



**PENGARUH NILAI KARAKTERISTIK BATUBARA TERHADAP  
GROSS CALORIFIC VALUE BATUBARA PT BUKIT ASAM**

***THE EFFECT OF COAL CHARACTERISTICS VALUE  
TOWARD GROSS CALORIFIC VALUE OF PTBA COAL***

B. D. Afrah<sup>\*1</sup>, E. R. D. Imanda<sup>2</sup>, A. A. A. Utami<sup>3</sup>, M. Afrah<sup>4</sup>

<sup>1-3</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>4</sup>Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung

<sup>1-3</sup>Jalan Raya Palembang-Prabumulih KM 32, Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Telp (0711) 580739

<sup>4</sup>Jalan Ganesha No. 10, Bandung, Telp (022) 2504252

e-mail: [1bazlina.afrah@ft.unsri.ac.id](mailto:bazlina.afrah@ft.unsri.ac.id), [2eldaimanda22@gmail.com](mailto:eldaimanda22@gmail.com), [3andiga236@gmail.com](mailto:andiga236@gmail.com), [4miftafrah@gmail.com](mailto:miftafrah@gmail.com)

**ABSTRAK**

PT Bukit Asam Tbk adalah perusahaan bisnis batubara yang cukup besar di Indonesia. Batubara tergolong sumber energi karena memiliki nilai kalor untuk terjadinya pembakaran. Oleh karena itu nilai kalor merupakan karakteristik yang sangat penting bagi kualitas batubara. Nilai kalor batubara yang diperoleh dari *front* atau lokasi penambangan dan *stockpiles* dapat mengalami perbedaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh analisis proksimat terhadap *gross calorific value* (GCV) dan pengaruh lokasi penambangan terhadap parameter analisis proksimat dan GCV. Analisis proksimat merupakan uji untuk menentukan kandungan dalam batubara, yakni kadar air (*moisture air dry*), kadar abu (*ash content*), zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tetap (*fixed carbon*). Persentase kadar air tertinggi dan terendah ialah sebesar 13,71% dan 4,69% dengan nilai kalor masing-masing sebesar 6.231 cal/g dan 6.692 cal/g. Persentase kadar abu tertinggi dan terendah ialah sebesar 12,74% dan 1,06% dengan nilai kalor masing-masing sebesar 5.633 cal/g dan 6.148 cal/g. Persentase kadar zat terbang tertinggi dan terendah ialah sebesar 44,2% dan 15% dengan nilai kalor masing-masing sebesar 8.328 cal/g dan 6.148 cal/g. Kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang yang semakin tinggi dalam batubara menyebabkan semakin rendahnya nilai kalor batubara. Persentase nilai karbon tetap tertinggi dan terendah ialah sebesar 81,74% dan 40,02% dengan nilai kalor masing-masing sebesar 8.328 cal/g dan 5.633 cal/g. Nilai karbon tetap yang semakin tinggi dalam batubara menyebabkan nilai kalor batubara yang semakin tinggi. Kualitas batubara yang berasal dari *front* lebih baik daripada *stockpiles* yang disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya faktor cuaca, pengotor, dan lama penyimpanan pada *stockpiles*.

**Kata kunci:** batubara, analisis proksimat, nilai kalor, *front* penambangan, *stockpiles*

**ABSTRACT**

PT Bukit Asam Tbk. is a big coal business company in Indonesia. Coal is classified as an energy source because it has calorific value for combustion. Therefore calorific value is a important characteristic for the quality of coal. The coal's calorific value obtained from the front or mining location and stockpiles may vary. This study aims to determine the effect of proximate analysis on GCV and the effect of mining location on proximate analysis parameters and GCV. Proximate analysis is a test to determine the content of a coal, namely moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon. The highest and lowest percentages of water content are 13,71% and 4,69% with calorific value of 6231 cal/g and 6692 cal/g. The highest and lowest percentages of ash content are 12,74% and 1,06% with calorific value of 5633 cal/g and 6148 cal/g. The highest and lowest percentages of volatile matter are 44,2% and 15% with calorific value of 8328 cal/g and 6148 cal/g. The higher the moisture content, ash content, and volatile matter content in coal, the lower the calorific value. The highest and lowest percentages of fixed carbon value are 81,74% and 40,02% with calorific values of 8328 cal/g and 5633 cal/g. The higher the fixed carbon value in coal, the higher the calorific value. The quality of coal obtained from the front is better than stockpiles, which can be caused by several factors, including weather, impurities, and the storage time in stockpiles.

