas buang meninggalkan mesin tidak terjadi pengembunan uap air. Namun dapat juga menggunakan nilai kalor atas (HHV) karena nilai tersebut umumnya lebih cepat tersedia. Peraturan pengujian berdasarkan ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) menentukan efisiensi panas dengan menggunakan Nilai Kalor Atas (HHV), sedangkan peraturan SAE (*Society of Automotive Engineers*) menentukan efisiensi panas dengan menggunakan Nilai Kalor Bawah (LHV).

### 3. PENGUJIAN NILAI KALOR BAHAN BAKAR

Nilai kalor bahan bakar yang diuji terhadap tiga jenis bahan bakar yakni:

- a. Bahan bakar solar murni
- b. Bahan bakar solar 20 liter + bahan aditif octan booster cair 60 ml
- c. Bahan bakar solar 20 liter + bahan aditif octan booster pill 1 buah

Sampel bahan bakar yang digunakan seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Bahan penelitian

Untuk mengetahui nilai kalor dari tiga (3) jenis sample uji terlebih dahulu dilakukan pengujian *specific grafity*.

Adapun hasil dari pengujian *specific grafity* adalah seperti pada tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Hasil pengujian *specific gravity*

No	Jenis sampel uji	Volume sample uji (ml)	Temp. sample uji (°C)	Temp. lingkungan (°C)	Berat Gelas Kosong (gr)	Berat Gelas Berisi (gr)
					C	B
1	<i>Aquades</i>	10	15,5	15	28,0578	38,0313
2	<i>Aquades</i>	10	15,5	15	28,0340	37,8834
3	<i>Aquades</i>	10	15,5	15	28,0386	37,9167
4	<i>Solar</i>	10	15,5	15	28,0397	36,1610
5	<i>Solar</i>	10	15,5	15	28,0407	36,1156
6	<i>Solar</i>	10	15,5	15	28,0374	36,0949
7	<i>Solar + OB Cair</i>	10	15,5	15	28,2189	36,1170
8	<i>Solar + OB Cair</i>	10	15,5	15	28,2865	36,1436
9	<i>Solar + OB Cair</i>	10	15,5	15	28,3188	36,0470
10	<i>Solar + OB Pill</i>	10	15,5	15	28,0404	36,1033
11	<i>Solar + OB Pill</i>	10	15,5	15	28,1776	36,0889
12	<i>Solar + OB Pill</i>	10	15,5	15	28,3661	36,1512

**4. ANALISA DAN PEMBAHASAN:**

Dari tabel hasil pengujian di atas dapat ditentukan nilai – nilai *specific gravity* dari ke tiga (3) jenis sampel uji dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$A = B - C$$

dimana :

- A = berat bersih sampel uji (gr)
- B = berat gelas berisi (gr)
- C = berat gelas kosong (gr)

Rata – rata berat bersih sampel uji (gr) dapat di hitung dengan cara :

$$\bar{A} = \frac{\sum A}{n}$$

dimana :

$\bar{A}$  = rata – rata berat bersih sampel uji (gr)

$\sum A$  = jumlah berat bersih dari tiap jenis sampel uji (gr)  
 n = jumlah pengujian yang dilakukan

Maka nilai *specific gravity* (*sgf*) dari sampel uji dapat diketahui dengan cara :

$$d = \frac{\bar{A}_{SampelUji}}{A_{Aquades}}$$

Pada pengujian pertama untuk jenis sampel *aquades*, diperoleh :

- B = 38,0313 gr
- C = 28,0578 gr

maka :

$$A = 38,0313 \text{ gr} - 28,0578 \text{ gr} = 9,9735 \text{ gr}$$

Dengan cara perhitungan yang sama dapat diketahui nilai dari *specific gravity* dari ke tiga (3) jenis sample uji seperti yang terdapat pada tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 Nilai *specific gravity* dari sampel uji

No	Jenis sampel uji	Berat bersih (gr)	Rata-rata berat bersih (gr)	<i>Specific gravity</i>
		A	$\bar{A}$	d
1	<i>Aquades</i>	9,9735	9,9003	1
2	<i>Aquades</i>	9,8494		
3	<i>Aquades</i>	9,8781		
4	<i>Solar</i>	8,1213	8,0846	0,82
5	<i>Solar</i>	8,0749		
6	<i>Solar</i>	8,0575		
7	<i>Solar + OB Cair</i>	8,0629	7,9197	0,8
8	<i>Solar + OB Cair</i>	7,9113		
9	<i>Solar + OB Cair</i>	7,7851		
10	<i>Solar + OB Pill</i>	7,8981	7,8278	0,79
11	<i>Solar + OB Pill</i>	7,8571		
12	<i>Solar + OB Pill</i>	7,7282		

**4.1 Nilai Kalor Atas (*High Heating Value*, HHV)**

Besarnya Nilai Kalor Atas (*High Heating Value*, HHV) dari tiga (3) jenis sampel uji dapat diketahui dengan cara mensubstitusikan nilai *specific gravity* (d) yang di peroleh dengan cara eksperimen pada keadaan 60/60 °F ke dalam persamaan seperti di bawah ini :

$$HHV = 22320 - 3780 \cdot d^2 \dots \text{lit. 1 hal 7 - 13}$$

dimana :

$$HHV = \text{Nilai Kalor Atas (kJ/kg)}$$

$$d = \text{Specific Gravity}$$

Dari tabel di atas dapat kita ketahui Nilai Kalor Atas (*High Heating Value*, HHV) dari solar yaitu :

$$HHV = 22320 - 3780 \cdot d^2$$

$$= 22320 - 3780 \cdot (0,82^2)$$

$$= 19799,39 \text{ (Btu/lb)}$$

$$= 19799,39 \text{ (Btu/lb)} \times 2,328$$

$$= 46092,98 \text{ kJ/kg}$$

**4.2 Nilai Kalor Bawah (*Low Heating Value*, LHV)**

Nilai Kalor Bawah (*Low Heating Value*, LHV), merupakan nilai kalor bahan bakar tanpa panas laten yang berasal dari pengembunan uap air sehingga besarnya Nilai Kalor Bawah (LHV) dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$LHV = HHV - 90,8 \cdot H \dots \text{lit. 1 hal. 7 - 14}$$

dimana :

$$LHV = \text{Nilai Kalor Bawah (kJ/kg)}$$

$$H = \text{Persentase kandungan hydrogen dalam bahan bakar}$$

Persentase kandungan *hydrogen* dalam bahan bakar (H) dapat di cari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = 26 - 15 \cdot d \dots \text{lit. 1 hal. 7 - 14}$$

Maka dari tabel 4.1 di atas dapat diketahui kandungan *hydrogen* dari bahan bakar solar yaitu :

$$\begin{aligned}
 H &= 26 - 15 \cdot d \\
 &= 26 - 15 \cdot 0,82 \\
 &= 13,75107
 \end{aligned}$$

Besarnya Nilai Kalor Bawah (*LHV*) dari bahan bakar solar dapat di hitung berdasarkan persamaan :

$$LHV = HHV - 90,8 \cdot H$$

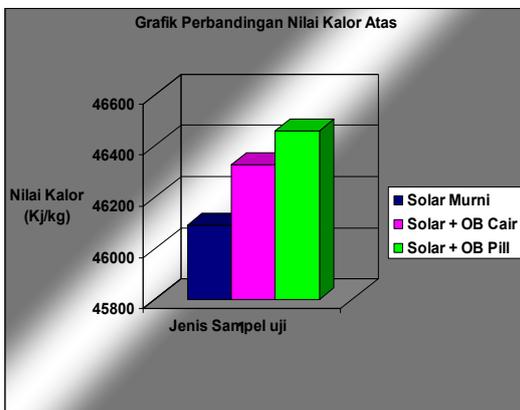
$$\begin{aligned}
 &= 19799,39 - 90,8 \cdot (13,75107) \\
 &= 18550,79 \text{ (Btu/lb)} \\
 &= 18550,79 \text{ (Btu/lb)} \times 2,328 \\
 &= 44844,38 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama dapat diketahui nilai dari Nilai Kalor Atas (*High Heating Value, HHV*) dan Nilai Kalor Bawah (*Low Heating Value, LHV*) dari ke tiga (3) jenis sample uji seperti yang terdapat pada tabel 4.2 di bawah ini :

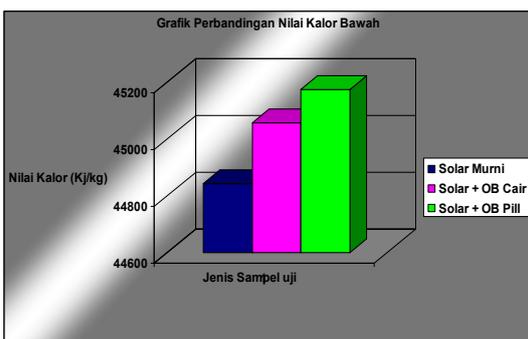
Tabel 4.2 Nilai Kalor Atas (*HHV*) dan Nilai Kalor Bawah (*LHV*)

No	Jenis sampel uji	HHV (kJ/kg)	H	LHV (kJ/kg)
1	Solar Murni	46092,98	13,75107	44844,38
2	Solar + OB Cair	46329,77	14,14010	45058,50
3	Solar + OB Pill	46459,8	14,00076	45175,88

Dari tabel 4.2 di atas dapat di lihat nilai perbandingannya dalam bentuk grafik seperti gambar 4.1 dan gambar 4.2 di bawah ini :



Gambar 4.1. Grafik perbandingan Nilai Kalor Atas (*HHV*)



Gambar 4.2. Grafik perbandingan Nilai Kalor Bawah (*LHV*)

### 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian nilai kalor, maka apabila dibandingkan dengan *solar murni* dapat diperoleh:

1. Bahan bakar solar yang dicampur bahan aditif Octane Boster Cair dengan perbandingan 20 liter berbanding 60 ml, maka Nilai Kalor Atas (*HHV*) naik sebesar 0,52 % dan Nilai Kalor Bawah (*LHV*) akan naik sekitar 0,48 %
2. Bahan bakar solar yang dicampur bahan aditif Octane Boster Pill dengan perbandingan 20 liter solar dengan sebuah pill, Nilai Kalor Atas (*HHV*) naik sebesar 0,78 % dan Nilai Kalor Bawah (*LHV*) naik sebesar 0,74 %.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Eugene A. Avallone., *Marks' Standartd Handbook for Mechanical Engineers*, Mc. Graw – Hill, 1987

2. Heywood, John B., *Internal Combustion Engines Fundamentals*, McGraw-Hill Book Company, Pennsylvania, 1988.
3. Obert, Edward F., *Internal Combustion Engines – third edition*, International Textbook Company, Pennsylvania, 1968.
4. Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1979.
5. Culp, Archie W., Jr., Ph.D., alih bahasa: Ir. Darwin Sitompul., M.eng., *Prinsip-prinsip konversi energi*, Erlangga, 1989.
6. Maleev, V.L., M.E., DR. A.M, alih bahasa: Ir. Bambang Priambodo, *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Erlangga, 1991.
7. *Manual Book of TD110 – TD115 Test Bed and Instrumentation for Small Engines*, TQ Education and Training Ltd – Products Division, 2000.
8. *User Manual of Portable Gas Analyzer PG-250*, HORIBA Ltd – Kyoto, 1998
9. PERTAMINA-online, *Karakteristik minyak solar*, [www.pertamina.com](http://www.pertamina.com)
10. MKI-online, *Undang-undang lingkungan hidup*, [www.geocities.com](http://www.geocities.com)