



PENGARUH ATRIBUT *CLEAT* TERHADAP PERMEABILITAS BATUBARA DAERAH KUNGKILAN, KABUPATEN LAHAT, SUMATERA SELATAN

CLEAT ATTRIBUTE RELATIONSHIP OF COAL PERMEABILITY IN KUNGKILAN AREA, LAHAT REGENCY, SOUTH SUMATRA

A. F. Novita*¹, Y. Z. Rochmana²

^{1,2}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

^{1,2}Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM. 32, Indralaya, Sumatera Selatan

e-mail: *¹Aryzkafionovita@gmail.com, ²yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

Cleat merupakan rekahan alami yang muncul sebagai dampak dari pembebanan maupun struktur. Rekahan pada batubara menjadi alur lintasan fluida pada batubara untuk mengalir masuk ataupun keluar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi gas metana batubara melalui analisis *cleat* pada area Kungkilan, Kabupaten Lahat yang termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Selatan. Pengambilan data atribut *cleat* menggunakan metode observasi lapangan yaitu dengan melakukan pengukuran kedudukan (*strike-dip*), atribut *cleat* berupa *spacing* dan *aperture* dengan menggunakan metode *scanline* pada sembilan lokasi penelitian, dan dilanjutkan perhitungan nilai permeabilitas batubara menggunakan rumus *darcy*. Dari pengukuran tersebut hasil arah umum *face cleat* adalah timur laut-barat daya dan *butt cleat* berarah barat laut-tenggara dengan menghasilkan atribut *cleat* dengan rata-rata *aperture* pada *face cleat* 0,02-0,1 cm dan *butt cleat* yaitu 0,03-0,2 cm, sedangkan *spacing* pada *face cleat* 2,9 hingga 5,7 cm dan pada *butt cleat* 3,8-7,9 cm. Berdasarkan perhitungan dari persamaan permeabilitas, hasil permeabilitas yang diperoleh kisaran yaitu 2,27 mD-42,95 mD yang setelah dirata-rata pada model *match sticks* sebesar 15,635 mD serta 3,02 mD-57,27 mD setelah rata-rata model *cubes* yaitu 21,598 mD. Hasil keterdapatn permeabilitas yang bernilai rendah diperoleh di *seam d* pada LP 1 sedangkan nilai tertinggi diperoleh di *seam c* pada LP 8. Maka dapat ditarik kesimpulan adanya korelasi antara atribut *cleat* dengan permeabilitas dan di beberapa *coal seam* terutama *seam c* memiliki kualitas permeabilitas untuk gas metana batubara cukup baik. Hal tersebut selaras dengan pandangan Peter (2008), dimana dalam pemanfaatan gas metana batubara, permeabilitas yang optimal yaitu 30 mD-50 mD.

Kata kunci: *cleat*, atribut *cleat*, permeabilitas batubara

ABSTRACT

Cleats are natural cracks that appear as a result of loading or structure. Fractures in the coal become flow paths for fluid in the coal to flow in or out. This research was conducted to determine the potential of coal methane gas through *cleat* analysis in the Kungkilan area, Lahat Regency which is included in the South Sumatra Basin. Data collection on *cleat* attributes used the field observation method, namely by measuring the position (*strike-dip*), *cleat* attributes in the form of *spacing* and *aperture* using the *scanline* method at nine research locations, and continued calculating the coal permeability value using the *Darcy* formula. From these measurements, the general direction of the *face cleat* is northeast-southwest and the *butt cleat* is northwest-southeast, producing *cleat* attributes with an average *aperture* on the *face cleat* of 0.02-0.1 cm and the *butt cleat*, namely 0.03- 0.2 cm, while the *spacing* on the *face cleat* is 2.9 to 5.7 cm and on the *butt cleat* 3.8-7.9 cm. Based on calculations from the permeability equation, the permeability results obtained were in the range of 2.27 mD-42.95 mD, which after averaging on the *match sticks* model was 15.635 mD and 3.02 mD-57.27 mD after averaging the *cubes* model, namely 21,598 mD. The results of low value permeability were obtained in *seam d* on LP 1 while the highest value was obtained in *seam c* on LP 8. So it can be concluded that there is a correlation between *cleat* attributes and permeability and in some coal seams, especially *seam c*, the permeability quality is good. Coal methane gas is quite good. This is in line with the views of Peter (2008), where in the use of coal methane gas, the optimal permeability is 30 mD-50 mD.

Keywords : *cleats*, *cleat* attribute, coal permeability

PENDAHULUAN

Batubara menjadi material heterogen yang memungkinkan mengalami peretakan secara alami dan biasanya ditemukan pada batubara dengan peringkat rendah. Salah satu kenampakan geologi yang berupa retakan tersebut terbentuk di permukaan batubara sebagai *cleat* [1]. *Cleat* merupakan retakan pada lapisan batubara yang muncul karena proses pembatubaraan, aktivitas tektonik, dan pengaruh struktur [2]. Bagaimana asal *cleat* masih menjadi perdebatan, namun terlepas dari itu asumsi yang diterima mengenai geometri *cleat* dipengaruhi oleh tektonik [3]. Umumnya *cleat* dalam batubara dapat menjadi salah satu indikator untuk mengetahui adanya potensi gas metana batubara. Gas Metana Batubara (GMB) merupakan istilah yang digunakan untuk menunjukkan gas yang terdapat di batubara [4].

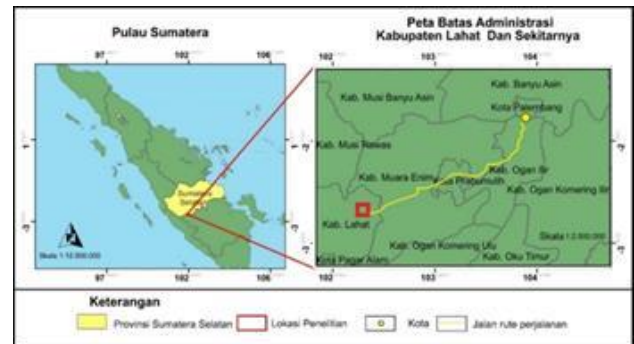
Penelitian mengenai keterkaitan *cleat* terhadap permeabilitas telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Menurut Moore (2008), sebagian gas metana yang ada di batubara terpendam di *micropores* dan *cleat* [5]. Maulana (2016) juga mengemukakan bahwa *cleat* menjadi aspek penting dalam perkembangan nilai permeabilitas pada batubara [6]. Ayers (2002) berpendapat bahwa sepanjang sistem rekahan pada lapisan batubara merupakan tempat mengalirnya fluida [7]. Berdasarkan PSDMBP (2020), lignit hingga sub bituminous atau bisa disebut batubara dengan rank rendah hingga sedang dengan kalori <6.100 kal/gr adb merupakan tingkat kematangan batubara paling ekonomis yang dapat dikembangkan sebagai gas metana batubara [8]. Hal tersebut disebabkan kandungan gas dan permeabilitas pada rank tersebut mencukupi untuk produksi gas metana.

Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa *cleat* menjadi faktor penting dalam menentukan potensi keberadaan gas metana batubara serta batubara rank rendah yang keberadaannya kurang efisien dalam kegiatan penambangan terbuka. Hal tersebut yang menjadi dasar diperlukannya pemanfaatan energi alternatif lain pada lokasi penelitian. Cara yang bisa dilakukan adalah dengan produksi gas metana yang tersimpan pada batubara secara insitu. Sebagai keterbaruan dalam penelitian ini, dilakukan analisis korelasi regresi untuk mengetahui korelasi antara atribut *cleat* dengan parameter *aperture* dan *spacing* terhadap hasil kalkulasi permeabilitas *cleat* antara nilai yang mempengaruhi dan yang dipengaruhi.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi ada tidaknya potensi gas metana batubara di daerah penelitian dan bagaimana hubungan antara atribut *cleat* dengan permeabilitas batubara.

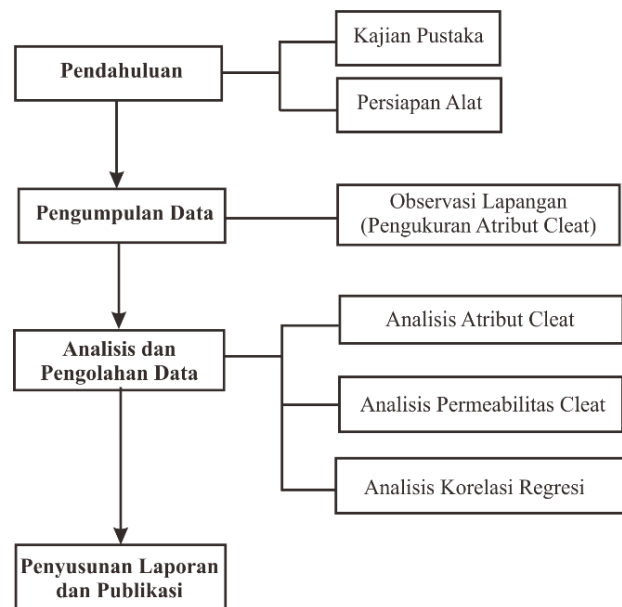
METODE PENELITIAN

Penelitian ini berada pada area kerja PT Ansaf Inti Resources, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan yang berlokasi di Formasi Muaraenim bagian dari Cekungan Sumatera Selatan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta administrasi lokasi penelitian

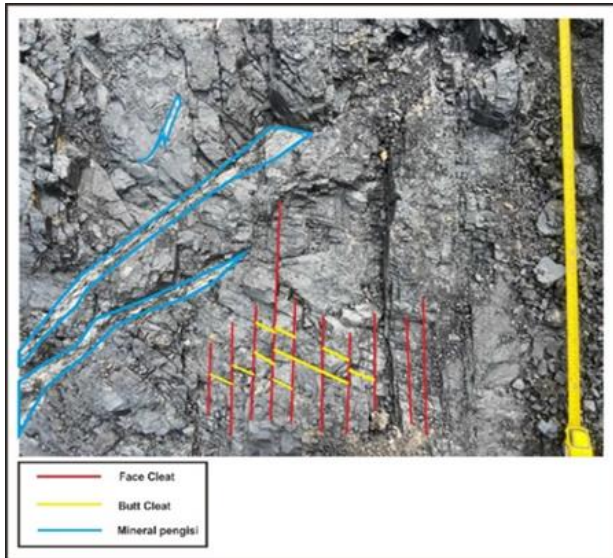
Tahapan penelitian ditunjukkan pada bagan alir seperti berikut (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada pendahuluan dilakukan kajian pustaka dari penelitian terdahulu sebagai acuan dan persiapan lokasi serta alat yang diperlukan saat penelitian. Dilanjutkan tahap pengumpulan data yaitu pengamatan geologi permukaan dan pengukuran atribut *cleat*. Selanjutnya analisis dan pengolahan data berupa analisis karakteristik atribut *cleat* kemudian didukung analisis permeabilitas dan analisis korelasi regresi serta penyusunan laporan dan publikasi.

Cleat dalam batubara menunjukkan rekahan sejajar dan saling tegak lurus. Berdasarkan jenisnya, *cleat* digolongkan sebagai *face* dan *butt cleat* (Gambar 3). *Face cleat* terbentuk paling awal lalu dilanjutkan terbentuknya *butt cleat* [9].



Gambar 3. Kenampakan atribut *cleat* dan mineral pengisi *cleat* batubara

Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam pengukuran yaitu metode *scanline* yang membentang sepanjang lapisan batubara untuk mendapatkan data atribut *cleat* seperti orientasi *cleat*, *aperture*, *spacing* dan mineral pengisi dari setiap *cleat* yang memotong *scanline*. Panjang *scanline* pada setiap lokasi sama untuk mengurangi pengukuran bias (Gambar 4) [10]. Pengukuran ideal *scanline* yaitu jika garis azimuth mengarah ke diagonal atau $\pm 45^\circ$ dari *strike* lapisan batubara [11].



Gambar 4. Metode pengukuran *scanline*.

Aperture dan panjang dari *cleat* batubara memiliki ukuran yang bervariasi akan menyertai *power law* yang mana semakin bertambah ukuran *aperture* maka semakin besar panjang *cleat*. Kondisi tersebut saling berkaitan terhadap mekanisme terbentuknya *coal*. *Coal rank* dengan tingkat rendah belum terjadi *pressure* yang besar dan intensitas

kandungan air tinggi, sehingga *cleat* terbentuk dengan *aperture* dan panjang *cleat* bernilai besar. Sebaliknya batubara yang memiliki rank tinggi telah mengalami *pressure* tinggi, menyebabkan *aperture cleat* yang pada awalnya mempunyai bukaan besar lalu menyempit diakibatkan tekanan yang mengenai lapisan batubara, sehingga berdampak pada semakin mengecilnya dimensi *aperture*. Berbeda hal dengan panjang *cleat* yang cenderung berukuran kecil sebagai pengaruh dari intensitas rekahan yang besar terbentuk saat proses pembebasan muatan air saat momen batubara mengalami tekanan dan pembebanan [12].

Analisis Permeabilitas Batubara

Selanjutnya dilakukan perhitungan permeabilitas untuk mengetahui bagaimana potensi gas metana batubara pada lokasi penelitian menggunakan perhitungan *darcy* berupa *mathstick* dan *cubes* dengan parameter atribut *cleat* (*aperture* dan *spacing*) [13]. *Aperture cleat* meningkat secara lurus sepanjang *height cleat* [14]. Berikut rumus permeabilitas yang telah diperbarui menjadi sederhana oleh Aguilera (1985) yang telah dikombinasikan dengan hukum Darcy's.

$$k_f = 8,35 \times 10^6 \times W^2 \dots\dots\dots (1)$$

Cubes

$$k_f = \frac{2}{3} \left(\frac{k_f \times W^2}{Z} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Math Stick

$$k_f = \frac{1}{2} \left(\frac{k_f \times W^2}{Z} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana dari simbol-simbol tersebut merepresentasikan sebagai berikut [13]:

- W = *aperture cleat* (cm)
- Z = *cleat spacing* (cm)
- k_f = konstanta permeabilitas (cm²)
- k₂ = permeabilitas (darcy)

Analisis Korelasi regresi

Menggambarkan keterkaitan dari hasil pengukuran dan pengamatan pada atribut *cleat* terhadap permeabilitas batubara yang diperoleh melalui cara perhitungan nilai permeabilitas. Salah satu model statistik yang dapat digunakan adalah diagram sebar. Diagram sebar merupakan grafik yang menampilkan indikasi peluang korelasi antara pasangan dua macam variabel dan menampilkan korelasi dua variabel yang ditampilkan selaku koefisien korelasi. Variabel dikategorikan terdapat hubungan bilamana perubahan pada variabel yang satu bersamaan dengan peralihan variabel lain secara beriringan, dengan arah yang serupa atau kontradiktif.

Hubungan kuat lemah diukur menggunakan jarak (*range*) 0 hingga 1 (Tabel 1).

Tabel 1. Korelasi dua variabel berdasarkan nilai koefisien [15]

Koefisien Interval	Tingkat Hubungan
0	Tidak ada korelasi
>0 – 0,25	Sangat lemah
>0,25 – 0,5	Cukup
>0,5 – 0,75	Kuat
>0,75 – 0,99	Sangat Kuat
1	Sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data *cleat* pada daerah Kungkulan area kerja PT Ansaf Inti Resources di *seam c* dan *seam d* dengan sembilan lokasi penelitian (Gambar 5) sebagai berikut:

Analisis Atribut *Cleat*

Lokasi penelitian 1 yang berada di *seam d* memiliki orientasi *face cleat* yaitu N018°E/62 °E sedangkan orientasi *butt cleat* N295°E/61°E. Selanjutnya diperoleh nilai *aperture* pada *face cleat* sebesar 0,02-0,06 cm dan pada *butt cleat* 0,03-0,06 cm, sedangkan untuk pengukuran *spacing*, *face cleat* bernilai 4,7 cm dan *butt cleat* 5 cm.

Lokasi penelitian 2 berada di *seam d* memiliki orientasi *face cleat* yaitu N208°E/79°E dan orientasi *butt cleat* N143°E/58°E. Didapatkan hasil untuk pengukuran *aperture face cleat* yaitu 0,02-0,05 cm dan pada 0,04-0,06 cm pada *butt cleat*. Pengukuran *spacing* pada *face cleat* diketahui hasil yaitu 3,12 cm dan pada *butt cleat* 4,2 cm.

Lokasi penelitian 3 yang berada di *seam d* memiliki orientasi *face cleat* N205°E/71°E dan orientasi *butt cleat* N147°E/56°E. Nilai *aperture* yang diperoleh yaitu pada *face cleat* 0,04-0,06 cm dan pada *butt cleat* 0,05-0,08 cm. Hasil pengukuran *spacing* diperoleh 5,3 cm pada *face cleat* dan pada *butt cleat* 5 cm.

Lokasi penelitian 4 berada di *seam c* yang berorientasi pada *face cleat* N291°E/60°E dan *butt cleat* sebesar N288°E/64, diperoleh nilai *aperture* pada *face cleat* yaitu 0,06-0,08 cm dan pada *butt cleat* 0,08-0,1 cm. Hasil pengukuran *spacing* pada *face cleat* adalah 3,6 cm dan 5 cm pada *butt cleat*.

Lokasi penelitian 5 yang berada di *seam d* memiliki orientasi *face cleat* N021°E/63°E dan orientasi *butt cleat* adalah N288°E/64°E. Untuk hasil pengukuran nilai *aperture* pada adalah 0,05-0,06 cm pada *face cleat* serta pada *butt cleat* 0,06-0,08 cm sedangkan untuk

pengukuran *spacing*, hasil yang diperoleh pada *face cleat* 4,7 cm sedangkan *butt cleat* 5,7 cm.

Lokasi penelitian 6 yang berada di *seam c* memiliki orientasi *face cleat* yaitu N205°E/71°E dan orientasi *butt cleat* sebesar N147°E/66°E. Nilai *aperture* yang dihasilkan pada *face cleat* adalah 0,04 hingga 0,1 cm dan pada *butt cleat* yaitu 0,05-0,1 cm. Hasil yang didapatkan dari pengukuran *spacing* yaitu pada *face cleat* 2,9 cm dan 3,8 cm pada *butt cleat*.

Lokasi penelitian 7 yang berada di *seam d* memiliki orientasi *face cleat* yaitu N214°E/67°E dan orientasi *butt cleat* N131°E/57°E. Selanjutnya nilai *aperture* yang diperoleh pada *face cleat* 0,04-0,07 cm dan *butt cleat* yaitu 0,05-0,07 cm. Dari hasil pengukuran *spacing* didapatkan *face cleat* 5,7 cm dan 7,9 cm pada *butt cleat*.

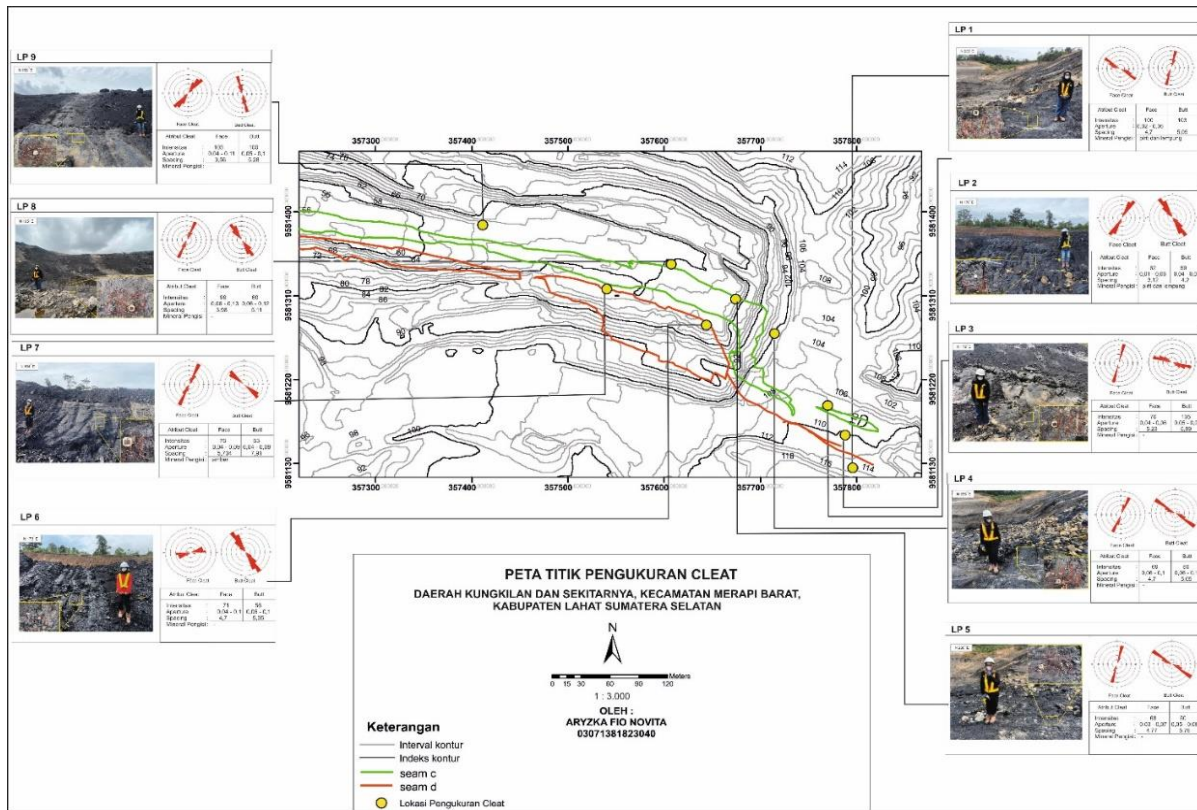
Lokasi penelitian 8 yang berada di *seam c* memiliki orientasi *face cleat* yaitu N196°E/71°E dan orientasi *butt cleat* N289°E/57°E. Nilai *aperture* yang dihasilkan pada *face cleat* yaitu 0,06-0,1 cm dan pada *butt cleat* 0,06-0,2 cm. Hasil yang diperoleh dalam pengukuran *spacing* pada *face cleat* adalah 3,9 cm dan pada *butt cleat* 5,1 cm.

Lokasi penelitian 9 yang berada di *seam c* memiliki orientasi *face cleat* yaitu N217°E/71°E dan orientasi *butt cleat* sebesar N162°E/59. Selanjutnya setelah dilakukan pengukuran atribut *cleat*, nilai *aperture* yang didapat *face cleat* yaitu 0,04 hingga 0,1 cm dan pada *butt cleat* 0,05 hingga 0,2 cm. Selanjutnya hasil pengukuran diperoleh pada *spacing face cleat* yaitu 3,5 cm dan *butt cleat* 5,2 cm.

Dari hasil tersebut diketahui arah umum dari orientasi *face cleat* pada lokasi pengamatan yaitu timur laut-barat daya serta *butt cleat* dengan arah barat laut-tenggara. Selanjutnya untuk hasil rata-rata atribut *cleat* setiap lokasi penelitian diperoleh rata-rata *aperture* 0,50-2 mm dengan *spacing* pada *face cleat* adalah 2-3 cm dan pada *butt cleat* yaitu 3-6 cm (Tabel 2).

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengukuran kedudukan *cleat* dan singkapan

Lokasi	Perlapisan		Face Cleat		Butt Cleat	
	Strike (N..E)	Dip (..E)	Strike (N...E)	Dip (...E)	Strike (N..E)	Dip (...E)
LP 1	298	45	18	62	295	61
LP 2	290	68	208	79	143	58
LP 3	274	33	205	71	147	56
LP 4	300	41	21	63	291	60
LP 5	305	34	21	65	288	64
LP 6	260	48	205	71	147	66
LP 7	288	45	214	67	131	57
LP 8	290	20	196	71	298	56
LP 9	328	41	217	71	162	59



Gambar 5. Metode pengukuran *scanline*

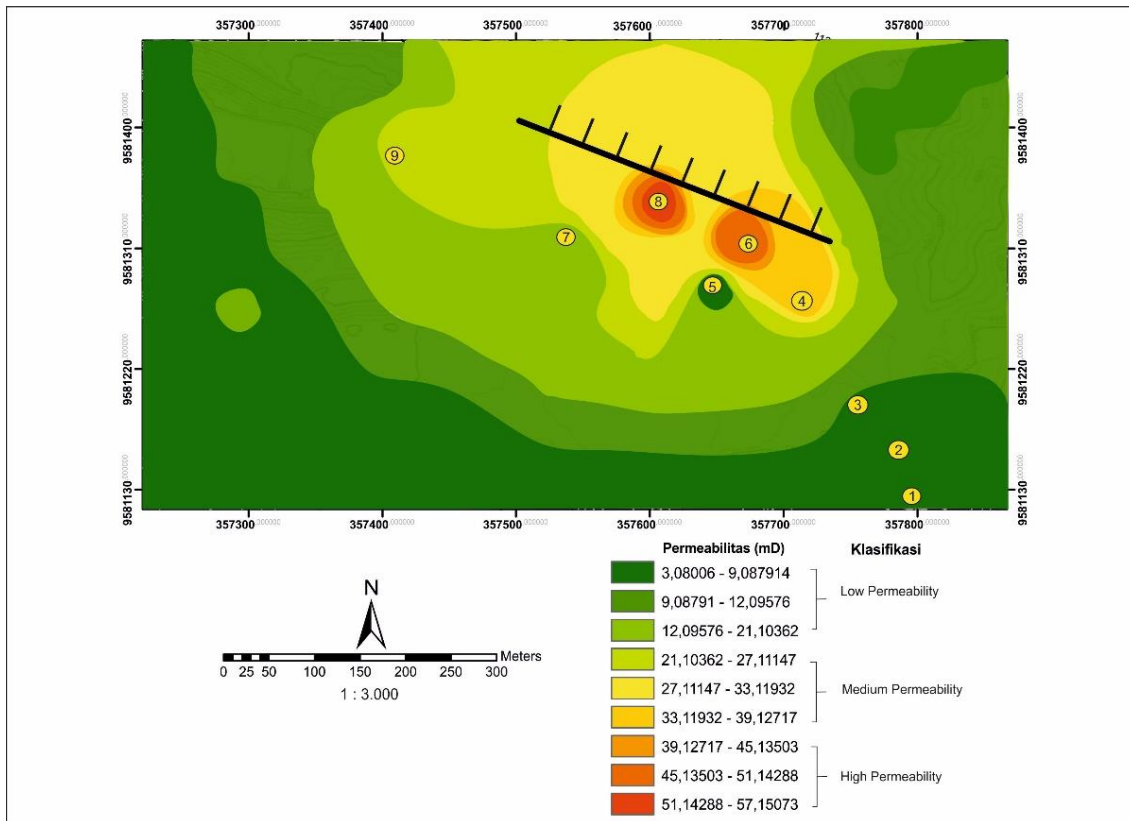
Analisis Permeabilitas Batubara

Setelah dilakukan pengukuran di lapangan, maka *atribut cleat* yang terdapat pada *seam c* dan *d* lokasi penelitian dihubungkan dengan analisis permeabilitas batubara. Nilai atribut *cleat* yang diamati adalah *aperture* dan *spacing*. *Aperture cleat* adalah lebar bukaan pada *face* atau *butt cleat*. *Spacing* adalah jarak yang terhubung antar *face* dan *butt cleat* dengan lainnya. Berikut adalah Tabel 3 yang merupakan hasil dari perhitungan permeabilitas.

Didapatkan nilai permeabilitas yaitu 2,27 mD hingga 42,95 mD setelah dihitung rata-rata untuk model *match stick* 15,635 mD dan 3,02 – 57,27 mD setelah dirata-rata model *cubes* 21,598 mD. Permeabilitas yang terendah ditemukan di LP 1, yang tertinggi didapatkan di LP 8 (Gambar 6). Sehingga dapat disimpulkan pada PIT BME area kerja PT Ansaf Inti Resources di beberapa lapisan batubara mempunyai nilai permeabilitas relatif cukup baik untuk produksi gas metana batubara karena menurut Peter Cockroft (2008) idealnya nilai permeabilitas untuk pemanfaatan gas metana batubara yaitu 30 mD hingga 50 mD.

Tabel 3. Hasil nilai permeabilitas pada setiap lokasi

Lokasi pengamatan	Aperture (cm)	Spacing (cm)	Permeabilitas	
			Match Stick	Cubes
LP 1	0,04	4,7	2,274	3,032
LP 2	0,04	3,12	3,425	4,567
LP 3	0,05	5,232	4,987	6,649
LP 4	0,07	3,641	27,53	36,70
LP 5	0,05	4,772	5,468	7,290
LP 6	0,07	2,907	34,48	45,97
LP 7	0,06	5,704	9,485	12,65
LP 8	0,08	3,981	42,95	57,24
LP 9	0,06	3,568	10,11	20,21



Gambar 6. Peta Persebaran Permeabilitas *Cleat*

Analisis Korelasi Regresi

Dari perhitungan permeabilitas, hasilnya akan dituangkan dalam bentuk grafik yang selanjutnya dikaitkan dengan indikator berupa *aperture* dan *spacing*. Dalam grafik, dihubungkan titik-titik korelasi dengan

garis regresi linear dengan tujuan memperoleh hasil regresi. Pemanfaatan analisis tersebut adalah memperoleh hasil seberapa besar keterkaitan nilai yang mempengaruhi dan nilai yang dipengaruhi.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Korelasi

Lokasi Penelitian	LP 1	LP 2	LP 3	LP 4	LP 5	LP 6	LP 7	LP 8	LP 9
Aperture	0,7276	0,844	0,646	0,838	0,901	0,585	0,938	0,727	0,943
Spacing	0,266	0,458	0,847	0,584	0,635	0,869	0,504	0,572	0,559

Korelasi nilai dari *aperture* terhadap permeabilitas di tiap lokasi secara berurutan yaitu LP 1 didapatkan hasil untuk *spacing cleat* 0,727 dan 0,612 yang menunjukkan bahwa koefisien *aperture* adalah >0,5 hingga 0,99 dengan *spacing* berkoefisien >0,25 hingga 0,5. Hasil berikut memperlihatkan adanya korelasi *aperture* dan *spacing* terhadap permeabilitas yang tingkat korelasinya kuat dan cukup (Tabel 4). Selanjutnya LP 2, nilai *aperture* dan *spacing cleat* yang diperoleh terhadap permeabilitas yaitu 0,844 setara dengan koefisien >0,5 hingga 0,99 dan

spacing 0,458 setara dengan koefisien >0,25-0,5. Hasil berikut mengindikasikan keterdapatan korelasi kuat dan korelasi cukup. Korelasi pada LP 3 antara *aperture* dan *spacing cleat* terhadap permeabilitas didapatkan nilai 0,646 serta 0,596 atau berkoefisien >0,5 hingga 0,99. Jika dikaitkan dengan *aperture* terhadap permeabilitas nilai tersebut menunjukkan kuatnya tingkat korelasi. Dilanjutkan LP 4, bernilai korelasi 0,838 dan 0,584 atau tingkat korelasi kuat karena tingkat koefisien >0,5 hingga 0,99. Korelasi *aperture* dan *spacing cleat* terhadap permeabilitas LP 5 menunjukkan 0,901 dan



0,635, menandakan terdapat tingkat korelasi tinggi berkorelasi $>0,5-0,99$. Pada LP 6, menghasilkan nilai 0,585 dan 0,869 atau berkorelasi $>0,5 - 0,99$ yang memperlihatkan adanya tingkat korelasi kuat. Pada LP 7, korelasi bernilai 0,938 dan 0,504 atau berkorelasi $>0,5 - 0,99$ yang mengindikasikan tingkat korelasi kuat. Selanjutnya pada LP 8, hasil yang didapatkan 0,727 dan 0,572, termasuk dalam koefisien $>0,5-0,99$, membuktikan bahwa adanya korelasi kuat. Nilai korelasi terakhir LP 9 adalah 0,943 serta 0,559 atau berkorelasi $>0,5 - 0,99$.

KESIMPULAN

Hasil orientasi umum pada sembilan lokasi penelitian didapatkan setelah dilakukan pengambilan data atribut *cleat* yaitu pada *face cleat* arahnya timur laut-barat daya dan arah orientasi pada *butt cleat* yaitu barat laut-tenggara dengan pengukuran *aperture* pada *face cleat* diperoleh hasil yaitu 0,02-0,1 cm dan pada *butt cleat* 0,03-0,2 cm. Selanjutnya untuk *spacing* pada *face cleat* berkisar 2,9-5,7 cm dan *butt cleat* 3,8-7,9 cm. Dari hasil perhitungan menggunakan rumus permeabilitas, pada Lokasi penelitian diperoleh permeabilitas berkisar antara 2,27 mD hingga 42,95 mD yang setelah di rata-rata pada model *match sticks* menjadi 15,635 mD dan 3,02 mD-57,27 mD dengan nilai rata-rata pada model *cubes* yaitu 21,598 mD. Nilai terendah permeabilitas didapatkan di LP 1 dan tertinggi ditemukan di LP 8. Pada lokasi penelitian, nilai permeabilitas relatif cukup ideal dalam produksi gas metana Batubara. Hal tersebut selaras dengan ungkapan Peter Cockroft (2008), dimana dalam hal pemanfaatan gas batubara, permeabilitas yang optimal adalah 30 mD hingga 50 mD.

Analisis berdasarkan korelasi antara atribut *cleat* berupa *spacing* dan *aperture* terhadap permeabilitas yang telah didapatkan hasil membuktikan adanya korelasi antar parameter tersebut. Pola yang dihasilkan antara *aperture* terhadap permeabilitas yaitu pola positif yang menandakan searah, artinya jika dimensi *aperture cleat* semakin besar, nilai permeabilitas yang terbentuk semakin besar pula. Penyebab korelasi searah yaitu apabila *cleat* yang terbentuk bertambah banyak jumlahnya maka semakin tinggi permeabilitas batubara. Permeabilitas batubara yang intensitasnya semakin tinggi menyebabkan fluida di dalam batubara semakin mudah untuk mengalir. Perbedaan terlihat pada *spacing cleat* dengan *coal permeability* yang berkorelasi, diketahui terbentuk pola dari hasil korelasi yaitu negatif, yang menandakan bahwa apabila *spacing cleat* menunjukkan intensitas yang semakin besar maka akan bertambah rendah nilai permeabilitas batubara begitupun sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Larry, T. (2013). Coal Geology. India: Wiley-Blackwell Publication.
- [2] Linggadipura, R. D., Prasetyo, M. H., & Dimas, E. (2016). Karakteristik Kuantitatif Cleat sebagai Indikator Gas Metana Batubara di Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *Proceedings Seminar Kebumihan Ke-9*, 199-210.
- [3] Widera, M. (2014). Lignite cleat studies from the first Middle-Polish (first Lusatian) lignite seam in central Poland. *International Journal of Coal Geology*, 131, 227-238.
- [4] Moore, T.A., (2012), Coalbed methane : A review, *Elsevier International Journal of Coal Geology*, 36-81.
- [5] Moore Tim, A., (2008). Secondary biogenic coal seam gas reservoir in New Zealand: A Preliminary assesment of gas content, *International Journal of Coal Geology*, Elsevier, 175-185.
- [6] Maulana, T., & Anggara, F. (2016). Hubungan Sistem Cleat dengan Permeabilitas Batubara Peringkat Rendah, pada Tambang Banko Barat, Muara Enim, Sumatera Selatan. *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Vol 9*.
- [7] Ayers Jr., W.B. (2002). *Coalbed Gas System, Production, and Review of Contrasting from the San Juan and Powder River Basin*. Oklahoma : AAPG Database of Coalbed methane a Compendium of Influential Papers.
- [8] PSDMBP. (2020). *Laporan Neraca Sumber Daya Batubara, Gambut, dan GMB*. Bandung: Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan panas Bumi.
- [9] Mostagimi, P., Armstrong, R., Gerami, A., Hu, Y., Jing, Y., Kamali, F., Zhang, Y. (2017). Cleat-scale Characterisation of coal: An Overview, *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Elsevier, 39, 143-160.
- [10] Apriyani, N., Suharmono, M. M., Djaelani, S., Sodli, A., Satria, A., & Murtani, A. S. (2014). Integrated cleat analysis and coal quality on CBM exploration at Sangatta II PSC, Kutei Basin, Indonesia. *AAPG International Conference*.
- [11] Jati, S. N., Sutriyono, E., & Dyah Hastuti, E. W. (2020). Coal properties and cleat attributes at Tanjung Enim Coalfield in South Palembang Sub-basin, South Sumatera. *2nd International Conference on Earth Science, Mineral and Energy*.
- [12] Sapiie, B., Rifiyanto, A., & Perdana, L. A. (2014). Cleats analysis and CBM potential of the Barito Basin, South Kalimantan, Indonesia. *AAPG International Conference*.



- [13] Scott, A. R., (1999), Review of key hydrogeologic factors affecting coalbed methane producibility and resource assessment, in: Oklahoma Coalbed-Methane Workshop, December 1, Norman, Oklahoma, *Oklahoma Geological Survey Open File Report*, 6-99.
- [14] Brook, M., Hebblewhite, B., & Mitra, R. (2016). Cleat aperture-size distributions: A case study from the Late Permian Rangal Coal Measures, Bowen Basin, Australia. *International Journal of Coal Geology*, 168(2), 186-192.
- [15] Sarwono, J., (2006). Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif Edisi 2: Bandung, *Suluh Media press*, 67.