**Keywords :** coal, proximate analysis, calorific value, mining front, stockpiles

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang diperlukan Indonesia akan selalu meningkat sejalan dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk dan adanya perubahan gaya hidup serta perkembangan teknologi yang menggunakan energi. Indonesia merupakan salah satu dari lima besar produsen batubara, sehingga proses penambangan untuk mendapatkan batubara lebih diperhatikan agar dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta dapat menjadi komoditi ekspor ke negara lain yang dapat membantu negara untuk meningkatkan pendapatan dari sektor energi [1].

*International Energy Agency* memperkirakan bahwa kebutuhan energi hingga tahun 2035 dipenuhi oleh bahan bakar fosil, sehingga diharapkan batubara dapat menggantikan minyak sebagai sumber energi terbesar [2]. Peraturan Pemerintah 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional mengarahkan agar dapat memenuhi penyediaan energi primer sekitar 400 MTOE (2925) dan 1000 MTOE (2050). PP tersebut juga mengarahkan pangsa batubara minimal 30% dan 25% dalam bauran penyediaan energi primer nasional pada tahun 2025 dan 2050 [3]. Target pangsa batubara dalam pemasokan energi nasional termasuk cukup besar, mengingat cadangan batubara yang terdapat di Indonesia lebih besar dibandingkan cadangan bahan bakar fosil lainnya serta kualitas batubara di Indonesia yang tidak terlalu rendah membuatnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Batubara merupakan sumber daya yang sangat potensial di Indonesia karena per 19 Januari 2022, Kementerian ESDM mencatat bahwa cadangan batubara Indonesia mencapai sebanyak 31,7 miliar ton. Batubara termasuk ke dalam batuan dengan jenis sedimen yang tersusun atas unsur karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, dan sulfur. Batubara terbentuk dari sisa-sisa macam tumbuhan yang telah terdekomposisi dikarenakan adanya suatu proses biokimia serta geokimia yang ada di lingkungan bebas oksigen serta mendapat pengaruh dari tekanan dan juga panas. Material pembentuk batubara yang mengalami pengendapan kemudian akan menjalani proses termodinamika dan biokimia yang akan mempengaruhi perubahan derajat proses pembentukan batubara (*coalification*) dari gambut menjadi batubara jenis antrasit. Proses ini yang akan menentukan kualitas batubara karena menghasilkan karakteristik berbeda antar tempat.

Batubara sering dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena mampu melepaskan energi panas ketika dibakar. Panas hasil pembakaran batubara dengan jumlah tertentu disebut sebagai nilai kalor (*calorific value*) [4]. Nilai kalor batubara yang diperoleh melalui pembakaran dengan memperhitungkan semua air yang berwujud gas disebut *Gross Calorific Value* (GCV). Penggolongan jenis batubara umumnya juga didasarkan pada nilai kalor tersebut. Nilai kalor batubara dapat dipengaruhi oleh karakteristik batubara, seperti karakteristik proksimat

(*Ash Content, Inherent Moisture, Volatile Matter, dan Fixed Carbon*) dan ultimat (Karbon, Hidrogen, Nitrogen, Oksigen dan Sulfur) [5].

Analisis proksimat batubara ialah jenis analisis yang digunakan untuk menentukan kadar *moisture* (uap air), *ash content* (kadar abu), *volatile matter* (zat terbang), dan *fixed carbon* (karbon tetap) melalui beberapa metode standar. Analisis proksimat terkadang juga dapat mencakup temperatur lebur abu (*ash fusion temperature*) dan indeks muai bebas batubara atau *free-swelling index*. Parameter-parameter pada analisis proksimat memiliki korelasi terhadap nilai kalor pada batubara yang juga menjadi dasar dalam penggolongan *rank* batubara. *Gross Calorific Value* atau nilai kalor sendiri merupakan panas yang diproduksi dari proses pembakaran pada volume konstan dalam oksigen *bomb calorimeter*. Nilai kalor ini akan menentukan karakteristik batubara. Karakteristik batubara yang diperoleh dari lokasi pertambangan bisa saja berbeda antara satu lokasi dan lokasi lainnya.

Penelitian mengenai pengaruh karakteristik terhadap kualitas batubara telah dilakukan oleh peneliti lain, seperti Putri dkk (2019) melakukan penelitian mengenai evaluasi kualitas batubara dari *front* penambangan hingga *stockpile* di *Pit 1 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim* [6]. Penelitian tersebut mengevaluasi penyimpangan kualitas batubara yang terjadi pada batubara saat masih berada di *front* penambangan dan setelah dipindahkan pada *temporary stockpile* dengan menggunakan parameter analisis proksimat batubara. Penelitian lain juga dilakukan oleh Fadhili dan Ansory (2019) yang melakukan penelitian mengenai pengaruh perubahan nilai *total moisture, ash content, dan total sulphur* terhadap nilai kalori batubara Bb-50 di Tambang Banko Barat PT Bukit Asam [7].

