

## **Pengaruh *Inherent Moisture* Terhadap Nilai Kandungan Kalori Pada Batubara Kaltim (Studi Kasus Data Im Dan Data Kalori Tahun 2019 Di PT. Geoservices Samarinda)**

<sup>1</sup>Nurmayanti\*, <sup>2</sup>Djayus, <sup>2</sup>Suprianto, <sup>3</sup>Adrianus Inu Natalisanto

<sup>1</sup>*Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

<sup>2</sup>*Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

<sup>3</sup>*Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

\*corresponding author: [yantnurma111@gmail.com](mailto:yantinurma111@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Nilai kalori batubara dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kandungan air bawaan (*inherent moisture*) atau IM, abu (*ash*), karbon tetap (*fixed carbon*), total sulfur dan zat terbang (*volatile matter*). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa jumlah sampel batubara yang masuk ke dalam kelas kalori rendah, kelas kalori sedang, kelas kalori tinggi dan kelas kalori sangat tinggi, pengaruh *inherent moisture* terhadap nilai kalori batubara dan gambaran umum IM dan kalori batubara. Penelitian ini dilakukan di PT.Geoservices Samarinda, penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data kalori dan IM tahun 2019. Dilakukan perhitungan sebaran frekuensi nilai kalori dan IM. Kemudian kedua jenis data tersebut di plot untuk melihat pengaruh IM terhadap kalori. Hasil penelitian menunjukkan jumlah sampel kelas kalori rendah sebanyak 496 (11.4%) didominasi oleh IM kategori sedang, kelas kalori sedang 3146 (72.3%) didominasi IM kategori sedang, kelas kalori tinggi 649 (14.92%) didominasi IM kategori rendah, dan kelas kalori sangat tinggi 60 (1.38%) didominasi IM kategori rendah. Nilai korelasi IM terhadap kalori pada kelas kalori rendah -0.46, kelas kalori sedang -0.60, kelas kalori tinggi -0.90 dan kelas kalori sangat tinggi -0.79 hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai IM nilai kalori akan semakin rendah. Sebanyak 72.3% batubara masuk dalam kelas kalori sedang dengan nilai IM antara 14.22-16.13 %adb (*air dried base*).

**Kata Kunci:** Kalori batubara, *Inherent Moisture*

### **ABSTRACT**

The calorific value of coal is influenced by several factors such as the inherent moisture or IM content, ash, fixed carbon, total sulfur and volatile matter. The purpose of this study was to determine how many samples of coal were included in the low calorie class, medium calorie class, high calorie class and very high calorie class, the effect of inherent moisture on the calorific value of coal and an overview of IM and coal calorific value. This research was conducted at PT.Geoservices Samarinda, this study used secondary data, namely calorie and IM data in 2019. The calculation of the frequency distribution of calorie and IM values was carried out. Then the two types of data are plotted to see the effect of IM on calories. The results showed that the number of samples in the low calorie class was 496 (11.4%)

dominated by medium category IM, 3146 medium calorie class (72.3%) dominated by medium category IM, high calorie class 649 (14.92%) dominated by low category IM, and very high calorie class. high 60 (1.38%) dominated by low category IM. The correlation value of IM on calories in the low calorie class is -0.46, the medium calorie class is -0.60, the high calorie class is -0.90 and the very high calorie class is -0.79. This indicates that the higher the IM value, the lower the caloric value. A total of 72.3% of coal is in the medium calorie class with an IM value between 14.22-16.13 %adb (air dried base).

**Keywords:** Calories of coal, Inherent Moisture

## 1. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang banyak digunakan karena harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan minyak dan gas bumi.

Di Indonesia sendiri cadangan batubaranya diperkirakan sekitar 36.3 milyar ton, dimana 60-70% diantaranya tergolong sebagai batubara peringkat rendah karena memiliki nilai kalori yang rendah dan kadar air bawaan (*inherent moisture*) yang relatif lebih besar yaitu 15-35% [1].

Di Indonesia sendiri pulau Kalimantan merupakan pulau yang memiliki cadangan batubara terbesar, khususnya Kalimantan Timur dimana cadangan batubaranya mencapai 13.762,39 juta ton dan merupakan batubara kualitas terbaik Batubara dikatakan memiliki kualitas yang baik jika memiliki nilai kalori di atas 5.000 kcal/kg.

Dalam [2] menyebutkan bahwa pada tahun 2005 batubara di Kaltim sekitar 941,62 juta ton masuk dalam kelas batubara berkalori sedang, 1.064,82 juta ton berkalori tinggi, 65,24 juta ton berkalori sangat tinggi dan tidak ada yang berkalori rendah

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui klasifikasi batubara berdasarkan nilai kalorinya, untuk mengetahui pengaruh kandungan *inherent moisture* terhadap nilai kalori dan untuk mengetahui gambaran umum kalori dan *inherent moisture* batubara.

## 2. TEORI

Batubara adalah batuan sedimen organik yang terdiri dari unsur utama (karbon, hidrogen, dan oksigen) dan unsur tambahan (belerang serta nitrogen). Batubara merupakan sisa tumbuhan yang tertimbun lama di dalam tanah yang nantinya mengalami perubahan bentuk hingga menjadi batubara [3].

proses pembentukan lapisan sumber batubara (gambut) meliputi:

### a. Teori Insitu

Teori ini mengatakan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara, terbentuk di mana tumbuhan pembentuk batubara tersebut hidup. Artinya tumbuhan yang mati, belum mengalami proses transportasi segera tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses *coalification* [4].

### b. Teori Drift

Teori ini mengatakan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara berasal dari tempat yang berbeda dengan tumbuhan tersebut hidup. Artinya tumbuhan yang telah mati di angkut oleh media air dan berakumulasi di suatu tempat, kemudian mengalami proses *coalification* [5].

Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan Tersier yang terbesar di Indonesia, luasnya 165.000 km<sup>2</sup> dan kedalamannya kurang lebih mencapai 14.000 m.

Cekungan Kutai bagian utara di batasi oleh suatu daerah tinggian batuan dasar yang terjadi pada Oligosen yaitu Tinggian Mangkalihat dan Sesar Sangkulirang yang memisahkannya dengan Cekungan Tarakan. Di bagian timur daerah cekungan ini, terdapat Delta Mahakam yang terbuka ke Selat Makasar. Di bagian barat, cekungan dibatasi oleh daerah Tinggian Kuching (Central Kalimantan Ranges) yang berumur Kapur. Di bagian tenggara cekungan ini, terdapat Paparan Paternoster yang dipisahkan oleh gugusan Pegunungan Meratus. Di bagian selatan cekungan ini, dijumpai Cekungan Barito yang dipisahkan oleh Sesar Adang [6].

Batubara pada penelitian ini berada pada Formasi Kampung Baru, Formasi Balikpapan, Formasi Pulaubalang dan Formasi Pamaluan.

Pada umumnya batubara banyak ditemukan di lingkungan pengendapan rawa paralis, terutama lingkungan pengendapan delta. Lingkungan pengendapan batubara di daerah delta dapat dibagi menjadi empat bagian yaitu:

1. Lingkungan back barrier, memiliki ciri-ciri endapan batubara dengan lapisan yang tipis, penyebaran lateral tidak menerus, dan memiliki kandungan sulfur yang tinggi.
2. Lingkungan lower delta plain, memiliki ciri-ciri endapan batubara dengan lapisan yang tipis, penyebaran luas, dan distribusi kandungan sulfur yang bervariasi.
3. Lingkungan transisi antara lower dan upper delta plain, memiliki ciri-ciri endapan batubara dengan lapisan tebal, penyebaran lateral luas, serta rendah sulfur.
4. Lingkungan upper delta plain-fluvial, memiliki ciri-ciri endapan batubara dengan lapisan cukup tebal, setempat, dan umumnya penyebaran lateral tidak merata dengan kandungan sulfur yang rendah [7].

Parameter kualitas batubara merupakan faktor penting dalam

pengklasifikasian batubara. Parameter-parameter tersebut antara lain:

### 1. Kandungan Air

Kandungan air dibedakan atas :

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

Merupakan banyaknya air yang terkandung dalam batubara sesuai kondisi lapangan, baik yang terikat secara kimia maupun akibat pengaruh kondisi luar. Nilai total moisture diperoleh dari hasil perhitungan nilai free moisture dengan nilai inherent moisture dengan rumus:

$$TM\% = FM\% + IM\% \times (1 - FM\%/100) \quad (2.1)$$

Keterangan:

TM : *Total Moisture*

FM : *Free Moisture*

IM : *Inherent Moisture*

#### b. Kandungan Air Bebas (*Free Moisture*)

Merupakan air yang diserap pada permukaan batubara akibat pengaruh dari luar.

#### c. Kandungan Air Bawaan (*Inherent Moisture*)

Merupakan kandungan air bawaan yang terintegrasi dalam massa batubara pada saat pembentukan batubara.

$$IM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

IM : *Inherent Moisture*

m1 : berat botol timbang

m2 : berat botol timbang + sampel

m3: berat botol timbang + sampel (setelah dari oven) [8].

### 2. Kandungan Abu (*Ash Content*)

Kandungan abu merupakan sisa-sisa zat anorganik yang terkandung dalam batubara yang berasal dari pengotor bawaan saat batubara terbentuk maupun saat penambangan. Batubara tidak memiliki kandungan *ash*, tetapi mengandung zat organik hasil pembakaran

batubara. Kadar abu dalam batubara dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Ash} = \frac{m_3 - m_4}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

Ash : *Ash Content* (Kadar Abu)

m1 : berat cawan

m2 : berat cawan + sampel

m3 : berat cawan + sampel (setelah dari oven)

m4 : berat cawan bersih (setelah dari oven) [9].

### 3. Kandungan Karbon Bebas (*Fixed Carbon*)

Merupakan karbon yang tertinggal setelah pendeterminasian zat terbang. Dengan adanya pengeluaran zat terbang dan kandungan air, maka karbon tertambat secara otomatis akan naik, sehingga makin tinggi kandungan karbonnya, maka kualitas batubara akan makin baik.

$$\%FC = 100\% - (IM + AC + VM) \quad (2.4)$$

Keterangan:

FC : *Fixed carbon*, %

IM : *Inherent Moisture*, %

AC : *Ash Content*, %

VM : *Volatile Matter*, %

[10].

### 4. Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Kandungan zat terbang berkaitan dengan proses pembatubaraan. Akibat adanya *overburden pressure*, kandungan air dalam batubara akan semakin berkurang. Mengecilnya kandungan air akan meningkatkan nilai kalori. Pada saat yang bersamaan batubara akan mengalami proses *devolatisation*, semua sisa oksigen, hidrogen, sulfur, nitrogen berkurang sehingga kandungan zat terbang mengecil [11].

$$VM = \left( \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \right) - IM \quad (2.5)$$

Keterangan:

VM : *Volatile Matter* (Zat terbang)

m1 : berat cawan bertutup kosong

m2 : berat cawan bertutup + sampel

m3 : berat cawan bertutup + sampel (setelah dari oven)

IM : *Inherent Moisture* (air bawaan)

### 5. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Nilai kalori merupakan jumlah panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan-bahan batubara yang mudah terbakar seperti karbon, hidrogen dan sulfur dengan koreksi panas penguraian dan panas karena reaksi eksotermis dan endotermis dari pembakaran unsur-unsur pengotor batubara. Dalam pemilihan batubara, nilai kalori menjadi syarat utama pemilihan batubara sebagai bahan bakar [12].

Nilai kalori dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Gross Heat} = \frac{EE \times \text{Temp. Rise} - (\text{Fuse} + \text{Acid})}{\text{Berat Sampel}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

*Gross Heat* = Jumlah panas hasil dari pembakaran sempurna

*EE value* = Nilai standarisasi benzoacid

*Temp. Rise* = Kenaikan suhu dalam firing sample

*Fuse* = Nilai koreksi

### 6. Total Sulfur

Merupakan kandungan sulfur yang terdapat dalam batubara, baik yang terikat sebagai senyawa organik maupun senyawa anorganik. Total sulfur dapat ditentukan dengan metode suhu tinggi sesuai dengan standar ASTM (*American Society For Testing And Material*)

Ada tiga macam bentuk sulfur yaitu :

a. *Pyritic Sulfur* (FeS<sub>2</sub>) biasanya berjumlah 20%–80% dari total sulfur dan berasosiasi dengan abu batubara.

b. *Organic Sulfur* biasanya berjumlah relatif dan bervariasi antara 20%-

80% dari total sulfur. Sulfur Organik terikat secara kimia dengan substansi atau zat-zat lain.

- c. *Sulphate* sebagian besar terdiri dari kalsium sulfat dan besi sulfat [8].

### 7. *Hardgrove Grindability Index (HGI)*

HGI merupakan suatu bilangan yang menunjukkan mudah atau sukarnya batubara digiling atau digerus menjadi bahan bakar serbuk. Semakin kecil nilai HGI, maka Semakin keras batubaranya. Harga HGI diperoleh menggunakan rumus:

$$HGI=13,6+6,93W \quad (2.9)$$

Dimana W adalah berat dalam gram dari batubara halus berukuran 200 mesh. Sebagai catatan, harga HGI batubara Indonesia berkisar antara 35-6. Dalam penelitian Amperiadi (2005) terhadap batubara dari daerah Sebulu, Kalimantan Timur didapatkan nilai HGI antara 41-45 [11].

### 3. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. Geoservices Samarinda, beralamat di jalan Kadri Oening, Kelurahan Air Hitam, Kecamatan Samarinda Ulu dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Geofisika Universitas Mulawarman

Prosedur pengolahan data pada penelitian ini yaitu dilakukan pengumpulan data *inherent moisture* dan data kalori dimana data yang digunakan merupakan data sekunder. Data tersebut di *input* ke dalam *microsof excel*, kemudian dilakukan perhitungan sebaran frekuensi nilai kalori untuk menentukan klasifikasi batubara berdasarkan nilai kalorinya. Selanjutnya dilakukan perhitungan persebaran *inherent moisture* pada setiap kelas batubara yang telah di klasifikasikan

berdasarkan nilai kalorinya. Kemudian di plot data *inherent moisture* dan kalori untuk membuat grafik regresi.

Untuk mengetahui kuat atau lemahnya pengaruh *inherent moisture* terhadap nilai kalori dapat dilihat dari nilai korelasi.

**Tabel 3.1** Korelasi

Besar Koefisien Korelasi	Interpretasi Koefisien Korelasi
0.00	Tidak ada korelasi
0.01 – 0.20	Korelasi sangat lemah
0.21 – 0.40	Korelasi lemah
0.41 – 0.70	Korelasi sedang
0.71 – 0.99	Korelasi tinggi
1.00	Korelasi sempurna

Sumber : [3]

Untuk menentukan kelas kualitas batubara digunakan acuan:

- a. US System (ASTM (ASA))
- b. International System (UN-ECE)
- c. Amandemen I-SNI
- d. Keppres No.13 Tahun 2000 diperbaharui dengan PP No. 45 Tahun 2003 Tarif atas jenis penerimaan Negara pajak yang berlaku pada Departemen Pertambangan dan Energi bidang Pertambangan Umum.

Maka kualitas batubara diklasifikasikan berdasarkan tabel berikut:

**Tabel 3.2** Kualitas Batubara Indonesi

Kelas	Kriteria (kal/gr, ADB)
1. Kalori rendah	<5.100
2. Kalori sedang	5.100-6.100
3. Kalori tinggi	>6.100-7.100
4. Kalori sangat tinggi	>7.100

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan data *inherent moisture* dan data kalori batubara yang dianalisis (penentuan banyaknya kandungan IM dan kalori pada batubara) menggunakan standar ASTM dalam basis data *air dried base* (ADB) yaitu kering udara, dimana sampelnya sudah tidak mengandung air permukaan atau *free moisture* dengan kode sampel SP. Penelitian ini menggunakan data periode tahun 2019 dengan jumlah 4351 data.

**Tabel 4.1** Klasifikasi Kelas Kalori Batubara PT. Geoservices Samarinda Tahun 2019

Interval (kal/gr adb)	Frekuensi (gr)	Kelas
<5100	495	Kalori Rendah
5100-6100	3147	Kalori Sedang
>6100-7100	649	Kalori Tinggi
>7100	60	Kalori Sangat Tinggi

Berdasarkan tabel di atas pada tahun 2019 batubara Kaltim sekitar 496 sampel masuk dalam kelas kalori rendah, 3147 sampel batubara tergolong ke dalam kelas berkalori sedang, 649 sampel batubara tergolong ke dalam kelas berkalori tinggi dan 60 sampel batubara yang tergolong ke dalam kelas dengan nilai kalori sangat tinggi.

Berdasarkan pada **Tabel 4.1** dilakukan perhitungan sebaran frekuensi *inherent moisture*. Sebaran frekuensi *inherent moisture* batubara pada kelas kalori rendah dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

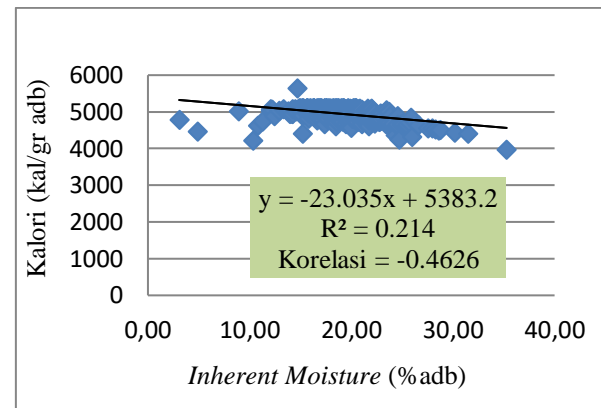
**Tabel 4.2** Sebaran Frekuensi *Inherent Moisture* (Batubara Kelas Kalori Rendah)

Kelas	Interval (%adb)		Frekuensi (gr)
1	3.08	6.32	2

2	6.33	9.56	1
3	9.57	112.81	7
4	12.82	16.05	37
5	16.06	19.30	191
6	19.31	22.54	210
7	22.55	25.79	36
8	25.80	29.04	8
9	29.05	32.28	2
10	32.29	35.53	1

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pada kelas ini *inherent moisture* dominan berada pada interval 19.31-22.54 %adb.

Hasil analisis korelasi antara *inherent moisture* dan kalori batubara pada kelas kalori rendah dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



**Gambar 4.1** Grafik Pengaruh *Inherent Moisture* Terhadap Nilai Kalori Pada Batubara Kelas Kalori Rendah

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa *inherent moisture* memiliki pengaruh terhadap nilai kalori batubara dengan persamaan regresi yaitu  $y = -23.638x + 5396.1$  artinya apabila nilai *inherent moisture* bertambah satu (%adb), maka nilai kalori akan berkurang sebesar 23.638 (kal/gr adb). Nilai *inherent moisture* berbanding terbalik dengan nilai kalori, karena nilai koefisien IM bernilai negatif Nilai  $R^2$  menunjukkan besarnya pengaruh IM terhadap kalori sebesar 21.7%, sedangkan sisanya yaitu 78.3% dipengaruhi oleh variabel lain dengan nilai korelasi 0.46 yang merupakan kategori

sedang, artinya pada kelas ini IM memiliki pengaruh yang sedang terhadap kalori batubara.

Berdasarkan [13] menuliskan bahwa nilai kalori dominan batubara pada formasi Kampung Baru antara 4500 kal/gr adb – 4700 kal/gr adb, berdasarkan nilai kalori ini batubara kelas kalori rendah masuk dalam formasi Kampung Baru.

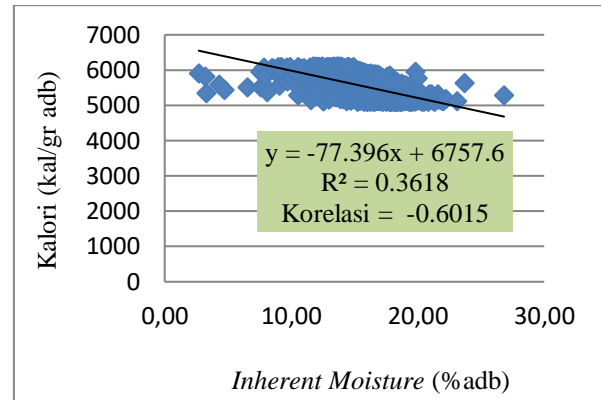
Sebaran frekuensi *inherent moisture* batubara kelas kalori sedang dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

**Tabel 4.3** Sebaran Frekuensi *Inherent Moisture* (Batubara Kelas Kalori Sedang)

kelas	Interval (%adb)		Frekuensi (gr)
1	2.69	4.60	4
2	4.61	6.52	2
3	6.53	8.45	6
4	8.46	10.37	16
5	10.38	12.29	95
6	12.30	14.21	664
7	14.22	16.13	1213
8	16.14	18.06	818
9	18.07	19.98	281
10	19.99	21.90	41
11	21.91	23.82	6
12	23.83	25.74	0
13	25.75	27.67	1

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada kelas ini *inherent moisture* dominan Berada pada interval 14.22-16.13 %adb.

Hasil korelasi antara *inherent moisture* dan kalori batubara pada kelas kalori sedang dapat dilihat pada **Gambar 4.2**



**Gambar 4.2** Grafik Pengaruh *Inherent Moisture* Terhadap Nilai Kalori Pada Batubara Kelas Kalori Sedang

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa *inherent moisture* memiliki pengaruh terhadap nilai kalori batubara dengan persamaan regresi yaitu  $y = -77.396x + 6757.6$  artinya apabila nilai *inherent moisture* bertambah satu (%adb), maka nilai kalori akan berkurang sebesar 77.396 (kal/gr adb). Nilai *inherent moisture* berbanding terbalik dengan nilai kalori, karena nilai koefisien IM bernilai negatif Nilai  $R^2$  menunjukkan besarnya pengaruh IM terhadap kalori sebesar 36.18%, sedangkan sisanya yaitu 63.82% dipengaruhi oleh variabel lain dengan nilai korelasi 0.60 yang merupakan kategori sedang, artinya pada kelas ini IM memiliki pengaruh yang sedang terhadap kalori batubara.

[14] menuliskan bahwa batubara pada formasi Balikpapan memiliki nilai kalori antara 5747 kal/gr adb – 5988 kal/gr adb, maka berdasarkan acuan tersebut batubara pada kelas kalori sedang ini merupakan batubara pada formasi Balikpapan.

Berdasarkan **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3** nilai *inherent moisture* batubara kelas kalori rendah dan sedang lebih tinggi karena pengendapan batubaranya terjadi di upper delta plain. Batubara pada daerah ini memiliki banyak pengotor karena selama proses pengendapannya mendapatkan material pengotor dari darat yang dibawa oleh air hujan atau angin dan daerah ini selalu digenangi oleh air. Hal ini menyebabkan lapisan batubara pada

daerah ini mengandung banyak pengotor. Sehingga batubara pada kelas kalori rendah dan sedang memiliki *inherent moisture* lebih besar dan nilai kalori yang lebih rendah.

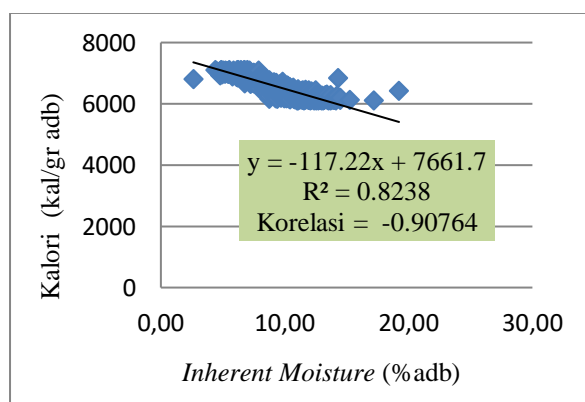
Sebaran frekuensi *inherent moisture* batubara kelas kalori tinggi dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4** Sebaran Frekuensi *Inherent Moisture*  
 (Batubara Kelas Kalori Tinggi)

Kelas	Interval (%adb)		Frekuensi (gr)
1	2.62	4.23	1
2	4.24	5.84	26
3	5.85	7.46	157
4	7.47	9.07	122
5	9.08	10.69	143
6	10.70	12.31	115
7	12.32	13.92	73
8	13.93	15.54	10
9	15.55	17.15	0
10	17.16	18.77	1
11	18.78	20.39	1

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada kelas ini *inherent moisture* dominan berada pada interval 5.85-7.46 %adb.

Hasil analisis korelasi antara *inherent moisture* dan kalori batubara pada kelas kalori tinggi dapat dilihat pada **Gambar 4.3**



**Gambar 4.3** Grafik Pengaruh *Inherent Moisture* Terhadap Nilai Kalori Pada Batubara Kelas Kalori Tinggi

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa *inherent moisture* memiliki pengaruh terhadap nilai kalori batubara dengan persamaan regresi yaitu

$y = -117.22x + 7661.7$  artinya apabila nilai *inherent moisture* bertambah satu (%adb), maka nilai kalori akan berkurang sebesar 117.22 (kal/gr adb). Nilai *inherent moisture* berbanding terbalik dengan nilai kalori, karena nilai koefisien IM bernilai negatif Nilai  $R^2$  menunjukkan besarnya pengaruh IM terhadap kalori sebesar 82.38%, sedangkan sisanya yaitu 17.62% dipengaruhi oleh variabel lain dengan nilai korelasi 0.91 yang merupakan kategori korelasi tinggi, artinya pada kelas ini IM memiliki pengaruh yang tinggi terhadap kalori batubara.

[14] menuliskan bahwa batubara pada formasi Pulau Balang memiliki nilai kalori antara 6654 kal/gr adb – 6756 kal/gr adb, maka batubara pada kelas kalori tinggi merupakan batubara pada formasi Pulau Balang.

Sebaran frekuensi *inherent moisture* batubara kelas kalori sangat tinggi dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

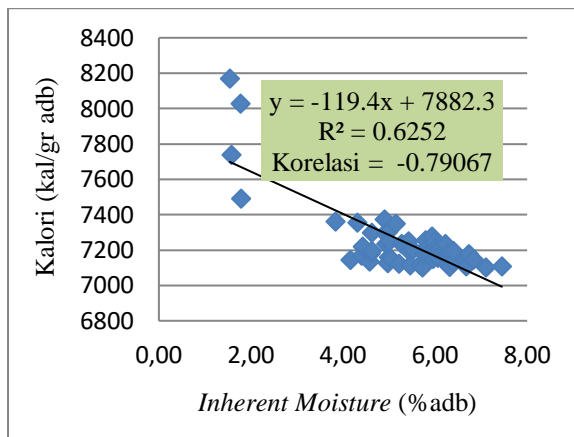
**Tabel 4.5** Sebaran Frekuensi *Inherent Moisture*  
 (Batubara Kelas Kalori Sangat Tinggi)

kelas	Interval (%adb)		Frekuensi (gr)
1	1.54	2.40	4
2	2.41	3.26	0
3	3.27	4.13	1
4	4.14	4.99	13
5	5.00	5.86	17
6	5.87	6.73	20
7	6.74	7.59	5

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada kelas ini *inherent moisture* dominan berada pada interval 5.87-6.73 %adb.

Hasil analisis korelasi antara *inherent moisture* dan kalori batubara pada kelas kalori sangat tinggi dapat dilihat pada **Gambar 4.4**





**Gambar 4.4** Grafik Pengaruh *Inherent Moisture* Terhadap Nilai Kalori Pada Batubara Kelas Kalori Sangat Tinggi

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa setiap kenaikan satu (%adb) *inherent moisture* maka kalori akan berkurang sebesar 119.4 (kal/gr adb). Nilai *inherent moisture* berbanding terbalik dengan nilai kalori, karena nilai koefisien IM bernilai negatif Nilai  $R^2$  menunjukkan besarnya pengaruh IM terhadap kalori sebesar 62.52%, sedangkan sisanya yaitu 37.48% dipengaruhi oleh variabel lain dengan nilai korelasi 0.70 yang merupakan kategori korelasi sedang, artinya pada kelas ini IM memiliki pengaruh yang tinggi terhadap kalori batubara.

Seperti yang diketahui bahwa urutan formasi pembawa batubara di Kaltim dari usia yang paling muda sampai tua yaitu Formasi Kampung Baru, Formasi Balikpapan, Formasi Pulau Balang dan Formasi Pamaluan. Berdasarkan formasi pembawa batubara pada kelas sebelumnya dapat dilihat bahwa, nilai kalori batubara semakin tinggi pada formasi yang semakin tua. Berdasarkan hal tersebut maka kemungkinannya batubara kelas kalori sangat tinggi merupakan batubara pada Formasi Pamaluan.

Berdasarkan **Tabel 4.4** dan **Tabel 4.5** nilai *inherent moisture* batubara kelas kalori tinggi dan sangat tinggi lebih rendah karena pengendapan batubaranya terjadi di *lower delta plain*. Sedimentasi di daerah ini mendapatkan suplai nutrisi dari air laut

yang masuk ke dalam rawa saat terjadi pasang. Kandungan pengotor pada daerah ini hanya sedikit karena daerah ini tidak di genangi air dan hanya mendapatkan sedikit pengotor dari darat. Oleh sebab itu batubara pada kelas kalori tinggi dan sangat tinggi memiliki *inherent moisture* lebih rendah dan nilai kalori lebih tinggi.

Dari **Tabel 4.1** dapat dilihat bahwa batubara Kaltim dominan masuk dalam kelas kalori sedang, atau batubara formasi Balikpapan. Lapisan batubara banyak ditemukan di formasi ini karena sejarah pengendapannya. Ketika proses pengendapan material organik pembentuk batubara di daerah delta berlangsung, terjadi subsiden dalam waktu yang relatif cepat. Kemudian terjadi perulangan selama proses terakumulasinya material organik membentuk batubara, sehingga banyak lapisan yang terbentuk. Selain itu, karena lingkungan pengendapan yang terjadi di *upper delta plain* membuat lapisan batubara pada formasi ini tebal karena lingkungan pengendapan selalu tergenang air.

