

ANALISIS NILAI KALOR SECARA EKSPERIMENTAL DAN TEORITIK DARI BRIKET ARANG KULIT KEMIRI

Daud Patabang*

Abstract

The aim of this article is to investigate heating value of candlenut shell Char briquette by experimental and theoretical means. The experimental performs the High Heating Value HHV by Bomb Calorimeter PARR 12611, and investigation in the theoretical ones by using Dulong's formula.

The result shows that the heating value of HHV is 10697,4 Btu/lbm, and by Dulong's formula is 10549,Btu/lb. There is 1,16% deviation of the two means because in the Dulong's does not include dissociation effect.

Keyword: candlenut shell Char briquette, High Heating Value HHV

1. Pendahuluan

Nilai kalor dari suatu bahan bakar menunjukkan energi yang terkandung di dalam bahan bakar setiap satuan massa bahan bakar (Btu/lbm) atau (Kcal/kg).

Nilai kalor ini penting diketahui untuk mengukur kandungan energi dari setiap massa bahan bakar sehingga konsumsi untuk menghasilkan energi tertentu dapat dikalkulasi secara tepat.

Nilai kalor bahanbakar padat seperti batubara atau briket yang bersumber dari biomassa dapat diukur dengan menggunakan Bom Kalorimeter dan secara teoritik nilai kalor dapat dihitung dengan menggunakan formula Dulong, setelah bahan bakar tersebut diketahui konstituennya melalui Analisis Ultimasi.

Tujuan pengkajian ini adalah untuk mendapatkan gambaran hasil eksperimen dan perhitungan secara teoritik tentang nilai kalor briket arang kulit kemiri.

2. Tinjauan Pustaka

Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar padat termasuk bahan bakar biomassa adalah nilai kalori kotor HHV (gross calorific value) yang diperoleh melalui percobaan Bom Kalorimeter menurut ASTM D

2015 dan dinyatakan dalam satuan Btu/lb atau kcal/kg.

Nilai kalor atas (Gross higher heating value) HHV, didefinisikan sebagai panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar (massa) dimana produknya dalam bentuk ash, gas CO₂, SO₂, Nitrogen dan air, dan tidak termasuk air yang menjadi uap (vapor).

Apabila bahan bakar padat telah dilakukan analisis ultimasi untuk menentukan kandungan carbon, hidrogen, sulfur dan oksigen, maka secara empirik nilai kalor HHV dapat dihitung dengan formula Dulong:

$$HHV = 14.544C + 62.028 [H_2 - (O_2 / 8)] + 4050 S \quad [Btu / lb] \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : HHV adalah nilai kalor atas , Btu/lb

C adalah persen massa carbon, %

H₂ adalah persen massa hydrogen, %

S adalah persen massa sulfur, %

O₂ adalah persen massa oksigen, %

Nilai kalor bawah:

$$LHV = HHV - 1030(H_2 \times 8.94) \quad Btu / lb \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

HHV adalah nilai kalor atas (Btu/lb)

H₂ adalah persentase massa hidrogen (%)

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

3. Pengukuran Nilai Kalor Secara Eksperimental Melalui Analisis Proksimasi

Standar pengujian yang digunakan adalah standar ASTM untuk sampel batubara, dengan alasan bahwa briket arang kulit kemiri adalah bahan bakar padat, sama seperti batubara.

Pengukuran nilai kalor menggunakan bomb kalorimeter PARR 1261

Prosedur pengukuran nilai kalor :

- Sampel ditimbang 1 g dan dimasukkan ke dalam cawan,
- Hubungkan ke dua kutub bomb kalorimeter dengan 10 cm kawat pembakar nikel krom,
- Isi bomb kalorimeter dengan oksigen, pada tekanan 30 atmosfer,
- Masukkan bomb kalorimeter tersebut ke dalam vessel yang berisi 2 kg air, selanjutnya masukkan vessel ke dalam water jacket,
- Jalankan aliran listrik pemanas dan alat pendingin, atur skala dari "initial balance" sampai lampu dan amperemeter dari pemanas berjalan secara otomatis (suhu vessel dan jacket sama)
- Pengukuran secara otomatis dilakukan untuk mengukur suhu awal, kenaikan suhu dan nilai kalor ekuivalen dari hasil penembakan dalam bomb kalorimeter.

Perhitungan:

Nilai kalor contoh briket dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Nilai kalor HHV (cal/g) =

$$= \frac{[(\Delta t) \times EEV] - (e_1 + e_2)}{m} - e_s$$

Dimana :

Δt adalah kenaikan suhu pembakaran di dalam bom kalorimeter($^{\circ}\text{C}$)

EEV adalah energi ekuivalen saat terjadi pembakaran (cal/ $^{\circ}\text{C}$)

e_1 adalah koreksi panas karena pembentukan asam (cal)

e_2 adalah koreksi panas pembakaran dari kawat pembakar (cal)

e_s adalah koreksi sulfur yang ada dalam bahan bakar (cal/g)

m adalah berat contoh (g)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil pengukuran/eksperimen dengan menggunakan Bom Kalorimeter PARR 1261

Hasil pengukuran/eksperimen dengan menggunakan Bom Kalorimeter PARR 1261 seperti tertera pada Tabel 1.

Perhitungan :

Untuk sampel data 1:

Nilai kalor HHV (cal/g) =

$$\frac{[(\Delta t) \times EEV] - (e_1 + e_2)}{m} - e_s$$

$$= \frac{[2,4612 \times 2424,98] - (10 + 15)}{1,0004} - \left(0,08\% \times \frac{3980}{1,8}\right) = 5939,22 \frac{kcal}{kg}$$

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai kalor dengan Bom Kalorimeter Par 1261

Keterangan	Data 1	Data 2
Berat sampel (g)	1.0004	1.0000
Sample ID	537	538
Cal ID	2	2
Fuse, e_2 (cal)	15	15
Acid, e_1 (cal)	10	10
Temperatur awal (C)	27.2692	26.5583

Tabel 1. (lanjutan)

Keterangan	Data 1	Data 2
Temperatur akhir (C)	29.7304	29
Kenaikan temperatur (C)	2.4612	2.46277
Nilai energi ekivalen (cal/C)	2424.98	2424.98
Preliminary report (cal/g)	5939.88	5947.17
Total sulfur, S(%)	0.08	0.08
Koreksi sulfur, e_s (cal/g)	1.1	1.1
Final report HHV (kcal/kg)	5939.88	5946.07
Mean HHV (kcal/kg)	5943	

Untuk sampel data 2:

Nilai kalor HHV (cal/g) =

$$= \frac{[(\Delta t) \times EEV] - (e_1 + e_2)}{m} - e_s$$

$$= \frac{[2,46277 \times 2424,98] - (10+15)}{1,0000} - \left(0,08\% \times \frac{3980}{1,8}\right) = 5945,4 \frac{kcal}{kg}$$

$$HHV_{rata-rata} = 5943 \frac{kcal}{kg}$$

4.2 Hasil perhitungan teoritik berdasarkan formula Dulong,

Dari hasil analisis ultimasi dimana briket terdiri atas kandungan sbb :

Hasil pengukuran analisis ultimasi adalah :

- 1) Carbon, C = 63,96 % berat
- 2) Nitrogen, N₂ = 0,0766 % berat
- 3) Sulfur, S = 0,08 % berat
- 4) Oksigen, O₂ = 19,09 % berat
- 5) Hidrogen, H₂ = 4,39 % berat

Dengan menggunakan formula **Dulong**, maka nilai kalor briket arang kulit kemiri HHV adalah:

$$HHV = 14.544C + 62.028 [H_2 - (O_2 / 8)] + 4050 S \quad [Btu / lb]$$

$$HHV = 14.544 \times 0.6396 + 62.028 [0.0439 - (0.1909/8)] + 4050 \times 0.0008 \quad [Btu / lb]$$

$$HHV = 10549,5 \frac{Btu}{lb}$$

4.3 Pembahasan

Nilai kalor berdasarkan formula Dulong diperoleh selisih 1,16 % dari hasil pengukuran dengan menggunakan bom kalorimeter yaitu sebesar 5943 kcal/kg atau 10697,4 Btu/lb.

Perhitungan nilai kalor dengan formula Dulong adalah metode empirik yang didasarkan pada kalor pembakaran masing-masing konstituen, yaitu carbon, oksigen, hidrogen dan sulfur.

Formula Dulong dipakai untuk mengecek hasil pengukuran nilai kalor batubara. Pada perhitungan nilai kalor batubara antrasit dan bituminous dengan formula ini diperoleh hasil dengan selisih 2-3%, karena tidak memperhitungkan efek disosiasi.

5. Kesimpulan

- 1) Hasil pengukuran nilai kalor briket arang kulit kemiri melalui pengujian dengan Bom Kalorimeter PARR 1261 adalah 10697,4 Btu/lb, sedangkan hasil perhitungan nilai kalor briket arang kulit kemiri dengan formula Dulong adalah 10549,5 Btu/lb.
- 2) Perbedaan antara hasil eksperimen dengan perhitungan teoritik sebesar 1,16%, ini disebabkan pada perhitungan secara teoritik tidak diperhitungkan efek disosiasi.

6. Daftar Pustaka

- Abdullah,K., A.K Irwanto, N.Siregar, E.Agustina, A.H.Tambunan, M.Yamin, E.Hartulistiyoso dan Y.Purwanto, 1991.*Energi dan Listrik Pertanian*. IPB-Bogor
- Babcock & Wilcox, 1992., *Steam in generation and use*, Ed.40th,printed in the United States of America
- Bhattacharya,S.C., G.Y.Shaunier, N.Islam, 1985. *Densification of Biomassa Residues in: Bioenergy 84*. Vol.III H.Egneus and Ellegard (ed), Elsevier London
- Bossel, U, 1985. *Production and marketing of briquetized and palletized solid biomassa fuel in : Bioenergy*. Vol.III H.Egneus and Ellegard (ed), Elsevier London
- El-Wakil,M.M, 1982, *Powerplant Technology*, 2nd printing, McGraw-Hill Book Company
- Laboratory of Analytical and Agrochemistry State University,1982, *Chemical Analysis of Plants and Soils*, Ghent Belgium
- Hartoyo,J.A dan H.Rosliandi, 1990. *Perancangan pembuatan briket arang dari 5 jenis kayu Indonesia*, Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan, No.106, Bogor
- Heryansyah Ika, 2005.*Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa di Indonesia*, Inovasi Online, Edisi Volume 5/XVII/November 2005, online, diakses 28 Agustus 2006
- Kementrian Negara Riset dan Teknologi, @ 2004 ristek.go.id. htm, online, diakses 25 Agustus 2006
- Kirana M.1985. *Pengaruh tekanan pengempaan dan jenis perekat dalam pembuatan briket arang dari tempurung kelapa*. Laporan hasil peneltian mahasiswa IPB, Bogor
- Khairil., 2003,*Study on Combustion Characteristics of Bio-Brique*, Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion, Bali, Indonesia, December 7-11,2003.
- Mahfud H Farhad. 2005.*Bahan Bakar Alternatip Berbasis Biomassa*, Kompas Rabu, 19 oktober 2005.htm, online, diakses 28 Agustus 2006.
- Nurrahman Zeily,2006. *Ubah Biomassa Menjadi Bahan Bakar*. <http://www.energi.lipi.go.id>. online, diakses 25 Agustus 2005
- Pratoto,A., 2003, *Combustion Characteristics of Oil Palm's Empty Fruit Bunches*, Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion, Bali, Indonesia, December 7-11,2003.
- Saptoadi,H., 2003,*Potential of Wood Wastes from Furniture Industry in Jokjakarta as an additional source of Thermal Energy*, Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion, Bali, Indonesia, December 7-11,2003.