Beberapa penelitian sebelumnya berfokus kepada evaluasi perubahan dengan parameter yang lebih sedikit. Penelitian ini berfokus kepada pengaruh karakteristik analisis proksimat yaitu *moisture air dry, volatile matter, ash content dan fixed carbon* terhadap nilai *gross calorific value* (GCV) atau nilai kalor yang ditinjau dari lokasi penambangan atau *front* penambangan dan *stockpiles* yang berbeda. Batubara yang berasal dari lokasi pertambangan yang sama pun tidak sepenuhnya mempunyai karakteristik yang sama.

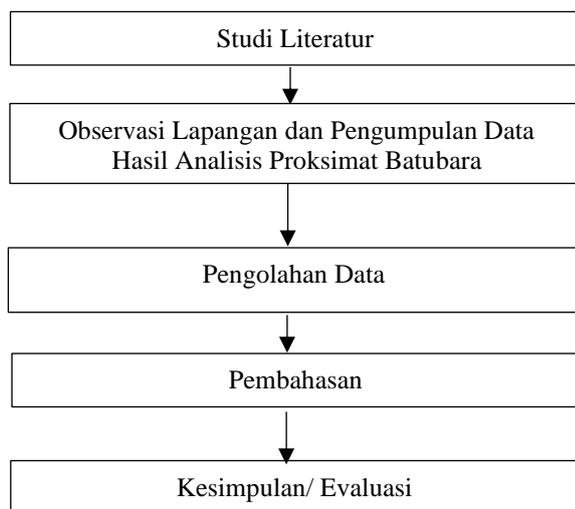
Lokasi pertambangan pada PT Bukit asam terbagi menjadi tiga, yaitu Tambang Air Laya (TAL), Tambang Banko Barat (BB), dan Tambang Muara Tiga Besar (MTB). Batubara yang telah diambil dari lokasi pertambangan kemudian disimpan terlebih dahulu pada *stockpiles* di mana hal tersebut juga pasti akan mempengaruhi kualitas batubara. *Stockpiles* yang dimiliki PT Bukit Asam terbagi menjadi lima *stockpiles*, di mana *stockpiles* 1-3 digunakan untuk menyimpan batubara dari TAL, dan *stockpiles* 4-5 untuk batubara dari BB. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

pengaruh parameter analisis proksimat terhadap *Gross Calorific Value* (GCV) batubara yang ditinjau dari lokasi penambangan (*front*) dan *stockpiles* yang berbeda.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam jangka waktu satu bulan di PT Bukit Asam Tbk yang berlokasi di Kabupaten Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Proses pengambilan sampel dilakukan di ruang arsip penyimpanan sampel yang ada pada laboratorium PT Bukit Asam Tbk. Analisis sampel dilakukan di laboratorium PT Bukit Asam Tbk.

Tahapan penelitian dapat dilihat di bagan alir berikut ini (Gambar 1).



**Gambar 1.** Bagan Alir Penelitian

Proses observasi lapangan dan pengumpulan data meliputi pengambilan sampel batubara yang terdapat pada arsip laboratorium Penanganan dan Angkutan Batubara. Pengolahan merupakan tahap analisis karakteristik batubara yang meliputi parameter analisis proksimat dan *calorific value* di Laboratorium PT Bukit Asam Tbk. Sampel batubara yang digunakan diperoleh dari *stockpiles* diberi awalan kode STP, sedangkan sampel batubara yang diperoleh dari *front* diberi awalan kode FR.

### Analisis Proksimat

Parameter-parameter yang digunakan dalam analisis proksimat adalah sebagai berikut :

#### a. Kadar Air/ *Moisture Air Dry* (Mad)

Kadar air keseluruhan atau *total moisture* dalam batubara adalah determinasi kandungan air yang terkandung di dalam batubara dalam segala bentuk, namun tidak termasuk air yang berasal dari kristalisasi *mineral matter* yang dapat tertinggal dalam matriks batubara. Standar analisa yang digunakan berdasarkan ASTM D-3173. Persentase kadar air dalam batubara dihitung dengan rumus:

$$Mad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan:

$m_1$  = Berat cawan + tutup (gram)

$m_2$  = Berat cawan + tutup + contoh sebelum dipanaskan (gram)

$m_3$  = berat cawan + tutup+ contoh setelah dipanaskan (gram)

