

## **Pengaruh Sistem Penyimpanan Terbuka (*Open Storage*) Dan Tertutup (*Closed Storage*) Terhadap Perubahan Kualitas Batubara**

**Bambang Irawan<sup>1\*</sup>, Danang Mulyadipa Suratno<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional*

<sup>2</sup>*Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional*

*\*Corresponding author, e-mail: birawanits@gmail.com*

### **ABSTRACT**

*Coal management requires an ideal storage system. In this research, open and closed coal storage systems were used. This difference greatly influences changes in coal quality. The analysis used in this research is based on the parameters water content (%), ash content (%), total sulfur content (%) and calories (cal/g). Each additional 1 week of storage time in an open system can increase the moisture value by 3.60%, while in a closed system it can reduce the water content by 1.91%. It does not show a significant difference in the value of coal ash content between open and closed storage. The reduction in calories in the open storage system from the start to the average storage time fell to 13.7%. In closed storage systems it does not show significant changes. Closed storage has a lower total sulfur content. The difference in total sulfur value between open and closed storage systems is 15.7%. In further research, it can be explored how much loss is caused by differences in storage systems.*

*Key word: quality, water content, ash content, calories, total sulfur content.*

### **ABSTRAK**

Pengelolaan batubara memerlukan sistem penyimpanan yang ideal. Dalam penelitian ini digunakan sistem penyimpanan batubara secara terbuka dan tertutup. Perbedaan ini sangat berpengaruh terhadap perubahan kualitas batubara. Analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasar parameter kandungan air (%), kandungan abu (%), kandungan total sulfur (%) dan kalori (cal/g). Setiap penambahan waktu penyimpanan 1 minggu pada system terbuka dapat menaikkan nilai mositure sebesar 3,60%, sedngkan pada system tertutup dapat menurunkan kandungan air sebesar 1,91%. Tidak menunjukkan perbendaan yang signifikan terhadap nilai kandungan abu batubara antara penyimpanan terbuka dan tertutup. Penurunan kalori pada sistem penyimpana terbuka dari awal hingga waktu penyimparata rata turun hingga 13,7%. Pada sistem penyimpanan tertutup tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. penyimpanan tertutup mempunyai kandungan total sulfur yang lebih rendah. Perbedaan nilai total sulfur antara sistem penyimpanan terbuka dan tertutup sebesar 15,7%. Dalam penelitian lanjutan bia digali berapa besar kerugian yang diakibatkan oleh perbedaan sistem penyimpanan.

Kata kunci : kualitas, kandungan air, kandungn abu, kalori, kandungan total sulfur.

### **PENDAHULUAN**

Dalam kegiatan industri salah satu hal yang sangat berperan penting adalah keberadaan bahan bakar yang dapat diaplikasikan dalam kegiatan proses. Bahan bakar yang relatif murah dan mudah didapat pada saat ini adalah batubara[1]. Batubara merupakan batuan sedimen yang heterogen yang mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen sebagai unsur utama, dan belerang serta nitrogen sebagai unsur tambahan[1] Dalam penanganan

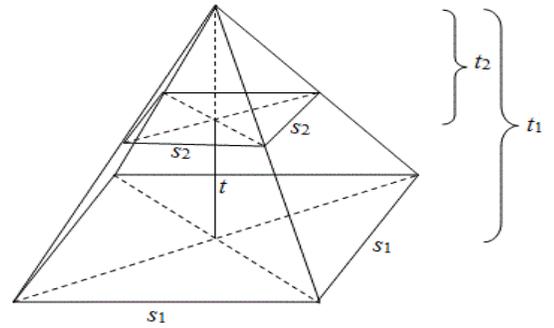
batubara hal yang terpenting adalah masalah penyimpanan (storage)[2]. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam sistem penyimpanan antara lain, luas area penyimpanan dan tonase batubara yang ditangani. Secara umum sistem penyimpanan batubara dapat dikategorikan menjadi dua macam yaitu sistem penyimpanan terbuka (open storage) dan sistem penyimpanan tertutup (Closed storage). Dalam jangka waktu yang panjang sistem penyimpanan batubara ini sangat berpengaruh terhadap perubahan kualitas

batubara. Dari perbedaan sistem penyimpanan batubara dapat dianalisa parameter apa yang mengalami perubahan kualitas yang signifikan. Dari segi ekonomi perbedaan sistem penyimpanan ini juga bisa dianalisa nilai cost yang ditimbulkan.

Perbedaan sistem penyimpanan batubara sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Sebagai pengaruh dari perbedaan perlakuan penyimpanan tersebut akan berdampak pada perubahan kualitas batubara. Perbedaan yang terjadi pada kualitas batubara di lokasi penambangan dan di stockpile yaitu total kandungan air, ash content, total sulphur dan nilai kalori [3]. Terjadinya Kualitas batubara ditentukan dengan analisis batubara di laboratorium, diantaranya adalah analisis proksimat dan analisis ultimat[4]. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air, karbon padat, dan kadar abu, sedangkan analisis ultimat dilakukan untuk menentukan kandungan unsur kimia pada batubara seperti : karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur[5]. Beberapa parameter analisa batu bara yang sering dijadikan sebagai acuan kualitas antara lain, total moistur, kandungan abu, kalori, material volatil, total sulfur dan fixed carbon[6][7][8]

## METODE

Dalam penelitian ini digunakan dua kondisi penyimpanan yang berbeda, yaitu dengan menggunakan metode penyimpanan terbuka dan tertutup. Luas area masing masing yang digunakan seluas  $100 \text{ m}^2$  dengan kapasitas batubara 10 ton. Penyimpanan terbuka diterapkan pada batubara seberat 10 ton dihampar pada area seluas  $100\text{m}^2$  tanpa penutup maupun dinding pemisah dengan area sekitar. Sementara penyimpanan tertutup digunakan area yang sama dengan kapasitas batubara yang sama akan tetapi are yang dipergunakan ditambahkan atap penutup area. Secara umum skema penyimpanan batubara berbentuk limas terpancung[9]. Dalam sistem penumpukan dipergunakan sudut kemiringan sebesar  $30^\circ$ [10]. Skema penyimpanan batubara bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema penyimpanan batubara berbentuk limas terpancung[11]

Keterangan :  $S_1 = S_2 = 10 \text{ m}$   
 $T = 3 \text{ m}$   
 $T_1 =$  tinggi limas  
 $T_2 =$  tinggi potongan limas  
 $T =$  tinggi timbunan batubara

Penentuan kualitas batubara dengan perbedaan sistem penyimpanan ini dipergunakan analisa proksimat. Analisis proksimat dalam batubara merupakan analisis yang terdiri dari analisa kandungan air, kandungan abu, *volatile matter* dan *fixed carbon*[12]. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer berupa data hasil analisis ultimat (analisis total sulfur) dan analisis proksimat (analisis kadar abu) dari sampel batubara.

Dalam Penelitian beberapa parameter analisa menggunakan referensi metode test antara lain :

1. Analisa Kadar Air (Moisture Content) ASTM D 3173-03[13]
2. Analisa Kadar Total sulfur ASTM D4239
3. Analisa Kadar Abu (Ash Content) ASTM D 3174-02[14]
4. Analisa Nilai Kalori Batubara ASTM D 3286-85[15]

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisa batubara yang terdapat dalam kondisi penyimpanan yang berbeda beberapa parameter analisa yang dilakukan antara lain kadar air, kadar total sulfur, kadar abu

dan nilai kalori. Perbedaan nilai yang ada dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel.1. Hasil analisa batubara pada penyimpanan terbuka

Waktu Penyimpanan	Hasil analisa				Kondisi cuaca
	Total kandungan air (%)	Ash Content (%)	kalori (Cal/g)	Total Sulfur (%)	
Sample baru	19,82	16,12	5052	1,52	Tidak ada hujan
1 Minggu	23,10	15,30	4823	2,16	Hujan ringan hampir setiap hari
2 Minggu	25,76	12,57	4817	1,96	Hujan lebat dalam 3 hari
3 Minggu	22,03	13,29	4804	1,65	Hujan lebat dalam 2 hari
4 Minggu	22,89	18,51	4531	2,05	Hujan lebat dalam 2 hari dan hujan ringan dalam 1 hari
5 Minggu	23,29	16,67	4632	2,15	Hujan lebat dalam 3 hari dan hujan ringan dalam 1 hari
6 Minggu	27,02	16,67	4360	2,98	Hujan lebat dalam 3 hari dan hujan ringan dalam 2 hari
7 Minggu	26,92	14,68	4402	1,78	Hujan lebat dalam 2 hari dan hujan ringan dalam 3 hari
8 Minggu	25,14	15,27	4458	1,9	Hujan lebat dalam 2 hari dan hujan ringan dalam 2 hari

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa kondisi cuaca (kondisi lingkungan) akan menjadi penyebab perbedaan perubahan kualitas batubara antara sistem penyimpanan terbuka dengan tertutup. Parameter yang akan dipengaruhi langsung oleh kondisi lingkungan salah satunya adalah kandungan air (*moisture* %). Ketika kondisi hujan dapat dipastikan kandungan air akan mengalami kenaikan. Demikian juga dengan parameter kalori semakin tinggi nilai kandungan air maka akan dapat mengurangi nilai kalori yang ada dalam batubara.

Tabel 2. Hasil analisa batubara pada penyimpanan tertutup

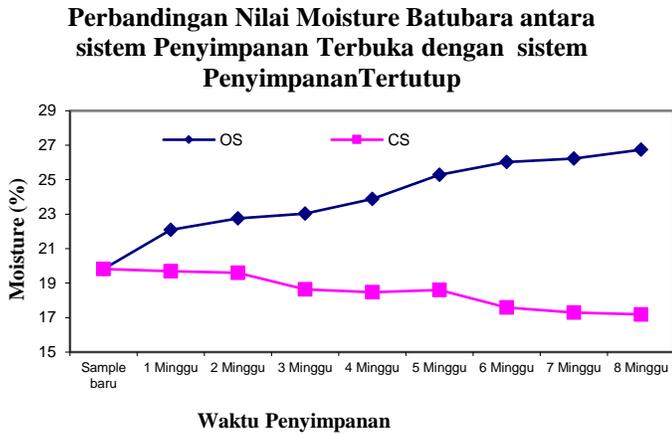
Waktu Penyimpanan	Hasil Analisa			
	Total Kandungan air (%)	Kandungan Abu (%)	kalori (cal/gr)	Total Sulfur (%)
Sample baru	21,11	24,16	4503	1,46
1 Minggu	19,70	14,18	5183	1,64
2 Minggu	19,6	13,92	5204	1,6
3 Minggu	18,64	14,39	5060	1,72
4 Minggu	18,47	14,29	5093	0,84
5 Minggu	18,61	15,41	5041	1,93
6 Minggu	17,58	18,71	4967	1,84
7 Minggu	18,29	15,16	4965	1,72
8 Minggu	18,22	14,91	4979	1,69

Data dalam tabel 2 memperlihatkan bahwa pola perubahan kualitas tidak akan terjadi secara signifikan pada sistem penyimpanan tertutup. Baik itu untuk parameter kandungan air (%), maupun parameter yang lainnya. Parameter kalori pada sistem penyimpanan tertutup terdapat indikasi nilai kalori relatif stabil sedangkan nilai totla sulfur mempunyai nilai relatif rendah jika dibandingkan dengan sistem penyimpanan terbuka. Perubahan kualitas batubara yang tidak signifikan ini dikarenakan kondisi penyimpanan ini relatif terjaga dan tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

a. **Pengaruh perbedaan penyimpanan terhadap perubahan parameter nilai kandungan air pada batubara.**

Sistem penyimpanan batubara baik sistem terbuka maupun sistem tertutup sangat berpengaruh terhadap nilai parameter kandungan air. Pada penyimpanan sistem terbuka sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, misalnya cuaca hujan atau cerah. Sedangkan pada sistem tertutup relatif tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Perbandingan pola perubahan nilai kandungan air batubara berdasarkan perbedaan sistem penyimpanan dapat dilihat pada gambar 2.



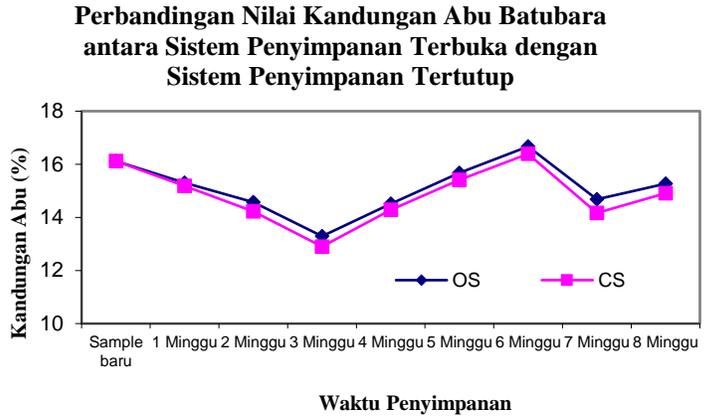
Gambar 2. Pengaruh perbedaan sistem penyimpanan batubara terhadap perubahan nilai kandungan air batubara

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa perbedaan sistem penyimpanan *open storage* dan *closed storage* berpengaruh terhadap perubahan kualitas pada batubara khusus untuk parameter kandungan air (%). Pada penyimpanan batubara dengan menggunakan sistem *open storage* secara umum menunjukkan kenaikan nilai kandungan air atubara seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Setiap penambahan waktu penyimpanan 1 minggu dapat menaikkan nilai kandungan air sebesar 3,60%. Secara umum kenaikan ini juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca harian. Pada penyimpanan batubara sistem tertutup (*closed storage*), secara umum menunjukkan penurunan nilai kandungan air seiring dengan penambahan waktu penyimpanan. Setiap penambahan waktu penyimpanan 1 minggu pada sistem *closed storage* dapat berpengaruh terhadap penurunan nilai kandungan air sebesar 1,91%.

**b. Pengaruh perbedaan penyimpanan terhadap perubahan parameter nilai kandungan abu pada batubara.**

Parameter kandungan abu merupakan salah satu tolak ukur kualitas batubara. Dalam penelitian ini parameter

kandungan abu dianalisa setiap rentang waktu 1 minggu. Dari beberapa hasil analisa parameter kandungan abu dengan perbedaan sistem penyimpanan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara penyimpanan terbuka dan penyimpanan tertutup. Pola kecenderungan perubahan kualitas pada parameter kandungan abu dapat dilihat pada gambar 3.

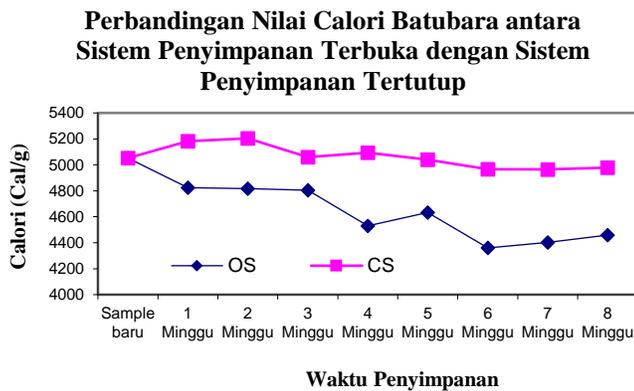


Gambar 3 Pengaruh penyimpanan terhadap perubahan nilai kandungan abu batubara

Perubahan nilai kandungan abu batubara dapat dilihat pada gambar 3. Secara umum perubahan nilai kandungan abu batubara sedikit sekali dipengaruhi oleh sistem penyimpanannya. Tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap nilai kandungan abu batubara antara penyimpanan *open storage* dan *closed storage*. Secara umum sistem penyimpanan *closed storage* mempunyai nilai kandungan abu batubara lebih rendah jika dibandingkan dengan *open storage*. Perbedaan nilai kandungan abu batubara antara *open storage* dan *closed storage* sebesar 1,88%.

**c. Pengaruh perbedaan penyimpanan terhadap perubahan parameter nilai kalori pada batubara.**

Perbedaan system penyimpanan Batubara sangat berpengaruh terhadap perubahan kualitas Batubara terutama ditinjau dari parameter kalori. Pola kecenderungan perubahan kalori pada system penyimpanan terbuka menunjukkan perubahan yang menurun dari penyimpanan awal hingga akhir. Sedangkan pada system penyimpanan secara tertutup menunjukkan perubahan yang tidak signifikan dari penyimpanan awal hingga penyimpanan akhir. Perbandingan nilai kalori batubara berdasar perbedaan penyimpanan dapat dilihat pada gambarm 4.



