



VOLUME 2 NOMOR 1 TAHUN 2024

Diterima: 27 Agustus 2024

Direvisi: 7 September 2024

Disetujui: 20 September 2024

Determination of Coal Quality Using Proximate Analysis at PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Site, South Sumatra

Penentuan Kualitas Batubara Dengan Menggunakan Analisis Proksimat Di PT Bukit Asam Tbk Site Tanjung Enim, Sumatera Selatan

Ar Rajiib Haqie¹, Ahmad Husni², Rodiyah Nursani³

^{1,2,3}Jurusan Teknik pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih
Email: arajiibhaqie2243@gmail.com

ABSTRACT

Coal is a significant alternative energy source in Indonesia, with substantial resources and reserves. It is composed of various components, including macerals, minerals, and others. The quality of coal can be influenced by parameters such as ash content, sulfur, and calorific value. This study aims to analyze coal quality and determine its rank using ASTM methods. Proximate analysis was conducted on 5 coal samples from the stockpile area. The purpose of proximate analysis is to determine the specific characteristics of coal, including parameters such as moisture content, fixed carbon, volatile matter, ash content, total sulfur, and calorific value. The results of the quality analysis and coal ranking, based on ASTM D388-05 classification, show that the coal from stockpiles I to V ranges from high volatile B bituminous coal to sub-bituminous C coal, with a calorific value range of 13,493.27 to 9,996.29 Btu/lb.

Keywords: Coal, Coal Quality, Proximate Analysis, Coal Rank

ABSTRAK

Batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif di Indonesia yang cukup besar, jumlah sumber daya maupun cadangannya. Batubara tersusun dari komponen maseral, mineral, dan lainnya. Kualitas batubara dapat dipengaruhi oleh parameter abu, sulfur, dan kalori. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas batubara dan mengetahui peringkat batubara berdasarkan metode ASTM. Penelitian ini menggunakan metode analisis proksimat pada 5 sampel batubara area *stockpile*. Analisis proksimat bertujuan untuk menentukan karakteristik khususnya kualitas batubara yang didalamnya terdapat parameter kandungan air, karbon tertambat, zat terbang, kadar abu, total sulfur, serta nilai kalori. Hasil dari analisis kualitas dan penentuan peringkat batubara berdasarkan klasifikasi ASTM D388-05, batubara *stockpile* I sampai V memiliki rentang peringkat *high volatile B bituminous coal* dan *subbituminous C coal* dengan rentang nilai kalor 13.493,27 – 9.996,29 Btu/lb.

Kata Kunci : Batubara, Kualitas Batubara, Analisis Proksimat, Peringkat Batubara



PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif di Indonesia yang cukup besar, jumlah sumber daya maupun cadangannya. Batubara pada masa depan akan memiliki prospek dan peluang yang baik untuk dikembangkan, semakin terbatasnya bahan bakar minyak maupun gas seiring kebutuhan kegiatan industri yang terus meningkat, maka penggunaan batubara dapat dijadikan energi alternatif dimasa yang akan datang. Batubara tersusun dari komponen maseral, mineral, dan lainnya. Kualitas batubara dapat dipengaruhi oleh parameter abu, sulfur, dan kalori.

Pengendalian kualitas batubara dari front penambangan sampai ke konsumen menjadi suatu hal yang sangat penting dan harus dilaksanakan secara bertanggung jawab dari seluruh satuan unit kerja terkait untuk menghindari atau meminimalisir terjadinya penalty atau penolakan oleh buyer atas produk yang tidak sesuai dengan permintaan. Oleh karena itu, kualitas batubara merupakan faktor yang sangat penting karena kualitas batubara menentukan harga jual dari batubara itu sendiri. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengetahui maupun menjaga kualitas batubara adalah dengan melakukan analisa terhadap batubara yang telah diproduksi. Melaksanakan quality control secara konsisten, diawali dari kegiatan eksplorasi, penambangan, proses produksi dan pengapalan. Quality control erat kaitannya dengan sampling, preparasi dan analisis. Pengambilan sampel akan dilakukan terhadap batubara yang akan dianalisa di laboratorium dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya sesuai dengan kebutuhan. Parameter batubara yang sering digunakan dalam analisa batubara adalah total moisture, ash content, volatile matter, total sulfur dan calorific value.