Batubara kelas kalori sangat tinggi jumlahnya paling sedikit karena pengendapannya yang terjadi di *lower delta plain*. Pengaruh pasang surut air laut, menyebabkan sedimentasinya menyebar secara merata namun lapisannya tipis-tipis. Selain itu karena usia batubara pada formasi ini lebih tua dari pada batubara pada kelas lainnya. Karena usianya lebih tua maka batubaranya semakin keras dan kompak sehingga lapisannya semakin tipis.

## 5. KESIMPULAN

Hasil klasifikasi batubara berdasarkan nilai kalorinya diperoleh sebanyak 496 (11.4%) sampel masuk kedalam kelas kalori rendah, 3146 (72.3%) kelas kalori sedang, 649 (14.92%) kelas kalori tinggi dan 60 (1.38%) kelas kalori sangat tinggi.

*Inherent moisture* memiliki pengaruh negatif pada kalori batubara, semakin tinggi nilai *inherent moisture* nilai kalori semakin rendah.

Gambaran umum kalori dan IM batubara dari hasil penelitian di peroleh sebanyak 72.3% sampel masuk dalam kelas kalori sedang dengan nilai IM (*inherent moisture*) antara 14.22-16.13 %adb.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada PT. Geoservices Samarinda sebagai penyedia data kalori dan *inherent moisture* dan ucapan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman penulis yang banyak membantu dalam menyelesaikan studi dan penulisan jurnal ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Ifa, F. Firdaus, and D. Sarmanto, "Pengaruh Ukuran Partikel Pada Analisis Moisture Batubara Jenis Low Rank Coal," vol. 7, pp. 87–91, 2019.
- [2] M. P. Konflik, L. Ilmu, and P. Indonesia, "Pertambangan Batu Bara: Antara Mendulang Rupiah Dan," vol. 38, no. 1, pp. 69–92, 2012.
- [3] P. Studi *et al.*, "Analisis Korelasi Kadar Nitrogen Terhadap Nilai Hgi Dan Nilai Kalor Batubara ( Studi Kasus Pada Pt Bukit Asam Tbk )," pp. 160–166, 2018.
- [4] C. Samarinda, "HUBUNGAN KANDUNGAN TOTAL SULPHUR TERHADAP GROSS CALORIFIC VALUE PADA BATUBARA PT . CARSURIN SAMARINDA ( Relation of Total Sulphur Content to Gross Calorific Value on Coal at PT .)," vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [5] "No Title," 2017.
- [6] A. Winarno, D. H. Amijaya, and A. Harijoko, "( Preliminary Study Effect of Characteristic Low Rank Coal Kutai Basin Against Coal Gasification )," vol. 4, no. December, pp. 1–12, 2016.
- [7] M. Metode, G. Di, and J. Fisika, "INTERPRETASI POTENSI SEBARAN BATUBARA SKRIPSI Oleh : ELVIRA AZIZAH," 2017.
- [8] D. Tetap, P. Studi, and T. Kimia, "ANALISA TOTAL MOISTURE PADA BRIKET BATUBARA," vol. 4, pp. 36–43, 2019.
- [9] M. A. Fadhili, "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," vol. 4, no. 3, pp. 54–64.
- [10] W. E. Komariah, F. Teknik, P. Studi, and M. Teknik, "UNIVERSITAS INDONESIA PENINGKATAN KUALITAS BATUBARA INDONESIA MOISTURE DENGAN PEMANASAN," 2012.
- [11] Sukandarrumidi.. Batubara dan Pemanfaatannya : Pengantar Teknologi Batubara Menuju Lingkungan Bersih. UGM Press : Yogyakarta, (2018).
- [12] K. District, P. City, W. Sumatra, and F. Huseini, "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 Coal Quality Study Based on ," pp. 668–677.
- [13] S. B. Rahmat, "Batubara di daerah longiram dan sekitarnya kabupaten kutai barat provinsi kalimantan timur," *Pemaparan Has. Kegiat. Lapangan Dan Non Lapangan Tahun 2007 Pus. Sumber Daya Geol.*, pp. 1–17, 2007.
- [14] D. A. N. K. Kimia, M. Dwianto, P. Studi, T. Pertambangan, F. Teknik, and U. K. Kartanegara, "BATUBARA FORMASI PULUBALANG DAN BALIKPAPAN SEBAGAI DATA PENDUKUNG POTENSI

HIDROKARBON , CEKUNGAN  
KUTAI , KALIMANTAN TIMUR  
( Lithotype , Petrography , and  
Chemical Composition of Coals  
from Pulubalang and Balikpapan  
Formations as Supporting Data for  
Hydroc,” vol. 6, no. 1, pp. 1–10,  
2018.