#### b. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

*Volatile matter* atau kadar zat terbang adalah suatu zat aktif yang terkandung pada batubara untuk dapat memproduksi energi atau panas ketika batubara dibakar [7]. Standar analisa yang digunakan berdasarkan ASTM D-3175. Persentase kadar zat terbang dalam batubara dihitung dengan rumus:

$$VM, \% = \left( \frac{a - b}{a} \times 100\% \right) - \text{Kadar Mad} \quad (2)$$

Keterangan:

a = berat contoh asal (gram)

b = berat contoh setelah pemanasan (gram)

#### c. Kadar Abu (*Ash Content*)

*Ash content* (AC) merupakan kandungan residu berupa abu yang tersisa setelah proses pembakaran batubara pada kondisi tertentu yang umumnya terdiri dari oksida dan sulfat yang merupakan hasil dari perubahan kimia di dalam mineral. Standar analisa yang digunakan berdasarkan ASTM D-3174. Persentase kadar abu dalam batubara dihitung dengan rumus:

$$AC, \% = \frac{a - b}{c} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

a = massa cawan + tutup + residu (gram)

b = massa cawan kosong + tutup (gram)

c = massa contoh batubara (gram)

#### d. Kadar Karbon Tetap (*Fixed Carbon*)

*Fixed Carbon* adalah kandungan yang tersisa setelah penentuan kadar air, *volatile matter*, dan kadar abu. *Fixed carbon* (FC) merupakan salah satu nilai yang digunakan dalam penentuan efisiensi peralatan pembakaran batubara. FC merupakan nilai hasil kalkulasi sehingga persentase kadar karbon tetap dalam batubara dihitung dengan rumus:

$$FC, \% = 100 - (\%Ash + \%Mad + \%VM) \quad (4)$$

**Nilai Kalor Gross/ Gross Calorific Value**

*Calorific value* (nilai kalor) adalah sejumlah energi yang didapatkan dari proses pembakaran batubara yang disebabkan oleh terjadinya suatu reaksi yang bersifat eksotermis antara senyawa hidrokarbon dengan oksigen. *Gross Calorific Value* merupakan nilai kalor kotor hasil pembakaran batubara dengan semua air yang dihitung dalam wujud gas. Nilai kalor pada batubara diukur menggunakan alat kalorimeter bom. Prinsip kerja alat kalorimeter bom secara sederhana ialah dengan memasukkan sampel batubara yang telah ditimbang ke dalam bejana logam kemudian dibakar dan diukur dampak pembakarannya [8]. Dampak pembakaran yang ditimbulkan berupa panas yang akan mengakibatkan kenaikan temperatur pada bejana beserta air yang ada di sekitarnya. Standar analisa yang digunakan berdasarkan ASTM D-5685. Nilai kalor *gross* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$q_{v,gr} = \frac{\varepsilon_{(n)} \times \theta - Q_{fuse} - Q_{ign} - Q_N - m_2 \times q_{v,2}}{m_1} - \frac{Q_s}{m_1} \quad (5)$$

Keterangan:

- $q_{v,gr}$  = Nilai kalor *gross* (J/g)
- $\theta$  = Koreksi nilai kenaikan temperatur (K)
- $\varepsilon_{(n)}$  = Nilai rata-rata penentuan *effective heat capacity* (J/K)
- $Q_{fuse}$  = Koreksi terhadap *cotton fuse* (J)
- $Q_{ign}$  = Koreksi terhadap *firing wire* (J)
- $Q_N$  = Koreksi terhadap *nitric acid* (J)
- $Q_s$  = Koreksi terhadap *sulfuric acid* (J)
- $m_1$  = Bobot contoh (gram)
- $m_2$  = Bobot contoh bahan tambahan pembakaran (gram), jika ada
- $q_{v,2}$  = Nilai kalor *gross* bahan tambahan (J/g), jika ada.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian dengan metode yang telah tercantum, memperlihatkan hasil yang menunjukkan adanya pengaruh dari parameter analisis proksimat terhadap *Gross Calorific Value* yang dimiliki oleh batubara, seperti yang terdapat pada Tabel 1.

**Moisture Air Dry (Mad)**

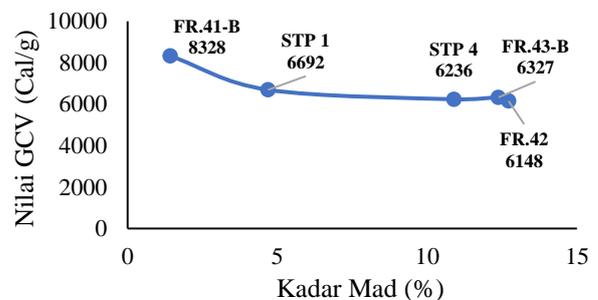
*Moisture Air Dry* (Mad) atau disebut juga sebagai kadar air merupakan salah satu parameter dalam analisis proksimat yang mempengaruhi kualitas batubara. Hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa sampel 41.FR-B memiliki nilai kadar air terendah yakni sebesar 1,42% menghasilkan nilai kalor batubara tertinggi sebesar 8.328 J/g. Sampel 43.FR-A dengan nilai kadar air tertinggi sebesar 13,71% menghasilkan nilai kalor batubara terendah sebesar 6148 J/g.

