

---

**ANALISA PENGARUH NILAI TOTAL MOISTURE TERHADAP GROSS CALORIVIC VALUE PADA BATUBARA JENIS X DI PT BUKIT ASAM Tbk UNIT PELABUHAN TARAHAN**

Oleh

Euis Kusniawati<sup>1</sup>, Indah Pratiwi<sup>2</sup>, Sasya Nanda Yonika<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Analisis Laboratorium Migas Politeknik Akamigas Palembang,  
30257, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>[euis@pap.ac.id](mailto:euis@pap.ac.id)

---

**Article History:**

Received: 04-12-2022

Revised: 14-12-2022

Accepted: 03-01-2023

**Keywords:**

Gross Calorivic Value, Total  
Moisture

**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai total moisture terhadap gross calorivic value pada batubara jenis X yang berasal dari PT Bukit Asam Unit Pelabuhan Tarahan. Kualitas suatu batubara dapat ditentukan dengan cara analisa secara fisik maupun kimia. Umumnya untuk menentukan kualitas batubara dilakukan analisa kimia pada batubara yang diantaranya berupa analisis proksimat dan analisis ultimat. Metode yang digunakan untuk menentukan total moisture yaitu dengan metode gravimetri dan penentuan nilai kalori dengan menggunakan alat bomb calorimeter dengan prinsip kerja asaz black. Hasil nilai total moisture yang didapat 17,53%, 20,79%, 17,92%, 21,07%, 10,73%, 19,43%, 20,07%, 21,76%, 22,79%, 32,12%. Dan nilai gross calorivic value basis adb yaitu 6836 cal/g, 6511 cal/g, 6738 cal/g, 6456 cal/g, 7075 cal/g, 6706 cal/g, 6685 cal/g, 6688 cal/g, 6535 cal/g, 6484 cal/g. Hasil total moisture yang diuji didapatkan berada pada rentang 10.43% - 32.12%, dengan rata - rata 20.42%. Nilai gross calorific value (GCV) didapatkan berada pada rentang 6456 - 7075 kal/g yang di mana kalori pada rentang tersebut masuk ke dalam klasifikasi bituminous. Hasil total moisture tersebut disimpulkan berada di atas standar yang diterapkan perusahaan yaitu sebesar 11%. Hubungan antara Total Moisture dan Gross Calorivic Value berbanding terbalik. Karena semakin tinggi Moisture pada suatu batubara maka nilai kalori yang dihasilkan akan rendah.

---

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk

melalui proses pembatubaraan dengan unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hydrogen dan oksigen. Potensi sumberdaya batubara di Indonesia sangat melimpah, terutama di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera (Djuanaedi, 2006). Sumatera selatan merupakan provinsi yang memiliki cadangan batubara terbesar di Indonesia. PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan pertambangan milik Pemerintah Indonesia yang terletak di Tanjung Enim. Batubara adalah sumber energi alternatif dikarenakan semakin menipisnya cadangan minyak bumi. PT Bukit Asam Tbk memproduksi berbagai macam jenis batubara. Pembagian jenis batubara tersebut didasarkan atas jumlah kalori yang terkandung di dalamnya. Semakin tinggi kandungan kalori batubara maka akan semakin bagus kualitasnya. PT. Bukit Asam Tbk memiliki tiga lokasi penambangan yaitu Banko Barat (BB), Muara Tiga (MT), dan Air Laya (AL). Contohnya AL-61 artinya batubara tersebut diambil di lokasi Air Laya dan memiliki nilai kalori mulai dari 6100 kal/g. Sampel batubara jenis X merupakan batubara yang berasal dari salah satu lokasi penambangan PT Bukit Asam Tbk. Kualitas suatu batubara dapat ditentukan dengan cara analisa secara fisik maupun kimia. Umumnya untuk menentukan kualitas batubara dilakukan analisa kimia pada batubara yang diantaranya berupa analisis proksimat dan analisis ultimat. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air (*moisture*), zat terbang (*volatile matter*), karbon padat (*fixed carbon*), dan kadar abu (*ash*). Perbedaan kualitas batubara tersebut diklasifikasikan berdasarkan perbandingan kadar air, mineral matter, karbon tetap, dan berdasarkan nilai kalorinya. Sedangkan 2 analisis ultimat dilakukan untuk menentukan kandungan unsur kimia pada batubara seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur. Kandungan air dapat dibedakan menjadi dua yaitu, kandungan air bebas (*free moisture*) adalah kandungan air yang terdapat pada permukaan batubara akibat pengaruh dari luar (hujan, spraying) dan kandungan air bawaan (*inherent moisture*) yaitu kandungan air yang ada pada batubara pada saat proses pembentukan batubara di alam. Berbagai metode untuk meningkatkan nilai kalori pada batubara produk kualitas rendah dengan menghilangkan kandungan air (*total moisture*) dikembangkan, seperti analisa dengan acuan standar International Organization for Standardization (ISO), American Society for Testing and Materials (ASTM), Australian Standards (AS) dan metode British Standard (BS) (Muchjidin, 2006).