Gambar.4. Pengaruh perbedaan penyimpanan terhadap perubahan paramater nilai kalori pada batubara

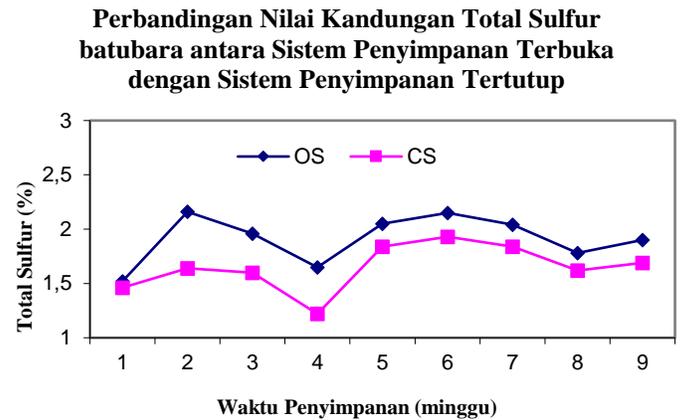
Dari gambar 4 menunjukkan bahwa pada sistem penyimpanan terbuka nilai kalori mengalami penurunan yang cukup signifikan. Total penurunan kalori dari awal hingga waktu penyimpanan 8 minggu nilai kalori turun hingga 13,7%. Sedangkan pada sistem penyimpanan tertutup dari awal penyimpanan hingga 8 minggu penyimpanan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

**d. Pengaruh perbedaan penyimpanan terhadap perubahan paramater Total Sulfur pada batubara.**

Total sulfur merupakan salah satu parameter analisa batubara yang sangat penting diperhatikan. Kandungan sulfur dalam batubara dapat berpengaruh pada tinggi rendahnya potensi polutan di udara dari bentukan polutan sulfida. Kandungan total sulfur sedikit banyak juga sangat dipengaruhi oleh sistem penyimpanan. Pola perubahan nilai

total sulfur baik pada sistem penyimpanan terbuka maupun sistem penyimanan tertutup menunjukkan pola perubahan yang sama. Secara detail perubahan kandungan total sulfur dapat dilihat pada gambar 5.

Gambar.5. Pengaruh perbedaan penyimpanan terhadap perubahan paramater nilai total sulfur pada batubara



Berdasar gambar 5 dapat diketahui bahwa pola perubahan kualitas batubara ditinjau dari parameter total sulfur menunjukkan pola perubahan yang sama baik ada sistem penyimpanan terbuka maupun tertutup. Berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa sistem penyimpanan tertutup mempunyai kandungan total sulfur yang lebih rendah. Perbedaan nilai total sulfur antara sistem penyimpanan terbuka dan tertutup sebesar 15,7%.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan perbedaan sistem penyimpangan dalam kurun waktu 8 minggu ternyata berpengaruh terhadap perubahan kualitas batubara. Perubahan kualitas batubara dapat dilihat dari beberapa parameter sebagai berikut.

1. Kandungan air (%), pada sistem penyimpanan terbuka menunjukkan perubahan kandungan air lebih tinggi jika dibandingkan dengan sistem penyimpanan tertutup. Dari data analisa menunjukkan bahwa penyimpanan terbuka mengalami kenaikan rata ratasebesar 3,6% per minggu. Pada penyimpanan tertutup menunjukkan kandungan mositure mengalami penurunan rata rata sebesar 1,91% per minggu.
2. Kandungan Abu, (%), pola perubahan kandungan abu akibat perbedaan sistem penyimpanan penunjukkan

pola perubahan yang sama. Perbedaan nilai perubahan kandungan abu (%) menunjukkan bahwa nilai kandungan abu pada sistem penyimpanan terbuka lebih besar dari penyimpanan tertutup dengan perbedaan sebesar rata-rata 1,88%

3. Kalori (Kcal/Kg), pada sistem penyimpanan terbuka nilai kalori mengalami penurunan sebesar 13,7% sedangkan pada sistem penyimpanan tertutup tidak menunjukkan perubahan nilai kalori.
4. Total Sulfur (%), pola perubahan nilai total sulfur sebagai akibat perbedaan sistem penyimpanan tidak menunjukkan perbedaan. Kandungan total sulfur pada sistem penyimpanan terbuka lebih tinggi jika dibandingkan dengan sistem penyimpanan tertutup dengan persentase sebesar 15,79%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diucapkan kepada Ketua STITEKNAS Jambi, Kaprodi Teknik Industri dan Teknik Mesin yang sudah mendukung kegiatan penelitian ini

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Agung, I. A. Anafiati, I. Mughni, and P. Warniningsih, "Optimalisasi Penanganan Stockpile untuk Mencegah Terjadinya Swabakar pada Temporary Stockpile Batubara di PT. Lamindo Inter Multikon, Kabupaten Bulungan Kalimantan Timur," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XVII Tahun 2022*, vol. 2022, no. November, pp. 474–478, 2022.
- [2] K. Rama, "Manajemen Stockpile Batubara Di Cv Putra Parahyangan Mandiri Kecamatan Satui Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan," pp. 269–276, 2016, [Online]. Available: <http://repository.unisba.ac.id/handle/123456789/5303>.
- [3] A. Toding, A. Triantoro, and R. Riswan, "Analisis Perbandingan Kualitas Batubara Di Lokasi Penambangan Dan Stockpile Di Pt Firman Ketaun Perkasa," *J. Himasapta*, vol. 4, no. 01, pp. 1–10, 2019, doi: 10.20527/jhs.v4i01.472.
- [4] D. A. Widiarso and F. Nirmala, "Analisa Kualitas Dan Sumberdaya Batubara Lapangan X, Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan," *J. Geomin. (Jurnal Geol. Miner. Dan Batubara)*, vol. 7, no. 1, pp. 64–80, 2022, doi: 10.58522/ppsdm22.v7i1.56.
- [5] F. Huseini, Solihin, and Pramusanto, "Kajian Kualitas Batubara Berdasarkan Analisis Proksimat, Total Sulfur dan Nilai Kalor Untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di PT Semen Padang Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang Provinsi Sumatera Barat," *Pros. Tek. Pertamb.*, vol. 4, no. 2, pp. 668–677, 2018.
- [6] M. A. Azizi and M. K. Ghifari, "Parameter Kualitas & Basis Pelaporan Batubara," 2020.
- [7] 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. 118–122, 2017, doi: 10.33536/jg.v5i2.128.
- [8] D. Y. Febriyanti, "Analisis Penentuan Kualitas Batubara Berdasarkan Uji Proksimat di PT. Pelabuhan Universal Sumatera Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi," *J. Bina Tambang*, vol. 7, no. 3, pp. 143–150, 2018.
- [9] M. K. Eko Septiono, "Desain Layout Open Yard Storage Batubara," *Din. Tek.*, vol. 7, no. 2, pp. 39–48, 2013.
- [10] R. Rakhman Silvika maksum, Nurhakim, "Optimasi Pengelolaan Stockrom-Stockpile Serta Simulasi Penanganan Tumpukan Batubara di Stockom," *Geosapta*, vol. 2, no. 1, pp. 44–48, 2016.
- [11] M. Arta and Ansory, "Rancangan Teknis Stockpile 2 Di PT Bukit Asam Tbk, Unit Pelabuhan Tarahan - Lampung," *J. Bina Tambang*, vol. 4, no. 1, pp. 266–275, 2019.

- [12] R. Permadi, “Analisis Batubara dalam Penentuan Kualitas Batubara untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. Palimanan – Cirebon,” <http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>, no. 492, pp. 15–48, 2003.
- [13] ASTM D 3173 – 03, “Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke1 This,” in *ASTM International*, vol. i, no. 03, West Conshohocken, Pennsylvania, USA, 2018, pp. 3–5.
- [14] ASTM 3174-02, “Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal,” *ASTM Int.*, vol. D3174-11, pp. 1–6, 2012.
- [15] A. D. 3286-96, “Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke by the Isoperibol Bomb Calorimeter’,” in *ASTM International*, vol. 08, no. Reapproved 1989, West Conshohocken, Pennsylvania, USA, 2000, pp. 3–4.