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kadar air terhadap GCV batubara, dimana nilai kadar air berbanding terbalik dengan nilai GCV batubara, dimana

data yang diambil mewakili tiap lokasi penambangan. Grafik tersebut memperlihatkan semakin rendah kadar air dalam batubara, maka semakin tinggi nilai kalor suatu batubara yang akan menunjukkan kualitas batubara.

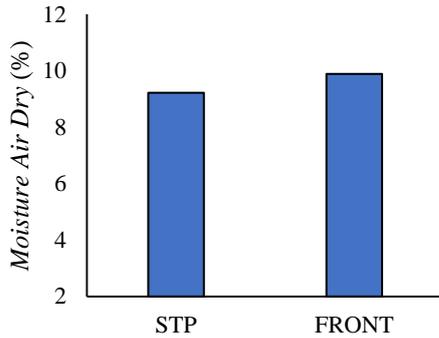
**Tabel 1.** Hasil Analisis Proksimat dan *Gross Calorific Value*

Lokasi	Sampel	Mad (%)	Abu (%)	VM (%)	FC (%)	GCV (Cal/g)
Stockpiles Tambang Air Laya	STP 1	4,7	7,1	40,6	47,6	6692
	STP 2	11,7	2,9	41,2	44,8	6010
Stockpiles Tambang Banko Barat	STP 3	10,2	5,8	41,1	42,9	6140
	STP 4	10,9	5,3	41,7	42,1	6236
	STP 5	8,6	12,7	38,6	40,0	5633
Front Air Laya	41.FR-A	9,2	1,6	40,7	48,5	6713
	41.FR-B	1,4	1,8	15	81,7	8328
Front Muara Tiga Besar	42.FR	12,7	1,1	44,2	42,0	6148
Front Banko Barat	43.FR-A	13,7	2,2	40,7	43,3	6231
	43.FR-B	12,38	1,96	40,7	44,9	6327



**Gambar 2.** Hubungan Kadar *Moisture Air Dry* terhadap GCV

Semakin tinggi kualitas batubara, maka semakin kecil porositas batubara tersebut sehingga batubara akan semakin padat. Kepadatan batubara akan berpengaruh terhadap rendahnya kadar air yang terkandung dalam batubara. Kadar air dalam batubara juga akan mempengaruhi sifat batubara dalam proses pembakaran karena energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan air dan menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran serta terhambatnya penyalaan [9]. Berdasarkan nilai kadar air yang diperoleh dari *stockpiles* dan *front* yang berbeda, tidak ditunjukkan pengaruh yang signifikan dari lokasi penambangan. Terlihat pada grafik di Gambar 3.



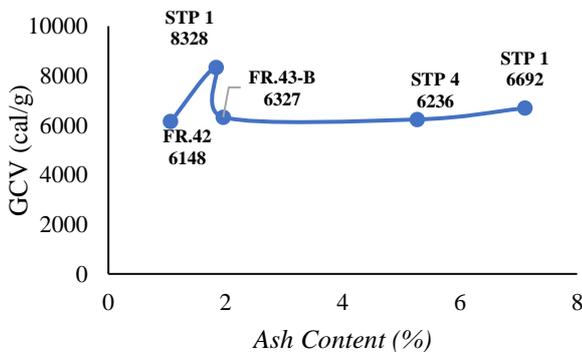
**Gambar 3.** Perbandingan *Moisture Air Dry Stockpiles dan Front*

Nilai rata-rata kadar air dari sampel *stockpiles* yang lebih rendah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya faktor lama penyimpanan *stockpiles* yang menyebabkan batubara mengalami pengeringan secara alami. Jumlah kandungan air yang terkandung di *front* penambangan dapat disebabkan oleh pengaruh luar, seperti ukuran butir dan faktor iklim [10].

**Ash Content (Kadar Abu)**

Nilai kadar abu (*ash content*) sampel yang diperoleh dari hasil uji laboratorium juga dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai kalor tertinggi terdapat pada sampel 41.FR-B sebesar 8.328 J/g, dimana kadar abu yang diperoleh menempati posisi kedua terendah di antara lima sampel, yaitu sebesar 1,84%.

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara kadar abu terhadap GCV yang diwakili oleh beberapa data. Tingginya kadar abu dalam suatu batubara dapat menurunkan kualitas batubara tersebut karena pada proses pembakaran batubara, abu akan menjadi residu sisa pembakaran yang berdampak buruk terhadap lingkungan.

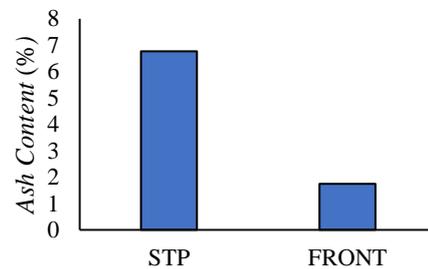


**Gambar 4.** Hubungan Kadar Abu terhadap GCV

Kandungan abu pada batubara sendiri berasal dari bahan anorganik yang terbentuk dari transformasi mineral akibat adanya proses pembakaran [11]. Terdapat penyimpangan pada sampel STP 1 dengan nilai kadar abu tertinggi di antara kelima sampel lainnya yaitu 7,11%. Sampel STP 1, dengan kadar abu tertinggi, menunjukkan nilai kalor

batubara sebesar 6.692 J/g, lebih tinggi daripada sampel 42.FR dengan kadar abu sebesar 1,08% dan nilai kalor sebesar 6.148 J/g. Penyimpangan nilai *ash* dapat disebabkan oleh ketidakstabilan suhu *furnace* ataupun waktu pemanasan yang terlalu lama.

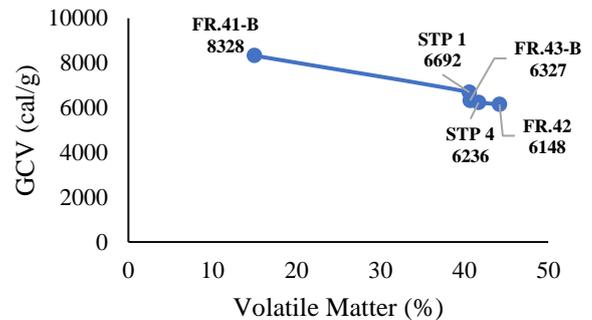
Perbandingan nilai rata-rata kadar abu antara sampel *stockpiles* dengan sampel *front* dapat dilihat pada grafik yang tertera di Gambar 5. Nilai rata-rata kadar abu yang diperoleh untuk sampel *stockpiles* senilai 6,766 sedangkan untuk sampel *front* adalah senilai 1,742. Nilai rata-rata kadar abu untuk sampel *stockpiles* jauh lebih tinggi daripada rata-rata kadar abu untuk sampel *front*. Tingginya nilai rata-rata kadar abu sampel *stockpiles* dapat disebabkan oleh faktor proses pemuatan (*loading*). Proses muatan batubara (*loading*) ke dalam alat angkut memungkinkan material lain ikut terangkut bersamaan dengan batubara, seperti batu lempung yang akan menyebabkan terjadinya peningkatan nilai *ash* [12].



**Gambar 5.** Perbandingan *Ash Content Stockpiles dan Front*

**Volatile Matter (Zat Terbang)**

Nilai kalor tertinggi pada sampel FR.41-B menunjukkan nilai VM sebesar 15% dan nilai kalor terendah pada sampel FR.42 menunjukkan nilai VM sebesar 44,2%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai VM maka kualitas kalor batubara akan semakin menurun seperti yang diperlihatkan di grafik pada Gambar 6.

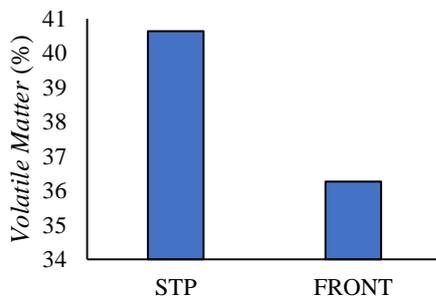


**Gambar 6.** Hubungan Kadar *Volatile Matter* terhadap GCV

Kadar VM akan mengganggu proses pembakaran batubara karena VM terdiri dari kandungan gas-gas yang mudah terbakar atau *flammable*, seperti Karbon

Monoksida (CO) dan Metana (CH<sub>4</sub>). VM juga sering disebut sebagai zat terbang. Semakin tinggi kadar zat terbang, maka batubara akan semakin cepat terbakar. Kemampuan pembakaran batubara akan mempengaruhi *rank* batubara apabila kadar zat terbang tersebut semakin tinggi [13].

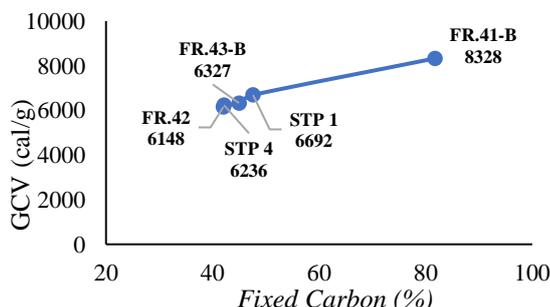
Nilai rata-rata VM batubara yang berasal dari *stockpiles* lebih besar daripada kadar VM pada *front*. Kadar VM rata-rata pada *stockpiles* sebesar 40,64% dan pada *front* sebesar 36,26% dapat dilihat pada grafik di Gambar 7. Perbedaan nilai ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya ialah faktor penempatan batubara. Ketika batubara diletakkan di *stockpiles*, batubara tercampur dengan kontaminan lain atau senyawa yang dapat menjadi pengotor sehingga akan meningkatkan nilai VM. Pengotor ini dapat berasal dari bagian apapun pada *stockpiles*, seperti peralatan maupun tempat *loading* batubara. Batubara yang berasal dari *front* merupakan batubara murni yang baru diambil dari lokasi bor sehingga nilai VM pada batubara merupakan nilai awal yang terkandung dalam batubara sesuai dengan jenis masing-masing.



**Gambar 7.** Perbandingan *Volatile Matter* *Stockpiles* dan *Front*

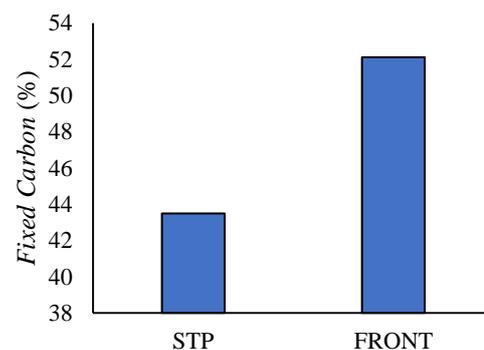
**Fixed Carbon**

Nilai *fixed carbon* hasil pengujian menunjukkan nilai yang berbanding lurus dengan nilai GCV. Nilai *fixed carbon* paling tinggi terdapat pada sampel FR.41-B yaitu sebesar 81,74% dan nilai *fixed carbon* terendah terdapat pada sampel FR.42 dengan nilai sebesar 42,02% seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Hubungan Kadar *Fixed Carbon* terhadap GCV

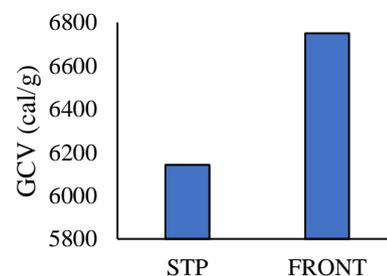
*Fixed carbon* atau disebut juga sebagai nilai karbon tertambat merupakan komponen utama dalam batubara yang merupakan karbon yang tertinggal setelah kandungan zat terbang serta air menghilang. Kadar FC pada sampel batubara yang berasal dari *stockpiles* dan *front* memiliki nilai yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh nilai FC yang bergantung pada parameter analisis proksimat lainnya seperti VM, AC, dan Mad. Faktor-faktor yang menyebabkan terganggunya nilai parameter lain maka akan mempengaruhi nilai *fixed carbon*. Perbandingan nilai FC yang terdapat pada *stockpiles* dan *front* dapat dilihat pada grafik yang ada pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Perbandingan *Fixed Carbon* *Stockpiles* dan *Front*

**Gross Calorific Value (GCV)**

GCV rata-rata dari *stockpiles* dan *front* memiliki nilai yang berbeda, seperti yang ditunjukkan oleh grafik yang ada pada Gambar 10. GCV rata-rata pada *front* lebih besar daripada GCV pada *stockpiles*, dimana GCV rata-rata pada *front* sebesar 6.749,4 cal/g dan pada *stockpiles* sebesar 6.142,2 cal/g.



**Gambar 10.** Perbandingan GCV *Stockpiles* dan *Front*

Perbedaan nilai dimana GCV *front* lebih besar dapat disebabkan oleh proses penyimpanan dan penumpukan batubara yang dilakukan pada *stockpiles*. Batubara yang diletakkan pada *stockpiles* tidak langsung disalurkan kepada konsumen karena menunggu permintaan pasar. Penumpukan batubara yang terlalu lama dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas batubara, dimana hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor lainnya. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan turunnya kualitas batubara adalah faktor cuaca [14].



Cuaca hujan akan menambahkan kadar air atau *total moisture* yang ada di batubara. GCV batubara akan terpengaruh oleh air, dimana semakin dikit kandungan air maka semakin tinggi GCV [15]. Air yang masuk ke dalam batubara akibat faktor cuaca akan mengganggu kualitas batubara.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis berbagai parameter uji proksimat, dapat ditarik kesimpulan bahwa karakteristik batubara seperti kadar air, kadar abu, zat terbang, dan kadar karbon memberikan pengaruh terhadap nilai kalor (GCV) batubara. Kadar air, zat terbang, dan kadar abu yang semakin tinggi dalam suatu batubara menyebabkan nilai GCV batubara semakin rendah. Kadar karbon dalam batubara berbanding lurus dengan nilai GCV batubara, dimana semakin banyak karbon tertambat dalam batubara maka semakin tinggi nilai kalor batubara tersebut. GCV batubara akan menentukan kualitas batubara tersebut. Perbedaan lokasi perolehan dan penyimpanan batubara juga mempengaruhi GCV batubara. Hal ini ditunjukkan oleh kualitas batubara yang berasal dari *front* penambangan lebih baik daripada kualitas batubara yang diperoleh dari *stockpiles*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dawami, A. B., Sajjakulnukit, B., dan Bustan, D., (2014). Life Cycle Cost Analysis of Upgrading Brown Coal (UBC) Process in Indonesia, *Journal of Chemical and Environmental Engineering*. 5.
- [2] Dawami, A. B., Sajjakulnukit, B., dan Bustan, D., (2017). Product Competitiveness of Upgrading Brown Coal (UBC) Process in Indonesia. *Internasional Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 7(4).
- [3] Nugroho, H., (2017). Coal As the National Energy Supplier Forward: What are Policies to be Prepared?. *The Indonesian Journal of Development Planning*. 1, 1-13.
- [4] Annisa., (2018). Penentuan Tingkat Kematangan Serpih Batubaraan Menggunakan Metode Reflektansi Vitritinit dan Nilai Kalori. *Jurnal GEOSAPTA*. 4(1), 65-68.
- [5] Agung, N., M., Nugroho, W., dan Hasan, H. Hubungan Kandungan *Total Sulphur* terhadap *Gross Calorific Value* pada Batubara PT. Carsurin Samarinda. *Jurnal Tekonologi Mineral FT UNMUL*. 7(1), 1-8.
- [6] Putri, I., P., dan Pitulima, J., (2019). Evaluasi Kualitas Batubara dari Front Penambangan Hingga Stockpile di Pit 1 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim. *MINERAL*. 4(1), 1-7.
- [7] Fadhili, M. A. dan Ansosry, A., (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Nilai Total Moisture, Ash Content dan Total Sulphur Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 Di Tambang Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Bina Tambang*. 4(3), 54-64.
- [8] Nurhilal, O., Setianto, S., dan Suhanda, A. (2017). Desain Kalorimeter Bomb Biomassa dengan Metode Oksigen Dinamik. *JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*. 1(2), 105-111.
- [9] Kurniawan, I., Aryansyah, A., dan Huda, A., (2020). Analisis Kualitas Batubara sebagai Penentu Faktor Swabakar. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, Jakarta.
- [10] Hardianti, S. dan Saputra, Y., (2018). Blending Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Pasar Ekspor *Jurnal Teknik Patra Akademika*.. 9(1), 28-38.
- [11] Amriansyah, M. A. dan Sihombing, F. M. H., (2021). Study of Ash and Total Moisture Effects on Calorific Value in Coal Seam at West Banko Field, PT. Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, South Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd.
- [12] Toding, A., Triantoro, A., dan Riswan, R., (2019). Analisis Perbandingan Kualitas Batubara di Lokasi Penambangan dan *Stockpile* di PT Firman Ketaun Perkasa. *Jurnal Himasapta*. 4(1), 1-10.
- [13] Huseini, F., Solihin, Pramusanto., (2018). Kualitas Batubara Berdasarkan Analisis Proksimat, Sulfur dan Nilai Kalor Untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di Semen Padang Kelurahan Batu Gadang TP, Lubuk Kilangan, Padang Provinsi Sumatera Barat. *Prosiding Teknik Pertambangan*. Bandung.
- [14] Anriani, T., Mukiat, M., Handayani, H. E., (2014). Analisis Perbandingan Kualitas Batubara Te-67 Di Front Penambangan Dan Stockpile Di Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*. 2(2).
- [15] Afrah, B. D., Riady, M. I., Thereza, N., Widhaningtyas, H., dan Siregar, M., (2019). Sustainability of Using Low-Rank Coal as Energy Source through the Upgrading Brown Coal (UBC) Process by Adding Waste Cooking Oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing.