

**KARAKTERISTIK LITOTIPE DAN HUBUNGANNYA TERHADAP CLEAT BATUBARA  
DI DAERAH KUALA KUAYAN, KOTAWARINGIN TIMUR, KALIMANTAN TENGAH**

**LITHOTYPE CHARACTERISTICS AND THEIR RELATION TO COAL CLEATS  
IN KUALA KUAYAN AREA, EAST KOTAWARINGIN, CENTRAL KALIMANTAN**

**Muhammad Abdurachman Ibrahim dan Sigit Arso Wibisono**

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi  
abdurachman.ibrahim@esdm.go.id

**ABSTRAK**

Karakteristik batubara dapat dilihat dari litotipe dan *cleat*. Objek yang diteliti adalah batubara Formasi Dahor yang memiliki peringkat rendah dengan mengetahui litotipe, *cleat* dan kilap batubara. Litotipe batubara merupakan asosiasi maseral dalam bentuk pita-pita tipis. *Cleat* merupakan rekahan yang terdapat pada batubara. Kilap merupakan kenampakan batubara secara megaskopis. Penelitian ini mengambil sampel batubara di daerah Kuala Kuayan, Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah. Data yang diteliti merupakan sampel batubara dari tiga lokasi pengeboran. Analisis dilakukan dengan melihat kilap dan *cleat* secara megaskopis terhadap lapisan batubara dan terhadap kedalaman batubara. Karakteristik litotipe mempunyai kecenderungan semakin dalam kedalaman lapisan batubara, maka kilapnya semakin baik. Karakteristik litotipe memiliki klasifikasi *banded coal/clarain*. Karakteristik *cleat* memperlihatkan frekuensi *cleat* akan cenderung lebih banyak, jika persentase kilap terangnya besar. Litotipe cukup berpengaruh terhadap frekuensi *cleat*.

**Kata kunci:** batubara, karakteristik, litotipe, *cleat*, Kuala Kuayan

**ABSTRACT**

*The characteristics of coal can be seen from the lithotype and cleats. This research studied about low rank coal from Dahor Formation to characterize lithotype, cleats, and luster of the coal. Coal lithotypes are associated with maceral in the form of thin bands. Cleats are fractures in coal. Luster is the bright appearance in coal. The coal samples for this research are obtained from Kuala Kuayan area, Kotawaringin Timur, Central Kalimantan. Coal samples were obtained from three exploration wells in this area. Analysis was carried out by looking at the luster and cleats megascopically to the coal seam and to the depth of the coal. The lithotype characteristics indicates that the deeper the depth of the coal seam, the better the bright luster of the coal. The lithotype characteristics are classified as banded coal/clarain. Cleat characteristics from this research are more cleat frequency and more bright luster. Lithotype is quite influential on the frequency of cleats.*

**Keywords:** coal, characteristics, lithotype, *cleat*, Kuala Kuayan

**PENDAHULUAN**

Berbagai penelitian dilakukan untuk mengetahui karakteristik batubara pada setiap daerah dengan pendekatan yang berbeda-beda, misalnya dengan melihat karakter litotipe dan *cleat*.

Litotipe batubara merupakan pemerian secara megaskopis yang membagi batubara berdasarkan keberadaan pita karbon (*banding*) dan kilap (cerah dan kusam), dari setiap pita karbon tersebut. Pemerian litotipe berguna untuk mengidentifikasi awal batubara

terhadap komposisi material organik dan anorganik, serta tingkat diagenesis (Diessel, 1992).

Karakteristik *cleat* (rekahan batubara) dapat dilihat baik melalui pengamatan terhadap sampel batubara secara megaskopis maupun secara mikroskopis. *Cleat* merupakan suatu rekahan yang alami di dalam batubara dengan sifat terbuka. *Cleat* dapat sebagai jalan keluarnya gas dalam batubara. Karakteristik *cleat* bergantung juga terhadap tingkat diagenesis batubara. Selain itu, kehadiran *cleat* dalam batubara disebabkan oleh berbagai faktor yang meliputi mekanisme pengendapan, derajat pembatubaraan, tektonik (struktur), dan aktivitas pekerjaan tambang (Laubach, dkk., 1998).

Batubara pada setiap daerah memiliki karakteristik yang beragam, tergantung pada kondisi geologis tertentu. Oleh karena itu perlu mempelajari karakteristik batubara pada suatu daerah untuk mengetahui lebih dalam mengenai lapisan batubara pada daerah tertentu. Ada dua aspek yang dapat diteliti untuk mengetahui karakteristik batubara pada penelitian ini, yaitu dari litotipe dan *cleat*. Hubungan antara karakteristik litotipe terhadap *cleat* akan dilihat pada penelitian ini. Penelitian tentang hubungan keduanya masih jarang dilakukan, sehingga menarik untuk dilakukan penelitian keduanya.

Lapisan batubara yang diteliti adalah lapisan batubara Formasi Dahor dari daerah Kuala Kuayan dan sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Formasi ini merupakan formasi pembawa batubara yang memiliki karakteristik tersendiri, karena penyebaran batubaranya tidak pada semua Formasi Dahor (Wibisono dkk., 2019).

## GEOLOGI REGIONAL

Secara regional, daerah penelitian berdasarkan tatanan tektonik terletak di bagian barat Cekungan Barito. Cekungan ini merupakan salah satu cekungan sedimen dengan potensi batubara di Indonesia. Batuan alas pada cekungan ini berumur Pra-Tersier

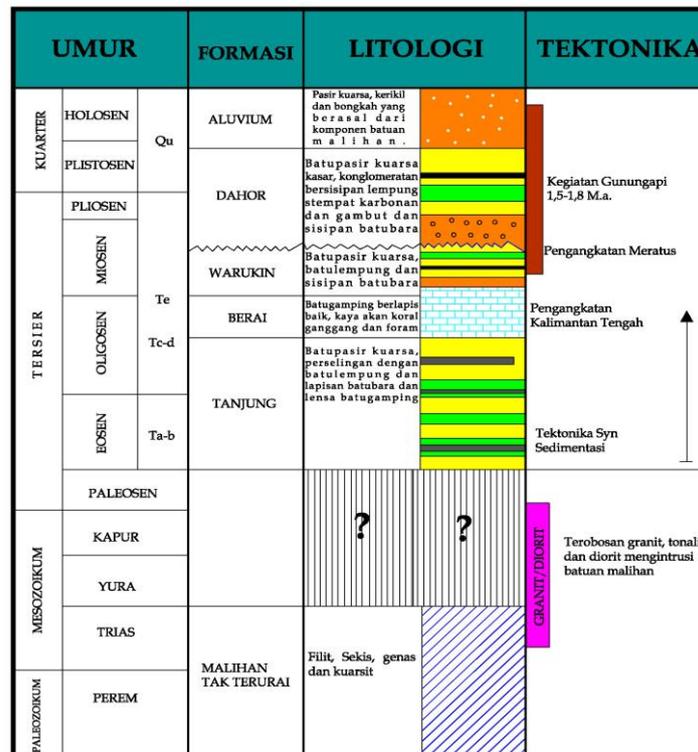
yang terdiri dari batuan terobosan yang berkomposisi andesit dan basal, granit, breksi, dan batuan metamorf. Batuan yang berumur Tersier diendapkan secara tidak selaras di atas batuan alas berumur Pra-Tersier. Batuan berumur Tersier tersebut dikelompokkan menjadi Formasi Tanjung, Formasi Berai, Formasi Warukin, Formasi Dahor, dan Endapan Aluvial (Gambar 1).

Stratigrafi regional daerah penelitian merujuk pada Peta Geologi Lembar Tewah (Kuala Kurun) oleh Sumartadipura dan Margono, 1996, dan Lembar Palangkaraya oleh Nila, dkk., 1995, yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dengan skala 1:250.000. Stratigrafi secara regional dapat dikelompokkan dari yang tertua hingga termuda sebagai berikut.

Batuan tertua yang tersingkap adalah Batuan Malihan Tak Teruraikan berumur Permo-Trias, terdiri dari filit, sekis, gneis, dan kuarsit (Sumartadipura dan Margono, 1996).

Formasi Tanjung berumur Eosen hingga Oligosen Awal diendapkan pada lingkungan paralik sampai neritik, secara tidak selaras diendapkan di atas batuan Pra-Tersier. Formasi ini di bagian bawah terdiri dari perselingan batupasir, serpih, batulanau, dan konglomerat aneka bahan, sebagian bersifat gampingan, sedangkan bagian atas terdiri dari perselingan batupasir kuarsa bermika, batulanau, batugamping, dan batubara (Sumartadipura dan Margono, 1996).

Formasi Berai berumur Oligosen terdiri dari batugamping masif, batugamping dengan selingan napal, serpih, batulempung. Formasi Berai mempunyai lingkungan pengendapannya laguna dan laut dangkal (Sumartadipura dan Margono, 1996).



Gambar 1. Stratigrafi regional daerah penelitian (modifikasi dari Sumartadipura dan Margono, 1996, dan Nila, dkk., 1995, dalam Kusnama, 2008)

Formasi Warukin berumur Miosen Awal, diendapkan pada lingkungan transisi darat-laut dangkal, disusun oleh batupasir kuarsa, batulempung, batulanau, dan konglomerat di bagian bawahnya; serta sisipan batubara dan lensa batugamping (Sumartadipura dan Margono, 1996).

Formasi Dahor diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Warukin, terdiri dari batupasir kuarsa dan konglomerat yang mengandung kepingan kuarsit dan basal, berselingan dengan batupasir berbutir sedang sampai sangat kasar, setempat berstruktur silang-siur, sisipan batulempung setempat karbonan hingga gambut dan batulempung. Formasi ini berumur Miosen Akhir hingga Plistosen dan diendapkan pada lingkungan fluvial (Sumartadipura dan Margono, 1996). Formasi ini merupakan formasi pembawa batubara yang menjadi target penelitian pada tulisan ini.

Aluvium merupakan batuan yang bersifat lepas, berumur Resen dan menutupi satuan batuan yang lebih tua di daerah penelitian

Kuala Kuayan ini (Sumartadipura dan Margono, 1996).

Struktur geologi regional daerah ini relatif sederhana, yakni berupa sumbu lipatan yang umumnya berarah timur laut-barat daya. Sesar memperlihatkan arah timur laut- barat daya dan barat laut-tenggara. Perlapisan batuan mempunyai arah kemiringan ke tenggara dengan sudut kemiringan mencapai 60°. Foliasi pada batuan malihan umumnya berarah timur laut-barat daya. Formasi Dahor ternyata tidak terpengaruh oleh proses tektonik yang kuat. Formasi Dahor diendapkan secara regresif, dalam lingkungan fluvial atau litoral (Sumartadipura dan Margono, 1996).

**METODE**

Litotipe batubara merupakan asosiasi maseral dalam bentuk pita-pita tipis yang memiliki ketebalan berkisar mulai dari beberapa mm hingga beberapa cm pada batubara (Diessel, 1992). Selain

litotipe, ada juga *cleat* yang biasa dijumpai di batubara. Batuan sedimen pada umumnya dapat ditemukan rekahan, istilah yang biasa digunakan untuk rekahan pada batubara disebut *cleat* (Laubach, dkk., 1998).

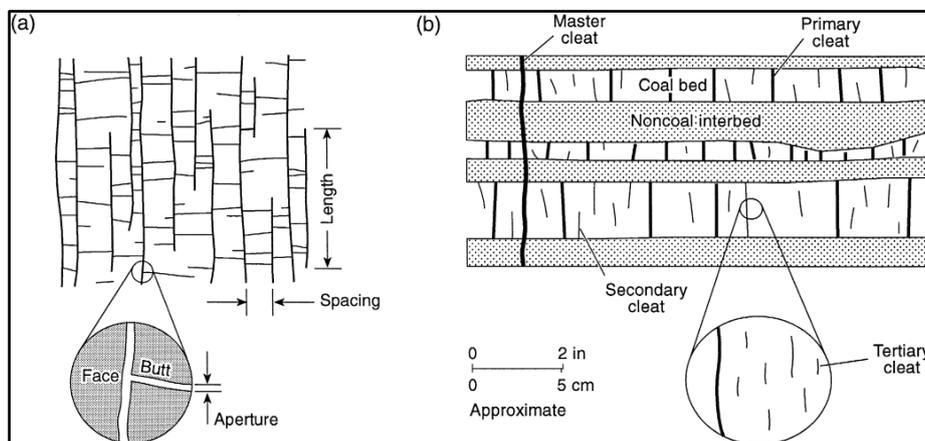
*Cleat* dapat dilihat melalui pengamatan terhadap jenis *cleat*, jarak antar-*cleat* (spasi), lebar bukaan (*aperture*), pengisi, panjang, orientasi bidang *cleat*, dan derajat fragmentasi *cleat* (Laubach, dkk., 1998). Terdapat dua *cleat* dalam batubara, yaitu *face cleat* yang merupakan *cleat* utama, biasanya tidak terpotong oleh bidang *cleat* lainnya, dan *butt cleat* yang merupakan bidang *cleat* lainnya, biasanya tegak lurus terhadap bidang *face cleat* dan terpotong oleh adanya *face cleat* (Gambar 2). *Cleat* merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan eksplorasi gas metana batubara, karena gas dalam batubara akan keluar melalui *cleat* batubara pada saat air mengubah tekanan pada reservoir (Laubach, dkk., 1998).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melihat sampel batubara dalam suatu *hand specimen* batubara. Terdapat kenampakan pita-pita tipis akibat dari akumulasi berbagai jenis hancuran tumbuhan selama pembentukan endapan organik. Perbedaan senyawa organik yang memperlihatkan perbedaan asal mula batubara, yang diklasifikasikan berdasarkan litotipe batubara (Tabel 1).

Data yang dianalisis merupakan litotipe dan *cleat* batubara dari daerah penelitian dengan jumlah 34 sampel batubara. Sampel tersebut

merupakan sampel batuan inti dari hasil pengeboran pada tiga titik pengeboran dengan rincian sebagai berikut: KKB-02 terdiri dari tujuh sampel batubara, KKB-03 terdiri dari 16 sampel batubara, dan KKB-04 terdiri dari 11 sampel batubara.

Analisis litotipe batubara dilakukan dengan membandingkan antara kilap kusam dengan kilap terang, sedangkan analisis *cleat* batubara dilakukan secara megaskopis dengan menghitung frekuensi *face cleat* dan *butt cleat* dalam dimensi 4 cm x 4 cm. Data kilap terang dan kusam serta *cleat* kemudian dilakukan perhitungan rata-rata dan standar deviasi serta normalisasi dari tiap unit tersebut. Pengolahan dan analisis data dituangkan dalam tabel dan grafik terhadap lapisan batubara dari setiap titik pengeboran. Setiap titik pengeboran memiliki kedalaman 100 meter. Analisis litotipe dan *cleat* terhadap kedalaman, dibagi menjadi beberapa kedalaman dengan interval 10 meter. Hasilnya disajikan dengan interval kedalaman 0-10 meter, 10-20 meter, 20-30 meter, 30-40 meter, 40-50 meter, 50-60 meter, 60-70 meter, 70-80 meter, 80-90 meter, dan 90-100 meter. Tidak ada data pada interval kedalaman 70-80 meter dan 90-100 meter dikarenakan pada kedalaman tersebut tidak ditemukan lapisan batubara dengan ketebalan  $\geq 1$  meter. Pada tahap akhir dilakukan analisis data *cleat* yang dihubungkan dengan grafik litotipenya untuk melihat hubungannya.



Gambar 2. Kenampakan sistem *cleat* pada batubara (Laubach, dkk., 1998)

**Tabel 1.** Klasifikasi litotipe batubara  
(Diessel, 1992; Hower dkk., 1990; Marchioni dan Kalkreuth, 1991)

Diesel, 1992	Hower dkk., 1990	Deskripsi
<i>Bright Coal</i> (B) [Vitrain]	<i>Vitrain</i>	Memiliki kilau vitreous-subvitreous, dan pecahan konkoidal; rapuh; kemungkinan berisi hingga 10% <i>dull bands</i> dengan ukuran kurang dari 5mm
<i>Bright Banded Coal</i> (BB)	<i>Bright Clarain</i>	Utamanya berkomposisi vitrain yang mengandung 10-40% <i>dull bands</i> dengan ketebalan kurang dari 5 mm
<i>Banded Coal</i> (BD) [Duroclarain]	<i>Clarain</i>	Disusun oleh 40-60% <i>dull bands</i> dengan ukuran kurang dari 5 mm
<i>Dull Banded Coal</i> (DB) [Clarodurain]	<i>Dull Clarain</i>	Terutama tersusun oleh <i>dull coal</i> 10-40% (ketebalan kurang dari 5 mm) dengan <i>bright bands</i>
<i>Dull Coal</i> (D)	<i>Durain</i>	Berkilau kusam dan pecahan tidak rata; mengandung kurang dari 10% vitrain dengan ukuran kurang dari 5 mm
<i>Fibrous Coal</i> (F) [Fusain]	<i>Fusain</i>	Kusam dengan kilau satin, gembur, mengandung hingga 10% dari litotipe batubara lainnya kurang dari 5 mm
<i>Shaly Coal</i> (Cs)	<i>Bone</i>	Tersusun atas 30-60% dari lempung dan lanau, baik tercampur dengan batubara atau dalam lapisan yang terpisah masing-masing kurang dari 5 mm
<i>Coaly shale, coaly, mudstone, etc</i>		Setiap sedimen mengandung 60-90% material karbonan halus
<i>Shale, mudstone, etc.</i>		Setiap sedimen yang mengandung 10% bahan karbon

Marchioni dan Kalkreuth., 1991	Deskripsi
<i>Bright Coal</i> (B)	Kilau subvitreous ke vitreous atau fraktur konkoidal, berisi kurang dari 10% <i>dull bands</i>
<i>Banded Bright Coal</i> (BB)	Lignit cerah dengan beberapa pita kusam tipis, berisi 10-40% <i>dull bands</i>
<i>Banded Coal</i> (BC)	Pita lignit cerah dan kusam dalam proporsi yang sama, berisi 40-60% <i>dull bands</i>
<i>Banded Dull Coal</i> (BD)	Lignit kusam dengan beberapa pita cerah tipis dan 10-40% <i>bright bands</i>
<i>Dull Coal</i> (D)	Matt lustre, fraktur yang tidak rata, kurang dari 10% <i>bright bands</i>
<i>Fibrous Coal</i> (F)	Kilap satin, rapuh
<i>Sheared Coal</i> (S)	Kilau bervariasi, lapisannya cukup kompleks, banyak permukaan <i>slip/slickenslide</i> , sangat rapuh

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Batubara daerah penelitian ditemukan pada Formasi Dahor yang berasosiasi dengan litologi dominan batupasir dan batulempung. Karakteristik batubara ini secara megaskopis mempunyai warna hitam kecoklatan, kilap cerah hingga kusam, segar sampai sedikit lapuk, agak kompak, kekerasan sedang hingga getas, bagian atas seperti membentuk struktur menyerpih atau berlembar dan sebagian mudah hancur/retak, struktur *cleat* terlihat, terdapat sisipan batulempung kelabu kecokelatan, dengan banyak pengotor mineral lempung dan getah (resin). Arah jurus dan kemiringan lapisan batubara mulai dari N300°E s.d. N330°E dan mulai dari 8° s.d. 14°, dengan ketebalan batubara mulai dari 0,20 s.d. 5,50 meter.

Analisis karakterisasi litotipe dan cleat dilakukan terhadap tiga titik pengeboran dengan kedalaman maksimal 100 meter diberi notasi KKB-02, KKB-03, dan KKB-04. Titik pengeboran KKB-02 menembus tujuh lapisan batubara dengan ketebalan mulai dari 0,20 s.d. 3,50 meter. Titik pengeboran KKB-03 menembus 13 lapisan batubara dengan ketebalan mulai dari 0,20 s.d. 4,00 meter. Titik pengeboran KKB-04 menembus 13 lapisan batubara dengan ketebalan mulai dari 0,20 s.d. 5,50 meter (Tabel 2).

Hasil analisis proksimat memiliki nilai kandungan kelembaban mulai dari 41,51 s.d. 55,82% (adb), kandungan zat terbang mulai dari 29,19 s.d. 47,72% (adb), kandungan karbon tertambat mulai dari 24,85 s.d. 50,39% (adb), kandungan abu mulai dari 3,41 s.d. 30,43% (adb), total sulfur mulai dari 0,14 s.d. 2,93%, dan nilai kalori batubara mulai dari 3.539 s.d. 5.803 kal/gr (adb). Hasil analisis petrografi organik menunjukkan nilai reflektan vitrinit mulai dari 0,28 s.d. 0,39%. Komposisi kelompok maseral umumnya didominasi oleh vitrinit. Komposisi ini umumnya terdapat pada sebagian besar batubara Indonesia (Santoso dan Daulay, 2005; Daulay dan Santoso, 2008; Belkin dkk., 2009; Suwarna dan Kusumahbrata, 2010; Santoso dan Utoyo,

2012; Santoso, 2015). Peringkat batubara daerah penelitian berdasarkan klasifikasi ASTM (2009) termasuk peringkat lignit hingga subbituminus.

### Klasifikasi litotipe tiap sumur

Hasil analisis klasifikasi litotipe berdasarkan perbandingan antara kilap terang dengan kilap kusam pada daerah penelitian pada setiap lapisan batubara dari masing-masing titik pengeboran mengacu pada klasifikasi, Hower dkk. (1990), Marchioni dan Kalkreuth (1991), dan Diessel (1992) sebagai berikut. Persentase antara kilap terang dan kilap kusam akan 100% bila dijumlahkan.

### Titik Pengeboran KKB-02

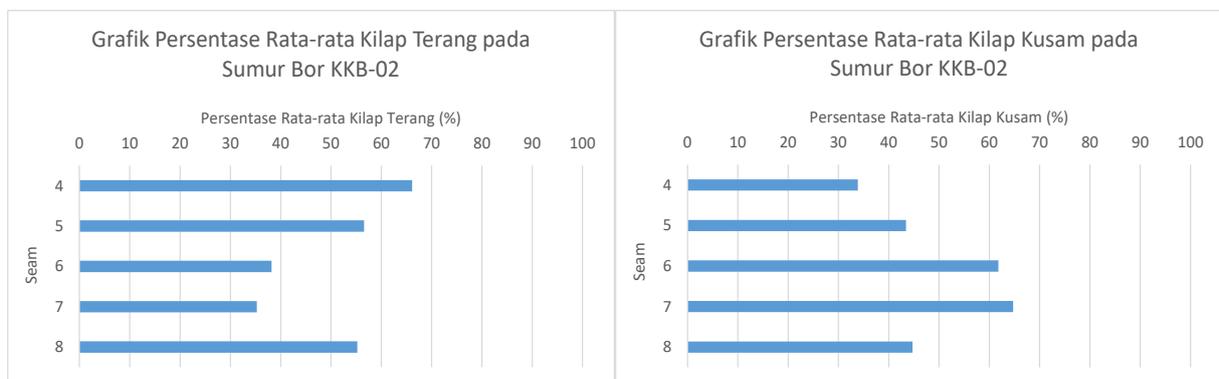
Batubara memiliki karakteristik berwarna coklat kehitaman, relatif ringan, mudah hancur, getas, terdapat pengotor lempung dan resin. Berdasarkan data dari kedua grafik kilap terang dan kilap kusam (Gambar 3) didapatkan bahwa batubara pada titik pengeboran KKB-02 didominasi oleh klasifikasi litotipe *banded coal (BD)/Banded Coal (BC)/Clarain* (Hower dkk., 1990; Marchioni dan Kalkreuth, 1991; Diessel, 1992) terlihat pada lapisan 4, 5, dan 8 kilap terang dapat mencapai lebih dari 50%.

### Titik pengeboran KKB-03

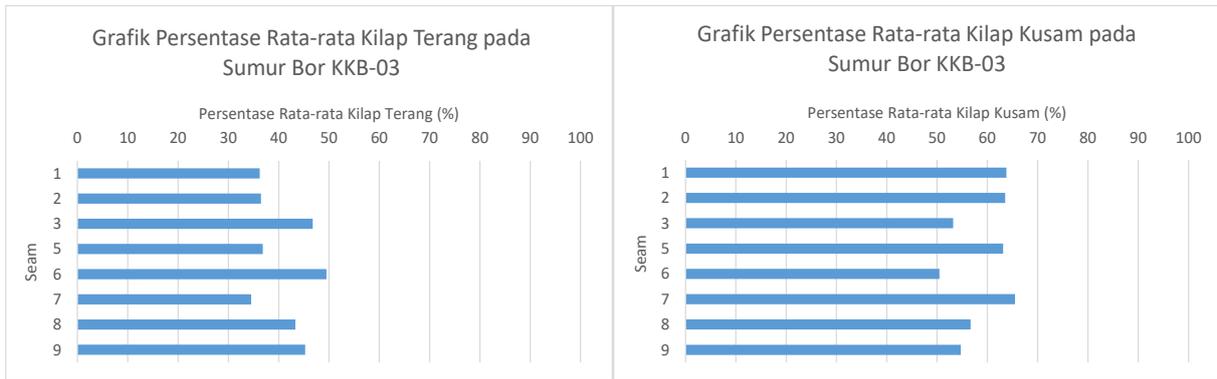
Batubara ini memiliki karakteristik berwarna coklat kehitaman, relatif ringan, mudah hancur, getas, terdapat pengotor lempung dan resin yang lebih banyak dibandingkan pada titik pengeboran KKB-02. Berdasarkan data dari kedua grafik kilap terang dan kilap kusam (Gambar 4) didapatkan bahwa batubara pada titik pengeboran KKB-03 didominasi oleh klasifikasi litotipe *Dull Banded Coal (DB)/Banded Dull Coal (BD)/Dull Clarain* (Hower dkk., 1990; Marchioni dan Kalkreuth, 1991; Diessel, 1992), terlihat pada kilap kusam lebih dominan hingga mencapai lebih dari 60%.

Tabel 2. Kedalaman dan ketebalan batubara dari titik pengeboran

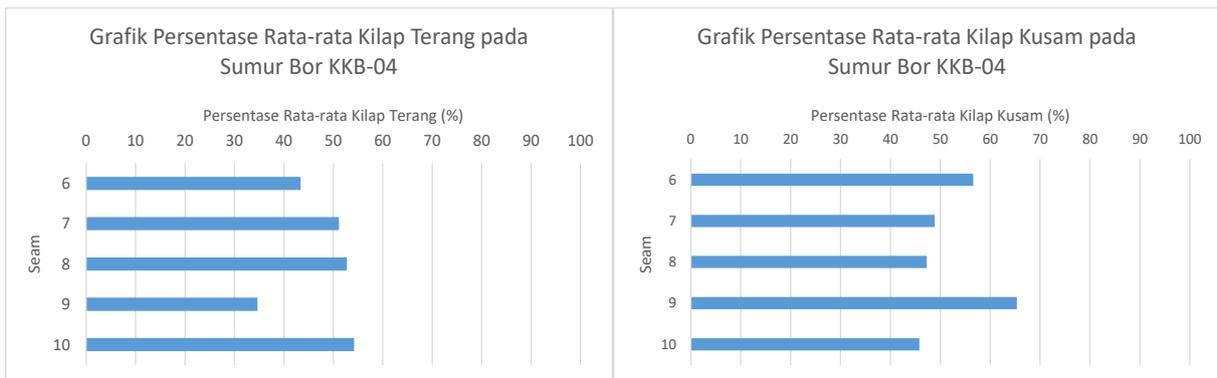
Titik Pengeboran	Koordinat		Batubara yang ditembus (m)			Lapisan
	X (B.T.)	Y (L.S.)	Dari	Sampai	Tebal	
KKB-02	112°36'08,80"	2°00'57,70"	20,32	20,65	0,35	-
			25,20	25,40	0,20	-
			26,50	27,60	1,10	4
			30,10	31,25	1,15	5
			33,00	34,70	1,70	6
			36,65	37,80	1,15	7
			38,90	42,40	3,50	8
			5,70	7,90	2,20	1
KKB-03	112°36'00,90"	2°00'47,60"	12,15	13,15	1,00	2
			21,00	24,15	3,15	3
			37,05	37,50	0,45	-
			42,15	42,40	0,25	-
			43,65	43,95	0,30	-
			44,20	44,95	0,75	4
			48,35	50,00	1,65	5
			53,60	55,60	2,00	6
KKB-04	112°36'30,90"	2°01'08,80"	60,65	61,70	1,05	7
			62,10	66,10	4,00	8
			75,55	75,75	0,20	-
			87,00	88,30	1,30	9
			15,00	15,30	0,30	-
			22,30	23,70	1,40	6
			24,45	29,95	5,50	7
			30,35	32,80	2,45	8
			34,80	35,60	0,80	-
			56,75	57,45	0,70	-
58,40	60,80	2,40	9			
75,50	75,70	0,20	-			
75,85	76,15	0,30	-			
76,35	76,55	0,20	-			
84,25	84,60	0,35	-			
85,60	85,85	0,25	-			
86,80	87,90	1,10	10			



Gambar 3. Grafik hasil analisis kilap terang dan kilap kusam pada titik pengeboran KKB-02



Gambar 4. Grafik hasil analisis kilap terang dan kilap kusam pada titik pengeboran KKB-03



Gambar 5. Grafik hasil analisis kilap terang dan kilap kusam pada titik pengeboran KKB-04

**Titik pengeboran KKB-04**

Batubara ini memiliki karakteristik berwarna hitam kecokelatan, relatif ringan, memiliki kilap, mudah hancur dan di beberapa bagian agak keras, getas, terdapat resin yang dominan dan pengotor lempung. Berdasarkan data dari kedua grafik kilap terang dan kilap kusam (Gambar 5) didapatkan bahwa batubara pada titik pengeboran KKB-04 didominasi oleh klasifikasi litotipe *Banded Coal (BD)/Banded Coal (BC)/Clarain* (Hower dkk., 1990; Marchioni dan Kalkreuth, 1991; Diessel, 1992), terlihat pada lapisan 7, 8, dan 9 kilap terang dapat mencapai lebih dari 50%.

**Klasifikasi litotipe terhadap kedalaman**

Berdasarkan data dari kedua grafik kilap terang dan kilap kusam (Gambar 6) didapatkan bahwa batubara pada ketiga titik pengeboran yang dibagi rentang 10 meter dari kedalaman pengeboran, didominasi oleh klasifikasi litotipe *Banded Coal (BD)/Banded Coal (BC)/Clarain* (Hower dkk., 1990; Marchioni dan Kalkreuth, 1991; Diessel, 1992), terlihat pada rentang kedalaman 20-30 m, 30-40 m, 40-50 m, 50-60 m, 60-70 m, dan

80-90 m, kilap terang dapat mencapai lebih dari 40%.

Secara keseluruhan, litotipe batubara daerah penelitian didominasi oleh klasifikasi litotipe *Banded Coal (BD)/Banded Coal (BC)/Clarain* (Hower dkk., 1990; Marchioni dan Kalkreuth, 1991; Diessel, 1992). Semakin dalam kedalaman lapisan batubara, maka cenderung semakin banyak kilap terang (*bright* pada klasifikasi litotipenya).

Lapisan batubara di Kalimantan umumnya didominasi oleh litotipe *vitrain* (hitam cerah) dan *clarain* (hitam agak cerah) serta sedikit *durain* (hitam kusam). Litotipe *vitrain* dan *clarain* ini berasosiasi erat dengan kandungan maseral vitrinit, sedangkan litotipe *durain* terkait erat dengan maseral inertinit (Santoso, 2015). Hal ini terlihat dari hasil klasifikasi daerah penelitian didominasi *clarain* dengan maseral vitrinit mendominasi pada seluruh sampel batubara daerah penelitian

hingga 81,93%, diikuti maseral inertinit 8,16%, dan sedikit maseral liptinit 2,01%, serta material mineral lainnya 7,92%. Komposisi seperti ini sangat umum ditemukan pada batubara yang terdapat di Indonesia (Santoso dan Daulay, 2005; Daulay dan Santoso, 2008; Belkin dkk., 2009; Suwarna dan Kusumahbrata, 2010; Santoso dan Utoyo, 2012; Sinaga, 2019).

Kandungan vitrinit tinggi menunjukkan bahwa batubara ini terbentuk pada keadaan dasar rawa-rawa yang mengalami penurunan cepat (Santoso dan Utoyo, 2012). Kandungan liptinit yang sedikit mengindikasikan bahwa batubara ini terbentuk dari sekumpulan tetumbuhan yang berbeda (Santoso dan Utoyo, 2012). Kandungan inertinit dalam batubara dapat ditafsirkan bahwa batubara ini terbentuk pada rawa-rawa yang relatif kering dan terpengaruh oleh kondisi oksidasi (Santoso dan Utoyo, 2012).

Litotipe batubara erat kaitannya dengan lingkungan pengendapan. Interpretasi hasil litotipe batubara daerah penelitian memperlihatkan kondisi lingkungan yang relatif basah (rawa-rawa basah). Lapisan batubara dengan dominasi litotipe *clarain* mengalami banjir berkala, sehingga tidak memiliki waktu yang cukup untuk muncul ke permukaan air, dalam periode tertentu selalu dalam kondisi tergenang air, dan didominasi proses oksidasi atau selalu dalam kondisi reduksi, sehingga batubara yang terbentuk berwarna hitam agak cerah (Santoso dan Utoyo, 2012; Purnama dkk., 2020). Lingkungan pengendapan batubara diinterpretasikan berada di *transitional lower delta plain* pada zona *limno-telmatic*. Lokasi ini berada pada *bog ombrotropik*, yaitu lokasi rawa yang banyak ditumbuhi oleh tanaman lumut atau tanaman merambat yang miskin kandungan makanan (Purnama dkk., 2020).

Kusnama (2008) dan Rizal dkk. (2019) yang menyelidiki batubara daerah Sampit menemukan batubara yang didominasi litotipe *bright banded* dengan sedikit *dull*, memiliki lingkungan pengendapan pada hutan-rawa basah yang mempunyai pohon tinggi dan semak perdu. Daerah yang diteliti mempunyai kemiripan dengan hasil penelitian ini.

### **Karakteristik *cleat* tiap titik pengeboran**

Hasil analisis kilap terang dibandingkan dengan frekuensi *cleat* (jumlah keterdapatan *cleat* yang diamati) pada lapisan batubara dari masing-masing titik pengeboran dapat dilihat sebagai berikut.

#### **Titik pengeboran KKB-02**

Berdasarkan data dari grafik kilap terang dan frekuensi *cleat* pada lapisan batubara titik pengeboran KKB-02 (Gambar 7) didapatkan bahwa terdapat kecenderungan berbanding lurus antara banyaknya kilap terang terhadap banyaknya frekuensi *cleat*.

#### **Titik pengeboran KKB-03**

Berdasarkan data dari grafik kilap terang dan frekuensi *cleat* pada lapisan batubara titik pengeboran KKB-03 (Gambar 8) didapatkan bahwa terdapat kecenderungan berbanding lurus antara banyaknya kilap terang terhadap banyaknya frekuensi *cleat*. Pada grafik frekuensi *cleat* juga terlihat semakin dalam lapisan batubara, maka frekuensi *cleat* juga cenderung semakin banyak.

#### **Titik pengeboran KKB-04**

Berdasarkan data dari grafik kilap terang dan frekuensi *cleat* pada lapisan batubara sumur KKB-04 (Gambar 9) didapatkan bahwa terdapat kecenderungan berbanding lurus antara banyaknya kilap terang terhadap banyaknya frekuensi *cleat*.

Hasil analisis kilap terang dengan frekuensi *cleat* terlihat saling berpengaruh. Semakin banyak kilap terang, maka frekuensi *cleat* juga akan semakin banyak. Hal ini juga dikarenakan *cleat* akan semakin jelas terlihat pada batubara yang mengilap, sedangkan pada batubara yang kusam, *cleat* cenderung sulit terlihat. Pada beberapa lapisan batubara terdapat anomali, kilap terang rendah tetapi frekuensi *cleat* tinggi, kemungkinan hal

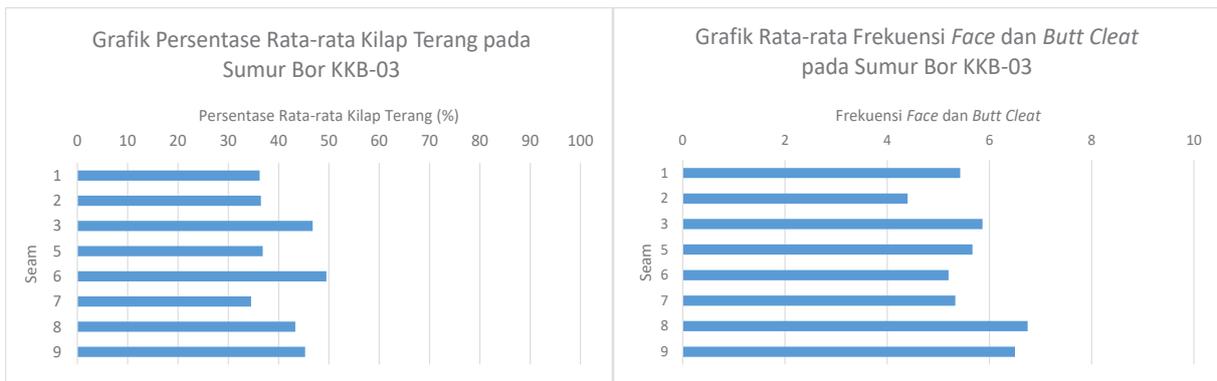
ini terjadi karena adanya pengaruh tektonik lokal yang menyebabkan *cleat* akibat tektonik bukan karena pembentukan batubara. Akan tetapi *cleat* dari pembatubaraan dan tektonik belum dapat dibedakan.

**Karakteristik *cleat* terhadap kedalaman**

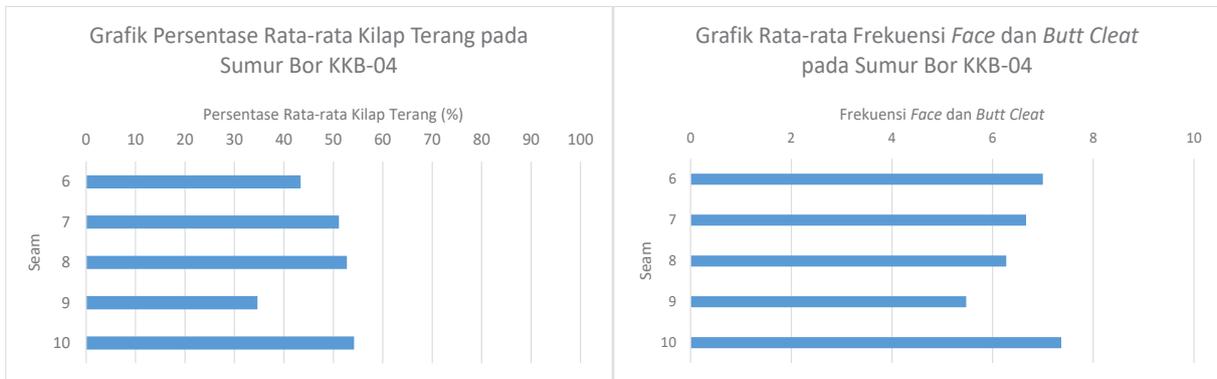
Berdasarkan data dari grafik kilap terang dan frekuensi *cleat* (Gambar 10) didapatkan bahwa batubara pada ketiga titik pengeboran yang dibagi rentang 10 meter dari kedalaman pengeboran, memperlihatkan bahwa terdapat

kecenderungan banyaknya frekuensi *cleat* tidak selalu diikuti oleh persentase kilap terang.

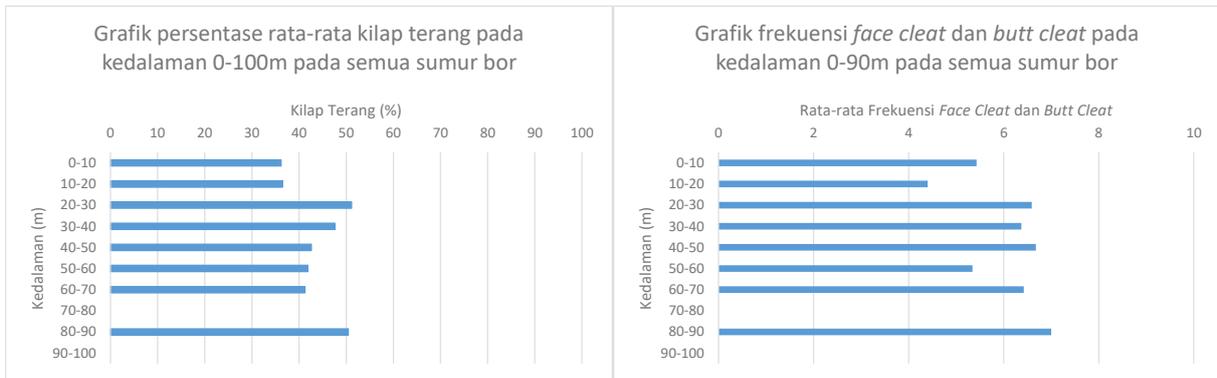
Grafik frekuensi *cleat* mempunyai kecenderungan semakin dalam lapisan batubara, maka frekuensi *cleat* juga cenderung semakin banyak. Semakin dalam lapisan batubara, maka diinterpretasikan diagenesis batubara dan derajat pembatubaraan semakin baik.



**Gambar 8.** Grafik hasil analisis kilap terang dan frekuensi *cleat* pada titik pengeboran KKB-03



**Gambar 9.** Grafik hasil analisis kilap terang dan frekuensi *cleat* pada titik pengeboran KKB-04



**Gambar 10.** Grafik hasil analisis kilap terang dan frekuensi *cleat* terhadap semua titik pengeboran pada rentang kedalaman 0-100 meter

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Karakteristik litotipe batubara didominasi kilap terang lebih dari 40%, dengan klasifikasi litotipe *Banded Coal (BD)/Banded Coal (BC)/Clarain*. Semakin dalam kedalaman lapisan batubara, maka cenderung semakin banyak kilap terang. Lingkungan pengendapan dilihat dari karakteristik litotipenya berada pada lingkungan rawa.

Karakteristik frekuensi *cleat* terhadap frekuensi kilap terang cenderung memiliki perbandingan lurus. Semakin banyak kilap terang, maka frekuensi *cleat* juga akan semakin banyak. Batubara yang mengilap akan memberikan kenampakan *cleat* yang lebih jelas dan lebih banyak dibandingkan batubara yang kusam. Semakin dalam lapisan batubara, maka frekuensi *cleat* juga semakin banyak. Semakin dalam lapisan batubara, maka pengendapan dan derajat pematubaraan semakin baik.

*Cleat* bukan hanya dipengaruhi oleh proses pengendapan dan derajat pematubaraan, tetapi juga proses tektonik serta aktivitas lainnya, sehingga pada beberapa sampel masih terdapat anomali.

### SARAN

Analisis menggunakan mikroskop dapat membantu mengidentifikasi lebih baik *cleat*. Litotipe memengaruhi frekuensi *cleat*, tetapi masih banyak faktor yang memengaruhi frekuensi *cleat*, sehingga karakterisasi terhadap faktor lainnya perlu dipelajari. Penambahan sampel batubara yang lebih beragam dan pengeboran batubara yang lebih dalam dapat menambah data penelitian lebih lanjut.

### DAFTAR PUSTAKA

ASTM (Annual Book of American Society for Testing and Material Standards), 2009, *Petroleum products, lubricants and fossil fuels; gaseous fuels; coal and coke*, USA, 650 hal.

- Belkin, H.E., Tewalt, S.J., Hower, J.C., Stucker, J.D., and O'Keefe, J.M.K., 2009, Geochemistry and petrology of selected coal samples from Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, and Papua, Indonesia. *International Journal of Coal Geology*, vol. 77, p. 260-268.
- Diessel, C.F.K., 1992, *Coal-Bearing Depositional System*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hower, J.C., Esterle, J.S., Wild, G.D., and Pollock, J.D., 1990, Perspectives on coal lithotype analysis. *Journal of Coal Quality*, vol. 9, p. 48-52.
- Kusnama, 2008, Batubara Formasi Warukin di daerah Sampit. *Jurnal Geologi Indonesia*, vol. 3 no.1, Pusat Survei Geologi, Bandung, hal. 11-22.
- Laubach, S.E., Marret, R.A., Olson, J.E., Scott, A.R., 1998, *Characteristics and origins of coal cleat: a review*. Elsevier, p. 175-207.
- Marchioni, D. dan Kalkreuth, W., 1991, *Coal facies interpretations based on lithotype and maceral variations in Lower Cretaceous (Gates Formation) coals of Western Canada*. *International Journal of Coal Geology*, 18(1-2), p. 125-162.
- Nila, E.S., Rustandi, E., Heryanto, R., 1995, Peta Geologi Lembar Palangkaraya, Kalimantan, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Purnama, A.A., Nurdrajat, Ganjar, R.M., Firmansyah, Y., dan Wibisono, S.A., 2020, Studi lingkungan pengendapan berdasarkan litotipe dan proksimat di daerah Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. *Padjadjaran Geoscience Journal*, vol. 4, no. 2, p. 136-144.
- Rizal, Y., Fahmi, M.A.A., dan Haq, H.I., 2019, Geologi dan sumber daya batubara daerah Satiung-Kuala Kuayan dan sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah, *Bulletin of Geology*, vol. 3, no. 3, hal. 398-416.

- Santoso, B. and Daulay, B., 2005, *Type and rank of selected Tertiary Kalimantan coals. Indonesian Mining Journal, vol. 8, no 02*, p. 1-12.
- Daulay, B. and Santoso, B., 2008, *Characteristics of selected Sumateran Tertiary coals regarding their petrographic analyses. Indonesian Mining Journal, vol. 11, no. 10*, p. 1-18.
- Santoso, B., 2015, *Petrologi Batubara Sumatra dan Kalimantan: Jenis, Peringkat, dan Aplikasi*, Lipi Press, Jakarta.
- Santoso, B. dan Utoyo, H., 2012, *Faktor pengontrol komposisi maseral dan mineral batubara Marah Haloq-Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, vol. 8, no. 3*, hal. 141-151.
- Sinaga, H.J., 2019, *Studi Petrografi Batubara di Daerah Kuala Kuayan, Mentaya Hulu, Kotawaringin, Kalimantan Tengah*, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Sumartadipura, A. S. dan Margono, U., 1996, *Peta Geologi Lembar Tewah (Kuala Kurun), Kalimantan, Skala 1:250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suwarna, N. dan Kusumahbrata, Y., 2010, *Macroscopic, microscopic and paleo-depositional features of selected coals in Arahan, Banjarsari, Suban Jeriji and South Banko regions, South Sumatera. Jurnal Geologi Indonesia, vol. 5, no. 4*, hal. 269-290.
- Wibisono, S.A., Dwitama, E.P., dan Prahesthi, O.I., 2019, *Petrografi dan geokimia batubara di daerah Pahirangan dan sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Buletin Sumber Daya Geologi, vol 14, no. 1*, Bandung, hal. 65-78.

Diterima	: 7 Februari 2022
Direvisi	: 17 Februari 2022
Disetujui	: 31 Mei 2022