#### **Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah menganalisa pengaruh Kandungan Air Total (Total Moisture) dalam batubara jenis X terhadap nilai kalori (*Calorific Value*).

#### **LANDASAN TEORI**

##### **Batubara**

Batubara adalah salah satu sumber energi di dunia. Batubara adalah campuran yang sangat kompleks dari zat kimia organik yang mengandung karbon, oksigen, dan hidrogen dalam sebuah rantai karbon. Dalam pengertian lain, batubara adalah batuan sedimen (padatan) yang dapat terbakar, berasal dari tumbuhan, serta berwarna cokelat sampai hitam, yang sejak pengendapannya terkena proses fisika dan kimia yang menjadikan kandungan karbonnya kaya. Elliot dalam buku Batubara Indonesia (2014), berpendapat bahwa batubara merupakan batuan sedimen yang secara kimia fisika adalah heterogen

yang mengandung unsur karbon, hidrogen, serta oksigen sebagai komponen unsur utama dan belerang serta nitrogen sebagai unsur tambahan.

### **Proses Terbentuknya Batubara**

#### **1. Tahap pertama**

Pembentukan Gambut Tahap ini merupakan tahap awal dari rangkaian pembentukan batubara (*coalification*) yang ditandai oleh reaksi biokimia yang luas. Selama proses penguraian tersebut, protein, kanji dan selulosa mengalami penguraian lebih cepat bila dibandingkan dengan penguraian material berkayu (lignin) dan bagian tumbuhan yang berlilin (kulit ari daun, dinding spora dan tepung sari). Karena itulah, dalam batubara muda masih terdapat ranting, daun, spora, bijih dan resin, sebagai sisa tumbuhan. Bagian – bagian tumbuhan itu terurai di bawah kondisi aerob menjadi karbon dioksida, air dan amoniak, serta dipengaruhi oleh iklim. Proses ini disebut proses pembentukan humus (*humification*) dan sebagai hasilnya adalah gambut.

#### **2. Tahap kedua**

Pembentukan Lignit Proses terbentuknya gambut berlangsung tanpa menutupi endapan gambut tersebut. Dibawah kondisi yang asam, dengan dibebaskannya  $H_2O$ ,  $CH_4$  dan sedikit  $CO_2$ , terbentuklah material dengan rumus  $C_{65}H_{40}O_{30}$  atau ulmin yang pada keadaan kering akan mengandung karbon 61,7%, hydrogen 0,3% dan oksigen 38%. Dengan berubahnya topografi daerah di sekelilingnya, gambut menjadi terkubur di bawah lapisan lanau (*silt*) dan pasir yang diendapkan oleh sungai dan rawa. Semakin dalam terkubur, semakin bertambah timbunan sedimen yang menghimpitnya sehingga tekanan pada lapisan gambut bertambah serta suhu naik dengan jelas. Tahap ini merupakan tahap kedua dari proses pembentukan atau yang disebut dengan tahap metamorfik. Tahap kedua dari proses pembentukan batubara ini adalah tahap pembentukan lignit, yaitu batubara rank rendah yang mempunyai rumus perkiraan  $C_{79}H_{5,5}O_{14,1}$ .

#### **3. Tahap ketiga**

Pembentukan batubara sub bitumen Tahap selanjutnya dari proses pembentukan batubara ialah pengubahan batubara bitumen rank rendah menjadi batubara bitumen rank pertengahan dan rank tinggi. Selama tahap ketiga, kandungan hydrogen akan tetap konstan dan oksigen turun. Tahap ini merupakan tahap pembentukan batubara subbitumen (*sub-bituminous coal*).

#### **4. Tahap keempat**

Pembentukan batubara bitumen Dalam tahap keempat atau tahap pembentukan batubara bitumen (*bituminous coal*), kandungan hydrogen turun dengan menurunnya jumlah oksigen secara perlahan-lahan, tidak secepat tahaptahap sebelumnya. Produk sampingan dari tahap ketiga dan keempat ini adalah  $CH_4$ ,  $CO_2$  dan mungkin  $H_2O$ .

#### **5. Tahap kelima**

Pembentukan antrasit tahap kelima adalah antrasitasi. Dalam tahap ini, oksigen hamper konstan, sedangkan hidrogen turun lebih cepat dibandingkan tahap - tahap sebelumnya. Proses pembentukan batubara terlihat merupakan serangkaian reaksi kimia. Kecepatan reaksi kimia ini dapat diatur oleh suhu dan atau tekanan.

## Tempat Terbentuknya Batubara

### a. Teori Insitu

Teori ini mengatakan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara, terbentuknya ditempat di mana tumbuh-tumbuhan asal itu berada. Dengan demikian maka setelah tumbuhan tersebut mati, belum mengalami proses transportasi segera tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses coalification. Jenis batubara yang terbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran luas dan merata, kualitasnya lebih baik karena kadar abunya relatif kecil. Batubara yang terbentuk seperti ini di Indonesia didapatkan di lapangan batubara Muara Enim (Sumatera Selatan).

### b. Teori Drift

Teori ini menyebutkan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terjadinya ditempat yang berbeda dengan tempat tumbuhan semula hidup dan berkembang. dengan demikian tumbuhan yang telah mati diangkut oleh media air dan berakumulasi disuatu tempat, tertutup oleh batuan sedimen dan mengalami proses coalification. Jenis batubara yang gterbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran tidak luas, tetapi dijumpai dibeberapa tempat, kualitas kurang baik karena banyak mengandung mineral pengotor yang terangkut bersama selama proses pengangkutan dari tempat asal tanaman ke tempat sedimentasi. Batubara yang terbentuk seperti ini di Indonesia didapatkan dilapangan batubara delta Mahakam purba, Kalimantan Timur (Sukandarrumidi, 2004).

## Jenis - Jenis Batubara

### a. Lignit

Lignit merupakan batubara peringkat rendah dimana kedudukan lignit dalam tingkat klasifikasi batubara berada pada daerah pada transisi dari jenis gambut ke batubara. Lignit adalah batubara yang hitam dan memiliki tekstur seperti kayu.

### b. Sub-Bituminus

Batubara jenis ini merupakan peralihan antara jenis lignit ke bituminus. Batubara jenis ini memiliki warna hitam yang mempunyai kandungan air, zat terbang, dan oksigen yang tinggi serta memiliki kandungan karbon yang rendah. Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa batubara jensi sub-bituminus ini merupakan batubara tingkat rendah.

### c. Bituminus

Batubara jenis ini merupakan batubara yang berwarna hitam dengan tekstur ikatan yang baik.

### d. Antrasit

Antrasit merupakan batubara paling tinggi tingkatan yang mempunyai kandungan karbon lebih dari 93 % dan kandungan zat terbang kurang dari 10 %. Antrasit umumnya lebih keras, kuat dan seringkali berwarna hitam mengkilat seperti kaca.

## Kualitas Batubara

Ada dua jenis impurities yaitu:

1. *Inherent impurities* merupakan pengotor bawaan yang terdapat dalam batubara. Batubara yang sudah dicuci (*washing*) dan dicecilkan ukuran butirnya/diremuk (*crushing*) sehingga dihasilkan ukuran tertentu, ketika dibakar habis masih memberikan sisa abu. Pengotor bawaan ini terjadi bersama-sama pada waktu proses pembentukan batubara (ketika masih berupa gelly), pengotor tersebut dapat berupa gipsum

(CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), anhidrit (CaSO<sub>4</sub>), pirit (FeS<sub>2</sub>), Silika (SiO<sub>2</sub>), dapat juga berbentuk tulangtulang binatang (diketahui adanya senyawa fosfor dari hasil analisis abu) selain mineral lainnya. Pengotor bawaan ini tidak mungkin dihilangkan sama sekali, tetapi dapat dikurangi dengan melakukan pembersihan. Proses ini dikenal sebagai teknologi batubara bersih.

2. *External impurities* merupakan pengotor yang berasal dari luar, timbul pada saat proses penambangan antara lain terbawanya tanah yang berasal dari lapisan penutup (*overburden*). Kejadian ini sangat umum dan tidak dapat dihindari, khususnya pada penambangan batubara dengan metode tambang terbuka (*open pit*).

### Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Calorific value atau CV merupakan indikasi kandungan nilai energi yang terdapat pada batubara dan merepresentasikan kombinasi pembakaran dari karbon, hidrogen, nitrogen, serta sulfur. Ada dua jenis calorific value, yaitu *gross calorific value* (GCV) dan *net calorific value* (NCV). Nilai kalori batubara dapat ditentukan dengan cara membakar contoh batubara pada alat bomb calorimeter yang diisi dengan gas oksigen bertekanan 30 bar. Perubahan suhu sebelum dan setelah proses pembakaran diamati serta diukur dengan metode adiabatik. Nilai kalori menunjukkan jumlah panas (*heat*) yang dihasilkan apabila sejumlah tertentu batubara dibakar. Nilai kalori ditentukan dari kenaikan suhu pada saat sejumlah tertentu batubara biasanya dalam kondisi (adb), dibakar di dalam alat yang disebut calorimeter dengan udara berlebih. Nilai yang diperoleh adalah gross calorific value (GCV), pada volume konstan. Hasil perhitungan ini dinyatakan dalam mega joule per kilogram (MJ/kg) atau kilokalori per kilogram (kkal/kg).

Standar yang dipakai untuk analisis kalor adalah ASTM D5865-13 Standard Test Material Test Method for Gross Clorivic Value of Coal and Coke. Bomb Calorimeter atau Kalorimeter Bomb adalah alat untuk menentukan jumlah reaksi pembakaran. Kalorimeter bomb ini digunakan untuk menghitung jumlah panas, atau nilai kalor, yang akan dilepaskan pada pembakaran sempurna. Pengukuran kalorimeter bomb dilakukan dalam kondisi volume konstan tanpa aliran, atau reaksi pembakaran dilakukan tidak dengan menggunakan nyala api tetapi menggunakan gas oksigen sebagai volume konstan atau pembakar bertekanan tinggi. Kalorimeter yang digunakan adalah jenis Kalorimeter PARR 6400. Kalorimeter ini dapat menganalisis sampel hingga 9000 kalori, jenis sampel yang dapat dianalisis dengan kalorimeter PARR 6400 adalah pakan ternak, feses, molase, dan batubara. Mekanisme kerja yang terjadi pada kalorimeter adalah pembakaran sampel dengan oksigen pada tekanan tertentu, perbedaan kenaikan suhu digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Rumus Perhitungan *Gross Calorivic Value* GCV (kal/g) = N - e1 - e2 - e3 Keterangan :

N = Nilai kalori hasil instrumen (kal/g)

e1= Nilai koreksi asam (ASTM D5865M-9)

e2= Nilai koreksi sulfur (ASTM D5865M-19)

e3= Nilai kalori benang (kal/g).

### Kandungan Air Total (*Total Moisture*)

Kadar air total atau *total moisture* (TM) merupakan seluruh jumlah air yang terdapat pada batubara dalam bentuk inherent dan adherent pada kondisi saat batubara tersebut diambil contohnya (*as sampled*) atau pada kondisi saat batubara tersebut diterima (*as*

received). Total moisture umumnya dianalisis dalam dua tahap sehingga pengujiannya disebut two-stage determination. Pengujian nilai total moisture dapat menggunakan metode gravimetri (Malaidji et al. 2018). Prinsip dari pengujian total moisture secara gravimetri yaitu pengukuran berdasarkan perbedaan massa sebelum dan setelah dilakukan pemanasan. Kelebihan metode ini yaitu dapat diperoleh kadar air yang akurat dan murah, namun kekurangannya yaitu membutuhkan waktu yang lama (Mao et al., 2020). Beberapa bentuk moisture yang mungkin terdapat dalam batubara :

- Surface Moisture merupakan air yang terdapat pada permukaan partikel batubara, air ini membentuk sebuah lapisan film pada celah antar partikel. Jumlah air ini tergantung pada ukuran partikel dan struktur permukaan batubara.
- Hydroscopic Moisture / Capillary Water merupakan air yang terdapat karena adanya gaya kapiler di dalam celah batubara yang berukuran sangat kecil.
- Decomposition Mixture merupakan air yang terdapat dalam senyawa organik yang telah terdekomposisi.
- Mineral Moisture merupakan air yang menyusun sebagian struktur kristal senyawa silica hidrat. Dalam ilmu yang mempelajari tentang batubara dan mineral slurry, terdapat suatu hubungan antara air dan partikel.

Rumus perhitungan air total batubara :  $\%TM = [RM \times (100 - FM) + FM]$  Keterangan =

% TM = Kadar Total Moisture (TM)/ air total

% RM = Kadar Residual Moisture (RM)/ air sisa

% FM = Kadar Free Moisture (FM)/ air bebas

#### Spesifikasi Batubara

Parameter	Unit	Basis ASTM	Typical
Total Moisture	%	Arb	8-11
Inherent Moisture	%	Adb	5-6
Ash Content	%	Adb	6-8
Volatile Matter	%	Adb	40-43
Fixed Carbon	%	Adb	40
Total Sulphur	%	Adb	0,5-1
Gross Calorific Value	Kcal/kg	Adb	6,400-7,500 Kcal/Kg
	Kcal/kg	Arb	5,600-6,000 Kcal/Kg
Size Crushing	%		90

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisa pengaruh kandungan Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara jenis X di PT Bukit Asam Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan.

#### Prosedur Percobaan

1. Disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Disiapkan QF:LB-TRH:05.4.1.6.1 Formulir Lembar Kerja Pengujian Kandungan Air Bebas Batubara, Rekam data pada formulir tersebut yang dapat direkam sebelum pengujian dilaksanakan.
3. Diambil sampel  $\pm 25$  kg dari tong sampel hasil sampling batubara.

