

ANALISA BATUBARA DENGAN VARIASI KETEBALAN EKULISE UNTUK MENDAPATKAN HASIL PRESISI DAN AKURASI

(Coal Analysis with Equilibrium Thickness Variations to Get Results and Accuracy)

Carman Tasia*, Muh. Achrary S, La Ifa, Ummu Kalsum

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Jl Urip Sumoharjo KM 5, Makassar Indonesia 90231

Inti Sari

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pada ketebalan millimeter berapa yang harus digunakan saat proses Ekulise untuk mendapatkan hasil yang Presisi dan Akurasi. Metode penelitian ini menggunakan metode analisis Proksimat dan Ultimat dengan menggunakan sampel Batubara dengan ketebalan Ekulise 0.3 cm, 0.6 cm dan 1 cm. Analisa yang digunakan adalah analisa kadar Air, Abu, Zat terbang, sulfur dan nilai Kalor, tiap analisa akan dikerjakan secara duplo dan akan di ikutkan CRM dan BENZOID agar sampel diketahui apakah analisa yang dilakukan telah benar atau tidak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel dengan ketebalan ekulise 1cm yang memenuhi syarat dari Presisi dan Akurasi dengan Nilai yang dinyatakan dalam Air-Dried Base (ADB), Nilai Moisture 12.28%, Nilai Ash 5.76%, Nilai Volatile Matter 39.90%, Nilai Fixed Carbon 36.06% Nilai Sulfur 0.4319% dan Nilai Kalori 5123 kal/g. Kata Kunci : Batubara, Analisa Proksimat dan Ultimat, Ekulise, Presisi dan Akurasi.

Kata Kunci: Batubara, Proksimat, Ultimat, Ekulise, Presisi, Akurasi.

Abstract

This research aims to determine what millimeter thickness should be used during the Ekulise process to obtain precise and accurate results. This research method uses Proximate and Ultimate analysis methods using coal samples with equilibrate thicknesses of 0.3 cm, 0.6 cm and 1 cm. The analysis used is analysis of water content, ash, volatile matter, sulfur and calorific value. Each analysis will be carried out in duplicate and CRM and BENZOID will be included so that the sample knows whether the analysis carried out is correct or not. The results of this research show that samples with an equilibrate thickness of 1cm meet the requirements for precision and accuracy with values expressed in Air-Dried Base (ADB), Moisture Value 12.28%, Ash Value 5.76%, Volatile Matter Value 39.90%, Fixed Carbon Value 36.06 % Sulfur Value 0.4319% and Calorie Value 5123 cal/g. Keywords: Coal, Proximate and Ultimate Analysis, Equilibrium, Precision and Accuracy.

Key Words : Coal, Proximate, Ultimate, Ekulise, Precision, Accuracy

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :
jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**
carmantasia98@gmail.com



Journal History

Paper received : 19 Juli 2024

Received in revised : 20 Agustus 2024

Accepted : 02 September 2024

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu Negara yang mempunyai sumber daya alam yang melimpah seperti minyak bumi, gas, timah, batubara, dan lain-lain. Hal tersebut menyebabkan bangsa asing, pada tahun 1917 terkhusus para bangsa Belanda berusaha untuk mengumpulkan data endapan mineral dan batubara di Indonesia yang kemudian dipublikasikan dalam *Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Indie* sebagai bagian dari seri *Verlagen en Mededeelingen Betreffende Indische Delfstoffen en hare Toepassingen*[1]. Kegiatan eksplorasi mineral dan batubara saat itu dilakukan di banyak daerah yang sangat terpencil dan sering kali tidak memiliki jalan, bahkan didalam hutan lebat[2]. Eksplorasi tersebut terus dilakukan sampai di Pulau Sejarah Penambangan Batubara Bukit Asam di Tanjung Enim, Tama Maysuri, dkk, Sumatera oleh geologis Belanda untuk mencari sumberdaya batubara baru di bawah *Indische Mijwet Staatsblad*. Seiring berjalannya waktu, banyak konsesi dikeluarkan untuk tambang batubara di Pulau Sumatera, seperti Bukit Tjenako dan Paina[3].

Batubara adalah batuan sedimen (padatan) yang dapat terbakar, berwarna coklat sampai hitam yang selanjutnya terkena proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun sehingga mengakibatkan pengkayaan kandungan karbonnya. Secara garis besar, batubara terdiri dari zat organik, air dan bahan mineral[4]. Untuk menjadi batubara, ada beberapa tahapan penting yang harus dilewati oleh batuan dasar pembentuknya[5]. Tahapan penting tersebut yaitu: tahap pertama adalah terbentuknya gambut (*peatification*) yang merupakan proses mikrobial dan perubahan kimia (*biochemical coalification*). Serta tahap berikutnya adalah proses-proses yang terdiri dari perubahan struktur kimia dan fisika pada endapan pembentukan batubara (*geochemical coalification*) karena pengaruh suhu, tekanan dan waktu [6][7].

Quality control batubara yaitu serangkaian kegiatan untuk menjaga kualitas batubara agar tidak terjadi penurunan kualitas batubara. *Quality control* batubara sebagai faktor dasar penentuan pengambilan keputusan antara pihak konsumen sebagai pengguna dan pihak produsen sebagai penjual[8]. Kualitas batubara juga dipengaruhi oleh cara penambangan, cara pengambilannya. Selain itu, kualitas batubara merupakan faktor yang menentukan harga jual batubara tersebut [1].

Ekulise adalah salah satu tahap yang harus dilakukan sebelum melakukan analisa batubara di laboratorium. Tujuan dari proses Ekulise di awal pengerjaan adalah untuk menentukan apakah hasil yang di dapat telah Presisi atau Akurasi[9], tapi akan lebih bagus lagi jika hasil yang di dapat adalah Presisi dan Akurasi sehingga *quality control* batubara tersebut terjaga kualitasnya dan untuk mengetahui apakah sampel Batubara yang ingin di Analisa sudah Presisi, Akurasi atau Presisi dan Akurasi, maka pada Proses Ekulise sampel akan di bagi menjadi 3 bagian dengan dengan ketebalan yang berbeda, Di mana ketebalan dari masing – masing sampel yang akan di analisa adalah 0.3 cm, 0.6 cm dan 1 cm [10].

Presisi adalah istilah yang digunakan untuk merepresentasikan seberapa andal dan konsisten pengukuran eksperimen jika dilakukan secara berulang sedangkan akurasi adalah istilah yang merepresentasikan kedekatan hasil pengukuran eksperimen dengan nilai ideal atau nilai sebenarnya.

Mengukur Akurasi dapat ditentukan dengan satu kali pengukuran atau percobaan, sedangkan untuk menentukan akurasi diperlukan banyak pengukuran untuk menilai kepresisian[11][12]. Misalnya, pada contoh kasus pada gambar di atas, hanya dengan satu anak panah yang ditembakkan, kita dapat mengetahui apakah tembakannya akurat atau tidak, tetapi sejumlah tembakan anak panah harus dilakukan untuk mengetahui apakah hasilnya presisi[13][14]. Anak panah yang mengenai tepat ditengah sasaran dianggap lebih akurat. Jika beberapa anak panah ditembakkan pada sasaran, presisi akan menjadi ukuran dalam menentukan ketepatan dalam percobaan[15].

Sederhananya, akurasi sangat dibutuhkan dalam pengukuran awal yang mendekati target atau hasil yang diharapkan dan kemudian untuk sejumlah percobaan difokuskan pada tingkat kepresisian alat dalam melakukan pengukuran sesudahnya.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah batubara jenis sub-bituminus, standar CRM, dan standar benzoid.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah talang, neraca analitik, oven 105, oven 750, oven 9500, intrumen TS, *bom calorimeter*, cawan porselen, cawan besi, dan cawang kaca.

Pelaksanaan Penelitian

Sampel batubara dibagi menjadi 3 ketebalan ekulise berbeda yaitu 0.3 cm, 0.6 cm dan 1 cm, selanjutnya didiamkan pada suhu kamar dengan waktu selama kurang lebih 5 jam, kemudian timbang tiap ketebalan sampel hingga mendapatkan bobot tetap. Setelah didapatkan bobot tetap kemudian dilanjutkan ke proses analisa dengan parameter kadar air, kadar abu, kadang zat terbang, kadar total sulfur dan nilai kalori, selanjutnya hasil analisa yang telah didapatkan akan diperiksa dari masing-masing ketelaban ikuilase yang presisi dan akurasi, non akurasi dan presisi serta non presisi dan non akurasi.

Analisa Sampel

Sampel-sampel yang diperoleh dianalisa kadar air (*moisture content*), kadar abu (*ash content*), kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), nilai kalor (*calori value*), dan kadar total sulfur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel batubara subbituminus harus memenuhi syarat terlebih dahulu. Ukuran sampel batubara 250 mm, suhu batubara sudah sama dengan suhu kamar dan kondisi fisik batubara harus sama dengan kondisi ruangan[3], sedangkan untuk menentukan kondisi alat analisa dalam kondisi baik, maka terlebih dahulu dilakukan proses analisa dengan menggunakan sampel standar. Untuk analisa air, abu, zat terbang dan sulfur menggunakan standar CRM (pada kali ini menggunakan standar ACIRS G9-2021) dan untuk analisa nilai kalor menggunakan Benzoid.

Tabel 1. Hasil pembacaan standar CRM

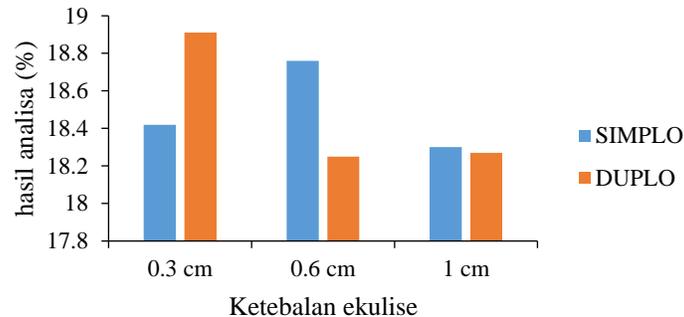
ACIRS G9-2021	AIR DRIDED BASIS					DRIED BASIS				
	MOISTURE	ASH	VM	TS	CAL	ASH	VM	TS	CAL	
	%	%	%	%	Cal/g	%	%	%	Cal/g	
HASIL	SIMPLO	1.37	10.52	19.9	0.590	7572	10.67	20.18	0.598	7677
	DUPLO	1.36	10.51	19.89	0.588	7571	10.65	20.16	0.596	7675
	AVERAGE	1.36	10.51	19.89	0.589	7572	10.66	20.17	0.60	7676
AKUR	NILAI BENAR					10.69	20.00	0.601	7673	
ASI	STANDAR DEVIASI					0.071	0.212	0.007	15	
	KETERANGAN					Akurat	Akurat	Akurat	Akurat	
	REPEAT									
	ABILITY	0.010	0.01	0.01	0.002	1.00				
	SAMPLE									
PRESI	REPEAT									
SI	ABILITY	0.104	0.22	0.3	0.038	36				
	METHOD									
	KETERA		PRES	PRES	PRES	PRES				
	NGAN	PRESISI	ISI	ISI	ISI	ISI				

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat hasil analisa air, abu, zat terbang, total sulfur dan nilai kalori berdasarkan nilai *Air Dried Basis* (ADB) menunjukkan hasil yang presisi dan berdasarkan nilai *Dried Basis* (DB) menunjukkan hasil yang akurat yang menunjukkan hasil yang baik, hal itu dikarenakan hasil *repeatability* sampel tidak melebihi

dari hasil hasil dari *repeatability method*, maka dapat disimpulkan jika hasil dari pembacaan alat telah akurat berpacu pada presisi dan akurasi hasil standar serta menandakan alat telah beroperasi dengan optimal.

Hubungan Antara Kadar Air dengan Ukuran Ketebalan Sampel Ekulise

Grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar air dan ketebalan sampel ekulise yang dikerjakan dengan simplo dan duplo dapat dilihat sebagai berikut :



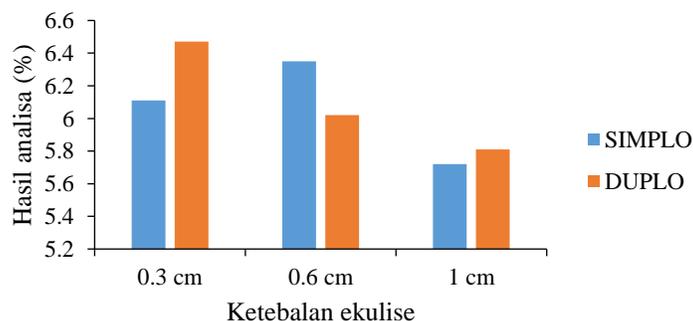
Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar air dengan ukuran ketebalan sampel ekulise

Berdasarkan Gambar 1. dapat diketahui sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dengan hasil simplo sebesar 18.42% dan duplo sebesar 18.91% memiliki selisih sebesar 0.49%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.104%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter moisture (air) hasil yang didapatkan termasuk kategori non presisi dan non akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 0.6 cm dengan hasil simplo sebesar 18.76% dan duplo sebesar 18.25% memiliki selisih sebesar 0.51%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.104% karena itu dapat disimpulkan pada parameter moisture (air) hasil yang didapatkan termasuk kategori non presisi dan non akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 1 cm dengan hasil simplo sebesar 18.30% dan duplo sebesar 18.27% memiliki selisih sebesar 0.03% sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.104%. karena it, dapat disimpulkan pada parameter moisture (air) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi.

Sampel batubara dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dan 0.6 cm memiliki selisih simplo dan duplo yang melebihi standar ASTM dikarenakan pada saat proses ekulise sampel batubara tidak menyerap air dengan merata yang menyebabkan hasil analisa simplo dan duplo melebihi standar ASTM. Sedangkan pada sampel dengan ketebalan ekulise 1cm selisih simplo dan duplo tidak melebihi standar ASTM dikarenakan sampel batubara menyerap air dengan merata. Hal ini dapat dipastikan dengan melakukan penimbangan tiap 1 jam yang dimana saat melakukan analisa, sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dan 0.6 cm tidak bisa mendapatkan bobot tetap tapi sampel dengan ketebalan 1 cm berhasil mendapatkan hasil timbangan bobot tetap.

Hubungan Antara Kadar Abu dengan Ketebalan Sampel Ekulise

Grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar abu dan ketebalan sampel ekulise yang dikerjakan dengan simplo dan duplo dapat dilihat sebagai berikut :



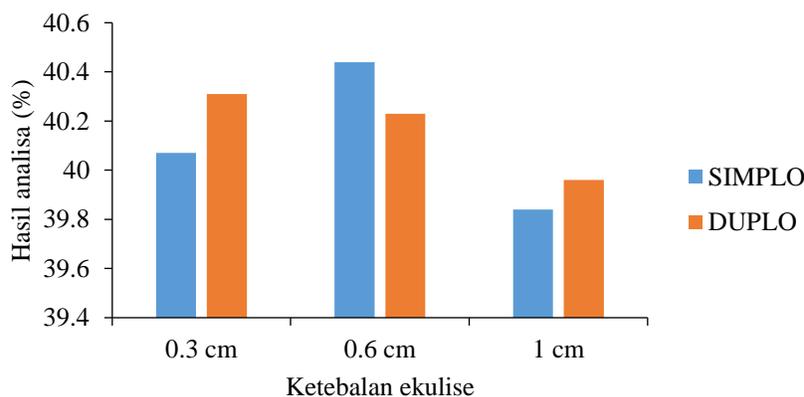
Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar abu dengan ukuran ketebalan sampel ekulise

Gambar 2. menunjukkan sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dengan hasil simplo sebesar 6.11% dan duplo sebesar 6.47% memiliki selisih sebesar 0.36%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.22%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *ash* (abu) hasil yang didapatkan termasuk kategori non presisi dan non akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 0.6 cm dengan hasil simplo sebesar 6.35% dan duplo sebesar 6.02% memiliki selisih sebesar 0.33%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.22%. karena it, dapat disimpulkan pada parameter *ash* (abu) hasil yang didapatkan termasuk kategori non presisi dan non akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 1 cm dengan hasil simplo sebesar 5.72% dan duplo sebesar 5.81% memiliki selisih sebesar 0.09%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.22%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *ash* (abu) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi.

Sampel batubara dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dan 0.6 cm memiliki selisih simplo dan duplo yang melebihi standar ASTM dikarenakan pada saat proses ekulise sampel batubara tidak menyerap air dengan merata yang menyebabkan hasil analisa simplo dan duplo melebihi standar ASTM. Sedangkan pada sampel dengan ketebalan ekulise 1cm selisih simplo dan duplo tidak melebihi standar ASTM dikarenakan sampel batubara menyerap air dengan merata. Hal ini dapat dipastikan dengan melakukan penimbangan tiap 1 jam yang dimana saat melakukan analisa, sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dan 0.6 cm tidak bisa mendapatkan bobot tetap tapi sampel dengan ketebalan 1 cm berhasil mendapatkan hasil timbangan bobot tetap.

Hubungan Antara Kadar Zat Terbang dengan Ukuran Ketebalan Sampel Ekulise

Grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar zat terbang dan ketebalan sampel ekulise yang dikerjakan dengan simplo dan duplo dapat dilihat sebagai berikut :

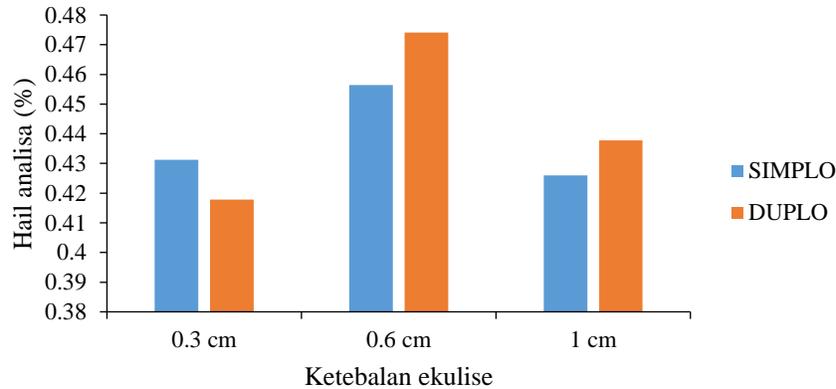


Gambar 3. Grafik antara kadar zat terbang dengan ukuran ketebalan sampel ekulise

Berdasarkan Gambar 3. sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dengan hasil simplo sebesar 40.07% dan duplo sebesar 40.31% memiliki selisih sebesar 0.24%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.7%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *Volatile matter* (Zat Terbang) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 0.6 cm dengan hasil simplo sebesar 40.44% dan duplo sebesar 40.23% memiliki selisih sebesar 0.21%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.7%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *Volatile matter* (Zat Terbang) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 1 cm dengan hasil simplo sebesar 39.84% dan duplo sebesar 39.96% memiliki selisih sebesar 0.12%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.7%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *Volatile matter* (Zat Terbang) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi.

Hubungan Antara Kadar Sulfur dengan Ukuran Ketebalan Sampel Ekulise

Grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar sulfur dengan ketebalan sampel ekulise yang dikerjakan dengan simplo dan duplo dapat dilihat sebagai berikut:

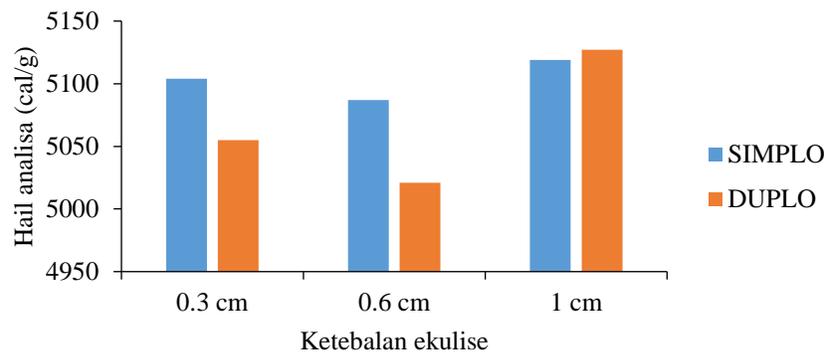


Gambar 4. Grafik hubungan antar kadar sulfur dengan ukuran ketebalan sampel ekulise

Berdasarkan Gambar 4. sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dengan hasil simplo sebesar 0.4312% dan duplo sebesar 0.4178% memiliki selisih sebesar 0.0134%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.038%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter total sulfur (kadar sulfur) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 0.6 cm dengan hasil simplo sebesar 0.4564% dan duplo sebesar 0.4741% memiliki selisih sebesar 0.0177%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.038%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter total sulfur (kadar sulfur) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 1 cm dengan hasil simplo sebesar 0.4260% dan duplo sebesar 0.4378% memiliki selisih sebesar 0.0118%. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 0.038%. karena itu dapat disimpulkan pada parameter total sulfur (kadar sulfur) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi.

Hubungan antara nilai kalor dengan ukuran ketebalan sampel ekulise

Grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai kalori dan ketebalan sampel ekulise yang dikerjakan dengan simplo dan duplo dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai kalor dengan ukuran ketebalan sampel ekulise

Berdasarkan Gambar 5. untuk sampel dengan ketebalan ekulise 0.3 cm dengan hasil simplo sebesar 5104 cal/g dan duplo sebesar 5055 cal/g memiliki selisih sebesar 49 cal/g. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 36 cal/g. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *calorimeter value* (nilai kalori) hasil yang didapatkan termasuk kategori non presisi dan non akurasi, untuk sampel dengan ketebalan

ekulise 0.6 cm dengan hasil simplo sebesar 5087 cal/g dan duplo sebesar 5021 cal/g memiliki selisih sebesar 66 cal/g. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 36 cal/g. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *calorimeter value* (nilai kalori) hasil yang didapatkan termasuk kategori non presisi dan non akurasi, untuk sampel dengan ketebalan ekulise 1 cm dengan hasil simplo sebesar 5119 cal/g dan duplo sebesar 5127 cal/g memiliki selisih sebesar 8 cal/g. sedangkan untuk selisih antar sampel yang diperbolehkan secara ASTM hanya sebesar 36 cal/g. karena itu dapat disimpulkan pada parameter *calorimeter value* (nilai kalori) hasil yang didapatkan termasuk kategori presisi dan akurasi.

KESIMPULAN

Sampel dengan varian Ketebalan Ekulise 0.3 cm masuk ke kategori Non Presisi dan Non Akurasi dikarenakan nilai dari *Repeatability limit* sampel *Moisture* (Air) sebesar 0.49% dan *Volatile Matter* (Zat Terbang) 0.36% melebihi dari nilai *repeatability limit Method Moisture* (Air) 0.1% dan *Volatile Matter* (Zat Terbang) 0.22%, untuk sampel dengan varian Ketebalan Ekulise 0.6 cm masuk ke kategori Non Presisi dan Non Akurasi dikarenakan nilai dari *Repeatability limit* sampel *Moisture* (Air) sebesar 0.51% dan *Volatile Matter* (Zat Terbang) 0.33% melebihi dari nilai *repeatability limit Method Moisture* (Air) 0.1% dan *Volatile Matter* (Zat Terbang) 0.22%, untuk sampel dengan varian Ketebalan Ekulise 1 cm masuk ke kategori Presisi dan Akurasi dikarenakan nilai dari *Repeatability limit* sampel *Moisture* (Air) sebesar 0.03% dan *Volatile Matter* (Zat Terbang) 0.09% dibawah dari nilai *repeatability limit Method Moisture* (Air) 0.1% dan *Volatile Matter* (Zat Terbang) 0.22%. Berpacu pada hasil di atas maka dapat disimpulkan dari ketiga varian ketebalan sampel ekulise, hanya sampel dengan varian ketebalan 1cm yang memenuhi syarat Presisi dan Akurasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia dan pihak Laboratorium Batubara dan Mineral SUCOFINDO MAKASSAR sebagai tempat pelaksanaan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Doli Jumat Rianto, "Analisis Pengaruh Kadar Air (Total Moisture) Batubara Terhadap Nilai Kalori Batubara di Front Penambangan," *Formosa J. Multidiscip. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 257–268, Jun. 2022, doi: 10.55927/fjmr.v1i2.582.
- [2] M. Billah, *Peningkatan Nilai Kalor Batubara Peringkat Rendah Dengan Menggunakan Minyak Tanah Dan Minyak Residu*. 2010.
- [3] H. Zakwan and H. Prabowo, "Pengendalian Kualitas Batubara Seam 300 Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara dari Front Sampai ke Buyer di PT Kuansing Inti Makmu, Job Site Tanjung Belit, Bungo, Jambi," *J. Bina Tambang*, vol. 6, no. 5, pp. 68–76, 2021.
- [4] P. Pasymi, *BATUBARA (JILID 1)*. 2008.
- [5] E. Kusdarini, A. Budiarto, and D. Ghafarunnisa, "Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H₃PO₄, Kombinasi H₃PO₄-NH₄HCO₃, Dan Termal," *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.
- [6] M. Munir, "Pemanfaatan Abu Batubara (Fly Ash) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan," *Progr. Magister Ilmu Lingkung. Progr. Pascasarj. Univ. Diponegoro Semarang*, pp. 1–80, 2008.
- [7] I. P. Wahyuni, A. Amir, and R. Nurjanah, "Hubungan kausalitas ekspor batubara dengan pertumbuhan ekonomi Provinsi Jambi," *e-Journal Perdagang. Ind. dan Monet.*, vol. 8, no. 1, pp. 23–30, 2020, doi: 10.22437/pim.v8i1.7617.
- [8] A. R. Kadir, S. Widodo, and A. Anshariah, "Analisis Proksimat Terhadap Kualitas Batubara Di Kecamatan Tanah Grogot Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur," *J. Geomine*, vol. 5, no. 2, pp. 63–67, 2017, doi: 10.33536/jg.v5i2.128.

- [9] Mawardi, H. Sanjaya, and M. Trisna, "Pengaruh Equilibrium Kandungan Air Batubara Halus Terhadap Nilai Kalor Bakar Batubara Halus (Fine Coal)," *Chem. J. State Univ. Padang*, vol. 2, no. 1, pp. 14–19, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- [10] F. I. Sugianto *et al.*, "Quality Control Batubara Dari Channel-Pit Menuju Stockpile Pt. Kuasing Inti Makmur," *Min. Insight*, vol. 01, no. 01, pp. 43–52, 2020.
- [11] T. M. Suri, A. Sair, and S. Yusuf, "Sejarah Penambangan Batubara Bukit Asam di Tanjung Enim," *Hist. J. Progr. Stud. Pendidik. Sej.*, vol. 9, no. 1, p. 87, Feb. 2021, doi: 10.24127/hj.v9i1.2672.
- [12] and H. A. A. Aladin, Andi, Basri Modding, Takdir Syarif, Lastri Wiyani, *Pirolisis*. Makassar: Nas Media Pustaka, 2022.
- [13] B. Rahmad, S. Raharjo, W. Pramudiodhadi, and Ediyanto, "Gambut, Batubara dan Batuan Sedimen Organik," no. July, pp. 1–23, 2020.
- [14] Aprilia, "Validasi Metode Penentuan Nilai Kalori Batu Bara Menggunakan Bom Kalorimeter di Balai Pengujian dan Identifikasi Barang Tipe A Jakarta," in *Laporan Akhir Studi*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [15] W. Zahar, "Parameter Correlation of Proximate Analysis and Ultimate Analysis of the Calorific Value of Coal," *J. Pertamb. DAN Lingkung.*, vol. 2, no. 1, p. 21, Nov. 2021, doi: 10.31764/jpl.v2i1.4715.