

PERBANDINGAN *CALORIFIC VALUE* BERAGAM BAHAN BAKAR MINYAK YANG DIPASARKAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN *BOMB CALORIMETER*

Oleh:

Ronaldo Irzon

Penyelidik Bumi pada Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Bandung

Abstrak

Calorific value (H, atau panas jenis) merupakan kandungan energi suatu bahan per satuan massa yang dilepas saat bahan tersebut total terbakar. Kini, berbagai jenis bahan bakar minyak (BBM) yang dipasarkan di Indonesia tidak hanya hasil produksi Pertamina, namun sejak 2005 telah didirikan stasiun pengisian bahan bakar untuk umum (SPBU) yang berasal dari perusahaan asing. Salah satu cara pengelompokan kualitas suatu BBM adalah dengan tingkat *research octane number*-nya (RON, atau nilai oktan). Perbandingan *calorific value* berbagai jenis bahan bakar dengan variasi nilai oktan yang dijual berbagai SPBU akan menjadi informasi penting bagi pengguna BBM. Penggunaan perangkat *bomb calorimeter* untuk menganalisa *calorific value* telah banyak dipublikasikan dengan pengembangan menuju aplikasi beragam. Walau *bomb calorimeter* layak digunakan untuk mengukur kandungan panas cairan, belum banyak ditulis pemakaian terhadap contoh jenis ini. Penulis menggunakan metoda yang pernah digunakan dan telah berhasil menganalisa *calorific value* tiga jenis contoh cair dengan *bomb calorimeter*. Penelitian ini menguji jumlah kandungan panas delapan produk *gasoline* (bensin) dan lima contoh diesel dengan 83 kali pengujian. Perhitungan statistik pengukuran, setidaknya enam kali pengulangan setiap contoh, menunjukkan bahwa: metoda yang digunakan sangat stabil (RSD = 0,09 – 0,63%), terdapat perbedaan *calorific value* pada contoh dengan nilai oktan sama yang dihasilkan produsen gasolin berbeda, kenaikan nilai oktan juga meninggikan angka panas jenis, dan masih timpangnya perbandingan antara harga jual BBM saat contoh didapat dengan nilai kandungan kalor,

Kata kunci : *bomb calorimeter*, *calorific value*, bahan bakar minyak, *octane number*

Abstract

Calorific value is amount of released energy when a known volume of gas is completely combusted. Now, the market of fuels in Indonesia is not only owned by Pertamina, but there have been many gas stations conducted by foreign companies since 2005. One of the most famous ways to rank the fuels' performance is based on research octane number (RON). A different kind of fuels' calorific value with various octane number sold in many gas stations would be important information for fuel customers. The use of the bomb calorimeter to analyze the calorific value has been published in diverse applications. Although bomb calorimeter is viable to measure the heat content of the liquid, we can not easily find a writing of using the equipment on this kind of sample. The method used here has been successful to measure the calorific values of three liquid samples using bomb calorimeter. This study quantifies calorific value of eight gasoline and five diesel samples of 83 measurements. Statistics measurements of at least six times repetition indicate: the method have very good stability (%RSD = 0.09 – 0.63%), there are differences in calorific value on samples with same octane number produced by different company, increase in octane number also raises the samples' calorific value, and the ratio of fuel's price to their heat content is still lame.

Keywords : *bomb calorimeter*, *calorific value*, fuel, *octane number*

Pendahuluan

Hukum kekekalan energi menasbihkan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, ia hanya berubah menjadi bentuk lain. Karena begitu pentingnya arti energi pada kehidupan, beragam penelitian telah dilakukan agar penggunaannya dapat efektif bagi kemaslahatan manusia. Salah satu

bentuk energi yang lazim adalah berupa panas (*heat*) yang dihasilkan oleh hampir seluruh proses fisika, kimiawi, maupun biologis. Proses yang menghasilkan panas disebut eksotermis dan proses yang memerlukan panas disebut sebagai endotermis. Pengukur panas telah dikembangkan dengan menggunakan beragam peralatan yang secara umum disebut kalorimeter. Beragam sistem pada kalorimeter telah dikembangkan, seperti yang telah diaplikasikan oleh Wads dr. (2001).

Naskah diterima : 12 September 2012
Revisi terakhir : 17 Desember 2012

Calorific value (H, juga disebut *heat value*) menunjukkan jumlah energi yang dihasilkan oleh suatu bahan per satuan massa setelah terbakar sempurna. Semakin tinggi *calorific value* suatu bahan bakar maka energi yang dihasilkan pun akan semakin efisien, karena menghasilkan panas yang lebih besar dengan massa yang sedikit. Uji panas jenis telah umum dilakukan pada batubara, arang, kayu bakar dan bahan bakar padat lain. Namun belum banyak terpublikasikan pengujian panas jenis terhadap contoh cair seperti bahan bakar minyak (BBM).