4. Diquatering sampel kemudian diambil  $\pm 12,5$  kg sampel
5. Diquatering lagi sampel yang telah diambil kemudian dibagi menjadi dua bagian untuk sampel total moisture serta sampel general analisis masing- masing  $\pm 6,25$  kg.
6. Dipindahkan sampel batubara dari quatering ke nampan kemudian di beri label untuk di giling kasar menggunakan jaw crusher (ukuran  $< 13$  mm)
7. Keluaran dari jaw crusher di quatering  $\pm 2$  kg.
8. Disiapkan nampan kosong ukuran besar kemudian letakkan di ruang timbang.
9. Ditimbang nampan kosong ukuran besar di ruang timbang menggunakan top balance, kemudian catat hasilnya (W1).
10. Ditimbang sampel yang telah di jaw crusher sebanyak 2 kg/ 2000 gram menggunakan top balance, kemudian dicatat hasilnya (W2).
11. Kemudian sampel diratakan pada permukaan nampan dan diberi label.
12. Sampel dikeringkan pada oven *Coal Drying Low Temperature* (CDLT) dengan suhu 35-41 derajat Celcius hingga konstan atau selama 6 jam.
13. Setelah konstan/ setelah 6 jam kemudian sampel+nampan ditimbang dengan menggunakan top balance kemudian catat hasilnya (W3).
14. Untuk mengetahui nilai free moisture pada sampel maka dihitung dengan rumus:  
Perhitungan air bebas/ free moisture batubara  
$$\%FM = (W2 - W3 / W2 - W1) \times 100\%$$
Keterangan =  
% FM = Kadar Free Moisture (FM)/ air bebas  
W1 = Berat nampan kosong (gram)  
W2 = Berat nampan kosong + sampel sebelum pengeringan (gram) W3 = Berat Nampan kosong + sampel setelah pengeringan (gram).
15. Sampel batubara keluaran dari Coal Drying Low Temperature (CDLT) yang telah ditimbang, diambil untuk kemudian digiling menggunakan hammer mill dengan ukuran keluaran sampel  $< 2,8$  mm.
16. Keluaran dari hammer mill di quatering secara manual kemudian diambil 20 gram, dimasukkan kedalam botol sampel RM dan diberi label.
17. Botol sampel dikirim keruang laboratorium sebagai sampel RM diletakkan di rak sampel sesuai shift kerja.
18. Disiapkan QF:LB-TRH:05.4.1.6.2 Formulir Lembar Kerja Pengujian Kandungan Air Total Batubara. Direkam data pada formulir tersebut yang dapat direkam sebelum pengujian dilaksanakan.
19. Dioperasikan alat sesuai dengan petunjuk manual alat Minimum Free Space Oven.
20. Dinaikkan suhu Minimum Free Space Oven sesuai dengan kalibrasi untuk mendapatkan suhu 105oC s.d 110 oC sampai konstan.
21. Pastikan semua cawan kosong beserta tutupnya yang akan digunakan dalam keadaan bersih, dimasukkan kedalam desikator.
22. Diambil cawan kosong dan tutupnya dari desikator, kemudian ditimbang. Rekam hasil penimbangan tersebut sebagai (W1).
23. Ditambahkan 10.0000 gram  $\pm 1$ gram sampel siap uji kedalam cawan dan tutup. Rekam hasil penimbangan kedua tersebut sebagai (W2).
24. Ditempatkan cawan berisi sampel tanpa tutup kedalam Minimum Free Space Oven.

25. Dipasang aliran gas nitrogen dan diatur aliran gas nitrogen dalam keadaan cawan terbuka dengan kecepatan 350 cm<sup>3</sup>/menit.
26. Diatur stopwatch selama 2 jam.
27. Dibuka pintu oven, dipindahkan nampan berisi cawan dan sampel, kemudian cawan yang berisi sampel ditutup
28. Ditempatkan cawan berisi sampel yang tertutup kedalam desikator sampai cawan berada pada suhu ruang.
29. Ditimbang cawan dan tutup beserta sampel. Direkam hasil penimbangan ketiga sebagai (W3).
30. Rekam nilai air bebas batubara yang terkait dengan sampel yang telah dilakukan pengujian air sisa kedalam QF:LB-TRH:05.4.1.6.2 Formulir Lembar Kerja Pengujian Kandungan Air Total Batubara.
31. Diolah data untuk kadar residual moisture dan total moisture. dengan perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan air sisa batubara

$$\%RM = (W2 - W3 / W2 - W1) \times 100\%$$

Keterangan =

% RM = Kadar Residual Moisture (RM)/ air sisa W1 = Berat nampan kosong (gram)

W2 = Berat nampan kosong + sampel sebelum pengeringan (gram) W3 = Berat nampan kosong + sampel setelah pengeringan (gram)

Perhitungan air total batubara

$$\%TM = [RM \times (100 - FM / FM)] + FM$$

Keterangan =

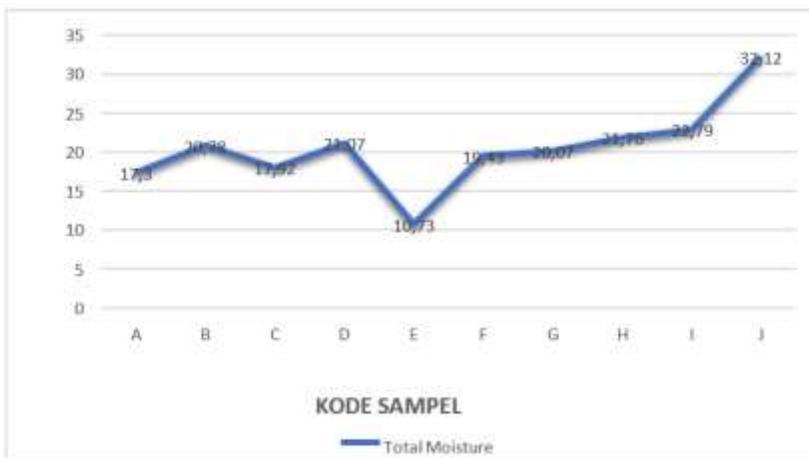
% TM = Kadar Total Moisture (TM)/ air total

% RM = Kadar Residual Moisture (RM)/ air sisa

% FM = Kadar Free Moisture (FM)/ air bebas

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Total Moisture



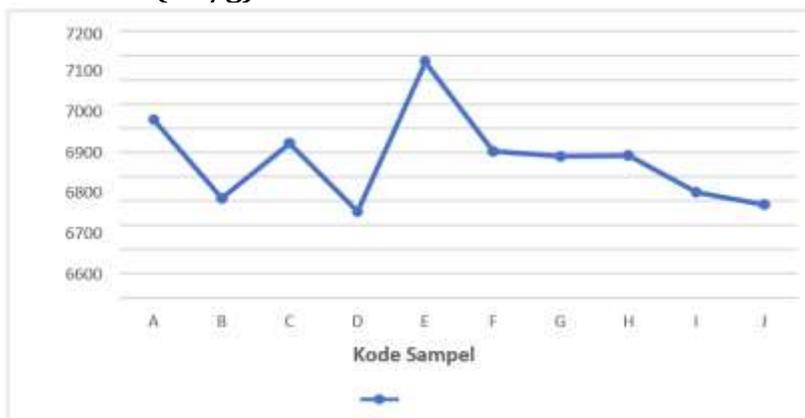
Gambar 4.1 Grafik hasil analisis *Total Moisture* (%)

Berdasarkan gambar data diatas hasil dari pengujian analisa *total moisture* pada sampel A yaitu sebesar 17,53%, sampel B sebesar 20,79%, sampel C sebesar 17,92%, sampel D sebesar 21,07%, sampel E 10,73%, sampel F sebesar 19,43%, sampel G sebesar 20,07%, sampel H sebesar 21,76%, sampel I sebesar 22,79%, dan sampel J sebesar 32,12%. Jika dilihat dari hasil tersebut setiap pengujian terdapat kenaikan dan penurunan pada hasil analisa. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu kondisi alam seperti hujan. Yang dapat menyebabkan meningkatnya kadar *moisture* dalam batubara.

Hasil nilai *total moisture* didapatkan berada pada rentang 10.43% - 32.12%, dengan rata-rata 20.42%. Kadar *total moisture* yang didapatkan cenderung tinggi jika dibandingkan dengan standar yang diterapkan ASTM D388, 2005 yaitu 11%. Namun, secara aktual hasil pengujian tidak selalu konstan berada pada standarnya. Faktor yang mempengaruhi *total moisture* antara lain, kegiatan eksplorasi penambangan, proses sampling, penyimpanan, pengilingan, dan pembakaran.

Kegiatan eksplorasi batubara tentunya tidak semua lokasi penambangan memiliki tingkat kadar *moisture* yang sama. Kegiatan penanganan dan penyimpan masuk ke dalam faktor lingkungan. Penanganan pendistribusian dari lokasi pusat penambangan ke lokasi penyimpanan untuk pengkapalan batubara dilakukan menggunakan kereta api. Setelah itu batubara disimpan di *stockpile* terbuka. Hal tersebut rentan menyebabkan terjadinya kenaikan *total moisture* akibat hujan. Faktor penggilingan ukuran batubara yang tidak sama juga mempengaruhi *total moisture*. Semakin kecil ukuran batubara maka kelembaban permukaan pada batubara akan semakin tinggi dan *total moisture* akan mengalami peningkatan. Faktor pembakaran atau pemanasan batubara saat pengujian juga mempengaruhi apabila tidak sesuai dengan prosedur kerjanya. Gangguan utama kandungan *moisture* dalam pembakaran ialah terbuangnya sebagian energi untuk menguapkan air tersebut, baik dalam tungku maupun yang terjadi selama penggerusan. Tetapi sebaliknya, adanya sejumlah tertentu air selama pembakaran sangat berguna dalam mengendalikan  $NO_x$  dan pembentukan asap. Selain itu faktor lainnya ialah terdapatnya pengotor berupa kadar abu dan mineral lainnya yang merupakan zat anorganik pada batubara. Sehingga apabila pengujian *total moisture* mengalami hasil yang tidak sesuai, maka perlu dilakukan pengecekan terkait hasil kadar abu pada batubara tersebut.

## 2. Gross Calorivic Value (cal/g)



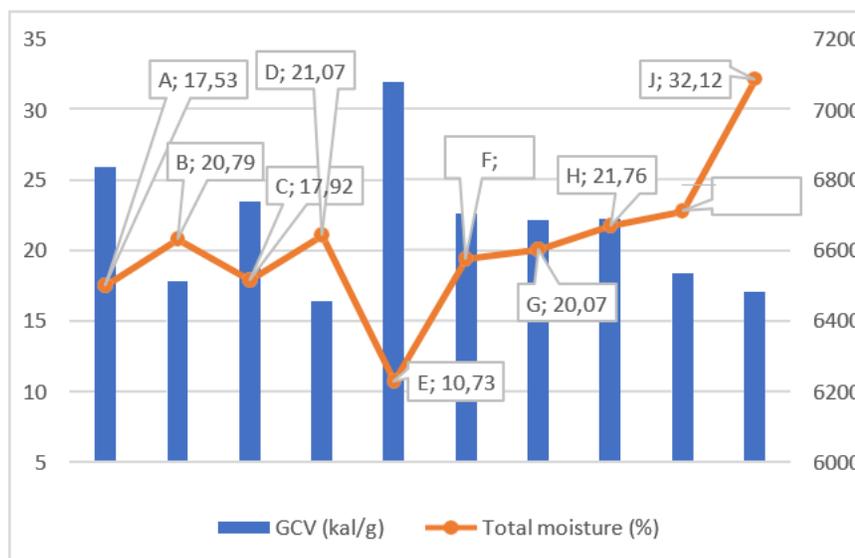
Gambar 4.2 Grafik hasil analisis Gross Calorivic Value (cal/g)

Berdasarkan gambar 4.2 hasil penentuan nilai *gross calorific value* (GCV) pada batubara jenis X didapatkan nilai *gross calorific value* (GCV) pada sampel A sebesar 6836 cal/g hasil pengujian terbilang baik, sampel B sebesar 6511 cal/g dilihat dari grafik diatas mengalami penurunan hal tersebut dapat terjadi karena proses penambangan dan faktor lain yang menyebabkan kandungan karbon dalam batubara berkurang. Kemudian sampel C sebesar 6738 cal/g mengalami kenaikan dari hasil pengujian yang sebelumnya. Sampel D sebesar 6456 cal/g mengalami penurunan kembali hal ini dapat disebabkan oleh hal yang sama yaitu proses penambangan dan pengangkutan. Sampel E sebesar 7075 cal/g pada hasil pengujian ini sampel mengalami kenaikan yang signifikan dan menghasilkan nilai kalori yang baik. Kemudian sampel F, G, H sebesar 6706 cal/g, 6685 cal/g, 6688 cal/g, hasil dari 3 pengujian tersebut terbilang stabil dan konstan. Kemudian untuk sampel I dan J sebesar 6535 cal/g dan 6484 cal/g mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh faktor diatas yaitu proses penambangan dan pengangkutan batubara yang dapat menurunkan nilai kalori. Hasil pengujian nilai kalori berada pada rentang 6456 – 7075 kal/g. Batubara dengan *range* kalori tersebut masuk ke dalam klasifikasi *bituminous*.

Penentuan nilai kalori pada pengujian ini menggunakan instrumen *calorimeter bomb merk* PARR 6400 dengan metode acuan ASTM D 5865M-19. Prinsip dasar kerja kalorimeter bomb yaitu sesuai dengan Asas Black, yang menyatakan bahwa jumlah kalor yang dilepas oleh suatu materi yang bersuhu lebih tinggi akan sama dengan jumlah kalor yang diterima oleh materi yang suhunya lebih rendah.

Sebelum dilakukan pengujian, kalorimeter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan standar asam benzoat. Asam benzoat dijadikan standar karena asam benzoat memiliki sifat tidak higroskopis, mudah terbakar dengan sempurna, dan tersedia dalam bentuk pellet untuk mempermudah pengujian. Nilai kalori yang dihasilkan dari pembakaran berasal dari material organik yang berada dalam batubara, seperti hidrogen, karbon, sulfur, dan nitrogen.

#### Hubungan Nilai Total Moisture dan Gross Calorific Value



Gambar 4.3 Grafik hubungan *total moisture* dan nilai *gross calorific value* (GCV) pada batubara jenis X

Berdasarkan Gambar 4.3 tersebut dapat dilihat grafik hubungan nilai *total moisture* dan nilai *gross calorific value* (GCV) memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Hal tersebut dapat dilihat dari gambar grafik diatas. Pada sampel A hasil %TM yaitu 17,53% dan nilai kalori 6836 (cal/g), pada sampel B hasil %TM yaitu 20,79% dan nilai kalori 6511 (cal/g) dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa hasil pengujian nilai kalori mengalami penurunan hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kondisi alam pada saat penyamplingan. Kemudian pada sampel C hasil % TM yaitu 17,92 % dengan nilai kalori 6738 cal/g mengalami kenaikan dari hasil pengujian yang sebelumnya. Pada sampel D %TM sebesar 21,07% dengan nilai kalori 6456 (cal/g) mengalami penurunan kembali. Hal tersebut dikarenakan sampel yang basah akibat hujan dan hal lainnya. Kemudian pada sampel E %TM yaitu 10,73% dengan nilai kalori 7075 cal/g. *total moisture* mengalami penurunan yang sangat jauh dan kenaikan pada nilai kalori. Hasil diatas cenderung baik karena masih masuk dalam range spesifikasi yang ditetapkan perusahaan. Selanjutnya pada sampel F hasil %TM yaitu 19,43 % dengan nilai kalori 6706 cal/g hasil tersebut mengalami penurunan pada nilai kalori karena terjadi kenaikan pada *total moisture*. Pada sampel G, H, I dengan hasil %TM yaitu 20,07%, 21,76%, 22,79% dengan nilai kalori 6685 cal/g, 6688 cal/g, 6535 cal/g dilihat dari grafik diatas hasilnya cenderung stabil tidak mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan. Kemudian pada sampel J hasil %TM yaitu 32,12 % dengan nilai kalori 6484 cal/g dari grafik diatas dapat dilihat bahwa %TM mengalami kenaikan yang cenderung tinggi dibandingkan dengan hasil-hasil pengujian yang sebelumnya. Dan hal tersebut menyebabkan penurunan nilai kalori karena berkurangnya kandungan karbon dalam batubara.

Menurut Tarasov *et al.*, (2021) antara kadar air dengan kalori memiliki korelasi yang rendah. Sehingga bila kadar air batubara rendah, maka nilai kalori batubara tersebut tinggi, dan sebaliknya jika batubara memiliki kadar air yang tinggi maka nilai kalorinya rendah. Selain itu, *moisture* yang tinggi akan menurunkan suhu nyala dari batubara, sehingga batubara dengan *moisture* yang tinggi akan sulit untuk dinyalakan karena diperlukan jumlah kalor yang lebih besar untuk penguapan air. (Fadhili dan Ansosry 2019). Selain *total moisture*, nilai *gross calorific value* (GCV) pada batubara juga dipengaruhi oleh kadar abu dan total sulfur. Kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalori pada batubara dan berlaku sebaliknya. Hal tersebut disebabkan pada pembakaran batubara yang membutuhkan kalori untuk membakar pengotor tersebut. Total sulfur dalam batubara juga mempengaruhi karena setelah pembakaran batubara, sulfur tersebut berubah menjadi abu. Sulfur di dalam batubara juga dikatakan pengotor. (Aulia *et al.*, 2021). Sehingga kalori pada batubara akan lebih dulu membakar pengotor berupa mineral tersebut dan akan mempengaruhi efisiensi nilai kalori.

Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan terhadap kualitas batubara. Penanganan tersebut dapat ditangani mulai dari di lapangan maupun saat pengujian. Penanganan di *stockpile* perlu menerapkan sistem *first in first out* (FIFO) agar tidak terjadi penumpukan batubara. Penumpukan tersebut dapat menyebabkan terpaparnya batubara oleh perubahan cuaca yang ekstrim yang dapat mengakibatkan perubahan suhu dan *total moisture* pada batubara. Penanganan saat preparasi juga perlu memperhatikan luas permukaan sampel yang dipreparasi. Semakin luas permukaan batubara, maka *moisture* yang terkandung akan semakin besar. Pengujian parameter kualitas batubara juga perlu

dilakukan sesuai dengan prosedurnya agar tidak terjadi kesalahan yang dapat mempengaruhi hasil pengujian.

#### KESIMPULAN

1. Hasil *total moisture* yang diuji didapatkan berada pada rentang 10.43% - 32.12%, dengan rata - rata 20.42%. Nilai *gross calorific value* (GCV) didapatkan berada pada rentang 6456 – 7075 kal/g nilai kalori pada rentang tersebut masuk ke dalam klasifikasi *bituminous*. Hasil *total moisture* tersebut disimpulkan Hasil *total moisture* tersebut disimpulkan berada di atas standar yang diterapkan perusahaan yaitu sebesar 11%.
2. Hubungan antara *Total Moisture* dan *Gross Calorific Value* berbanding terbalik. Karena semakin tinggi *Moisture* pada suatu batubara maka nilai kalori yang dihasilkan akan rendah. Pengaruh tingginya *total moisture* dan rendahnya nilai kalori adalah pada proses penambangan, pengangkutan, proses sampling, dan preparasi. Oleh karena itu, hal ini akan berpengaruh terhadap penjualan batubara yaitu apabila nilai kalori yang dihasilkan rendah maka nilai jual pun akan turun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aulia A, Farid F, Zahar W. 2021. Korelasi Parameter Analisis Proksimat dan Analisis Ultimat terhadap Nilai Kalori Batubara. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan* . Vol. 2, No.1: 21-30.
- [2] Djunaedi,E.,K,. dan Putra, C.,2006.Inventarisasi Potensi Bahan Galian pada Wilayah PETI, di Daerah Kampiang, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah, Pusat Sumber daya Geologi, Bandung
- [3] Fadhili MA, Ansosry. 2019. Analisis Pengaruh Perubahan Nilai *Total Moisture*, *Ash Content*, dan *Total Sulphur* Terhadap Nilai Kalori Batubara BB-50 diTambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4, No. 3.
- [4] Malaidji E, Anshariah E, Budiman AA. 2018. Analisis Proksimat, Sulfur, dan Nilai Kalor dalam Penentuan Kualitas Batubara di Desa Pattappa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, Vol. 6, No. 3: 131.doi:10.33536/jg.v6i3.244.
- [5] Mao Y, Xia W, Xie G, Peng Y. 2020. Rapid Detection of the Total Moisture Content of Coal Fine by Low-Field Nuclear Magnetic Resonance. *Measurement* 155.
- [6] Muchjidin, 2006, “Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara”, Bandung: Institut Teknik Bandung.
- [7] Sukandarrumidi, 2004. *Batubara dan Gambut*. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- [8] Sukandarrumidi, S. 2006. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta.