



## Uji Presisi pada Preparasi Sampel Batubara Metode ASTM (American Society for Testing and Material)

(Precision Test on Coal Sample Preparation ASTM Method)

Triana Prihatin<sup>1</sup>, M. Diva Pratama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

<sup>1</sup>triana.prihatin@akipba.ac.id, <sup>2</sup>mdvp3000@gmail.com

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

Diterima (Received): 08/05/2024 | Direvisi (Revised): 13/05/2024 | Diterima untuk Publikasi (Accepted): 15/05/2024

### ABSTRAK

Presisi merupakan indikator seberapa dekatnya serangkaian pengukuran satu terhadap yang lain. Presisi juga dapat diartikan sebagai level keberagaman yang terletak pada nilai beberapa pengukuran dari faktor yang sama. Sementara itu, preparasi sampel batubara adalah proses pengecilan ukuran dari ukuran gross sampel ( $\pm 50$  mm) menjadi ukuran yang lebih kecil menjadi ukuran *Jaw Crusher* ( $\pm 13$ mm), *Hammer Mill* ( $\pm 4,75$ mm), dan *Cross Beater Mill* ( $\pm 0,250$  mm). Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami mengapa dilakukan pengujian presisi pada preparasi sampel batubara dan dapat mengetahui bagaimana cara menghitung nilai presisi pada preparasi batubara dengan metode ASTM (*American Society for Testing and Material*). Salah satu caranya adalah dengan mengambil nilai  $S_{DA}^2$  (variasi dalam satu sampel) dan  $S_{\sigma}^2$  (variasi dalam satu increment), mencari nilai volatile matter, dan kemudian dibandingkan antara  $S_{DA}^2$  dan  $S_{\sigma}^2$ . Perhitungan nilai presisi dilakukan dengan dua perhitungan nilai penting yaitu  $S_{DA}^2$  dan  $S_{\sigma}^2$  dimana dengan nilai  $S_{DA}^2$  tidak boleh lebih 20% dari nilai  $S_{\sigma}^2$ . Pada sampel yang telah diuji didapatkan nilai  $S_{DA}^2 = 0,2902$  dan  $S_{\sigma}^2 = 14,8580$  dimana 20% dari nilai  $S_{\sigma}^2 = 2,97$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan preparasi batubara pada penelitian ini telah dilakukan dengan baik.

**Kata Kunci:** *Cross Beater Mill; Gross Sampel; Hammer Mill; Jaw Crusher;  $S_{DA}^2$ ;  $S_{\sigma}^2$*

### ABSTRACT

Precision is a measure of how close a series of measurements are to each other. Precision can also be interpreted as the level of diversity that lies in the values of several measurements of the same factor. Meanwhile, preparation is the process of reducing the size from the gross sample size ( $\pm 50$  mm) to a smaller size, namely the size of the *Jaw Crusher* ( $\pm 13$  mm), *Hammer Mill* ( $\pm 4.75$  mm), and *Cross Beater Mill* ( $\pm 0.250$  mm). This research aimed to understand why precision testing is carried out on coal preparations and to find out how to calculate precision values on coal preparations using the ASTM (*American Society for Testing and Materials*) method. One way is to take the  $S_{DA}^2$  (variation in one sample) and  $S_{\sigma}^2$  (variation in one increment) values, look for the volatile matter value, and then compare  $S_{DA}^2$  and  $S_{\sigma}^2$ . The precision value calculation is carried out using two important value calculations, namely  $S_{DA}^2$  and  $S_{\sigma}^2$ , where the  $S_{DA}^2$  value cannot be more than 20% of the  $S_{\sigma}^2$  value. In the samples that have been tested, the value of  $S_{DA}^2 = 0.29024$  and  $S_{\sigma}^2 = 14.8580$  is obtained, which is 20% of the value of  $S_{\sigma}^2 = 2.97$ . Thus, it can be concluded that coal preparation in this research has been carried out well.

**Keywords:** *Cross Beater Mill; Gross Sample; Hammer Mill; Jaw Crusher;  $S_{DA}^2$ ;  $S_{\sigma}^2$*

© Author(s) 2024. This is an open-access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

## 1. Pendahuluan

Tujuan dari preparasi sampel batubara adalah untuk menyediakan sampel yang representatif dalam jumlah yang terbatas (Muchjidin, 2006). Sampel ini kemudian dapat dikirim ke laboratorium untuk analisis, yang sering disebut sebagai sampel analitik. Secara prinsip, proses preparasi

sampel terdiri dari empat langkah kerja, yaitu: (1) pengeringan dilakukan ketika sampel sulit digerus karena masih basah, (2) mengurangi ukuran partikel dengan crushing atau grinding, (3) mencampur atau mixing untuk membuat sampel homogen, dan (4) mengurangi berat sampel dengan membaginya menjadi dua bagian.

Presisi merupakan parameter penting dalam menilai kualitas suatu metode analisis. Nilai presisi yang tinggi menunjukkan keandalan metode tersebut, sedangkan nilai presisi yang rendah menunjukkan ketidaktepatan metode tersebut. Presisi mengacu pada seberapa dekat nilai hasil uji individu terhadap nilai rata-rata dari pengujian yang sama. Semakin tinggi presisi, semakin mirip pula nilai-nilai tersebut. Dalam konteks analisis, Uji presisi dilakukan dengan mengukur seberapa konsisten hasil yang diperoleh dari analisis yang dilakukan pada kondisi yang sama (ICH, 2005). Keterulangan merupakan aspek presisi yang berfokus pada pengujian berulang yang dilakukan oleh satu orang dalam waktu singkat dan kondisi yang sama. Nilai keterulangan mempertimbangkan pengaruh berbagai faktor, seperti penimbangan, pencampuran, dan penanganan sampel (Betz et al., 2011). Dengan melakukan uji presisi yang teliti dan terstruktur, peneliti dapat memastikan bahwa metode analisis yang digunakan dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan dalam suatu analisis (Suryani, et al., 2022).

Nilai presisi yang tinggi menunjukkan bahwa metode pengujian tersebut tepat dan dapat diandalkan. Artinya, meskipun pengujian dilakukan berulang kali, hasilnya akan mirip satu sama lain. Sebaliknya, nilai presisi yang rendah menunjukkan bahwa metode pengujian tersebut tidak tepat dan tidak dapat diandalkan. Artinya, meskipun pengujian dilakukan berulang kali, hasilnya dapat berbeda-beda secara signifikan.

Penilaian presisi dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu keterulangan (repeatability), presisi antara (intermediate precision), dan ketertiruan (reproducibility). Keterulangan merujuk pada tingkat ketepatan yang diperoleh dalam satu laboratorium oleh satu analis, dengan menggunakan peralatan yang sama, dan dilakukan pada hari yang sama. Presisi antara mengacu pada tingkat ketepatan yang diperoleh dalam kondisi eksperimen yang sama di laboratorium yang sama, namun dilakukan oleh analis, peralatan, reagen, dan kolom yang berbeda. Ketertiruan mencerminkan tingkat presisi yang dapat dicapai di laboratorium lain dengan tujuan memverifikasi bahwa metode tersebut akan menghasilkan hasil yang serupa di berbagai fasilitas (Panggabean dan Rahman, 2016).

Data yang dihasilkan dari proses pengambilan sampel, persiapan sampel, dan pengujian di laboratorium merupakan hasil dari pengukuran eksperimental. Data ini seringkali dianggap setara dengan nilai sebenarnya (true value) yang ditambah dengan kesalahan acak yang berfluktuasi dari satu eksperimen ke eksperimen lainnya. Biasanya, nilai sebenarnya ini tidak dapat diketahui secara pasti.

Dengan melakukan uji presisi secara cermat, laboratorium dapat menjamin bahwa data yang diperoleh memiliki tingkat keandalan yang tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai landasan yang kuat dalam pengambilan

keputusan terkait sumber daya alam dan cadangannya. Oleh karena itu, uji presisi memiliki peran penting dalam menjamin kualitas dan validitas hasil analisis laboratorium, serta memberikan keyakinan dalam proses eksploitasi sumber daya alam (Lufiana et al, 2020; Djabar et al., 2023).

Pengujian presisi preparasi sampel batubara dilakukan untuk menentukan seberapa presisi nilai pengujian pada proses preparasi batubara. Tujuan presisi juga untuk mengevaluasi suatu hasil analisis (Djuhariningrum, 2014). Dalam situasi analisis ini, kebermaknaan uji presisi meningkat karena batubara memiliki tingkat heterogenitas yang tinggi, sehingga proses pengambilan sampel harus dilakukan secara hati-hati dan teliti. Dengan melakukan uji presisi yang efektif, dapat dipastikan bahwa data yang diperoleh mewakili secara akurat dan dapat dipercaya untuk analisis yang lebih mendalam (Muchsin, 2020). Manfaat dilakukan uji presisi adalah sebagai evaluasi apakah proses preparasi batubara yang dilakukan selama ini telah dilakukan dengan baik sesuai standar yang digunakan seperti *ASTM (American Society for Testing and Material)* dan *BS (British Standard)*.

Menurut standar ASTM yang terdapat pada ASTM D2013/D2013M-12 dan D7430-16b untuk mencari nilai presisi dilakukan dua pengujian, yaitu pengujian variasi dari sampel ( $S_{DA}^2$ ) dan pengujian variasi dari increment ( $S_{\sigma}^2$ ). Maksimal nilai variasi dari sampel ( $S_{DA}^2$ ) tidak boleh melebihi 20% dari nilai variasi increment ( $S_{\sigma}^2$ ).

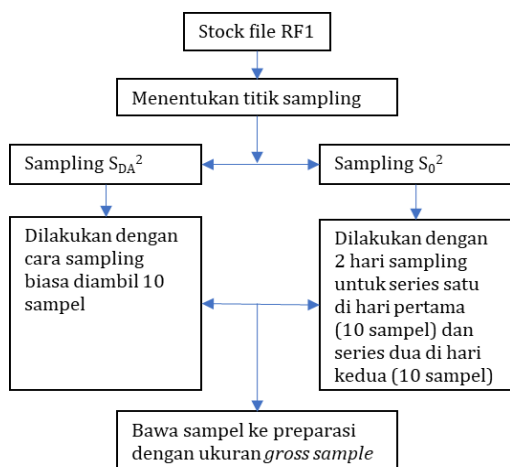
Terdapat dua nilai penting untuk pengujian presisi yaitu ( $S_{DA}^2$ ) dan ( $S_{\sigma}^2$ ). ( $S_{DA}^2$ ) merupakan prosedur yang digunakan untuk memeriksa presisi sampel dari berbagai tahap analisis. Sampel preparasi harus konsisten dan digunakan untuk memperkirakan kesalahan acak dalam berbagai tahap pembagian sampel dan analisis. Batubara yang digunakan harus memiliki kadar abu yang sama. Sementara itu, ( $S_{\sigma}^2$ ) adalah metode pengujian yang menjelaskan prosedur untuk memperkirakan keseluruhan varian untuk increment dari satu massa yang tetap dari batubara. Berlaku untuk pengambilan sampel secara mekanik, tidak perlu untuk mengeksplorasi sistem dan komponen varian acak, akan tetapi kebutuhan untuk mendapatkan varian keseluruhan untuk increment. Parameter yang digunakan untuk menghitung nilai presisi pada preparasi sampel batubara adalah volatile matter dan total sulfur.

Pada kesempatan ini, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Uji Presisi pada Preparasi Sampel Batubara Metode ASTM", dengan tujuan untuk mengetahui nilai presisi pada preparasi sampel batubara sehingga dapat mengidentifikasi seberapa besar kesalahan acak pada preparasi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Batubara PT. Bukit Asam, Tbk di Tanjung Enim, Sumatera Selatan, Indonesia.

## 2. Data dan Metodologi

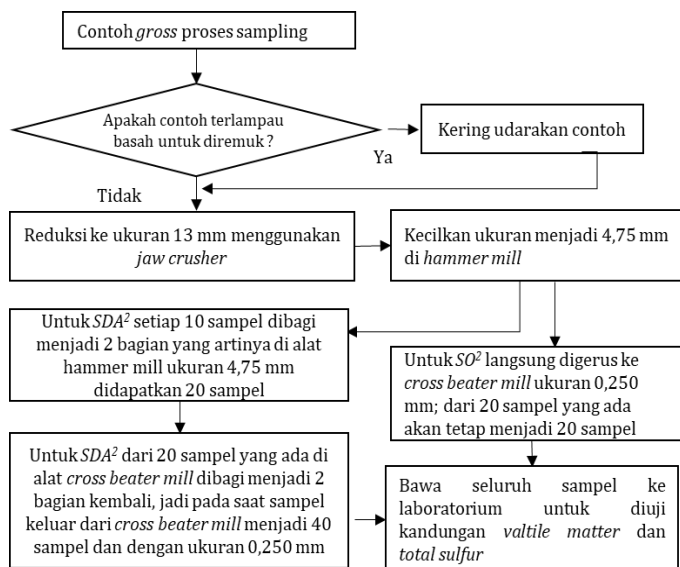
### 2.1. Diagram Alir Proses Sampling

Adapun prosedur proses sampling batubara di laboratorium Batubara dapat dilihat pada Gambar 1. Sampling yang harus disiapkan terbagi dua, yaitu  $S_{DA}^2$  dan  $S_o^2$ . Sampel diambil dari *reclaiming feeder 1* dan alat penelitian berupa *crucible volatile matter*, *volatile matter furnace*, *analytical balance*, *mini free space oven*, dan *desicator*.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Sampling

Sementara itu, prosedur proses preparasi sample batubara untuk pengujian preparasi dapat dilihat pada Gambar 2. Proses preparasi menggunakan alat *jaw crusher*, *hammer mill*, dan *cross beater mill*. Terdapat 40 sampel  $S_{DA}^2$  dan 20 sampel  $S_o^2$  untuk selanjutnya diuji kandungan volatile matter dan total sulfur.



Gambar 2. Diagram Alir Preparasi Pengujian Presisi

## 3. Hasil dan Pembahasan

Uji presisi mencerminkan tingkat keandalan data yang diperoleh. Hal ini tercermin dari nilai standar deviasi yang dihasilkan dari pengukuran, di mana presisi yang tinggi akan menghasilkan standar deviasi yang kecil dan umumnya rendah. Jika keakuratan hasil yang diinginkan, maka dilakukan pengulangan, seperti melakukan pengukuran berat badan atau tinggi sebanyak  $n$  kali. Dari data tersebut, dapat diperoleh ukuran nilai yang terukur adalah rata-rata dari hasil yang diperoleh dan standar deviasi.

Pada penelitian ini digunakan sampel *reclaiming feeder 1*. Data diubah terlebih dahulu dari basis *adb* (*air dry basis*) ke *db* (*dry basis*). Dari sampel ini dilanjutkan dengan preparasi menggunakan alat *jaw crusher*, *hammer mill*, dan *cross beater mill* dengan hasil ukuran akhir  $\pm 0,250$  mm. Dari sampel tersebut akan diuji menggunakan parameter *volatile matter* dan *total sulfur*. Dari hasil pengujian didapatkan data pengujian volatile matter sebagai berikut.

### 3.1. Pengujian $S_{DA}^2$ (variasi dalam satu sampel) untuk nilai volatile matter

Terdapat 10 sampel yang diuji dimana setiap sampel dibagi menjadi 4 bagian sehingga didapatkan 40 sampel dimana 10 untuk  $X_1$ , 10 sampel untuk  $X_2$ , 10 sampel untuk  $X_3$ , 10 sampel untuk  $X_4$ . Dari 40 sampel itu dilakukan 2 kali pengujian atau duplo untuk mendapatkan nilai  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$ .  $X$  adalah nilai asli dan  $Y$  adalah nilai duplo.

Pada pengujian *volatile matter* (*VM*) dibutuhkan nilai *moisture air dry* (*MAD*) karena pada pengujian ini dicari nilai *VM* dan *MAD*. *MAD* adalah kadar air tertambat pada batubara sehingga setelah dikurang nilai *MAD* diperoleh nilai *VM* murni. Data yang diperoleh adalah dalam basis *adb* yang kemudian dikonversi ke basis *db*, sehingga didapatkan nilai volatile matter (*db*) sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Nilai volatile matter (*db*)  $X_1, X_2, X_3, X_4$

test no.	VOLATILE MATTER (DB)			
	X1	X2	X3	X4
1	29.3249	29.4135	29.2602	29.3769
2	29.0219	27.9687	27.7175	27.6745
3	27.5668	27.2234	27.4242	27.4890
4	27.4598	27.6215	27.5831	27.4079
5	29.5742	29.2529	29.1077	29.3308
6	28.2225	28.1572	28.0392	27.8378
7	28.8692	28.6275	28.4736	28.6706
8	27.7929	27.8551	27.9025	27.9477
9	28.7297	28.0149	27.1565	27.5949
10	27.6506	28.8711	28.8633	28.6924
Total	284.2125	283.0058	281.5278	282.0225
average	28.4213	28.3006	28.1528	28.2023

Tabel 2. Nilai volatile matter (db) Y1, Y2, Y3, Y4

Test no.	VOLATILE MATTER (DB)			
	Y1	Y2	Y3	Y4
1	26.7774	28.5614	27.2608	27.5297
2	27.7755	27.9576	27.6939	27.4975
3	27.1364	27.5425	27.6669	27.4879
4	27.9532	27.5257	27.3800	27.9851
5	29.2266	29.4159	29.2727	29.5816
6	27.9345	27.9344	27.7291	27.6889
7	28.5959	28.0088	28.1987	27.8682
8	27.5535	28.1710	28.2567	28.2607
9	27.4894	27.7660	27.7397	27.2342
10	28.7324	27.9569	28.7384	28.7787
Total	279.1748	280.8402	279.9369	279.9125
average	27.9175	28.0840	27.9937	27.9913

Data-data pada Tabel 1 dan Tabel 2 digunakan untuk menyelesaikan persamaan (1)-(3) berikut.

$$VP = \frac{1}{4N} \sum [(X1 - X2)^2 + (X3 - X4)^2 + (Y1 - Y2)^2 + (Y3 - Y4)^2] \dots (1)$$

$$VQ = \frac{1}{2N} \sum \left[ \left( \frac{X1 + X2}{2} - \frac{X3 + X4}{2} \right)^2 + \left( \frac{Y1 + Y2}{2} - \frac{Y3 + Y4}{2} \right)^2 \right] \dots (2)$$

$$VR = \frac{1}{N} \sum \left[ \left( \frac{X1 + X2 + X3 + X4}{4} - \frac{Y1 + Y2 + Y3 + Y4}{4} \right)^2 \right] \dots (3)$$

dimana VP adalah variasi berbeda antar duplikat, VQ adalah variasi berbeda di antara rata-rata dari duplikat analisis dan VR adalah variasi berbeda di antara rata-rata empat analisis. Dari persamaan (1)-(3) masing-masing diperoleh nilai VP = 0,2452, nilai VQ = 0,1370, dan nilai VR = 0,3983.

Selanjutnya, nilai-nilai dari hasil persamaan (1)-(3) digunakan untuk menyelesaikan persamaan (4)-(6).

$$Va = \frac{1}{2} VP \dots \dots \dots (4)$$

$$V2 = \frac{1}{2} VQ - \frac{1}{4} VQ \dots \dots \dots (5)$$

$$V1 = \frac{1}{2} VR - \frac{1}{4} VQ \dots \dots \dots (6)$$

dimana V1 = variasi dari tahap pertama, V2 = variasi dari tahap kedua, dan Va = variasi dari analisis. Diperoleh hasil Va = 0,1226; V2 = 0,0072; dan V1 = 0,1604. Dari hasil persamaan (4)-(6) tersebut didapatkan nilai SDA<sup>2</sup> = 0,2902, yaitu nilai variasi untuk satu sampel melalui persamaan (7).

$$SDA^2 = Va + V2 + V1 \dots \dots \dots (7)$$

### 3.2. Pengujian volatile matter S<sub>0</sub><sup>2</sup>

Pada pengujian ini terdapat 20 sampel yang diuji dimana 10 sampel untuk series 1 (S<sub>1</sub><sup>2</sup>) dan 10 sampel untuk series 2 (S<sub>2</sub><sup>2</sup>). Dari sampel ini akan dihitung nilai volatile matter basis db sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari data Tabel 3 dapat dihitung nilai S<sup>2</sup> dan S<sub>0</sub><sup>2</sup> berdasarkan persamaan (8) dan persamaan (9).

$$S^2 = \left( \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right) / (n - 1) \dots \dots \dots (8)$$

$$S_0^2 = C \left[ (S_1^2 + S_1^2) / 2 \right] \dots \dots \dots (9)$$

Melalui persamaan (8) diperoleh nilai series 1 (S<sub>1</sub><sup>2</sup>) = 8,4941 dan series 2 (S<sub>2</sub><sup>2</sup>) = 6,8930. Dari persamaan (9) diperoleh nilai S<sub>0</sub><sup>2</sup> = 14,8580.

Tabel 3. Nilai volatile matter untuk S<sub>1</sub><sup>2</sup> dan S<sub>2</sub><sup>2</sup>

Series 1			Series 2		
No test	Volatile	Volatile^2	No test	Volatile	Volatile^2
1	29.0794	845.6115	11	28.8994	835.1753
2	26.7440	715.2415	12	29.9346	896.0803
3	26.5106	702.8119	13	28.1703	793.5658
4	26.2181	687.3888	14	29.5608	873.8409
5	27.8518	775.7228	15	20.6489	426.3771
6	27.7352	769.2413	16	27.3397	747.4592
7	18.4945	342.0465	17	28.1997	795.2231
8	27.1463	736.9216	18	28.9209	836.4185
9	27.3222	746.5026	19	28.8200	830.5924
10	25.1262	631.3259	20	27.6039	761.9753
Total	262.2283	6,952.8145	Total	278.0982	7,796.7078

### 3.3 Perbandingan antara nilai SDA<sup>2</sup> dan S<sub>0</sub><sup>2</sup>

Berdasarkan nilai SDA<sup>2</sup> dan S<sub>0</sub><sup>2</sup> yang diperoleh, nilai SDA<sup>2</sup> tidak boleh lebih besar 20% dari nilai S<sub>0</sub><sup>2</sup> (ASTM 2018 d2013M).

$$SDA^2 = 0,2902$$

$$S_0^2 = 14,8580$$

$$20\% \text{ nilai } S_0^2 = 2,9716$$

Pada hasil tersebut, nilai SDA<sup>2</sup> masih di bawah 20% nilai S<sub>0</sub><sup>2</sup>. Dari hasil pengujian presisi ini dapat dilihat bahwa uji presisi dilakukan karena ada beberapa tata cara kerja dari standar ASTM untuk preparasi tidak digunakan disebabkan oleh masalah estimasi waktu. Untuk itu dibutuhkan pengujian presisi agar dapat diketahui seberapa besar kesalahan yang dilakukan jika nilai tersebut melebihi batas yang dianjurkan ASTM. Hasil yang didapatkan nilai SDA<sup>2</sup> tidak lebih besar 20% dari nilai S<sub>0</sub><sup>2</sup>. Dengan demikian, tata cara kerja yang dilakukan di preparasi telah memenuhi standar ASTM.

### 4. Kesimpulan

Pada umumnya proses sampling, preparasi, dan pengujian batubara terdapat kesalahan terutama dalam proses pengerjaan sampel. Proses sampling memiliki persentase terbesar yaitu 80% karena dilakukan secara

manual, preparasi 15%, sedangkan pengujian sebesar 5%. Oleh karena preparasi memiliki persentase terbesar kedua setelah sampling dengan presentase kesalahan sebesar 15% maka dari itu dilakukan pengujian presisi pada preparasi batubara untuk mencari seberapa besar kesalahan acak pada preparasi.

Perhitungan nilai presisi dilakukan dengan dua perhitungan nilai penting yaitu  $SDA^2$  (variasi dalam satu sampel) dan  $S\sigma^2$  (variasi dalam satu increment) dimana dengan nilai  $SDA^2$  tidak boleh lebih 20% dari nilai  $S\sigma^2$ . Pada sampel yang telah diuji didapatkan nilai  $SDA^2 = 0,2902$  dan  $S\sigma^2 = 14,8580$  dimana 20% dari nilai  $S\sigma^2 = 2,9716$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan preparasi batubara pada penelitian ini telah dilakukan dengan baik.

Spektrofotometer UV-Vis. Indonesian Journal of Laboratory, 5(1), 7-15.

## 5. Referensi

- ASTM Manual book. (2017). ASTM International: ASTM.
- Betz, J. M., Desta, B., & Melander, R. C. (2011). Standard operating procedures (SOPs) for LC-MS/MS bioanalysis: Best practices and practical considerations from the bench. *Journal of Chromatography B*, 877(27-28), 3140-3150. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2011.06.014>
- Diklat Kontrol Kualitas. (2019). Dokumen Lab-PAB PT. Bukit Asam, Tbk.
- Djabar, F., Zamani, F., & Eddy, H. R. (2023). Pembuatan Bahan Acuan Baku Untuk Analisis Sampel Batubara. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 18(2), 88-99.
- Djuhariningrum, T., Sarip, U., Rosiana, I. (2014). Uji Validasi Metode Analisis XRF untuk Unsur-Unsur Cu dan Th dalam SRM di Laboratorium Eksplorasi. *Prosiding Seminar Nasional Geologi Nuklir dan Sumber Daya Tambang*. Pusat Teknoologi Bahan Galian Nuklir-BATAN.
- Internasional Conference on Harmonization Expert Working Group. (2005). ICH Harmonised Tripartite Guideline Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2(R1). 1-17.
- Lufiana, Q., Arief, M. S., & Panggabean, A. S. (2020). Verification of determination of phosp the ascorbic acid meth Verifikasi metode penentuan fosfat (metode asam askorba).
- Muchjadin. (2006). *Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara*. Bandung: ITB Bandung.
- Muchsin, D. M. (2020). Pengaruh Non-Probability Sampling Batubara terhadap Parameter Dry Ash Antara Certificate of Analysis Loading dan Unloading. *Kilat*, 9(1), 1-8.
- Panggabean, A.S, Rahman, A. (2016). Validasi Metode X-Ray Fluorescence untuk Analisis Ion Fe dalam activated Methyl Diethanol Amine (aMDEA). *Ind. J. Chem. Res.*, 3(2), 302-307.
- Suryani, M. Y., Paramita, A., Susilo, H., & Maharsih, I. K. (2022). Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan