

**KARAKTERISTIK GEOMETRI CLEAT BATUBARA FORMASI TANJUNG DI DAERAH MEGALAU, KABUPATEN KOTABARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**  
*COAL CLEAT GEOMETRIC CHARACTERISTICS IN TANJUNG FORMATION AT MEGALAU AREA, KOTABARU REGENCY, SOUTH KALIMANTAN PROVINCE*

**Eska Putra Dwitama\* dan Oktarian Iskandar\*\***

\*Pusat Sumber Daya Geologi

Jalan Soekarno-Hatta No. 444, Bandung

\*\*Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor

eputradwitama@gmail.com

diterima : 2 Juli 2014

direvisi : 4 Juli 2014

disetujui : 5 Agustus 2014

**ABSTRAK**

Penelitian pada lapisan batubara Formasi Tanjung di daerah Megalau, Kotabaru ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik geometri *cleat* yang terdapat pada lapisan batubaranya. Objek yang diteliti adalah *cleat* yang terdapat pada lapisan batubara yang tersingkap di permukaan. Orientasi jurus dari *cleat* pada daerah penelitian yaitu berarah relatif Timur – Barat untuk *face cleat* dan berarah relatif Utara-Selatan untuk *butt cleat*. Perbandingan panjang *face cleat* dan *butt cleat* adalah 2 : 1. Frekuensi keterdapatan *face cleat* lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan *butt cleat*. Permeabilitas rekahan dari singkapan adalah 14,6 mD – 46,7 mD.

**Kata kunci :** Batubara, *Cleat*, Formasi Tanjung, Permeabilitas.

**ABSTRACT**

*Research of coal seams on Tanjung Formation in Megalau region of Kotabaru Regency aims to understand the characteristics of cleat geometry contained in the coal seams. The object of this study is the cleats of the coal seam exposed on the surface. Cleat orientation on the research area is relatively East - West for face cleats and North-South trending for butt cleats. Ratio of the length for face cleat and butt cleat is 2:1. The frequency of face cleats appears more than butt cleat. Range of fracture permeability from outcrops is between 14.6 mD - 46.7 mD.*

**Keywords :** Coal, Cleat, Tanjung Formation, Permeability.

**PENDAHULUAN**

*Cleat* adalah istilah yang biasa digunakan untuk rekahan pada batubara (Dron, 1925). Terdapat 2 tipe rekahan yang merupakan pasangan antara *face cleat* dan *butt cleat* (Laubach et al., 1998). *Face cleat* diartikan sebagai rekahan yang menerus dan paralel dengan jurus batubara sehingga berkesinambungan sepanjang batubara. Sedangkan *butt cleat* adalah rekahan yang tegak lurus dengan jurus dari batubara dan seringkali tidak berkelanjutan karena diputus oleh *face cleat*.

*Cleat* yang merupakan komponen pada batubara tersebut juga memiliki beberapa karakteristik (Laubach et al, 1998), yaitu : frekuensi, orientasi, panjang, *aperture*, jarak antar *cleat* (*spacing*), dan mineral yang terdapat dalam *cleat*. Frekuensi adalah intensitas dari perkembangan *cleat* yang terbentuk pada batubara dengan nominal jumlah per satuan luas. Panjang merupakan salah satu karakteristik geometri (Laubach et al., 1998) dari *cleat*.

Karakteristik tersebut dapat diukur dan konsisten terlihat pada *cleat* di bagian atas lapisan batubara pada setiap stasiun pengamatan. Dapat

terlihat konsistensi yang dapat mengidentifikasi perbedaan 2 jenis *cleat*, bahwa *butt cleat* hampir selalu terpotong dan terhenti oleh *face cleat*. Hal tersebut berpengaruh terhadap panjang dari pasangan *face* dan *butt cleat*, dimana terdapat perbedaan panjang dari *cleat* dan salah satu terlihat lebih panjang dibandingkan dengan pasangannya. Orientasi *cleat* merupakan arah yang dibentuk oleh *cleat* itu sendiri baik *face cleat* maupun *butt cleat* nya. *Aperture* merupakan lebar *cleat* dan jarak antar *cleat* (*spacing*) merupakan jarak yang dibentuk oleh satu *face* atau *butt cleat* dengan *face* atau *butt cleat* lainnya. Mineral pengisi merupakan mineral yang mengisi *cleat* batubara, keberadaan mineral pengisi ini tergantung pada ada tidaknya proses mineralisasi yang terjadi setelah terbentuknya *cleat* tersebut.

Penelitian ini berdasarkan data *cleat* batubara yang terdapat pada singkapan, bertujuan untuk mengetahui karakteristik geometri *cleat* batubara pada Formasi Tanjung. Selanjutnya data geometri *cleat batubara* dapat digunakan untuk menghitung permeabilitas. Angka permeabilitas dapat digunakan untuk menentukan potensi *Coal Bed Methane (CBM)*.

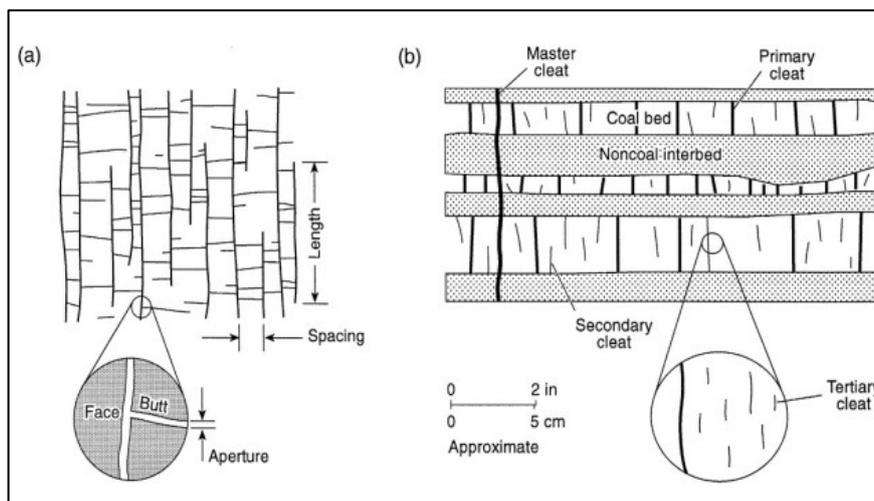
**Geologi Regional**

Daerah Penelitian termasuk ke dalam Cekungan Asem-asem. Stratigrafi

daerah penelitian dari tua ke muda terdiri dari Batuan Ultrabasa, Formasi Batununggal, Formasi Haruyan, dan Formasi Pitap yang berumur Pra Tersier, Formasi Tanjung, Formasi Berai, Formasi Pamaluan, Formasi Warukin Dan Formasi Dahor yang berumur Tersier (Heryanto, dkk. 1994).

Formasi Tanjung yang berumur Eosen menutupi secara tidak selaras batuan Mesozoikum. Di atas Formasi Tanjung diendapkan secara selaras Formasi Berai yang berhubungan menjemari dengan Formasi Pamaluan dengan umur Oligosen-Miosen.

Formasi Tanjung di daerah penelitian terdiri dari perselingan konglomerat, batupasir dan batulempung dengan sisipan serpih, batubara dan batugamping. Formasi Tanjung bagian bawah diendapkan dalam lingkungan fluvial yang beralih ke delta. Hal tersebut dicirikan oleh batupasir yang butirannya makin halus ke bagian atas, dan terdapatnya endapan rawa yang diselingi batubara. Sedangkan bagian atas diendapkan dalam lingkungan litoral, yang dicirikan oleh batupasir gampingan dengan sisipan batugamping klastika. Jadi secara keseluruhan diendapkan dalam lingkungan delta dan paralas sampai neritik. Tebal satuan diperkirakan melebihi 1500 m dan menindih takselaras Formasi Pitap dan Formasi Manunggul.



Gambar 1. Ilustrasi skematik dari geometri *cleat* batubara. (a) Pandangan atas (b) Pandangan samping (Laubach and Tremain, 1991).

Struktur geologi yang terdapat di lokasi penelitian berupa sesar dan lipatan. Sesar naik umumnya berarah relatif utara-selatan; sesar geser relatif barat timur; dan sesar normal, relatif utara-selatan. Arah sumbu lipatan dalam batuan sedimen Pra-Tersier maupun Tersier, umumnya timurlaut-baratdaya atau hampir utara-selatan.

**METODE PENELITIAN**

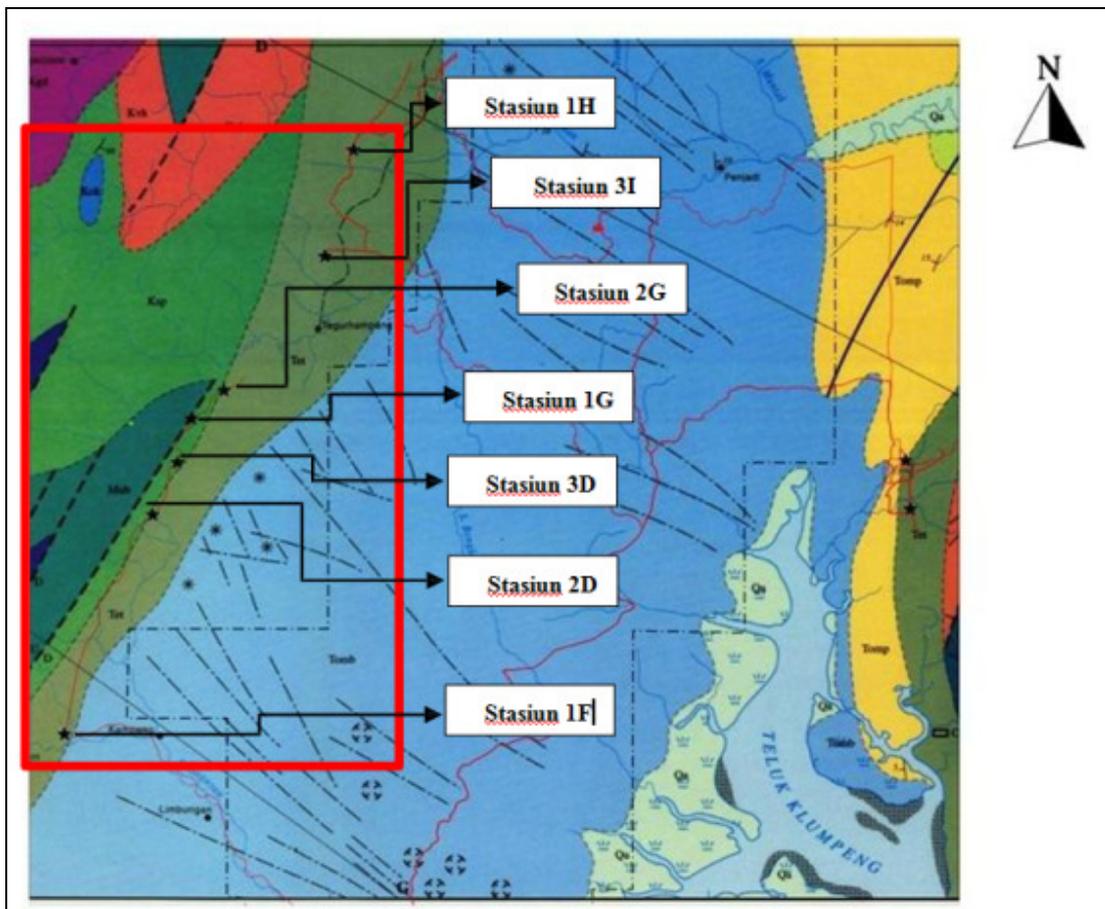
Metode penelitian yang digunakan meliputi identifikasi dan pengukuran karakteristik *cleat*, pengolahan dan interpretasi data.

Karakteristik *cleat* meliputi tipe *cleat* (*face cleat* atau *butt cleat*), orientasi *cleat*, frekuensi, panjang, kontinuitas, jarak antar *cleat* (*spacing*), *aperture cleat* dan jumlah *cleat* yang terisi mineral. Pengukuran karakter-karakter tersebut dilakukan pada jendela pengamatan 1 m x 1 m.

Pengolahan data meliputi rekapitulasi data, pembuatan peta penyebaran stasiun pengamatan menggunakan perangkat lunak GIS, membuat diagram *rosette*, identifikasi karakteristik geometri *cleat*, serta penghitungan permeabilitas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Singkapan batubara yang terdapat pada lokasi penelitian ditemukan pada 7 lokasi (Gambar 2). Tujuh singkapan batubara tersebut tersebar pada bagian Utara hingga Selatan lokasi penelitian, dan semua ditemukan pada Formasi Tanjung. Pengamatan dan identifikasi karakteristik *cleat* dilakukan pada singkapan Stasiun 1F, Stasiun 1G, Stasiun 1H, Stasiun 2D, Stasiun 2G, Stasiun 3D, dan Stasiun 3I (Tabel 1).



Gambar 2. Peta Stasiun pengamatan singkapan batubara (modifikasi dari peta geologi lembar Sampanahan, Heryanto, 1994)

Tabel 1. Rekapitulasi frekuensi *cleat* dan *strike/dip* singkapan yang diukur pada setiap stasiun.

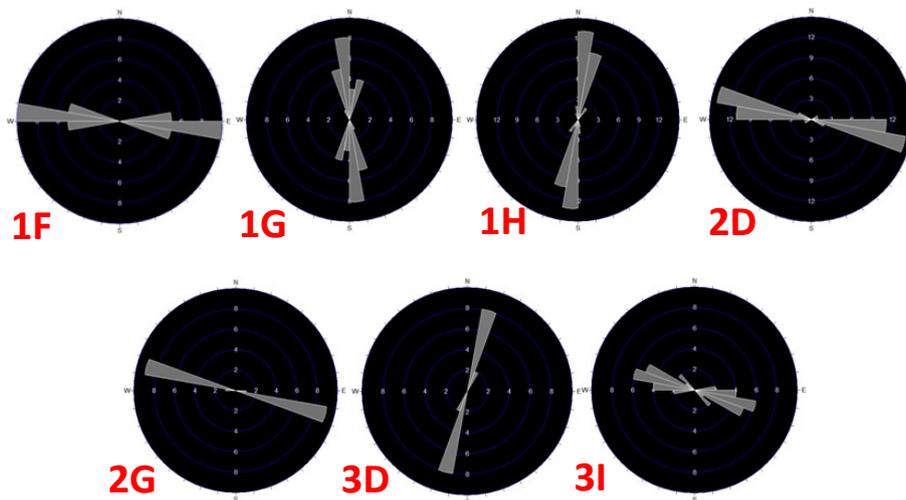
| Stasiun | Frekuensi |      | Strike/Dip Singkapan                |
|---------|-----------|------|-------------------------------------|
|         | Face      | Butt |                                     |
| 1F      | 33        | 17   | N314 <sup>0</sup> E/11 <sup>0</sup> |
| 1G      | 40        | 26   | N52 <sup>0</sup> E/5 <sup>0</sup>   |
| 1H      | 35        | 15   | N357 <sup>0</sup> E/18 <sup>0</sup> |
| 2D      | 32        | 22   | N54 <sup>0</sup> E/11 <sup>0</sup>  |
| 2G      | 38        | 28   | N121 <sup>0</sup> E/7 <sup>0</sup>  |
| 3D      | 47        | 13   | N41 <sup>0</sup> E/9 <sup>0</sup>   |
| 3I      | 44        | 28   | N12 <sup>0</sup> E/21 <sup>0</sup>  |

Sudut yang terbentuk dari arah orientasi dominan *face* yaitu N260°E dan *butt* N350°E adalah 90°. Sudut yang dihasilkan dari 2 arah orientasi *cleat* pada stasiun pengamatan ini relatif tegak lurus.

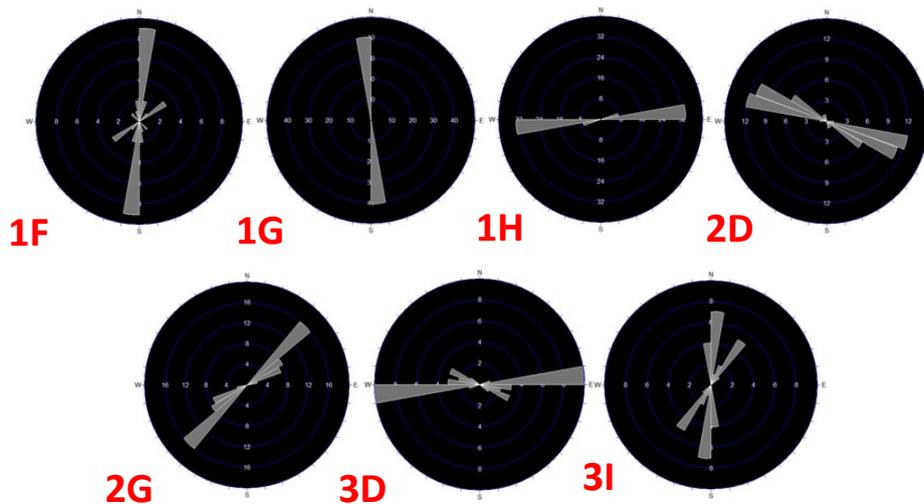
Dari analisa pengukuran orientasi strike dari *cleat* yang berada pada setiap stasiun pengukuran, ditemukan 2 arah umum yaitu *face cleat* dengan arah relatif Timur – Barat dan *butt cleat* dengan arah relatif Utara-Selatan. Terdapat anomali

pada 2 stasiun pengamatan dimana *face cleat* dengan arah relatif Utara – Selatan dan *butt cleat* dengan arah relatif Timur – Barat (Gambar 3 dan 4).

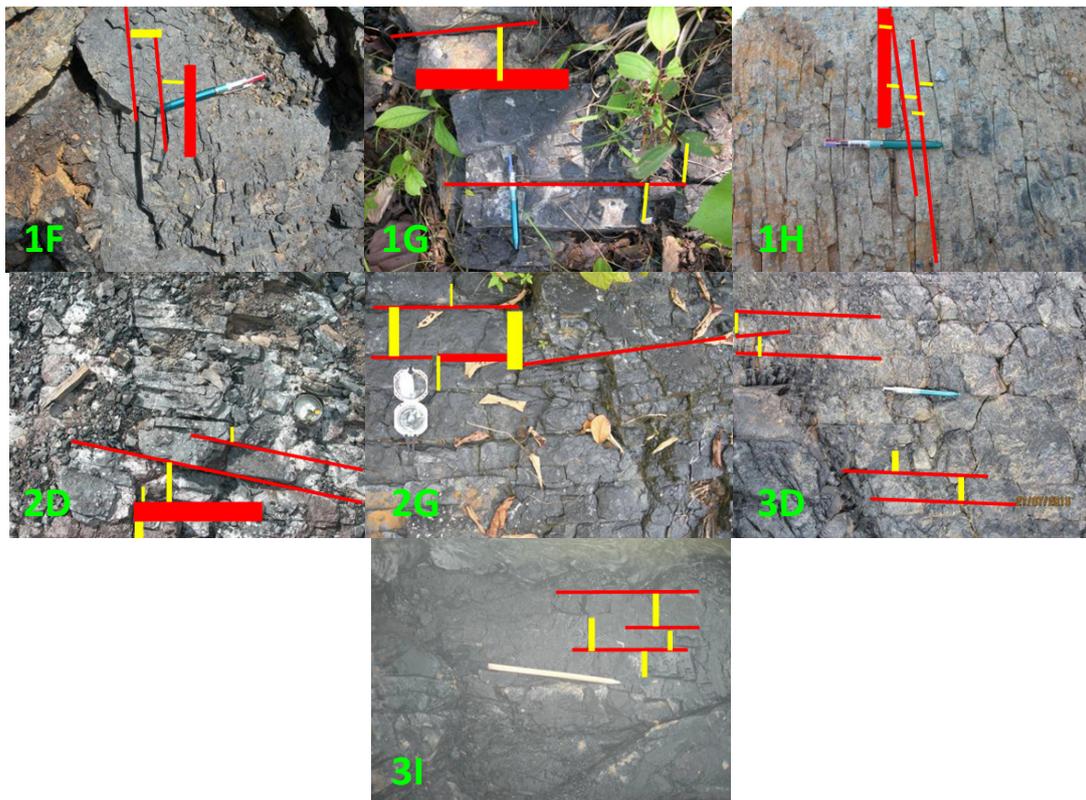
Pada setiap singkapan pengamatan terdapat satu kondisi yang selalu muncul, yakni sudut yang terbentuk antara *face* dan *butt cleat* cenderung membentuk sudut yang relatif tegak lurus (Gambar 5).



Gambar 3. Diagram Rossete Face Cleat



Gambar 4. Diagram Rossete *Butt Cleat*



Gambar 5. Gambar kenampakan *face cleat* (merah) dan *butt cleat* (kuning) pada; (A) Stasiun 1F, (B) Stasiun 1G, (C) Stasiun 1H, (D) Stasiun 2D, (E) Stasiun 2G, (F) Stasiun 3D dan (G) Stasiun 3I.

Setelah dilakukan pengukuran dan pengklasifikasian jenis *cleat* maka didapat perbandingan panjang rata-rata yang dimiliki oleh *face* dan *butt cleat*

adalah 2 : 1 (Tabel 2). Sehingga dapat terlihat pada pasangan *cleat*, panjang *face cleat* konsisten selalu lebih besar dibandingkan dengan *butt cleat*.

Tabel 2. Rekapitulasi kisaran Panjang *cleat* pada setiap stasiun

| Stasiun | Panjang (cm) |             |
|---------|--------------|-------------|
|         | <i>Face</i>  | <i>Butt</i> |
| 1F      | 2,3 - 15,3   | 1,1 - 3,7   |
| 1G      | 4,5 - 20,4   | 0,6 - 5,2   |
| 1H      | 5,2 - 25,6   | 0,4 - 7,5   |
| 2D      | 4,1 - 23,1   | 3,2 - 11,2  |
| 2G      | 2,4 - 17,2   | 0,4 - 8,4   |
| 3D      | 3,9 - 10,3   | 1,5 - 6,3   |
| 3I      | 2,8 - 12,7   | 0,1 - 10,4  |

Dari kumpulan data *aperture* tidak terdapat perbedaan yang berarti antara lebar apertur *face* dan *butt* cleat (Tabel 3). Perhitungan ukuran lebar dari *cleat* berkisar antara 0,50 mm hingga 63,5 mm.

Hasil pengukuran *spacing* antar *cleat* menunjukkan jarak antar *face cleat* 2 - 3 cm, jarak antar *butt cleat* 3 - 7 cm. Spasi antar *face cleat* lebih kecil dibandingkan dengan *butt cleat* (Tabel 4).

Tabel 3. Rekapitulasi kisaran lebar apertur pada setiap stasiun.

| Stasiun | Apertur (mm) |             |
|---------|--------------|-------------|
|         | <i>Face</i>  | <i>Butt</i> |
| 1F      | 0,50 - 31,5  | 0,50 - 23,5 |
| 1G      | 0,50 - 63,5  | 0,50 - 34,5 |
| 1H      | 0,50 - 31,0  | 0,50 - 19,5 |
| 2D      | 0,50 - 12,5  | 0,50 - 11,5 |
| 2G      | 0,50 - 56,5  | 0,50 - 21,5 |
| 3D      | 0,50 - 15,0  | 0,50 - 13,0 |
| 3I      | 0,50 - 5,0   | 0,50 - 4,5  |

Tabel 4. Rekapitulasi *spacing* antar *cleat* pada setiap stasiun.

| Stasiun | Rata-rata <i>spacing</i> (cm) |             |
|---------|-------------------------------|-------------|
|         | <i>Face</i>                   | <i>Butt</i> |
| 1F      | 3,03                          | 5,882       |
| 1G      | 2,5                           | 3,846       |
| 1H      | 2,857                         | 6,667       |
| 2D      | 3,125                         | 4,545       |
| 2G      | 2,632                         | 3,521       |
| 3D      | 2,128                         | 7,692       |
| 3I      | 2,273                         | 3,571       |

Tabel 5. Hasil estimasi permeabilitas pada setiap stasiun.

| Stasiun | Apertur | Spacing (cm) | Permeabilitas (mD) |       |
|---------|---------|--------------|--------------------|-------|
|         |         |              | Match Stick        | Cubes |
| 1F      | 16      | 5,882        | 24,07              | 32,23 |
| 1G      | 32      | 3,846        | 15,85              | 21,1  |
| 1H      | 17,5    | 6,667        | 27,55              | 36,7  |
| 2D      | 6,5     | 4,545        | 18,95              | 25,2  |
| 2G      | 28,5    | 3,521        | 14,65              | 19,3  |
| 3D      | 7,75    | 7,692        | 35,05              | 46,7  |
| 3I      | 2,75    | 3,571        | 14,6               | 19,46 |

Dari ketujuh singkapan batubara yang dijumpai tidak ditemukan adanya mineral sekunder yang mengisi *cleat* pada setiap singkapannya.

