



Perbandingan Metode Uji Analisa ASTM dan BS ISO Dalam Monitoring Pengiriman Batubara Ke PLTU Bukit Asam

Comparison of ASTM and BS ISO Analysis Test Methods in Monitoring Coal Shipments to PLTU Bukit Asam

Triana Prihatin¹, Putra², Rizki Daffa Mulia³

^{1,2,3} Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

¹triana.prihatin@akipba.ac.id, ²putra@akipba.ac.id, ³nd0895332206782@gmail.com

Penulis Korespondensi: Triana Prihatin | **Email:** triana.prihatin@akipba.ac.id

Diterima (*Received*): 31/12/2023 | Direvisi (*Revised*): 31/12/2023 | Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 31/12/2023

ABSTRAK

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri tambang batubara memerlukan kendali mutu pada produk mereka agar dapat menjaga kualitas dan mendapat kepercayaan konsumen dengan menjaga parameter didalamnya meliputi kadar air, kelembapan, zat terbang, kadar abu, karbon tertambat, total sulfur, dan kalori dalam batubara. Penelitian ini dilakukan di PT. Bukit Asam Tbk. dengan membandingkan metode uji Analisa dari dua standar pengujian yang berbeda, Pengujian pertama menggunakan *American Society for Testing Materials* (ASTM) lalu pengujian kedua menggunakan British Standard (BS) dengan perbandingan suhu, waktu, dan ukuran. Hasil dari penelitian ini menunjukkan perbandingan dari kedua metode didapatkan selisih terbesar pada tiga parameter berturut-turut adalah nilai kadar abu 1,66%, Volatile Matter 0,9%, Karbon Tertambat 0,9%. Dan didapatkan perbandingan pada cara persiapan sampel sebelum diuji. Dengan demikian, hasil dari penelitian menunjukkan perbandingan dalam kedua metode yang dapat digunakan dalam Analisa batubara, ASTM lebih cocok untuk digunakan dalam normal test karena dapat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam Analisa.

Kata Kunci: ASTM, Batubara, BS, Metode uji, Perbandingan

ABSTRACT

A company engaged in the coal mining industry requires quality control of their products in order to maintain quality and gain consumer confidence by maintaining parameters including total moisture, moisture, volatile matter, ash content, fixed carbon, total sulphur, and calories in coal. This research was conducted at PT Bukit Asam Tbk. by comparing the analysis test methods from two different testing standards, the first test using the American Society for Testing Materials (ASTM) and the second test using the British Standard (BS) with a comparison of temperature, time, and size. The results of this study show that the comparison of the two methods obtained the largest difference in three consecutive parameters is the value of ash content of 1.66%, Volatile Matter 0.9%, Tethered Carbon 0.9%. And a comparison was obtained on how to prepare the sample before testing. Thus, the results of the study show a comparison in the two methods that can be used in coal analysis, ASTM is more suitable for use in normal tests because it can minimize errors in analysis.

Keywords: ASTM, Coal, BS, Test Methods, Comparison

© Author(s) 2023. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

1. Pendahuluan

Batubara merupakan endapan bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami proses membatu hingga membentuk lapisan batubara (Yenni & Prabowo, 2021). Bahan material tersebut telah mengalami kompaksi, perubahan kimia, dan proses

metamorf karena peningkatan panas dan tekanan seiring berjalannya waktu secara geologis (Salahu, 2022).

Berikut ini pengertian batubara menurut beberapa ahli, diantaranya. Menurut (Spackman, 1958), Batubara adalah suatu benda padat karbonan berkomposisi material tertentu. Selanjutnya menurut (Hower, 2002), batubara adalah batuan sedimen yang mudah terbakar, terbentuk

dari sisa-sisa tanaman dalam variasi tingkat pengawetan, diikat oleh proses kompaksi dan terkubur dalam cekungan-cekungan pada kedalaman yang bervariasi, dari dangkal sampai dalam. Kemudian menurut Prijono, (1986) Batubara adalah bahan bakar hydro-karbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama.

Teknik sampling merupakan teknik yang menentukan jumlah sampel sama dengan besar sampel yang digunakan sebagai sumber data sebenarnya (Suriani & Jailani, 2023). Karakteristik dan sebaran populasi diperhitungkan untuk memperoleh sampel yang representatif (Annisak et al., 2024).

Analisa batubara merupakan proses uji kualitas batubara untuk mengetahui kandungan yang terdapat didalamnya (Fadhilah et al., 2023). Pengujian Analisa batubara mempunyai dua metode yang dipakai (Kusniawati et al., 2023). Pertama metode ASTM (*American Society for Testing Materials*) yang merupakan sebuah organisasi dunia yang mengembangkan standarisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa (Fajarwati et al., 2023). Kedua metode BS (*British Standard*) adalah suatu standar yang diterbitkan oleh BSI British Standards, suatu divisi dari BSI Group (Djabar et al., 2023). Keberadaannya dinyatakan dalam suatu Royal Charter dan secara formal ditunjuk sebagai badan standarisasi nasional (*national standards body*) untuk Britania Raya.

2. Data dan Metodologi

2.1. Pengumpulan Data

Pengambilan data observasi dilakukan secara langsung dengan mengamati kondisi lapangan untuk mendapatkan data primer yang di ambil dari menganalisa sampel untuk menganalisa parameter didalamnya guna untuk menjaga kualitas dari batubara.

- (ASTM D.3302/ D.3302M-22a Standard Test Method for Total Moisture in Coal) dan (British Standard (BS). 1016 Part 1.1973 Total Moisture)
- BS/ISO 11722: 2013 moisture air dry method.
- Volatile Matter (BS/ISO 562:2010).
- ASH Content (BS/ISO 1171:2010).
- Total Sulfur (BS/ISO 19579:2006)

2.2. Total Moisture (TM)

Berdasarkan tata cara kerja yang berpacu dalam (ASTM D.3302/ D.3302M-22a *Standard Test Method for Total Moisture in Coal*) dan (British Standard (BS). 1016 Part 1.1973 Total Moisture) Analisis total moisture merupakan analisis keseluruhan air yang terkandung didalam contohan batubara asal (*as receiverd*) atau jumlah air bebas dan air sisa (*residual moisture*) dari contoh batubara tersebut.

Rumus total *moisture*:

$$\%Mas = Mt + \left[M \left(1 - \frac{Mt}{100} \right) \right]$$

2.3. Proximate Analyze (Mad, FC, VM, Ash)

Berdasarkan tata cara kerja Analisa Proksimat merupakan penentuan kandungan air, zat terbang, abu dan karbon tertambat atau terikat dalam batubara dan kokas sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Analisa ini dibagi kembali menjadi parameter lanjutan, yaitu *Moisture Air Dry (Mad)*, *Fixed Carbon (FC)*, *Volatille Matter (VM)*, dan Kadar Abu (ASH).

a) *Moisture Air Dry (Mad)*

Air yang terkandung dalam contoh batubara yang telah dikondisikan pada suhu ruang/kondisi standar dengan acuan Mad (BS/ISO 11722: 2013 *moisture air dry method*).

Rumus moisture air dry:

$$\%IM = \frac{(W2 - W3)}{(W2 - W1)} \times 100\%$$

Keterangan:

IM: Inherent Moisture (Air Bawaan)

W1: berat wadah

W2: berat wadah + sample

W3: berat wadah + sample (setelah dari oven)

b) *Fixed Carbon (FC)*

Sisa padatan yang dapat terbakar setelah batubara dihilangkan zat terbangnya dengan acuan *Fixed Carbon (Perhitungan)*.

Rumus karbon tertambat:

$$\%FC = 100\% - (IM + AC + VM) 100\%$$

c) *Volatille Matter (VM)*

Jumlah (persen) kehilangan berat apabila batubara dipanaskan tanpa oksidasi pada standar setelah dikoreksi terhadap kadar air lembab dengan acuan *Volatille Matter (BS/ISO 562:2010)*.

Rumus zat terbang:

$$\%VM = \left(\frac{(M2 - M3)}{(M2 - M1)} \times 100\% \right) - IM$$

Keterangan:

M1=Berat *Crucible*

M2=Berat *Crucible*+Sampel

M3=Berat *Crucible*+Sampel setelah pengovenan

IM=Nilai berat *Inherent Moisture*

d) Kadar Abu (ASH)

Jumlah sisa zat anorganik setelah contoh tersebut dibakar secara sempurna pada kondisi standar dengan acuan *ASH Content (BS/ISO 1171:2010)*.

Rumus Kadar Abu:

$$Ash = \left(\frac{(M3 - M1)}{(M2 - M1)} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

M1: Berat *Crucible*

M2: Berat *Crucible* + Sample

M3: Berat *Crucible* + Sample setelah pengovenan

2.4. Sulphur

Berdasarkan tata cara kerja yang berpacu Total Sulfur (BS/ISO 19579:2006) Analisa sulfur dapat dikatakan bahwa pengujian yang digunakan untuk menentukan Kandungan sulfur yang terdapat pada batubara dengan dialiri gas oksigen.

Rumus Total Sulphur:
 $TS = (B \times 13.74/A)$

Keterangan:

- A : Berat sample batubara
- B : Berat kertas whapman setelah difurnace - Berat Crucible

2.5. Gross Calori Value (GCV)

Menurut tata cara kerja laboratorium PAB nilai kalor ditentukan dengan mesin *bomb calorimeter* secara otomatis yang di aliri dengan senyawa O₂ dan aliran listrik untuk mengukur panas yang dihasilkan selama reaksi atau pembakaran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perbandingan Preparasi Metode ASTM dan BS ISO

Tahapan preparasi kedua metode ini berbeda dalam reduksi ukuran kedua dimana ukuran reduksi metode ASTM sebesar 4,75mm dan untuk metode BS ISO berkisar 2,8mm. Reduksi ketiga pada mesin cross beater mill (CBM) memiliki perbedaan pada screen / saringan, ASTM berkisar 250µm atau 0,250mm dan BS ISO memiliki ukuran screen / saringan sekitar 212µm atau 0,212mm tahapan ini juga menyesuaikan dengan permintaan pelanggan.

Tabel 1 Perbandingan ukuran Screen Preparasi ASTM dan BS

	Metode ASTM	Metode BS ISO
Jaw Crusher	13 mm	13 mm
Hammer Mill	4,75 mm	2,8 mm
Cross Beater Mill	0,250 mm	0,212 mm

ASTM (D2013/2013M-21) standard practice for preparing coal samples for analysis

BS ISO (13909-4:2016 Part 4) coal-preparation of test samples

3.2. Perbandingan tata cara kerja Total Moisture

Perbedaan tata cara kerja Analisa parameter Total Moisture terlihat dari proses Preparasi dan pengeringan dimana metode BS ISO setelah ditimbang di masukkan kedalam drying oven selama 3 jam dengan suhu 40 °C dan kemudian di reduksi ukuran 2,8mm, setelahnya dilakukan Analisa Total Moisture selama 1 jam 30 menit dengan suhu 105-110 °C. Untuk metode ASTM dilakukan dua kali pengeringan pada drying oven, pertama sampel yang telah direduksi oleh Jaw Crusher akan ditimbang dan di keringkan selama 3 jam proses ini untuk mendapatkan ADL 1. Setelah dikeringkan selama 3 jam sampel di keluarkan untuk ditimbang dan direduksi kedua kalinya menjadi

ukuran 4,75mm kemudian masuk kembali kedalam drying oven selama 3 jam proses ini untuk mendapatkan ADL 2. Selesai pegeringan kedua kali sampel akan direduksi menjadi 0,250mm untuk di Analisa residual Moisture pada Oven dengan suhu 107-110 °C selama 1 jam.

ASTM D.3302 Standard Test Method For Total Moisture in Coal
 BS 1016 Total Moisture

Tabel 2 Perbandingan Total Moisture

Tabel Perbandingan Pengujian Total Moisture (TM)								
Pengujian	Metode ASTM			Metode BS ISO				
	Drying Oven	Oven	Suhu	Ukuran	Drying Oven	Oven	Suhu	Ukuran
%Free Moisture (M')					3 jam		40°C	2,8mm
%Moisture In the sample(M)						1jam 30menit	105-110°C	2,8mm
%Air Dry Loss (ADL 1)	3jam		10-15°C	13mm				
%Air Dry Loss (ADL 2)	3jam		10-15°C	4,75mm				
%Residual Moisture (RM)		1jam	107-110°C	0,250mm				

3.3 Perbandingan tata cara kerja Analisa Proksimat

Analisa parameter Proximate dilakukan dengan cara menguji kandungan dari kelembapan, kadar abu hingga zat terbang dari batubara tersebut. Perbedaan dari dua metode ASTM dan BS pada parameter ini terletak pada waktu dan suhu yang mempengaruhi keduanya. Khusus untuk pengujian menggunakan standar ASTM dilakukan dengan alat *Thermogravimetric Analysis* (TGA). Alat ini mampu untuk membaca semua pengujian dengan sekali persiapan dan langsung berubah dalam bentuk data pada computer. Total waktu pengujian lapangan dari kedua metode ini juga memiliki perbedaan dimana untuk Analisa TGA memerlukan waktu 6 jam dan Analisa manual BS ISO hanya perlu waktu kurang dari 4 jam.

Tabel 3 Perbandingan tata cara kerja Analisa Proksimat

Tabel Perbandingan Pengujian Proximate (Mad, Ash, FC, VM)						
Pengujian	Metode ASTM			Metode BS ISO		
	Oven	Suhu	Ukuran	Oven	Suhu	Ukuran
%Mad	1 jam	104-110°C	0,250mm	1 jam	105-110°C	0,212mm
%Ash	1 jam	450-500°C up 700-750°C	0,250mm	30m-1jam	500+10°C up 815+10°C	0,212mm
%VM	6-12 menit	600+50°C up 950+20°C	0,250mm	7 menit	900°C	0,212mm

ASTM D7582-15 standard test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis (TGA)

ASH : (BS/ISO 1171:2010)

Volatile Matter : (BS/ISO 562:2010)

3.4 Hasil Perbandingan Analisa ASTM dan BS ISO

Pada hasil Analisa penulis melakukan penelitian dengan mengambil sampel pada stockpile coal feeder dan telah diuji Analisa pada laboratorium PAB untuk melihat

perbedaan dari data hasil kedua metode, berikut data yang didapatkan Data Analisa metode ASTM.

Tabel 4 Nilai rata-rata Total Moisture

	ASTM	BS
1	26.4	27.3
2	24.8	24.7
3	20.5	20.8
4	19.6	24.3
5	20.8	23.3
rata-rata	22.42	24.08

Dari nilai rata-rata ini didapatkan selisih 1,66% dimana nilai dari BS lebih tinggi dari nilai kelembapan total metode ASTM.

Tabel 5 Perbandingan rata-rata Volatile Matter

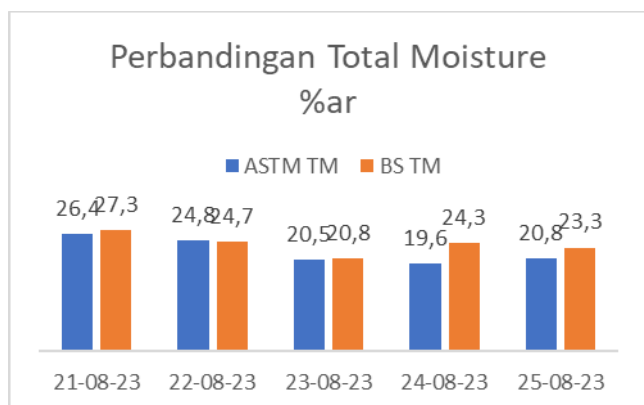
	ASTM	BS
1	40.5	41.3
2	39.2	41.1
3	41.3	42.4
4	40.1	41.9
5	43.4	42.5
rata-rata	40.9	41.84

Dari nilai rata-rata ini didapatkan selisih 0,9% dimana nilai dari BS lebih tinggi dari nilai VM Metode ASTM.

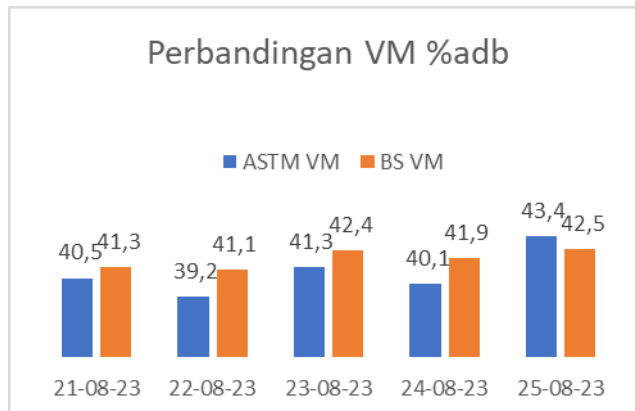
Tabel 6 Perbandingan rata-rata Fixed Carbon

	ASTM	BS
1	40	42.1
2	40.5	42.5
3	42.3	43.8
4	43.7	43.9
5	42.9	41.6
rata-rata	41.88	42.78

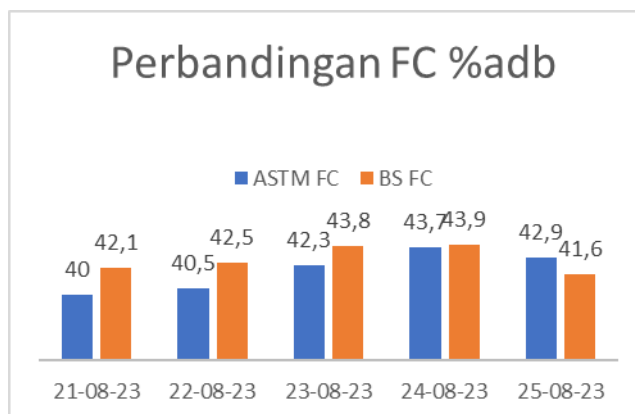
Dari nilai rata-rata ini didapatkan selisih 0,9% dimana nilai dari BS lebih tinggi dari nilai FC metode ASTM.



Gambar 1 Grafik perbandingan Total Moisture



Gambar 2 Grafik perbandingan Volatile Matter



Gambar 3 Grafik perbandingan Fixed Carbon

4. Kesimpulan

Perbandingan metode analisa ASTM (American Society for Testing Materials) dengan BS (British Standard) terletak pada suhu, ukuran sampel, dan waktu pada tahapan preparasi sampai dengan tahap analisis. Ukuran sampel preparasi ASTM 10mm pada keluaran Jaw Crusher, Hammer Mil dan Cross Beater Mill (CBM) 4,75mm dan 0,250mm untuk BS 10mm keluaran dari Jaw Crusher, Hammer Mil dan Cross Beater Mill (CBM) 2,8mm dan 0,212mm. Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa kedua metode dapat digunakan dalam pengujian Analisa batubara dikarenakan selisih dari kedua metode relative kecil dan diketahui jika tidak terdapat perbedaan yang signifikan sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dari konsumen.

5. Referensi

Annisak, F., Zainuri, H. S., & Fadillah, S. (2024). Peran Uji Hipotesis Penelitian Perbandingan Menggunakan Statistika Non Parametrik Dalam Penelitian. *Al Ittihadu*, 3(1), 105-116.

- Djabar, F., Zamani, F., & Eddy, H. R. (2023). Pembuatan Bahan Acuan Baku Untuk Analisis Sampel Batubara. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 18(2), 88–99.
- Fadhilah, A., Ghony, M. A., & Akmal, R. (2023). Analisis Pengujian Berat Jenis Tanah Sampel Batu Lempung dan Batu Pasir Pada Nomor Titik Bor RA04 PT. Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains (JITS)*, 1(1), 19–23.
- Fajarwati, D. A., Lepong, P., & Wahidah, W. (2023). Analisis Proksimat dan Ultimat Terhadap Total Sulfur dan Nilai Kalori pada Batubara (PT Geoservices Samarinda). *JURNAL GEOSAINS KUTAI BASIN*, 6(2), 126–136.
- Hower, J. C. (2002). International Handbook of Coal Petrography. 1963, International Committee for Coal and Organic Petrology, 2001 CD ROM reprint. *International Journal of Coal Geology*, 51(4), 263–264.
- Kusniawati, E., Pratiwi, I., & Yonika, S. N. (2023). Analisa Pengaruh Nilai Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara Jenis X Di PT Bukit Asan, Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(8), 3211–3222.
- Prijono, A. (1986). Implementation of coal development programs and the future role of indonesia as a potential coal supplier in the southwest Pacific region. *Energy*, 11(11–12), 1075–1090.
- Salahu, H. (2022). Pengaruh Batubara Terbakar dan Faktor Terhadap Output PLTU Pada PT. Pembangkit Jawa Bali Services Kecamatan Tidore Utara. *DINTEK*, 15(2), 91–101.
- Spackman, W. (1958). Section of geology and mineralogy: the maceral concept and the study of modern environments as a means of understanding the nature of coal. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 20(5 Series II), 411–423.
- Suriani, N., & Jailani, M. S. (2023). Konsep Populasi dan Sampling Serta Pemilihan Partisipan Ditinjau Dari Penelitian Ilmiah Pendidikan. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 24–36.
- Yenni, F. R., & Prabowo, H. (2021). Management Pengendalian Kualitas Batubara Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Mulai Dari Front Sampai Ke Stockpile Di PT. Budi Gema Gempita, Merapi Timur, Lahat, Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 6(1), 110–120.