Perbandingan *calorific value* beragam BBM dengan tingkat oktan dari berbagai SPBU yang ada belum diulas di Indonesia. Selain rasio kompresi BBM terhadap mesin, informasi panas jenis juga dapat menjadi informasi penting bagi pengguna kendaraan bermotor. Berdasar pada angka *enthalpy* maka penulis berhipotesis bahwa *calorific value* akan meningkat dengan semakin besarnya angka oktan. Penelitian Wads drr. (2001) dilakukan menggunakan kalorimeter berdasarkan konduksi panas isothermal sederhana berikut lima ilustrasi penggunaannya secara eksperimental maupun aplikasi singkat yang kemudian banyak diadaptasi pada beragam penelitian, termasuk dalam pengujian ini.

Berbagai penelitian mengenai *calorific value* terhadap contoh padatan telah banyak dilakukan menggunakan *bomb calorimeter*. Nunez-Reguiera drr. (2001) memperhitungkan bagaimana potensi biomassa di lingkungan hutan, sebagian besar merupakan kayu, sebagai potensi pengganti BBM. Menggunakan perangkat yang sama, dilengkapi dengan penambahan parameter dan peralatan lain, Nunez-Reguiera drr. (2004) semakin mengembangkan terhadap potensi kebakaran hutan di wilayah Spanyol. Pengukuran densitas energi yang terdapat pada produk perikanan dengan memadukan pengukuran menggunakan metoda *bomb calorimeter* dengan *proximate composition* telah dilaporkan oleh Doyle drr. (2006). Namun demikian, tulisan ini akan mengulas aplikasi perangkat *bomb calorimeter* terhadap contoh cair, yaitu bahan bakar minyak (*gasoline*/bensin maupun diesel), untuk dapat menentukan kualitas bahan bakar tersebut (Kumar drr., 2011).

Makalah ini menyajikan pengukuran panas jenis ini dilakukan dengan *Bomb Calorimeter* IKA yang dimiliki oleh Laboratorium Geologi - Pusat Survei Geologi (PSG). Pengujian dilakukan berulang untuk kemudian dilakukan analisa statistik yang akan berkaitan juga

dengan ketepatan hasil analisa panas jenis ini. Laboratorium Geologi – Pusat Survei Geologi (PSG) memiliki *Bomb Kalorimeter* IKA Werke Tipe C2000 Basic yang telah banyak menguji *calorific value* beragam bahan padat, baik contoh internal maupun contoh luar. Setidaknya alat tersebut telah menguji dua ratus contoh secara keseluruhan. Hanya sedikit contoh yang telah teruji berbentuk cair, namun Irzon dan Permanadewi (2012) telah membuat uji statistik dan dapat disimpulkan bahwa Laboratorium Geologi kapabel dalam pengujian nilai kalor bahan cair.

Contoh dan Metoda Penelitian

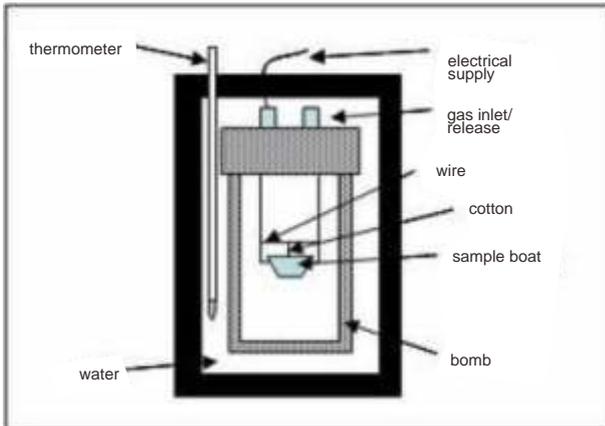
Penyontohan BBM

Langkah pertama penelitian ini adalah pemilihan contoh, dan dipilih *gasolin* dengan beragam tingkatan oktan maupun jenis diesel dari empat pemiliki SPBU di Indonesia, yakni: Pertamina, Petronas, Total dan Shell. Harga jual bahan bakar dengan RON yang lebih tinggi juga lebih mahal di pasaran. Pada bahan bakar jenis *gasoline* (bensin), produk dengan angka oktan tertinggi juga paling mahal. Solar dex (solar yang dimurnikan) merupakan jenis diesel yang termahal pada keempat SPBU. Sebagian besar contoh didapat di Jakarta dan hanya tiga jenis yang didapat di Bandung. Semua perusahaan telah berstandar internasional. Sehingga, dimanapun contoh didapat, sudah selayaknya berkualitas sama.

Contoh dari setiap SPBU, *gasoline* maupun diesel, langsung dimasukkan dalam botol-botol plastik tebal (setingkat dengan ketebalan plastik teh dalam botol) yang telah terlebih dahulu dibersihkan dan dikeringkan. Botol contoh dibawa ke laboratorium dan dipipet ke dalam sample pellet. Setiap wadah penyimpanan contoh diberi label yang menerangkan: nama produk, waktu dan lokasi pengambilan contoh, juga harga pasaran saat contoh diambil. Kemudian AND *electronic balance* seri ER-180 A yang memiliki tingkat ketelitian hingga 0,1 mg digunakan untuk menimbang massa contoh. Pipet yang digunakan merupakan mikropipet dengan kemampuan pengambilan contoh sebanyak 0,01 - 1 ml. Walau mikropipet diset pada angka 1 ml untuk setiap contoh, tidak tepat menjadi penentu sebagai massa jenis bahan.

Pengukuran Calorific Value

Setiap contoh dipipet ke dalam sample pellet dengan *range* massa 0,78 – 1,1 gr dengan AND *electronic balance*. *Bomb vessel* merupakan wadah platinum kedap air yang mana akan terjadi bombing terhadap



Gambar 1. Skema sederhana bomb-calorimeter yang sesuai dengan yang dimiliki Pusat Survei Geologi.

contoh dan kemudian dapat diukur panas yang dihasilkan. Pada *bomb vessel* memiliki *fuse wire*, suatu bahan logam yang akan memanaskan dengan aliran listrik. Pada *fuse wire* ini diikatkan selembur *cotton thread*, dengan rumus empiris $CH_{1.686}O_{0.843}$ dan memiliki standar panas sebesar 220 J/lembar (q_{wire}). Nilai kalori *cotton thread* dan massa contoh harus dimasukkan pada setting pengukuran sebagai nilai koreksi terhadap panas yang dihasilkan secara keseluruhan. Total panas (q_{bomb}) yang akan dihasilkan oleh proses ini, untuk mengetahui kadar kalor contoh (q_{rxn}) adalah:

$$q_{bomb} = q_{rxn} + q_{wire} \dots\dots\dots 1)$$

Energi listrik akan mengalir dan memanaskan *fuse wire*. *Cotton thread* akan terbakar akibat panasnya *fuse wire* dan dengan energi itu juga akan membuat contoh terbakar. Terbakarnya *cotton thread* juga dibantu dengan gas oksigen yang telah dialirkan ke dalam *bomb vessel* pada tahap awal. Gambar 1. memperlihatkan skema perangkat *bomb calorimeter*.

Pengujian dilakukan pada opsi 25°C Isobarik yang dapat dipilih saat alat dalam kondisi *on*. Perangkat ini dilengkapi dengan Huber minichiller SNr: 61060/50 yang diisi air sebagai penyerap kalor (*chiller*) yang akan dihasilkan setelah terjadi *bombing*. Kondisi ini akan diperoleh setelah perangkat utama serta *chiller* dipanaskan sekitar sepuluh menit. *Bomb Calorimeter* Tipe IKA Werke Tipe C2000 basic memiliki *vessel* kedap udara, jadi tidak akan ada air pendingin yang masuk dan mempengaruhi perhitungan kalor. Sebelum pengukuran dimulai, harus dipastikan bahwa knop gas O_2 berkadar 99,99% telah terbuka.

Bomb vessel yang berisi contoh dan *cotton thread*

dimasukkan dalam *bomb calorimeter*. Untuk memulai pengukuran pastikan alat berstatus '*ready*' dan *chiller* memiliki air pendingin yang berada pada level mendekati maksimum. Perangkat ini juga memiliki standar keamanan yang cukup sehingga bila air pada *chiller* tidak memadai maupun kondisi alat belum konstan maka urutan kinerja alat akan berhenti sebelum *bombing* dimulai. Pada kondisi normal pengukuran berlangsung kurang dari 20 menit untuk setiap pengujian.

Statistika pengujian

Setiap contoh mengalami pengulangan sejak penimbangan hingga pengukuran ($n = 6-9$) secara berurutan untuk kemudian dibuat statistiknya. Analisa statistik akan menggambarkan kinerja perangkat *bomb calorimeter* secara umum terhadap berbagai jenis contoh cair terpilih. Parameter statistik yang dihitung meliputi rentang hasil pengukuran, rata-rata, rata-rata deviasi, variansi dan standar deviasi. Rentang hasil pengukuran menunjukkan perbedaan pengamatan paling besar dengan yang paling kecil. Rataan (mean, \bar{X}) merupakan penjumlahan angka pada pengamatan dibagi dengan jumlah pengamatan, sedangkan rata-rata deviasi (M_d) merupakan rata-rata dari seluruh perbedaan pengamatan dibagi dengan banyaknya jumlah pengamatan (diambil nilai mutlak). Rata-rata perbedaan antara mean dengan nilai masing-masing observasi disebut variansi (V). Standar deviasi juga sering disebut dengan simpangan baku yakni nilai yang menunjukkan tingkat variansi suatu kelompok data (S). Matematis statistika yang dihitung dijabarkan seperti dibawah ini:

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) : n \dots\dots 2)$$

$$M_d = (\sum (X - \bar{X})) : n \dots\dots\dots 3)$$

$$V = (\sum (X - \bar{X})^2) : (n-1) \dots\dots\dots 4)$$

$$S = \sqrt{V} \dots\dots\dots 5)$$

(Swinscow, 1997)

Hasil dan Pembahasan

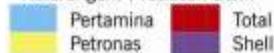
Hasil uji calorific value

Setiap contoh telah diujikan minimal dengan enam kali pengulangan, sejak tahap preparasi hingga pengukuran kandungan panas. Nilai kalor seluruh contoh yang diperoleh menggunakan *Bomb Calorimeter* IKA Tipe C2000 Basic tidak berbeda jauh, yang terendah memiliki nilai rata-rata 10,504 cal/g dan

Tabel 1. Ringkasan statistik pengujian terhadap 13 contoh BBM

	Nama Produk	H _x	H _{max}	H _{min}	n	Range	Md	V	S	%RSD
Oktan 88	Premium	10,509	10,531	10,427	6	148	28.33	2,959	54.40	0.52
Oktan 92	Pertamax	10,575	10,620	10,552	6	68	15.44	994	31.52	0.30
	Primax 92	10,728	10,770	10,698	8	72	13.50	510	22.58	0.21
	Performace 92	10,611	10,644	10,542	9	102	33.38	1,722	41.50	0.39
	Shell Super	10,561	10,593	10,551	6	42	25.20	739	27.18	0.26
Oktan 95	Pertamax Plus	10,622	10,690	10,638	6	52	10.56	414	20.34	0.19
	Performance 95	10,696	10,761	10,634	8	127	42.63	2,870	53.57	0.50
	Super xtra	10,677	10,712	10,649	7	63	14.68	399	19.98	0.19
Solar	Pertamina Biosolar	10,546	10,614	10,476	6	138	53.60	4,320	65.73	0.63
	Pertamina Solar dex	10,755	10,769	10,747	6	22	7.25	100	9.98	0.09
	Petronas Diesel	10,734	10,743	10,716	6	27	5.78	117	10.82	0.10
	Total Diesel	10,740	10,812	10,719	9	93	18.96	862	29.36	0.27
	Shell Diesel	10,723	10,754	10,696	6	58	13.48	396	19.90	0.19

Keterangan: Produsen BBM



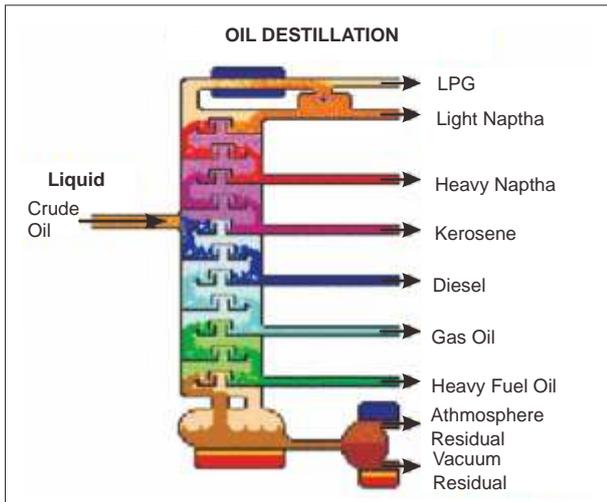
H = rata-rata pengukuran *calorific value* ; n = jumlah uji. Md = rata-rata deviasi, V = variansi, S = standar deviasi, %RSD = persentase standar deviasi.

tertinggi berangka 10,735 cal/gr. Pengukuran berjalan stabil dengan mengacu pada %deviasi maksimal 0,63%, bahkan umumnya <0,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa *repeatability* pengukuran adalah baik. Ringkasan statistik hasil pengujian terangkum pada Tabel 1.

Research octane number (RON, angka oktan) adalah kombinasi linear n-Heptana (nilai oktan = 0) dan iso-Oktana/2,2,4-Trimetilpentana (angka oktan = 100) (Assi, 2008). Heptana merupakan hidrokarbon dengan formula molekul C₇H₁₆ dengan berat molekul 100,2 g/mol dan entalphy pembakaran -4.825 - -4.809 kJ/mol (Wikipedia, 2012). Formula kimia okтана menunjukkan bahwa molekul ini memiliki 8 atom karbon dan 18 atom hidrogen, dengan berat molekul 114,3 g/mol memiliki entalphy pembakaran -5.462,6 - -5460,0 kJ/mol (Wikipedia, 2012). Kedua entalphy ini memiliki angka negatif yang berarti bahwa kedua hidrokarbon akan menghasilkan panas bila terbakar, dimana okтана lebih tinggi dari heptana. Nilai *entalphy* yang masih dalam satuan molar tidak perlu dirubah menjadi satuan berat karena pencampuran hidrokarbon ini didasarkan pada molaritas. Campuran 12% n-heptana dengan 88% iso-okтана akan menghasilkan bahan bakar dengan nilai oktan 88. Bahan bakar apapun dengan rasio kompresi yang sama dengan perbandingan tadi disebut memiliki RON 88, seperti halnya Premium produksi Pertamina. Mesin yang dirancang untuk performa lebih tinggi maka memerlukan bahan bakar dengan RON yang lebih tinggi pula.

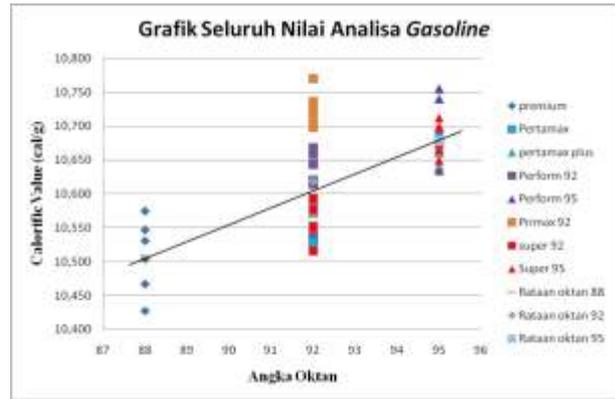
Sejalan dengan sifat thermodynamikanya (*entalphy*) maka kenaikan RON akan menaikkan jumlah panas yang dihasilkan bahan bakar, karena jumlah iso-okтана yang semakin tinggi dibanding dengan heptana. Hasil uji terhadap delapan contoh gasolin (bensin, bahan bakar yang dikenal dengan perbandingan angka oktan) pada penelitian ini menunjukkan kesesuaian. Bahan bakar dengan RON 92 memiliki kandungan panas lebih besar dari pada jenis dengan RON 88, namun lebih kecil bila dibandingkan dengan contoh dengan RON 95. Gambar 2. menunjukkan proses distilasi minyak bumi, dimana diesel berada diatas gasolin yang berarti bahwa dibutuhkan panas lebih besar untuk menghasilkan diesel. Hal ini pun sesuai bahwa pada 27 kali pengukuran jenis diesel, produk diesel termurnikan kandungan panasnya lebih tinggi dari gasolin, kecuali 6 contoh biodiesel yang memang bukan berasal dari minyak bumi.

Seluruh hasil pengujian *calorific value* terhadap gasolin dengan tiga tingkat *research octane number* terskemakan pada Gambar 3. Diagram tersebut menunjukkan bahwa kandungan panas akan semakin meninggi sesuai dengan kenaikan angka oktan. Beberapa hasil pengujian pada satu jenis gasolin beroktan lebih tinggi memang memiliki nilai kandungan panas yang lebih kecil, namun data statistik dapat menyelesaikan hal ini. Hasil kalkulasi statistik pada Tabel 1. tetap sejalan dengan hipotesa awal. Lebih spesifik, kejanggalan memang terdapat pada hasil pengukuran Primax 92 milik Petronas.



Gambar 2. Proses distilasi minyak bumi hingga menghasilkan beragam bahan bakar (Assi, 2008)

Pengukuran BBM berangka oktan 92 dari empat jenis berbeda didapat bahwa Primax 92 produksi Petronas memiliki *calorific value* tertinggi yakni 10,728 cal/g yang sama dengan nilai gasoline dengan tingkat oktan 95, sedangkan Shell Super dari SPBU Shell dengan angka terendah yaitu 10,561 cal/g. Pengukuran panas ini membutuhkan penimbangan contoh sebelum dimasukkan dalam *bomb cell* pada *bomb calorimeter*. Pemindahan wadah contoh (*sample boat*) ke dalam *bomb* yang membutuhkan waktu, massa sampel yang diukur sekitar satu gram, dan contoh bahan bakar ini memang cepat menguap dapat menjadi pertimbangan terhadap anomali nilai Primax 92. Bila ditinjau dari sisi harga, seperti tergambar pada Gambar 4., Primax 92 memang memiliki harga jual paling mahal dari *gasoline* bertingkat oktan sama dan *calorific value*-nya pun tertinggi pula. Metoda lain untuk memecahkan hal ini adalah dengan menguji Primax 95 milik Petronas dan

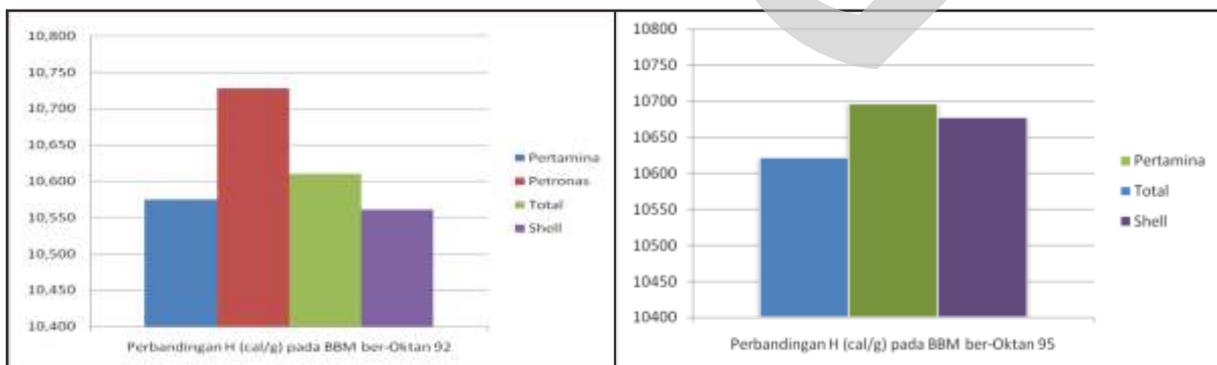


Gambar 3. Diagram perbandingan kandungan kalor seluruh analisa contoh dengan angka oktan berbeda

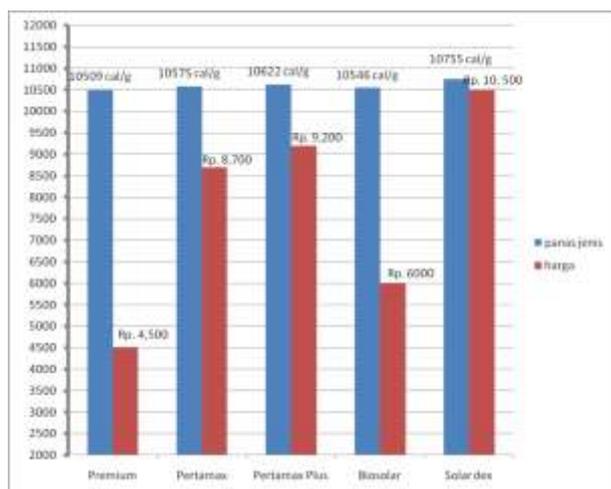
membandingkan nilainya kemudian.

Total Performance 95 yang setara angka oktannya dengan Pertamax Plus (Pertamina), Primax 95 (Petronas), Super Xtra (Shell) memiliki *calorific value* tertinggi dengan nilai 10,696 cal/g. Nilai kalor BBM beroktan 95 ini tak berbeda jauh dibanding dengan angka terendah milik Pertamax Plus, 10,622 cal/g. Contoh Primax 95 tidak didapat untuk melengkapi tulisan ini. Gambar 3. menunjukkan perbandingan *calorific value* beragam BBM berangka oktan 92 dan 95.

Keempat SPBU juga menjual diesel/solar yang dimurnikan, namun hanya Pertamina yang diizinkan menjual solar biasa maupun biosolar. Jenkins dr. (1998) telah menerangkan mengenai sifat-sifat pembakaran pada biosolar. Hasil filtrasi minyak dari bahan kacang-kacangan merupakan satu contoh biosolar/biodiesel yang diuji kandungan panasnya menggunakan *bomb calorimeter*. Dalam penelitiannya, Akers dr. (2006) juga memperbandingkan panas yang dihasilkan oleh



Gambar 4. Perbandingan *calorific value* berbagai BBM berangka oktan 92 dan 95



Gambar 5. Perbandingan *calorific value* beragam BBM produksi Pertamina

biodiesel, petroleum diesel, dan dua jenis biodiesel recovery hasil emulsi.

Kadar kalori dari seluruh contoh solar termurnikan berdekatan, dengan rentang hanya 22 cal/g. Solar termurnikan milik Pertamina bernilai tertinggi yaitu 10,755 cal/g dibanding dengan nilai terendah yakni 10,723 cal/g yang dimiliki Shell. Namun demikian, penulis masih menganggap keempat contoh ini memiliki level kalor yang sama akibat perbedaan angka pengukuran yang kecil.

Penelitian kemudian mengkhususkan pada produk BBM dari Pertamina. Premium yang berangka oktan terendah (RON-88) memiliki *calorific value* 10,509 cal/g. Kemudian Pertamax (Oktan 92) maupun Pertamax Plus (Oktan 95), menghasilkan nilai 10,575 cal/g dan 10,622 cal/g secara berurutan. Biosolar yang diketahui mengandung cetan 7,5% (hasil komunikasi dengan *Public Relation* Pertamina Tbk) berkapasitas kalor hampir sama dengan Premium, yaitu 10,546 cal/g. Solar termurnikan produksi Pertamina memiliki *heat value* 10,755 cal/g, yang 12% lebih besar dari pada kandungan pada Biosolar yaitu 10,546 cal/g. Perbandingan kapasitas panas dan harga jual (saat pengambilan contoh dilakukan) BBM produksi Pertamina ditampilkan pada Gambar 5.

Calorific value terhadap angka oktan dan harga jual

Harga jual resmi beragam BBM dengan nilai oktan berbeda mempunyai satuan harga tidak sama. Semakin tinggi angka oktan suatu BBM, juga dijual dengan harga yang makin tinggi baik oleh SPBU milik Pertamina maupun milik perusahaan asing.

Kandungan panas yang semakin tinggi juga didapat dari gasoline ber-oktan yang semakin tinggi pula, seperti tampak pada Gambar 3. BBM berharga jual tertinggi dimiliki oleh solar termurnikan, begitupun *calorific value*-nya. Dalam naskah ini tidak dapat menginformasikan harga jual masing-masing BBM karena harganya memang berubah-ubah sesuai permintaan pasar, kecuali Premium yang memang dijual tetap sebesar Rp. 4,500/l, karena memang disubsidi oleh pemerintah Indonesia.

Emisi, hasil pembakaran (gas NO_x, CO, CO₂ dan lainnya), nilai oktan, maupun kandungan panas merupakan faktor-faktor penting dalam penentuan kualitas suatu BBM. Penelitian ini membuktikan bahwa peningkatan RON juga akan menaikkan kadar kalor. Nilai kalor Premium hanya berkisar 15% lebih rendah dari yang dimiliki oleh solar termurnikan sekalipun. Pada sisi lain, harga jual Premium kurang dari setengah harga solar termurnikan dengan nilai kalor tertinggi. Formula perhitungan Rubin dr. (2007) dapat menjadi salah satu cara penentuan harga jual dan optimasi penggunaan bahan bakar yang dapat diadaptasi Indonesia.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian menunjukkan bahwa metoda analisis yang digunakan terbukti sangat stabil dengan mengacu pada nilai %RSD antara (0,09 – 0,63%) pada delapan jenis gasolin dan lima diesel, dengan total 33 kali pengukuran. Kenaikan angka oktan juga semakin meningkatkan nilai *calorific value* suatu bahan bakar. Setiap jenis produk dari masing-masing SPBU dari Pertamina, Petronas, Total dan Shell dengan angka oktan sama memang menunjukkan *calorific value* bervariasi, namun kecenderungan kenaikan kalor terhadap oktan selalu diperoleh. Begitu pula pada BBM jenis solar, Solar dex (solar termurnikan) kandungan kalornya lebih besar sekitar 12% dibanding Biosolar (keduanya produksi Pertamina).

BBM berkadar panas makin tinggi juga diikuti dengan kenaikan harga jualnya dipasaran. Pada BBM produksi Pertamina, Premium memiliki *Calorific value* yang paling rendah, sedangkan Solar dex merupakan BBM dengan kapasitas panas tertinggi. Saat contoh didapat, harga jual Premium yang kurang dari setengah Solar dex. Namun, selisih *calorific value* Premium dan Solar dex hanya sebesar 15%. Walau hanya bertumpu pada kandungan kalor, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu

parameter bagi peneliti, masyarakat, maupun pembuat kebijakan mengenai kepatutan harga jual Premium di Indonesia.

Perlu diketahui bahwa BBM merupakan contoh cair yang memiliki tingkat penguapan tinggi di udara bebas. Tingkat penguapan bahan cair ini belum tentu sama dengan tingkat *research octane numbers*-nya. Sangat bermanfaat bila angka penguapan persatuan waktu tersebut dapat diketahui. Hal ini akan lebih membuat pengukuran *calorific value* menghasilkan angka yang semakin tepat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada Bapak Sudarma untuk bantuan teknisnya selama melakukan penelitian. Juga kepada Indah dan Citra, staf teknis Laboratorium Geologi, yang ikut serta dalam mencari referensi. Bapak Torkis Sihombing juga telah berjasa dengan pemberian contoh solar termurnikan kepada penulis, semoga tulisan ini juga dapat menjawab pertanyaan beliau mengenai kapasitas panas bahan tersebut. Kepala Bagian Sarana Penelitian dari Pusat Survei Geologi berjasa dalam perizinan penggunaan peralatannya untuk tulisan ini.

Acuan

- Akers, S.M., Conkle, J.L., Thomas, S.N., dan Rider K.B., 2006. Determination of Heat Combustion of Biodiesel Using Bomb Calorimetry. *Journal of Chemical Education*, 83: 260-262.
- Assi, R., 2008. The Relation Between Gasoline Quality, Octane Number and the environment. *Jordan's Second National Communications on Climate Change*. Amman – Jordania.
- Doyle, T.K., Houghton, J.D.R., McDevitt, R., Davenport, J., dan Hays, G.C., 2007. The Energy Density of Jellyfish: Estimate from bom-calorimeter and proximate-composition. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 343: 239-252.
- Jenkins, B.M., Baxter, L.L., Miles Jr, T.R., Miles T.R., 1998. Combustion properties of biomass. *Fuel Processing Technology*, 54: 17-46.
- Kumar, R., Pandev, K.K., Chandrashekar, N., dan Mohan, S., 2011. Study of age and height wise variability on calorific value and other fuel properties of Eucalyptus hybrid, Acacia auriculaeformis and Casuarina equisetifolia. *Biomass and Bioenergy*, 35: 1339-1344.
- Nunez-Regueira, L., Rodriguez-Anon, J., Proupin-Castineras, J., Vilanova-Diz, A., dan Montero-Santovena, N., 2001. Determination of Calorific Values of Forest Waste Biomass by Static Bomb Calorimeter. *Thermochimica Acta*, 371: 23-31.
- Nunez-Regueira, L., Rodriguez-Anon, J., dan Proupin-Castineras, J., 2004. Using Calorimetry for Determination the Risk Indices to Prevent and Fight Forest Fires. *Thermochimica Acta*, 422: 81-87.
- Irzon, R. dan Permanadewi S., 2012. Nilai Kalor Tiga Jenis Sampel Cair Menggunakan Bomb Calorimeter. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Standarisasi*, Bali.
- Rubin, E.S., Chen, C., Rao, A.B., 2007. Cost and performance of fossil fuel power plants with CO2 capture and storage. *Energy Policy*, 35: 4444-4454.
- Swinscow, T.D.V., 1997. Mean and Standard Deviation. In: Swinscow, T.D.V. *Statistic at Square One*. BMJZ Publishing Group, Shouthampton.
- Wads, L., Smith, A.L., Shirazi, H., Mulligan, R., dan Hofelich, T., 2001. The Isothermal Heat Conduction Calorimeter: A Versatile Instrument for Studying Process in Physics, Chemistry, and Biology. *Journal of Chemical Education*, 78: 1080-1087.
- , 2012. Heptane. <http://en.wikipedia.org/wiki/Heptane/>(21 November 2012).
- , 2012. 2,2,4-Trimethylpentane. <http://en.wikipedia.org/wiki/2,2,4-Trimethylpentane/>(21 November 2012)