Kualitas dan kuantitas batubara merupakan faktor penting yang harus diperhatikan oleh produsen batubara untuk dapat memenuhi permintaan konsumen. Kualitas batubara dipengaruhi oleh kondisi geologi suatu lokasi penambangan, diantaranya ada batubara kualitas tinggi (high quality) dan kualitas rendah (low quality). Keberadaan batubara pada tiap-tiap pit area memiliki kualitas dan kuantitas cadangan yang berbeda-beda. Berdasarkan masalah diatas, penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian tugas akhir di perusahaan PT Bukit Asam Tbk site Tanjung Enim, Sumatera Selatan dengan mengangkat judul "Penentuan Kualitas Batubara Dengan Menggunakan Analisis Proksimat di PT Bukit Asam Tbk site Tanjung Enim, Sumatera Selatan".

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu penelitian kualitatif, dengan tahapan sebagai berikut : Studi Literatur, Pengumpulan teori dan literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik guna sebagai landasan pengetahuan dalam pengerjaan penelitian. Pengumpulan Data, Pengumpulan data dilakukan sehingga dapat dilakukannya pengolahan data yang kemudian dianalisis. Pada pengumpulan data ini terdapat data primer dan data sekunder yang dilakukan pada PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Data primer meliputi data: Kandungan air (*total moisture*), Karbon tertambat (*fixed carbon*), Kandungan abu (*ash*), Zat terbang (*volatile matter*), Kandungan sulfur, Nilai kalori. Data sekunder meliputi data: UP BA pengecekan alat, peta topografi, dan WIUP lokasi penelitian. Setelah dikumpulkan data primer dan data sekunder, maka data akan diolah sehingga akan memberikan hasil akhir dari penentuan kualitas batubara. Pengolahan data dapat dilakukan sebagai berikut : Menentukan sampel pengujian, Pengolahan data dimulai dengan menentukan jenis sampel batubara yang akan dilakukan analisa. Pada penelitian tugas akhir ini sampel yang akan di analisa yaitu sampel pada area *stockpile* 1-5 hingga didapatkan hasil yang sesuai keinginan. Mengklasifikasikan peringkat kualitas batubara, Pengolahan data dilakukan setelah didapatkan hasil dari pengujian kualitas batubara dan dapat dilakukan perbandingan kualitas



batubara pada PT Bukit Asam Tbk dengan nilai acuan metode ASTM. Hasil pengolahan data akan menyajikan hasil pengujian untuk menentukan kualitas batubara di area *stockpile* 1-5 di PT Bukit Asam Tbk. Kesimpulan dari penelitian ini akan didapatkan dari hasil akhir pengolahan data, sedangkan saran membahas kekurangan yang terdapat laporan tugas akhir ini serta memberikan inovasi atau hal hal yang baru sebagai bahan penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Batubara

Setelah dilakukan pengujian pada sampel *stockpile* 1-5 untuk menentukan kualitas batubara maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui parameter yang ada pada batubara seperti kandungan air (*moisture*), kandungan abu (*ash*), zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tertambat (*fixed carbon*), kandungan sulfur serta nilai kalori. Pengujian sampel harus di analisis agar dapat diklasifikasikan jenis kualitas batubara untuk mematok harga kepada pelanggan atau konsumen.

Kandungan Air Atau *Moisture*

Kandungan air atau *moisture* merupakan parameter kualitas batubara yang berperan penting dalam proses pemeringkatan batubara. Kadar air terdapat di dalam pori - pori batubara. Kadar air akan menghilang apabila batubara dikeringkan pada suhu ruang dan dipanaskan pada temperatur 150°C (Thomas, 2013). Terdapat hubungan sebanding antara kandungan air dengan porositas. Apabila nilai kandungan air semakin kecil, maka porositas batubara akan semakin kecil. Perhitungan untuk menentukan parameter kandungan air (*moisture*) adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai *free moisture* (FM)

Berat wadah = 1647,2

Berat wadah + sampel = 1647,2 + 1000 = 2647,2

Berat wadah + sampel (setelah dari oven) = 2619,2

$$\text{Rumus : } \% M = \frac{M_2}{M_2} - \frac{M_3}{M_1} \times 100\% = 2,80$$

2. Menentukan nilai *residual moisture* (RM)

Berat wadah + tutup (M_1) = 29,59

Berat wadah + tutup + sampel sebelum dipanaskan (M_2) = 39,59

Berat wadah + tutup + sampel setelah dipanaskan (M_3) = 39,07

$$\text{Rumus : } \% M = \frac{M_2}{M_2} - \frac{M_3}{M_1} \times 100\% = 5,20$$

3. Menentukan nilai *total moisture* (TM)

Free moisture (MF) = 2,80

Moistured in analyzed = 5,20

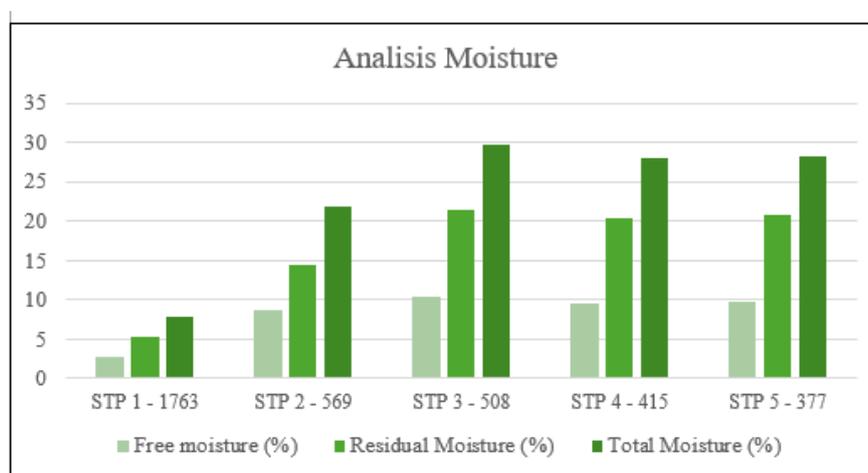
Rata rata *total moisture* (Mas) = 7,9

$$\text{Rumus : } \% M_{as} = M_f + \left[M \left(1 - \frac{M_f}{100} \right) \right] = 7,9$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai yang sesuai dengan Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisis *Total Moisture*

No. Sampel	Free Moisture	Residual Moisture	Total Moisture	Kualitas Batubara
1. STP 1 - 1763	2,80	5,20	7,9	High volatile <i>b</i> bituminous coal
2. STP 2 - 569	8,65	14,50	21,9	Subbituminous <i>a</i> coal
3. STP 3 - 508	10,46	21,50	29,7	High volatile <i>c</i> bituminous coal
4. STP 4 - 415	9,60	20,30	28,0	High volatile <i>c</i> bituminous coal
5. STP 5 - 377	9,64	20,70	28,3	Subbituminous <i>b</i> coal

Gambar 1. Analisis *Moisture*

Berdasarkan Tabel serta Gambar 1 diatas dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis pada 5 sampel *stockpile* pada daerah penelitian memiliki kualitas batubara yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*). Kandungan air sangat mempengaruhi nilai kalori (*calorific values*) yang dimana semakin tinggi kandungan air maka semakin rendah nilai kalori batubara. Kualitas batubara dapat juga dipengaruhi dari parameter abu, zat terbang, maupun karbon tertambat.

Kandungan Abu (*Ash Content*)

Ash content atau kandungan abu berasal dari sisa pembakaran batubara. Muatan pengotor pada saat pembentukan batubara ataupun pengotor yang didapatkan dari lingkungan luar setelah batubara mengalami pembentukan akan menghasilkan kandungan abu (Thomas, 2013). Perhitungan untuk menentukan parameter kandungan abu (*ash content*) adalah sebagai berikut.

$$\text{Rumus : \% kadar abu} = \frac{m_3 - m_4}{m_2 - m_1} \times 100\% = 3,5$$

$$\text{Berat cawan + tutup} = 17,0614$$

$$\text{Berat cawan + tutup + sampel} = 18,0614$$

$$\text{Berat cawan + tutup + sampel (sebelum dipanaskan)} = 17,0953$$

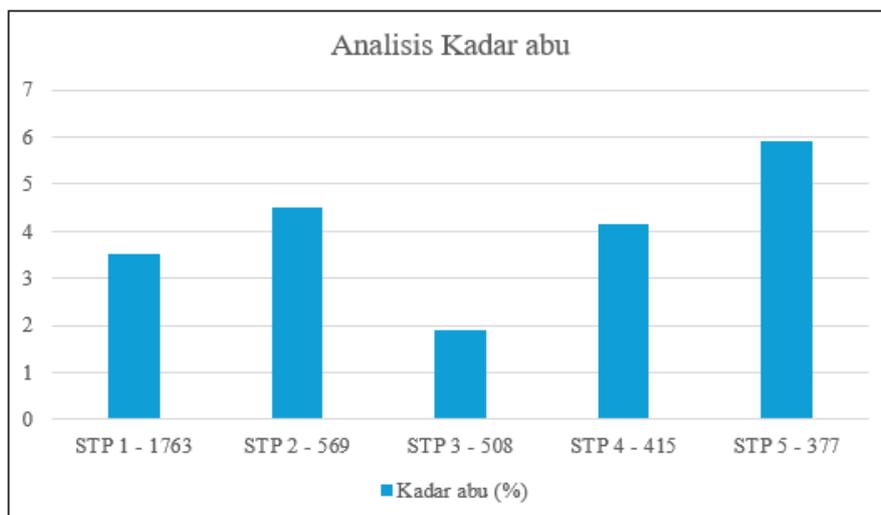


Berat cawan + tutup + sampel (setelah dipanaskan) = 17,0603

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai yang sesuai dengan Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Analisis Abu (Ash Content)

No. Sampel	Kadar Abu (%)	Kualitas Batubara
1. STP 1 - 1763	3,5	<i>High volatile b bituminous coal</i>
2. STP 2 - 569	4,5	<i>Subbituminous a coal</i>
3. STP 3 - 508	1,9	<i>High volatile c bituminous coal</i>
4. STP 4 - 415	4,15	<i>High volatile c bituminous coal</i>
5. STP 5 - 377	5,9	<i>Subbituminous b coal</i>



Gambar 2. Analisis Kadar Abu

Berdasarkan Tabel serta Gambar 2 diatas dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis pada 5 sampel *stockpile* pada daerah penelitian memiliki kualitas batubara yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*). Kandungan abu yang tinggi dapat mengurangi kualitas batubara yang dimana semakin tinggi kandungan abu maka semakin rendah nilai kalori batubara. Hal tersebut dapat dilihat pada sampel *stockpile* 5 yang dimana memiliki kandungan abu yang tinggi sekitar 5.9 %. Kandungan abu yang tinggi dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kotoran atau sisa material yang menempel pada saat proses penambangan maupun yang sudah terkandung didalam batubara pada saat proses pembentukannya.

Kandungan Zat Terbang (Volatile Matter)

Volatile matter atau zat terbang merupakan komponen batubara yang tidak terdapat kandungan abu dan kandungan air. Pemanasan batubara bersuhu tinggi sebesar 900+50°C dengan kondisi oksigen yang terbatas akan menghasilkan komponen yang terbebaskan atau hilang. Hal tersebut disebut juga dengan zat terbang batubara (Thomas, 2013).

Perhitungan untuk menentukan parameter kandungan zat terbang (*volatile matter*) adalah sebagai berikut.

$$\text{Rumus : \% zat terbang} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% - (\text{MAD}) = 41,0$$

Berat wadah + tutup = 15,3824

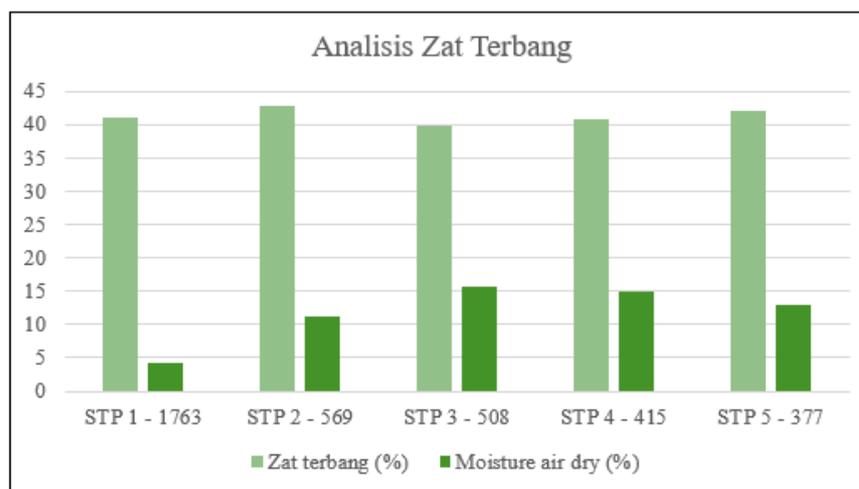
Berat wadah + tutup + sampel (sebelum dipanaskan) = 16,3824

Berat wadah + tutup + sampel (setelah dipanaskan) = 15,9307

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai yang sesuai dengan Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Analisis Volatile Matter

No. Sampel	Zat Terbang (%)	MAD (%)	Kualitas Batubara
1. STP 1 - 1763	41,0	4,2	<i>High volatile b bituminous coal</i>
2. STP 2 - 569	42,8	11,2	<i>Subbituminous a coal</i>
3. STP 3 - 508	39,7	15,7	<i>High volatile c bituminous coal</i>
4. STP 4 - 415	40,7	14,9	<i>High volatile c bituminous coal</i>
5. STP 5 - 377	42,0	13,0	<i>Subbituminous b coal</i>



Gambar 3. Analisis Zat Terbang

Berdasarkan Tabel serta Gambar 3 diatas dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis pada 5 sampel *stockpile* pada daerah penelitian memiliki kualitas batubara yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*). Pada umumnya, semakin tinggi kandungan zat terbang maka nilai kalori yang didapatkan akan semakin rendah.

Kandungan Karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

Fixed carbon atau karbon tetap merupakan komponen batubara yang tidak terdapat kehadiran kandungan air, abu, dan zat terbang baik organik maupun mineral. Salsabilla, Dkk (2022). Perhitungan untuk menentukan parameter kandungan karbon tertambat (*fixed carbon*) adalah sebagai berikut.

$$\text{Rumus : \% FC} = (100 - \text{Mad} - \text{Ash} - \text{Vm}) = 51,3 \%$$

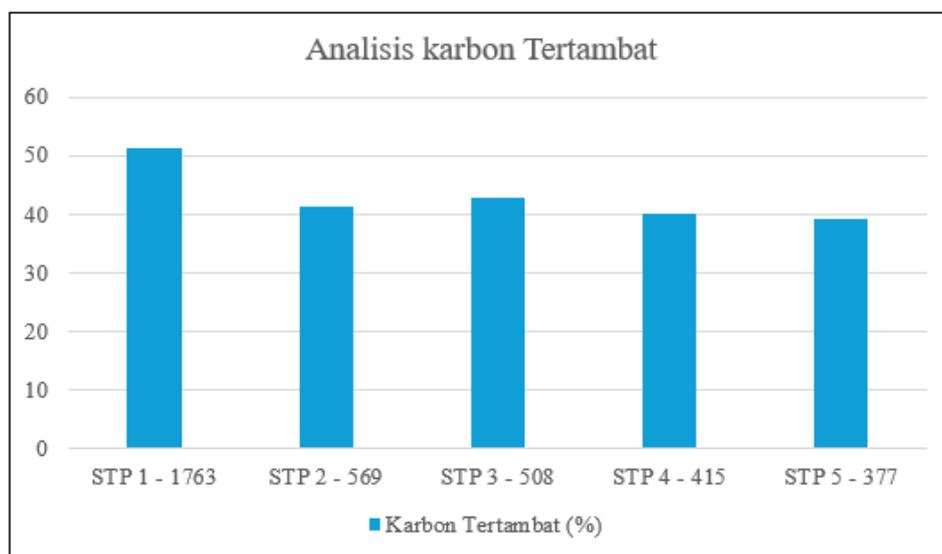
moisture air dry = 4,2

kandungan abu (*ash*) = 3,5
zat terbang (*volatile matter*) = 41,0

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai yang sesuai dengan tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Analisis Fixed Carbon

No. Sampel	Karbon Tertambat (%)	Kualitas Batubara
1. STP 1 - 1763	51,33	High volatile b bituminous coal
2. STP 2 - 569	41,5	Subbituminous a coal
3. STP 3 - 508	42,7	High volatile c bituminous coal
4. STP 4 - 415	40,25	High volatile c bituminous coal
5. STP 5 - 377	39,1	Subbituminous b coal



Gambar 4. Analisis Karbon Tertambat

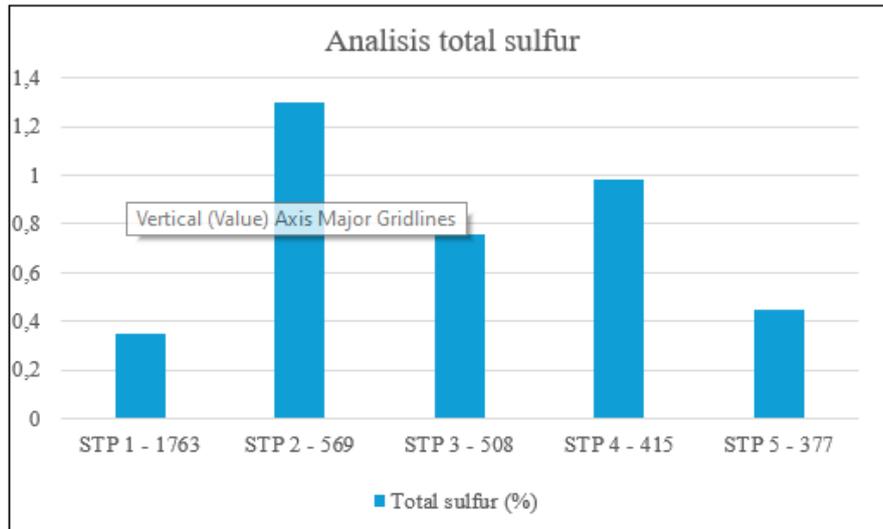
Berdasarkan Tabel serta Gambar 4 diatas dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis pada 5 sampel *stockpile* pada daerah penelitian memiliki kualitas batubara yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*). Semakin tinggi kandungan karbon maka semakin tinggi juga nilai kalori batubara sebagai indikasi daya panas yang dihasilkan saat batubara tersebut dibakar. Hal tersebut dikarenakan sedikitnya kandungan air yang terdapat didalam batubara tersebut.

Kandungan Total Sulfur

Batubara dengan kandungan sulfur yang tinggi dapat menghasilkan emisi gas sulfur dioksida (SO_2) yang berbahaya pada saat dibakar. Oleh karena itu, kandungan sulfur yang rendah dianggap sebagai indikator kualitas yang lebih baik.

Tabel 5. Hasil Analisis Total Sulfur

No. Sampel	Total Sulfur (%)	Kualitas Batubara
1. STP 1 - 1763	0.3535	<i>High volatile b bituminous coal</i>
2. STP 2 - 569	1.3096	<i>Subbituminous a coal</i>
3. STP 3 - 508	0.7686	<i>High volatile c bituminous coal</i>
4. STP 4 - 415	0.9824	<i>High volatile c bituminous coal</i>
5. STP 5 - 377	0.4542	<i>Subbituminous b coal</i>


Gambar 5. Analisis Total Sulfur

Berdasarkan Tabel serta Gambar 5 diatas dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis pada 5 sampel *stockpile* pada daerah penelitian memiliki kualitas batubara yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*). Pada sampel *stockpile* 1 memiliki kandungan sulfur yang rendah sekitar 0.35 % maka dapat dikatakan sebagai batubara dengan indikator kualitas yang baik.

Nilai Kalori (*Calorific Values*)

Nilai kalori adalah ukuran dari energi panas dalam batubara yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan harga batubara. Perhitungan untuk menentukan parameter nilai kalori (*calorific value*) adalah sebagai berikut.

$$\text{Rumus : } q_{v,gr} = \varepsilon_{(n)} \times \theta - Q_{fuse} - Q_{ign} - Q_n - m^2 \times q_{v,2} - \frac{Q_s}{m_1}$$

Berat contoh (M1) = 1000

Bomb id = 1

Kapasitas panas $\varepsilon_{(n)} = 341,410$

Selisih temperatur $\theta = 7,91$

Koreksi benang fuse (Q_{fuse}) = 43,4976

Koreksi kawat (Q_{ign}) = 0

Nilai total sulfur (%) = 0,35

Koreksi sulfur (Q_s) = 7.86

Koreksi asam nitrat (Q_n) = 16.2602

Massa *combustion* (M2) = 0

Nilai *calor combustion* (AID) ($Q_{v,2}$) = 0

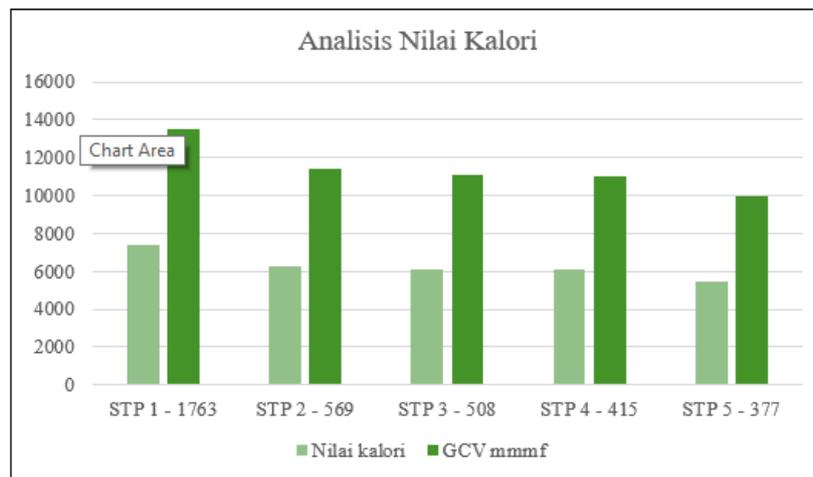
Nilai kalori *gross* ($Q_{v,gr}$) = 7420 Cal/Kg

$$\text{GCV mmmf} = (\text{nilai kalori} \times 1800) = 7420 \times 1800 = 13.493,27$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai yang sesuai dengan Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Analisis Nilai Kalori Batubara

No. Sampel	Nilai Kalori	GCV mmmf (Btu/lb)	Rank Batubara Menurut ASTM D388 - 05
1. STP 1 - 1763	7420	13.493,27	<i>High Volatile B Bituminous Coal</i>
2. STP 2 - 569	6300	11.456,55	<i>Subbituminous A Coal</i>
3. STP 3 - 508	6100	11.092,85	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>
4. STP 4 - 415	6072	11.041,93	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>
5. STP 5 - 377	5497	9.996,29	<i>Subbituminous B Coal</i>



Gambar 6. Grafik Analisis Nilai Kalori

Berdasarkan Tabel serta Gambar 6 diatas dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis pada 5 sampel *stockpile* pada daerah penelitian memiliki kualitas batubara yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*). Batubara dengan kadar kalori yang tinggi maka peringkat batubaranya juga akan lebih baik.

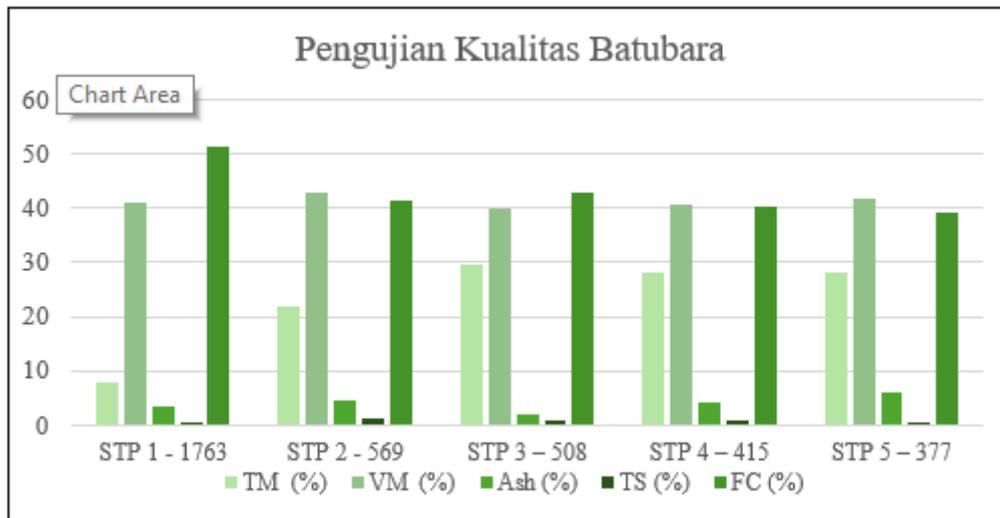
Kualitas Batubara Pada PT Bukit Asam Tbk Site Tanjung Enim, Sumatera Selatan

Kualitas batubara yang baik harus memiliki tingkat efisiensi yang tinggi, dimana batubara yang baik dari segi kualitasnya memiliki nilai kalori yang tinggi, rendah kandungan abu, serta memiliki persentase kandungan sulfur yang rendah yaitu kurang dari 1 %. (Yadav, 2017).

Tabel 7. Hasil Pengujian Kualitas Batubara

No. Sampel	TM (%)	VM (%)	Ash (%)	FC (%)	TS (%)	Nilai Kalori (Cal/Kg)
STP 1 - 1763	7,9	40,97	3,5	51,33	0,3535	7420
STP 2 - 569	21,9	42,78	4,5	41,5	1,3096	6300

STP 3	–	29,7	39,75	1,9	42,7	0,7686	6100
508							
STP 4	–	28,0	40,69	4,15	40,25	0,9824	6072
415							
STP 5	–	28,3	41,95	5,9	39,1	0,4542	5497
377							



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Kualitas Batubara

Berdasarkan hasil Tabel serta Gambar 7 diatas dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan pengujian terhadap 5 sampel *stockpile* batubara, dapat dilihat bahwa parameter kualitas batubara saling berhubungan satu sama lain dan tidak bergantung pada satu parameter saja, hal tersebut sangat mempengaruhi hasil dari pemeringkatan kualitas batubara yang dimana hasil analisis kualitas batubara pada area *stockpile* 1-5 Berdasarkan klasifikasi batubara ASTM D388 – 05 yang terdapat pada tabel 3.2, batubara pada area *stockpile* 1-5 didaerah penelitian memiliki variasi peringkat yaitu *high volatile b bituminous coal* sampai *subbituminous b coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*medium rank coal*).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut: Hasil analisis setelah dilakukan pengujian pada sampel *stockpile* 1-5 untuk menentukan kualitas batubara, maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui parameter yang ada pada batubara seperti kandungan air (*moisture*), kandungan abu (*ash*), zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tertambat (*fixed carbon*), kandungan sulfur serta nilai kalori. Kualitas batubara yang terdapat di PT Bukit Asam Tbk site Tanjung Enim, Sumatera Selatan, berdasarkan klasifikasi batubara ASTM D388 – 05, batubara pada area *stockpile* 1-5 didaerah penelitian memiliki variasi peringkat yaitu *High Volatile B Bituminous Coal* sampai *Subbituminous B Coal* dan dapat dikategorikan sebagai batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*).

DAFTAR PUSATAKA

Bruce, G. M & David, A. T., (2008). Masalah Rekayasa Pembakaran Untuk Sistem Bahan Bakar Padat, 33-81.



- Divo. M, Ansosry., (2014). Optimasi Pencampuran Batubara Beda Kualitas Dengan Metode *Trial And Error* Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen Di CV. Bara Mitra Kencana Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 5, No. 1.
- Hamdani, Y. O., (2014). Karakteristik Batubara pada Cekungan Meulaboh di Kabupaten Aceh Barat dan Nagan Raya, Provinsi Aceh. *Jurnal Jurutera* , 78-84.
- Kementrian ESDM., (2009). Tentang Mineral Dan Batubara. Diakses pada : [https://jdih.esdm.go.id/peraturan/PP%20No. %201%20Tahun%2017, 2023](https://jdih.esdm.go.id/peraturan/PP%20No.%201%20Tahun%2017,%202023)
- Malaidji. E, Ansahriah & Agus, A. B., (2018). Analisis Proksimat, Sulfur, Dan Nilai Kalori Dalam Penentuan Kualitas Batubara Di Desa Pattapa, Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, Vol. 6, No. 3.
- Salsabilla, H. A., Dkk, (2022). Peringkat Batubara *Seam Mangus (A1)* Daerah Tambang Air Laya Berdasarkan Analisis Proksimat, Di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim. *Jurnal Pajajaran Geoscience*, Vol. 6, No. 4.
- Spackman, W., (1958). Konsep Maseral dan Kajian Modern Lingkungan Sebagai Sarana Untuk Memahami Sifat Batubara, *Transaction Of The New York Academy Of Sciences*, 20 (5 Series II), 411-423.
- Sains, Teknologi, Ekonomi bisnis., (2015). Klasifikasi Batubara Berdasarkan Kalori Menurut ASTM. Diakses Pada : [https://www.caesarvery.com/2015/04/batu-bara.html?m=1, 2024](https://www.caesarvery.com/2015/04/batu-bara.html?m=1,2024)
- Thomas, L. 2013. *Coal Geology 2nd Edition*. John Willey & Sons Ltd. England. Willey Online Labrary.
- Yadav, S., & Yadav, P. S. (2017). "Analysis Of Performance Of Coal Fired Boiler In Thermal Power Plant. 5- 14.