Permeabilitas diestimasi menggunakan rumus dari Scott (1999), Lucia (1983) atau Aguilera (1995). Lucia (1983) melakukan studi pada karbonatan rekah yang menghasilkan relasi antara permeabilitas, banyak rekahan dan apertur rekahan, yaitu;

$$K = (84.4 \times 10^5)W^3/Z$$

K: permeabilitas (darcy), W: rekah apertur (cm), and Z: jarak antar rekah (cm). Lalu Aguilera (1995) menghubungkan ini dengan hukum Darcy, yakni;

$$cubes, k_2 = (2/3) (k_f W^2/Z)$$

$$match sticks, k_2 = (1/2) (k_f W^2/Z).$$

dengan  $k_f = 8.35 \times 10^6 W^2$ ;

$k_f$  : Permeabilitas rekahan pada sifat titik tunggal ;  $k_2$  : Permeabilitas rekahan pada satu set rekahan parallel.

Data permeabilitas yang terdapat pada singkapan-singkapan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Berdasarkan analisis *cleat* pada singkapan pada setiap stasiun maka kisaran permeabilitas adalah 14,6 mD – 46,7 mD.

## KESIMPULAN

- Orientasi jurus dari *cleat* pada daerah penelitian berarah relatif Timur – Barat untuk *face cleat* dan berarah relatif Utara-Selatan untuk *butt cleat*.
- Face *cleat* lebih panjang dan menerus dibandingkan pasangannya *butt cleat* dan mempunyai perbandingan ukuruann 2 : 1.
- Intensitas munculnya face lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan *butt*.
- Permeabilitas rekahan dari singkapan adalah 14,6 mD – 46,7 mD. Ini berarti beberapa lapisan batubara pada daerah penelitian memiliki permeabilitas yang baik untuk CBM dimana menurut Peter Cockroft (2008) Permeabilitas yang baik untuk CBM adalah 30mD – 50 mD.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Satui Basin Gas yang memfasilitasi penulis dalam pengambilan data, serta Agus Pudjobroto, Eri Saferi, Ismawan, Nurdrajat dan Rezki yang telah membantu dalam pengolahan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, R., 1995, Naturally fractured reservoirs, 2nd Ed., PennWell Publishing Company, Oklahoma .
- Apriyani, N., Suharmono, Momen, M., Djaelani, S., Sodli, S., Satria, S., Murtani, A. S. 2013. *Integrated Cleat Analysis And Coal Quality On Cbm Exploration Insangatta li Field, Kutai Basin, East Kalimantan*. Proceedings, Indonesian Petroleum Association Thirty-Seventh Annual Convention & Exhibition.
- Diamond, W. P., McCulloch, C. M., dan Bench, B. M. 1976. Use of Surface Joint and Photolinear Data for Predicting Subsurface Coal Cleat Orientation. *Bureau of Mines Report of Investigation 8210*. United States Department of The Interior.
- Heryanto, R., Supriatna, S., Rustandi, E., Baharuddin. 1994. *Peta Geologi Lembar Sampanahan, Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Iskandar, O, 2014. Analisa Karakteristik geometri cleat pada surface dan subsurface, serta pengaruhnya terhadap potensi CBM lokasi XX. Universitas Padjadjaran.
- Laubach, S. E., Marret, R. A., Olson, J. E., Scott, A.R., 1998. *Characteristics and Origin of Coal Cleat: a review*, Int. J. Coal Geol. 35, 175-207.
- Lucia, F.J., 1983, Petrophysical parameters estimated from visual descriptions of carbonate rocks: a field classification of carbonate pore space: Journal of Petroleum Technology.
- McCulloch, C. M., Deul, M., Jeran, P. W. 1974. Cleat in Bituminous Coalbeds. *Bureau of Mines Report of Investigation 7910*. United States Department of The Interior.