

ANALISIS NILAI TOTAL SULFUR (TS) DAN *CALORIFIC VALUE* (CV) DALAM BATUBARA MENGGUNAKAN METODE *AMERICAN STANDARD TESTING AND MATERIAL* (ASTM) DI PT GEOSERVICES SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR

ANALYSIS OF TOTAL SULPHUR (TS) AND CALORIFIC VALUE (CV) IN COAL EMPLOYING *AMERICAN STANDARD TESTING AND MATERIAL* (ASTM) METHODS AT PT GEOSERVICES SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR

Rina Lia Novianti, Saibun Sitorus*, Irfan Ashari Hiyahara

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University,
Samarinda 76116 Indonesia

*Corresponding author: saibun_sitorus@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

Coal is a crucial energy source with varying quality levels. It is formed by the accumulation of organic sediments mixed with carbon, resulting from the diagenesis process of plant elements. This study aims to determine the Total Sulfur (TS) and Calorific Value (CV) of coal, which are essential factors in assessing coal quality and economic value. The American Standard Testing and Material (ASTM) method is employed to ensure consistency and standardization in the analysis. From an analysis of six samples, the total sulfur content was determined to be 1.98% for sample A, 1.88% for sample B, 2.06% for sample C, 0.14% for sample D, 0.70% for sample E and 0.18% for sample F. Additionally, the calorific value were determined to be 6267 Cal/g for sample A, 6126 Cal/g for sample B, 6234 Cal/g for sample C, 5189 Cal/g for sample D, 4986 Cal/g for sample E and 3917 Cal/g for sample F. Based on the total sulphur analysis sample D, sample E and sample F can be used in the cement burning process because their total sulphur content is less than 0.8%. Meanwhile, based on the calorific value analysis sample A, sample B and sample C can be used the cement burning process because their calorific value above 6000 Cal/g.

Keywords : Coal, total sulphur, calorific value, American Standard Testing and Material.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia menunjukkan bahwa persediaan batubara Indonesia diperkirakan habis kira-kira dalam 83 tahun ke depan jika tingkat produksi terus berlanjut [1]. Pada tahun 2016, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia mengeluarkan pemberitahuan yang menyatakan bahwa cadangan batubara Indonesia berjumlah 40.182,81 miliar ton [2]. Batubara sebagian besar digunakan sebagai sumber energi alternatif pada pembangkit listrik, industri semen dan industri pengolahan logam. Penggunaan batubara sebagai bahan bakar akan sangat bergantung pada kualitas batubara yang digunakan [3]. Analisis untuk mengetahui kualitas batubara meliputi analisis proksimat, analisis total sulfur dan analisis nilai kalor atau *calorific value*. Sulfur adalah parameter penting untuk dianalisis dalam menentukan nilai kalori pada batubara. Hal ini karena sulfur dapat berdampak terhadap lingkungan dalam bentuk emisi SO₂, maka penting untuk memastikan jumlahnya berada dibawah batas yang ditetapkan [4].

Batubara adalah akumulasi sedimen organik yang bercampur dengan karbon sebagai hasil dari proses diagenesa unsur-unsur tumbuhan. Batubara adalah batuan yang mengandung lebih dari 50% bahan yang mudah terbakar dan lebih dari 70% karbon, yang terbentuk akibat pemadatan atau perubahan sisa tumbuhan atau gambut. Komposisi batubara umumnya bervariasi dari sisa-sisa tumbuhan darat yang berumur Paleozoikum Akhir/ yang lebih muda. Campuran batuan sedimen organik terdiri dari lempung, gambut (sisa-sisa

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



tumbuhan yang tidak terkonsolidasi) dan sapropel (sedimen berbutir halus yang terbuat dari alga dan bakteri) [5].

Sulfur merupakan unsur penting yang mempengaruhi kualitas batubara, meskipun kandungannya relatif rendah. Pembentukan sulfur pada batubara terjadi melalui berbagai cara, termasuk pengaruh batuan pengapit yang terendapkan di lingkungan laut. Batubara dengan kandungan sulfur yang tinggi (<1%) biasanya berasal dari sisa-sisa tumbuhan dan sulfat yang terlarut dalam air laut yang mengalir ke rawa-rawa. Pengaruh air laut selama proses akumulasi dan diagenesis memiliki peran penting dalam mengendalikan kandungan sulfur dalam batubara [6]. Kandungan total sulfur dalam batubara umumnya antara 0,1-2%, namun terkadang ditemukan kandungan sulfur lebih dari 3%. Pada proses pembakaran, sulfur dalam batubara berubah menjadi gas SO_2 dan SO_3 . Hal ini dapat menyebabkan polusi udara yang merugikan [7].

Calorific Value (CV) adalah energi yang diperoleh dari reaksi eksotermik senyawa hidrokarbon dan oksigen selama pembakaran batubara [8]. *Calorific value* (CV) menunjukkan jumlah energi yang terkandung dalam batubara dan mempresentasikan kombinasi pembakaran karbon, hidrogen, nitrogen dan sulfur. Ada dua jenis *calorific value* yaitu *gross calorific value* (GCV) dan *net calorific value* (NCV). Nilai kalori batubara dapat diukur dengan membakar sampel batubara dalam alat *bomb calorimeter* yang diisi dengan gas oksigen pada 30 bar. Perubahan suhu sebelum dan sesudah pembakaran diamati dan diukur menggunakan metode adiabatik. Nilai kalori menunjukkan panas yang dihasilkan saat pembakaran batubara dalam kondisi tertentu. *Gross calorific value* (GCV) dihitung berdasarkan kenaikan suhu ketika batubara dibakar dengan udara berlebih dalam kalorimeter, dan hasilnya dinyatakan dalam megajoule per kilogram (MJ/kg) atau kilokalori per kilogram (kcal/kg) [9].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk analisis Total Sulfur (TS) dan *Calorific Value* (CV) dalam batubara menggunakan metode *American Standard Testing and Material* (ASTM) di PT Geoservices Samarinda. Penulis berharap artikel ini dapat menjadi referensi bagi para peneliti untuk mengkaji lebih lanjut mengenai kualitas batubara berdasarkan kandungan total sulfur dan *calorific value*.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel batubara, aquades, gas O_2 dan H_2O . Alat-alat yang digunakan yaitu *dish* tempat sampel batubara, neraca analitik, spatula, tiang statif, pinset, selang pembuangan oksigen, botol semprot, benang, kanebo, *calorimeter parr 6200*, komputer, *infrared sulfur analyzer* dan nampan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menentukan nilai total sulfur dan *calorific value* menggunakan *American Standard Testing and Material* (ASTM).

Analisa Total Sulfur (TS)

Analisa Total Sulfur (TS) pada sampel batubara menggunakan metode *American Standard Testing and Material* (ASTM) dilakukan dengan cara dipanaskan tungku pembakaran *infrared sulfur analyzer type Kaiyuan* seri 5E-IRS-II hingga mencapai suhu $1300^\circ C$. Sebanyak 0,3 gram sampel batubara ditimbang dalam *dish* dengan batas ± 0.0010 gram. *Dish* yang berisi sampel batubara yang telah ditimbang diletakkan ke antrean tungku pembakaran, kemudian proses pembakaran dimulai dengan mengklik "OK" pada komputer. Setelah proses pembakaran selesai, sampel hasil analisa dikeluarkan dari tungku pembakaran dan hasil analisa akan ditampilkan pada layar komputer yang terhubung secara otomatis dengan alat *infrared sulfur analyzer*.

Analisa Calorific Value (CV)

Analisa *Calorific Value* (CV) pada sampel batubara diuji menggunakan metode *American Standard Testing and Material* (ASTM) dilakukan dengan cara dinyalakan *bomb calorimeter parr 6200* dan ditunggu hingga *standby*. Kemudian, sebanyak 0,1 gram sampel batubara ditimbang dalam *dish* dengan ketelitian $\pm 0,0010$ gram. Selanjutnya *dish* yang berisi sampel batubara dipasang pada *bomb* dan direkatkan, lalu katup *bomb* diisi dengan oksigen dan ditunggu. *Bomb* kemudian dimasukkan ke dalam wadah air dan dimasukkan ke dalam kalorimeter, kemudian disambungkan elektroda ke dalam terminal pada kepala *bomb*. Mesin *calorimeter* ditutup dengan penutupnya dan ditekan tombol *start* untuk memulai. Diisi data "*bomb id*" sesuai urutan nomor identitas *bomb* dan *bucket* yang dipakai

dalam penentuan. Dimasukkan berat sampel batubara pada pengaturan *sample weight* dan diklik “yes”, kemudian ditunggu hingga mesin selesai. Kemudian *bomb* dikeluarkan setelah mesin selesai. Nilai SE sampel muncul tulisan *preliminary heat of combustion* atau hasil *energy equivalent*. Diklik tombol “done” untuk menyimpan hasil dalam memori. Dengan menekan tombol “start” atau “shift start”. Penentuan berikutnya yang akan dimulai dan *calorimeter* secara otomatis akan menyimpan hasil sebelumnya. Tutup mesin *calorimeter* dibuka dan angkat *bomb*. Setelah itu, oksigen yang ada di dalam *bomb* dikeluarkan dan tutup *bomb* dibuka. Dicuci semua permukaan bagian dari *bomb*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Sulfur (TS)

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam menentukan nilai total sulfur menggunakan alat *infrared sulfur analyzer type Kaiyuan* seri 5E-IRS-II diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 1. Data Persentase Nilai Total Sulfur

No	Kode Sampel	Nilai Total Sulfur (%)
1	A	1.98
2	B	1.88
3	C	2.06
4	D	0.14
5	E	0.70
6	F	0.18

Dari **Tabel 1.** dapat diketahui bahwa pada sampel A memiliki nilai total sulfur 1.98%, sampel B memiliki nilai total sulfur 1.88%, sampel C memiliki nilai total sulfur 2.06%, sampel D memiliki nilai total sulfur 0.14%, sampel E memiliki nilai total sulfur 0.70% dan sampel F memiliki nilai total sulfur 0.18%. Menurut Artiningsih, bidang industri pabrik semen membutuhkan kandungan total sulfur maksimal 0.8% agar layak digunakan. Pembakaran batubara yang mengandung sulfur pirit tinggi dapat menghasilkan gas SO_x seperti gas SO_2 . Gas SO_2 bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat (H_2SO_4) yang kemudian terbentuk sebagai asam yang bersifat korosif yang berbahaya bagi kelangsungan hidup di darat dan di laut. Pembakaran batubara yang tinggi kandungan sulfur dapat mengakibatkan hujan asam serta kerusakan dan penyumbatan pada peralatan dan pipa saluran pembakaran [10]. Sementara itu dari hasil penelitian yang diperoleh pada sampel D, sampel E dan sampel F dapat digunakan dalam proses pembakaran semen karena nilai total sulfurnya kurang dari 0.8%, sedangkan pada sampel A, sampel B dan sampel C tidak dapat digunakan dalam proses pembakaran semen karena nilai total sulfurnya lebih dari 0.8%.

Calorific Value (CV)

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam menentukan *calorific value* menggunakan alat *calorimeter parr 6200* diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 2. Data *Calorific Value*

No	Kode Sampel	Calorific Value (Cal/g)
1	A	6267
2	B	6126
3	C	6234
4	D	5189
5	E	4986
6	F	3917

Dari **Tabel 2.** dapat diketahui bahwa pada sampel A memiliki nilai CV 6267 Cal/g, sampel B memiliki nilai CV 6126 Cal/g, sampel C memiliki nilai CV 6234 Cal/g, sampel D memiliki nilai CV 5189 Cal/g, sampel E memiliki nilai CV 4986 Cal/g dan sampel F memiliki nilai CV 3917 Cal/g. Menurut Istomo

standar nilai kalori yang dibutuhkan pada industri pabrik semen yaitu diatas 6000 Cal/g [11]. Sementara itu dari hasil penelitian yang diperoleh pada sampel A, sampel B dan sampel C dapat digunakan dalam proses pembakaran semen karena memiliki nilai kalor diatas 6000 Cal/g, sedangkan pada sampel D, sampel E dan sampel F tidak dapat digunakan dalam proses pembakaran semen karena memiliki nilai kalor dibawah 6000 Cal/g.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan pada analisa total sulfur sampel D, sampel E dan sampel F dapat dijadikan bahan bakar dalam proses pembakaran semen karena nilai total sulfurnya kurang dari 0.8%, sedangkan pada analisa *calorific value* sampel A, sampel B dan sampel C dapat digunakan dalam proses pembakaran semen karena memiliki nilai kalor diatas 6000 Cal/g. Dimana hal ini sesuai dengan standar industri pabrik semen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen-dosen Kimia FMIPA Universitas Mulawarman, terkhusus kepada dosen pembimbing I, dosen pembimbing II dan semua pihak yang membantu dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afin, A. P., dan Kiono, B. F. T. (2021). Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020-2050 : Gasifikasi Batubara. *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 2(2), 114-122.
- [2] Juventa., dan Prabawa, A. D. (2022). Identifikasi Sebaran Batubara Metode Tahanan Jenis pada Formasi Muara Enim: Studi Kasus Daerah "X" Provinsi Jambi. *Jurnal Pertambangan*, 6(4), 165-170.
- [3] Anggraeni, D., Bahtiar, S., Widyawati, F., dan Hidayat, S. (2021). Analisis Hubungan Kandungan Total Moisture, Total Sulpur dan Ash Content Terhadap Gross Calorific Value pada Batubara. *Jurnal Tambora*, 5(3), 50-55.
- [4] Hilmi, A., Ulfa, A. M., dan Sulaimansyah. (2021). Analisis Proksimat, Kandungan Sulfur dan Nilai Kalor dalam Penentuan Kualitas Batubara. *Indonesian Journal of Engineering*, 1(2), 85-94.
- [5] Rahmad, B., Raharjo, S., Pramudihadi, E. W., dan Ediyanto. (2018). *Gambut, Batubara dan Batuan Sedimen Organik*. Yogyakarta: UPN "Veteran".
- [6] Pamekas, S. F., Nurdrajat., dan Ghani, R. M. G. (2019). Kerangka Sekuen Pengendapan Batubara Berdasarkan Analisis Nilai Sulfur dan Kadar Abu aerah Bentarsari, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. *Padjajaran Geocience Journal*, 3(4), 281-285.
- [7] Rahmad, B., Raharjo, S., Pramudihadi, E. W., dan Ediyanto. (2017). *Pengantar Eksplorasi Geologi Batubara dan Kualitas Batubara*. Yogyakarta: UPN "Veteran".
- [8] Fadhili, M., dan Ansory. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Nilai Total Moisture, Ash Content dan Total Sulphur Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 di Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 54-64.
- [9] Kusniawati, E., Pertiwi, I., dan Yonika, S. N. (2023). Analisis Pengaruh Nilai Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value pada Batubara Jenis X di PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan. *JIRK: Journal of Innovation Research and Knoeledge*, 2(8), 3211-3222.
- [10] Artiningsih, A., Widodo, S., dan Firmansyah, A. (2015). Studi Penentuan Kandungan Sulphur (Sulphur Analysis) dalam Batubara pada PT Geoservices Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Gemonine*, 2(1), 68-71.
- [11] Istomo, F. P., dan Tristiasti, A. (2017). Penetapan Nilai Kalori dalam Batubara dengan Kalorimeter Parr 6200. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 7(2), 83-90.