

**PENGARUH TEKTONIK DALAM PERKEMBANGAN CLEAT PADA LAPISAN
BATUBARA FORMASI MUARA ENIM, KEC. MERAPI TIMUR, KAB. LAHAT,
SUMATERA SELATAN**

Hazred Umar Fathan*
Muhammad Hafiz Prasetyo
Ray Diwatra Linggadipura
Dhea Adisty Pratami
Mega Rizky Nuriana Sari

*Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara – Bukit Besar
Palembang- Sumatera Selatan*

**corresponding author: hazredfathan@gmail.com*

SARI

Cleat merupakan rekahan alami yang terbentuk akibat aktivitas struktural ataupun pembebanan dalam proses pembentukan batubara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan dan karakteristik cleat di lapisan batubara yang terjadi akibat pengaruh rezim tektonik di Cekungan Sumatera Selatan akibat tumbukan Lempeng Indo – Australia dan Lempeng Eurasia pada Formasi Muara Enim di Kecamatan Merapi Timur, Lahat, Sumatera Selatan yang termasuk ke dalam Antiklinorium Muara Enim. Penelitian yang dilakukan meliputi observasi lapangan dengan pengamatan megaskopis, analisa cleat meliputi strike-dip, aperture, spacing dan length dengan scanline method pada beberapa stasiun pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik yang ada. Pengukuran cleat dilakukan pada permukaan di beberapa lokasi penelitian, meliputi tiga lokasi tambang batubara dan singkapan pada sungai dan tebing hasil bukaan. Pembentukan Antiklinorium Muara Enim dipengaruhi oleh peningkatan aktivitas tektonik pada Plio – Pliostosen yang membentuk sesar – sesar normal dan perlipatan dengan sumbu mengikuti arah dari jalur pembentukan Sesar Semangko (de Coster, 1974) dimana arah tegasan utama tersebut mempunyai pola yang sama dengan face cleat pada beberapa stasiun lokasi dengan orientasi yang dihasilkan umumnya menunjukkan arah Utara Timurlaut – Selatan Baratdaya. Singkapan pada lokasi penelitian terdiri dari rekahan yang bersifat terbuka akibat aktivitas penambangan ataupun erosi, sehingga memberikan ruang untuk mineral lempung dan pirit sebagai pengisi rekahan. Cleat yang terbentuk dipengaruhi oleh aktivitas eksogenik dari gaya tegasan utama pada Miosen - Resen yang membentuk perlipatan dimana terjadi perbedaan intensitas dan karakteristik dari sayap – sayap lipatan ataupun pada zona sesar sehingga akan mempengaruhi kualitas dan geometri lapisan batubara yang ada.

Kata Kunci : batubara, cleat, perlipatan, tektonik

I. PENDAHULUAN

Secara administratif, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat berada dibagian Barat dari wilayah Tanjung Enim yang memiliki sumber daya batubara yang melimpah, sehingga secara geologi regional pada wilayah Merapi Timur juga dijumpai sumber daya batubara yang sama seperti pada wilayah Tanjung Enim. Selain sumber daya batubara, Kecamatan Merapi Timur mempunyai sumber daya lain berupa minyak dan gas bumi, namun saat ini aktivitas produksi sedang *suspended* karena harga komoditi yang sedang turun. Kecamatan

Merapi Timur tercatat memiliki tiga perusahaan tambang batubara yang hingga saat ini masih aktif dalam kegiatan eksploitasi batubara. Dalam kegiatan eksploitasi batubara, perusahaan akan memulai bukaan lahan tambang pada wilayah yang berada di bagian Timur, selanjutnya terus bergerak ke arah Barat, hal ini didasari dari arah kemenerusan lapisan batubara yang secara umum berarah Barat - Timur. Dalam melakukan bukaan lahan tambang biasanya dipengaruhi oleh tatanan tektonik dan geometri lapisan batubara. *Cleat* merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mempelajari ciri dan

karakteristik geometri lapisan batubara. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sejarah dari proses tektonik yang bekerja pada Cekungan Sumatera Selatan, yang ditunjukkan oleh kondisi *cleat* yang ada pada lapisan batubara di lokasi penelitian, oleh sebab itu identifikasi *cleat* sangat penting untuk dilakukan, karena dapat dijadikan sebagai salah satu acuan untuk mengetahui perkembangan tektonik Cekungan Sumatera Selatan yang diketahui berdasarkan aspek kuantitatif dari tipe pembentukan *cleat* endogenik, *cleat* eksogenik ataupun karena aktivitas pengupasan.

II. TATANAN TEKTONIK

Secara tektonik Pulau Sumatera terbentuk akibat adanya *collision* antara Lempeng Indo-Australia yang menunjam masuk ke dalam Lempeng Eurasia. Pulunggono (1992) membagi sistem subduksi Pulau Sumatera menjadi tiga kali perubahan arah subduksi yang menyebabkan terbentuknya tiga pola sesar utama yaitu sesar dengan arah Baratlaut – Tenggara pada Jura Akhir–Kapur Akhir pada fase *compressional*, arah Utara – Selatan pada Kapur Akhir – Tersier Awal pada fase *tensional* dan arah Timurlaut – Baratdaya pada Miosen Tengah – Resen pada fase *compressional* (Gambar 1). Pada Tersier – Resen terjadi pertemuan lempeng secara *oblique* dengan kecepatan 5 – 7 cm/tahun yang kemudian membentuk sudut N 025°E pada bagian Selatan Sumatera dan N 031°E pada bagian Utara Sumatera, sehingga terbentuk sesar utama pembentuk Pulau Sumatera dengan pergerakan *strike-slip fault* (Sesar Semangko) (Newcomb dan McCann, 1987). Selain itu akibat pertemuan lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya ruang berupa *half graben*, *horst* dan blok patahan yang kemudian membentuk cekungan–cekungan tersier yang terdiri dari cekungan muka busur dan belakang busur. Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan belakang busur. Pada Miosen Akhir terjadi peningkatan aktivitas tektonik ditandai dengan terbentuknya

struktur perlipatan, pengangkatan batuan berumur tua ke permukaan, dan terbentuknya gugusan gunungapi pada Bukit Barisan yang membentang dari Teluk Lampung – Aceh (De Coster, 1974). Pola struktur dari Pulau Sumatera relatif berarah Baratlaut – Tenggara yang sejajar terhadap Sesar Semangko (Gambar 2). Akibat proses tersebut Cekungan Sumatera Selatan mempunyai tiga antiklinorium yang terdiri dari Antiklinorium Pendopo – Limau, Antiklinorium Palembang dan Antiklinorium Muara Enim. Antiklinorium Muara Enim dikarakteristikan dengan adanya *assymetrical – overtuned* dengan sayap perlipatan yang cukup curam pada bagian Utara dengan arah umum Barat Baratlaut – Timur Menenggara (Pulunggono, 1986). Arah tegasan utama yang terjadi pada Antiklinorium Muara Enim berarah Timurlaut – Baratdaya dan mempunyai sumbu lipatan yang dilalui oleh dua kelurusan, yaitu Kelurusan Gumai dengan arah Barat – Timur dan Kelurusan Garba dengan arah Baratlaut – Tenggara (Gafouer et al., 1986).

III. STRATIGRAFI REGIONAL

Secara stratigrafi, urutan pengendapan yang terjadi di Cekungan Sumatera Selatan dimulai dari pengendapan Formasi Lahat, Talang Akar, Baturaja, Gumai, Air Benakat, Muara Enim, dan diakhiri oleh Kasai (Gambar 3). Pada Formasi Lahat dijumpai fragmen *basement* yang berperan sebagai *source rock* Cekungan Sumatera Selatan yang terbentuk pada lingkungan darat dan dijumpai material vulkanik pada bagian bawah formasi. Diatasnya terendapkan Formasi Talang Akar dengan lingkungan pengendapan dari darat hingga laut akibat adanya perubahan menjadi fase transgresi, diatasnya terendapkan Formasi Baturaja yang tersusun atas batuan karbonat dengan lingkungan pengendapan laut dangkal hingga laut dalam. Kemudian terjadi puncak transgresi pada Miosen Tengah ditandai oleh pengendapan Formasi Gumai yang tersusun atas

batulempung yang sangat tebal. Dilanjutkan dengan Formasi Air Benakat diendapkan selaras diatas Formasi Gumai, dimana terjadi perubahan fase transgresi menjadi fase regresi yang ditandai dengan lingkungan pengendapan berupa laut dangkal hingga fluvial pada Miosen Akhir. Selanjutnya terendapkan Formasi Muara Enim dengan lingkungan pengendapan berada pada daerah laut dangkal hingga delta. Pada Formasi Muara Enim terbentuk lapisan batubara karena berada pada lingkungan pengendapan yang mendukung yaitu pada lingkungan fluvial. Pengendapan di Cekungan Sumatera Selatan diakhiri dengan diendapkan Formasi Kasai pada Pliosen Awal yang diikuti oleh peningkatan aktivitas vulkanik di sepanjang Bukit Barisan sehingga persebaran batuan vulkanik mempunyai radius yang jauh dan menjadi sisipan material piroklastik pada beberapa lapisan batubara di Formasi Muara Enim.

IV. CLEAT BATUBARA

Cleat merupakan rekahan alami yang terbentuk akibat aktivitas pembebanan ataupun struktur. Rekahan yang terbentuk pada batubara merupakan jalur untuk keluar ataupun tersimpannya fluida pada batubara. Berdasarkan jenisnya, *cleat* dibedakan menjadi dua yaitu *face cleat* dan *butt cleat* (Gambar 4). *Face cleat* mempunyai rekahan yang panjang dan sering dikenal sebagai rekahan utama atau *primary cleat*, (Muhartanto, A dan Iskardan, E., 2006). Perkembangan *face cleat* umumnya mempunyai arah yang tegak lurus terhadap regional dari sumbu lipatan seperti pada beberapa cekungan batubara yang ada di USA (Laubach et al, 1993). Menurut (Tyler, 2001) arah dari pembentukan *face cleat* relatif sejajar dengan kompresi regional. Pada *butt cleat* mempunyai rekahan yang lebih pendek, sering melengkung dan memotong tegak lurus *face cleat* dan sering dikenal sebagai *secondary cleat*. Umumnya *butt cleat* mempunyai arah rekahan yang

sejajar dengan bidang perlapisan (Laubach, et al, 1998) .

Berdasarkan genesanya, pembentukan *cleat* batubara dibedakan menjadi dua yaitu *cleat* eksogenik dan *cleat* endogenik (Ryan, 2003). *Cleat* eksogenik terjadi akibat pengaruh struktur geologi berupa tektonik, perlipatan, dan sesar dan biasanya terbentuk setelah terbentuknya *cleat* endogenik, sedangkan *cleat* endogenik terbentuk akibat proses pematubaraan dan pembebanan material sehingga terjadi proses *dewatering* dan *shrinkage* yang membentuk rekahan-rekahan dengan arah tegak lurus terhadap lapisan batubara. *Aperture, length, dan spacing* dari *cleat* merupakan faktor utama dalam penentuan karakteristik *cleat* dan besar harga permeabilitas pada lapisan batubara.

Semakin tinggi kualitas batubara umumnya rekahan yang terbentuk akan semakin tinggi, hal-hal yang mempengaruhi perkembangan *cleat* biasanya didasari atas lingkungan pengendapan serta *setting* tektonik berdasarkan karakteristik batubara, geokimia ataupun komposisi maseral dapat mempengaruhi pola dari *cleat* yang berkembang. Semakin meningkatnya *rank* batubara, maka jarak antar *cleat* akan mengalami perubahan yang cenderung semakin rapat, menurut (Cardott, 2001; pada CSG, 2012) pada *sub-bituminous* memiliki intensitas (2-15 cm), *high-volatile bituminous* (0,3-2 cm) dan *medium-low volatile bituminous* (< 1 cm).

V. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dengan melakukan pengamatan pada tujuh (7) stasiun pengamatan yang berada pada tiga wilayah tambang dan singkapan batubara pada sungai dan tebing bukaan pada wilayah Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan (Gambar 5). Studi pustaka dari penulis terdahulu dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi awal dari daerah penelitian dan regional, yang selanjutnya

dilakukan kegiatan observasi lapangan dengan fokus untuk mengetahui aspek kuantitatif dari *cleat*, meliputi analisa *strike-dip*, *aperture*, *spacing* dan *length* dengan *scanline method* (Gambar 9) yang pengukurannya dilakukan pada permukaan, dimana terbagi atas pengamatan pada lokasi dengan *dip* landai dan jauh dari sumbu lipatan, pada *dip* curam yang dekat dengan sumbu lipatan dan zona yang berada pada pergerakan sesar sehingga dapat diketahui karakteristik *cleat* yang ada.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persebaran lapisan batubara umumnya memiliki arah lapisan Barat – Timur (Tabel 1), dan *face cleat* akan membentuk sudut tegak lurus terhadap bidang perlapisan. Pengaruh struktur geologi regional dan lokal dapat mempengaruhi atribut dari perkembangan *cleat* dan geometri batubara (Tabel 2).

6.1 ORIENTASI CLEAT

Pada LP 01, LP 05, LP 12, LP 13 dan LP 07 memiliki orientasi relatif berarah Utara Timurlaut – Selatan Baratdaya, Pada LP 9 dan LP 10B memperlihatkan arah yang berbeda yang dipengaruhi oleh aktivitas struktur lokal (Gambar 5). Pada LP 01 dan LP 05 mempunyai orientasi *face cleat* yang sama yaitu N 010 – 020° E, sedangkan *butt cleat* mempunyai N 280 – 300° E yang membentuk sudut tegak lurus pada bidang perlapisan (Gambar 3) yang berada pada daerah dengan *dipping* yang rendah yaitu 9 - 15° di sisi Timur dari Sungai Lematang. LP 07 mempunyai orientasi *face cleat* N 020 – 030° E dengan orientasi *butt cleat* N 270 – 080° E. Lapisan batubara mempunyai *dipping* yang curam yaitu 55° karena berada dekat dari sumbu antiklin dengan Intensitas *spacing* cenderung lebih tinggi dibanding beberapa lokasi telitian yang lain. LP 09 dan LP 10B berada pada lokasi yang berdekatan, tetapi mempunyai orientasi *face cleat* yang berbeda, pengaruh struktur geologi lokal berupa sesar, perlipatan dengan arah pergerakan blok sesar serta tegasan yang

berbeda mempengaruhi pembentukan *cleat*. Pada LP 09 orientasi *face cleat* N 340 – 350° E, sedangkan pada LP 10 mempunyai arah *face cleat* N 060 - 070° E yang hampir sejajar dengan kemenerusan lapisan batubara. Secara umum orientasi jurus *cleat* seluruh stasiun pengukuran menunjukkan arah N 005 - 015° E (Gambar 6).

6.2 ROTASI CLEAT

Dalam menentukan genesa, beberapa peneliti menggunakan rotasi *cleat* untuk mengetahui pembentukan *cleat* berdasarkan proses endogenik ataupun eksogenik. Pada Lapisan batubara di Formasi Balikpapan di Cekungan Kutai (Apriyani, N., et al., 2013) membagi genesa berdasarkan sudut rotasi yang dihasilkan pada *cleat* terhadap bidang perlapisan dimana jika sudut yang dihasilkan pada interval 80 – 90° digolongkan sebagai *cleat* endogenik dan jika sudut yang dihasilkan <70° sebagai *cleat* eksogenik. Rotasi *cleat* yang dilakukan pada lokasi telitian (Gambar 7) sudut yang dihasilkan memiliki nilai dominan < 70° sehingga umumnya *cleat* yang terbentuk dipengaruhi oleh aktivitas eksogenik. Pada LP 10B, berdasarkan plot data rotasi yang dihasilkan, maka sudut yang dihasilkan berada pada interval 70 - 85°, kemungkinan perkembangan *cleat* terjadi didominasi oleh proses endogenik dan terjadi perubahan orientasi akibat struktur lokal sehingga terjadi perbedaan jurus *cleat* dari beberapa lokasi telitian.

6.3 ATRIBUT CLEAT

Pada beberapa lokasi telitian terdapat perbedaan intensitas *spacing* dan *aperture*, (Gambar 8) menunjukkan seluruh stasiun pengukuran memiliki interval rata-rata *spacing* 1 – 6,2 cm, pada LP 09 mempunyai nilai paling tinggi dengan rata-rata 6,2 cm dan berada pada kaki dari sayap antiklin dengan *dip* yang rendah sehingga intensitas cenderung rendah. Kumulatif dari *spacing* menunjukkan jarak antar *cleat* didominasi pada interval 1.1 – 4 cm. Rata – rata *aperture*

menunjukkan nilai interval 0.13 – 0.34 cm. Nilai *aperture* yang kecil dijumpai pada beberapa lokasi yang tidak terdapat aktivitas penambangan (Gambar 10). Pada LP 07 menunjukkan nilai *aperture* yang kecil dengan rata-rata 0.13 cm. Pada daerah tambang biasanya *aperture* cenderung memiliki nilai yang tinggi karena pengerukan dan pergerakan massa batuan akibat alat berat. Pengaruh iklim di permukaan juga menyebabkan kandungan *moisture* pada batubara di permukaan cenderung rendah sehingga volume lapisan batubara akan berkurang dan menyebabkan dimensi *aperture* akan semakin besar. *Scanline method* digunakan untuk mengetahui interval yang ada pada *aperture*, *spacing* dan *length* (Gambar 9). Nilai kumulatif daerah telitian didominasi dengan interval 0.05-0.2 cm. Berdasarkan (Cardott, 2001) nilai *cleat* pada sub-bituminous memiliki intensitas 2 – 15 cm, sehingga batubara pada lokasi telitian dikategorikan sebagai batubara *low rank coal*. *Length* umumnya memiliki panjang 0.2 – 2.2 m, akibat aktivitas erosi yang tinggi sulit untuk mengidentifikasi dari *length* yang terjadi pada *face cleat* dan *butt cleat*. Pada lapisan batubara yang dekat dengan permukaan cenderung memiliki *length* yang kecil dibanding lapisan batubara yang dibawahnya.

6.4 MEGASKOPIS BATUBARA

Berdasarkan lokasi pengamatan, batubara pada lokasi pengamatan berumur Miosen Akhir yang dicirikan banyak dijumpai material tuffaan yang cukup tebal pada sisipan batubara (Gambar 10), dijumpai mineral lempung dan *pyrite* sebagai pengisi *cleat* di permukaan karena pengaruh dari aktivitas permukaan seperti air hujan dan oksidasi. Ketebalan lapisan batubara yang ditemui bervariasi yaitu 0,2 – 12 m dengan rata-rata tebal lapisan 4 – 6 m. Batubara yang dijumpai diindikasikan berada pada Seam M4 dengan ciri dan kondisi yang ada berdasarkan (Shell, 1976) (Gambar 3) dan publikasi PTBA yang dicirikan dengan

dijumpai struktur kayu, warna hitam kusam, rapuh, pecahan lembaran – *uneven*, dijumpai kandungan *shaly coal* pada lapisan batubara bagian atas. Semakin ke arah puncak perlipatan maka ketebalan semakin berkurang, pada daerah yang mempunyai *dip* landai ditemukan batubara yang cukup tebal. Pada lokasi LP 12 dijumpai sesar normal dengan arah Timurlaut – Baratdaya (Gambar 11) yang relatif sejajar dengan kompresi regional yang diindikasikan pembentukannya akibat pengaruh kompresi regional (Gambar 2) dimana Blok Timur turun terhadap Blok Barat. Sesar yang terjadi kemungkinan terbentuk setelah proses pematubaraan berlangsung sehingga mempengaruhi intensitas *cleat* yang tinggi

Berdasarkan pergerakan tektonik yang terjadi pada Miosen – Resen dengan tegasan utama Timurlaut – Baratdaya mempunyai arah yang relatif sejajar dengan orientasi umum pada *face cleat* (Gambar 12). Genesa pembentukan *cleat* umumnya terjadi akibat proses eksogenik, hal tersebut didasari karena daerah telitian berada pada zona Antiklinorium Muara Enim yang terbentuk karena kompresi regional (Gambar 1). (Kuncoro, 2012) menjelaskan perubahan orientasi pada jurus *cleat* yang terjadi pada *cleat* eksogenik bisa menjelaskan urutan arah gaya yang terjadi pada zona sesar ataupun perlipatan. Perbedaan terjadi pada LP 10 diindikasikan oleh perpindahan jurus *cleat* dari pembebanan dari aktivitas penambangan.

VII. KESIMPULAN

Lokasi telitian umumnya mempunyai jurus *cleat* dengan orientasi Utara Timurlaut-Selatan Baratdaya, pada LP 10B dan LP 09 mempunyai orientasi yang berbeda diakibatkan pengaruh struktur geologi lokal.

Atribut *cleat* yang berada dekat dengan sayap lipatan, zona sesar mempunyai intensitas yang lebih tinggi dibanding yang berada jauh dari zona struktur geologi. Nilai *spacing* akan mempunyai nilai yang rendah

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9
PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
6 - 7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA

jika berada jauh dari sayap lipatan dan mempunyai nilai *dip* yang kecil.

Orientasi, rotasi dan atribut *cleat* menjelaskan genesa *cleat* yang terbentuk pada lokasi telitian dipengaruhi oleh aktivitas eksogenik, dimana jurus *cleat* mempunyai pola yang sejajar dengan tegasan utama regional yang terjadi pada Miosen – Resen.

VIII. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Stevanus Nalendra S.T., M.T sebagai pembimbing dalam pembuatan paper ini dan staf dosen Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya sebagai *advisor*, dan teman-teman seperjuangan di Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi (HMTG) “SRIWIJAYA”.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N., Suharmono, Momen, M., Djaelani, S., Sodli, A., Satria, A., Murtani, A., S., 2013. *Integrated cleat analysis and coal quality on CBM exploration in Sangatta II Field, Kutai Basin, East Kalimantan*. Proceedings Indonesian Petroleum Association, 37.
- Cardott, B.J., 2001. *Coalbed-methane activity in Oklahoma*, in: Oklahoma coalbed-methane workshop 2001: OGS Open-File Report 2-2001, p. 93-118.
- Coster, G.L. de., 1974. *The geology of the Central and South Sumatra Basins*, in: Proceedings Indonesian Petroleum Association, 3.
- Gafoer, S., Cobrie, T., and Purnomo, J., 1986. *Geological map of the Lahat Quadrangle, South Sumatra, scale 1:250.000*. Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Kuncoro, B., 2012. *Cleat pada lapisan batubara dan aplikasinya di dalam industri pertambangan*. Prosiding Simposium Dan Seminar Geomekanika Ke-1, 2012, p50-61.
- Laubach, S.E., Schultz-elza, D.D. and Tyler, R., 1993. *Analysis of compaction effects on coal fracture patterns, Upper Cretaceous Rock Springs Formation, Southwestern Wyoming*; The Rocky Mountain Association of Geologists, Volume 30, Number 3, pages 95-110.
- Laubach, S.E., Marrett, R.A., Olson, J.E. and Scott, A.R., 1998. *Characteristics and origins of coal cleat; Areview*; International Journal of Coal Geology, Volume 35, pages 175-207.
- Muhartanto, A dan Iskandar, E. 2006. Penentuan Peta Sebaran Potensi CBM (Sweet Spot Area) di Daerah Bukit Asam, Sumatera Selatan. MINDAGI Vol. 10 No.1, Juni 2006
- Newcomb, K.R. & Mccann, W.R., 1987. *Seismic history and seismotectonics of the Sunda Arc*. Journal of Geophysical Research, 92, 421-439.
- Pulunggono, A., 1986. *Tertiary structural features related to extensional and compressive tectonics in the Palembang Basin, South Sumatra*, in: Proceedings Indonesian Petroleum Association, 15, 187- 213.
- Pulunggono, A., Agus H.S., Kosuma, C.G., 1992. *Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a framework of the South Sumatra Basin; A Study Of Sar-Maps*. Proceedings Indonesian Petroleum Association, 21, p340 - 360.

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9
 PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
 6 - 7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA

Ryan, B.D., 2003. *Cleat development in some British Columbia coals*, in: Geological. Fieldwork 2002, BC Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Paper 2003-1, pages 237-255.

Sutriyono, E.D., Susilo, B.K., Hastuti, E.W.D., 2016. *Geochemical assessment of Late Paleogene Synrift source rocks in the South Sumatra Basin*, in: International Journal of GEOMATE, July, 2016, Vol. 11, Issue 23, pp. 2208-2215

Tyler, R., 2001. *Structural setting and coal fracture patterns of Foreland basins; controls critical to coalbed methane producibility*; Continuing Studies University of Alabama, Short Course Number 1; Chapter, Coalbed methane producibility and exploration model; defining exploration fairways; 2001 International Coalbed Methane Symposium, Tuscaloosa Alabama.

TABEL

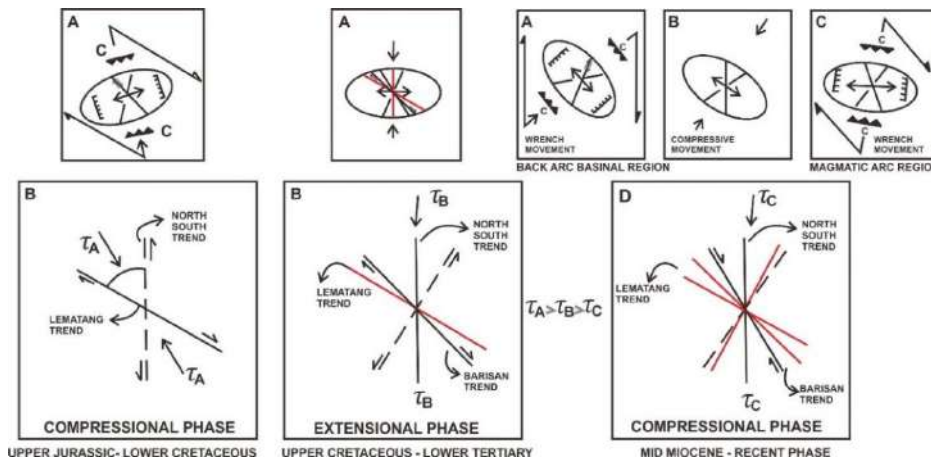
Tabel 1. Data Kuantitatif *cleat* pada daerah telitian.

LOKASI	PERLAPISAN		FACE		CLEAT	
	STRIKE (N...°E)	DIP (...°E)	ORIENTASI (N...°E)	DIP (...°E)	ORIENTASI (N...°E)	DIP (...°E)
LP 01	99	15	10 - 20	76	290 - 300	70
LP 05	289	9	10 - 20	81	280 - 290	69
LP 07	265	55	20 - 30	71	270 - 280	63
LP 9	279	31	340 - 350	79	-	-
LP 10B	256	28	60 - 70	71	-	-
LP 12	265	21	0 - 10	83	270 - 280	81
LP 13	232	21	0 - 10	71	270 - 280	73

Tabel 2. Distribusi jenis struktur geologi berdasarkan lokasi telitian.

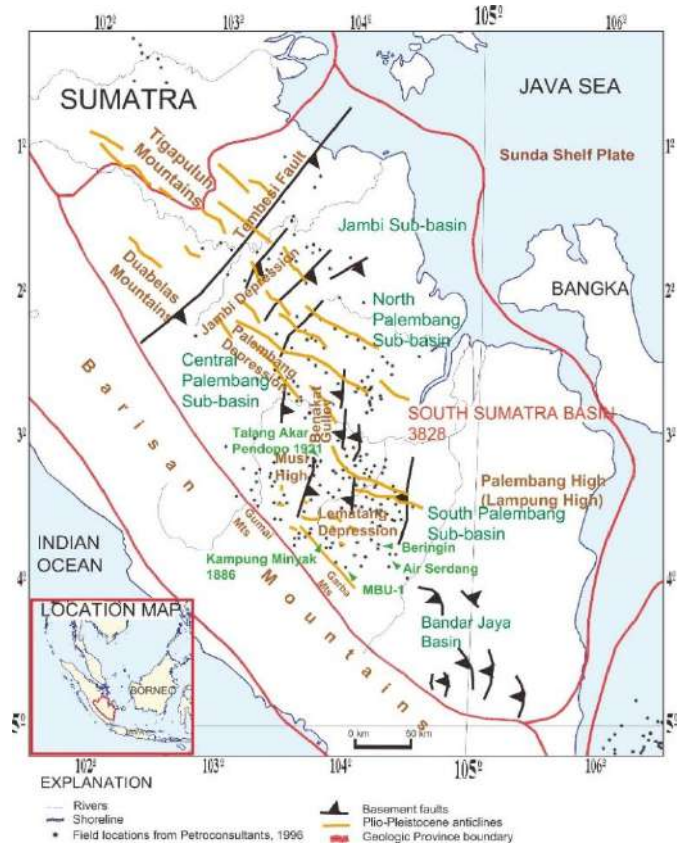
LOKASI	KOORDINAT		TIPE STRUKTUR
	Y	X	
LP 01	354431	9591942	Zona jauh dari sumbu sinklin
LP 05	354069	9590250	Zona dekat sesar normal
LP 07	354781	9593205	Zona dekat sumbu antiklin kemiringan terjal
LP 9	356761	9594385	Zona jauh dari sumbu antiklin
LP 10B	356948	9594425	Zona jauh dari sumbu antiklin
LP 12	355940	9590371	Zona sesar normal
LP 13	357179	9593342	Zona dekat sumbu antiklin kemiringan sedang

GAMBAR

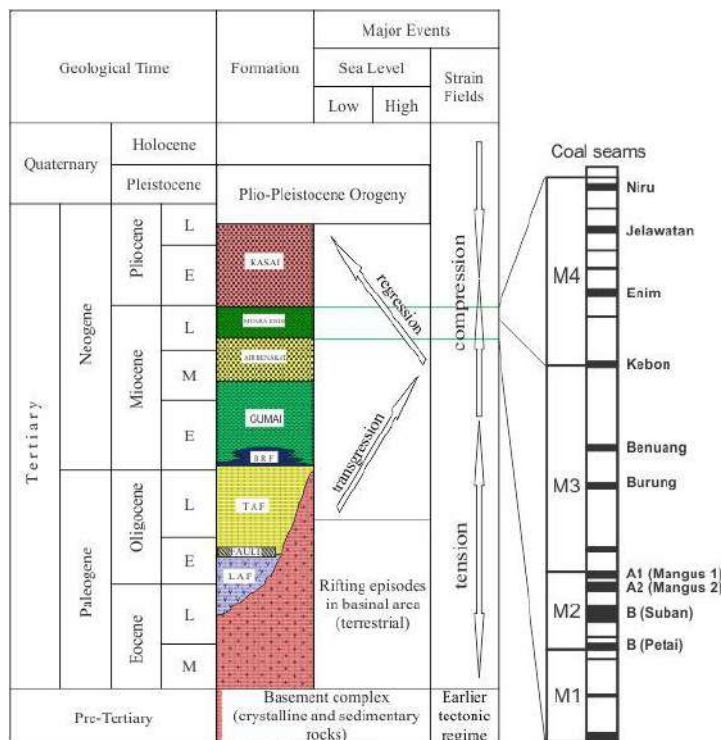


Gambar 1. Model *Ellipsoid* pada Pulau Sumatera dari Jura Akhir – Resen (Pulunggono,1992) Modifikasi

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9
PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
6 - 7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA

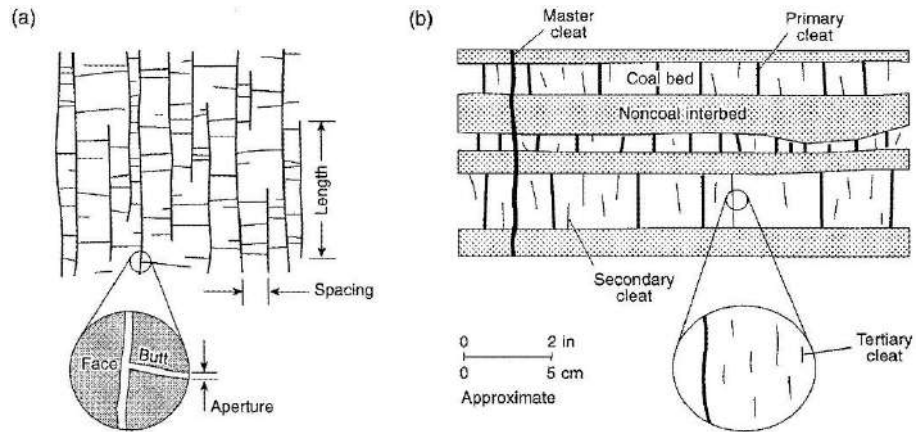


Gambar 2. Peta Kerangka Tektonik Pulau Sumatera, lokasi telitian termasuk ke dalam Lematang Depression (Bishop, M.G., 2001)

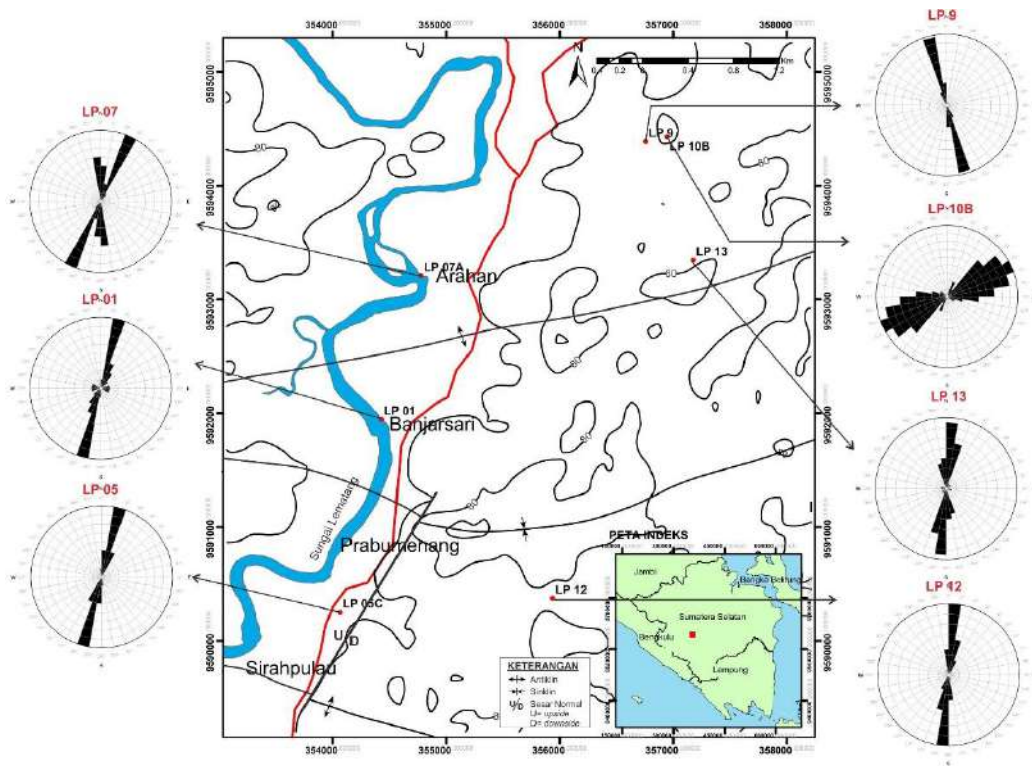


Gambar 3. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan (Sutriyono, E., 2016) dan pembagian Seam batubara Formasi Muara Enim (Shell, 1976) Modifikasi

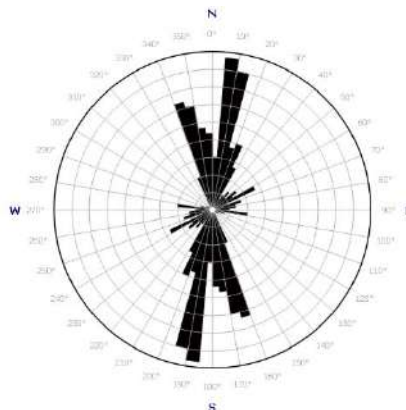
PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9
PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
6 - 7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA



Gambar 4. Skema dari geometri batubara berdasarkan jenis *cleat*. (a) *cleat* yang dilihat secara *vertical* (b) *cleat* yang dilihat dari sayatan (Laubach, et al., 1998)

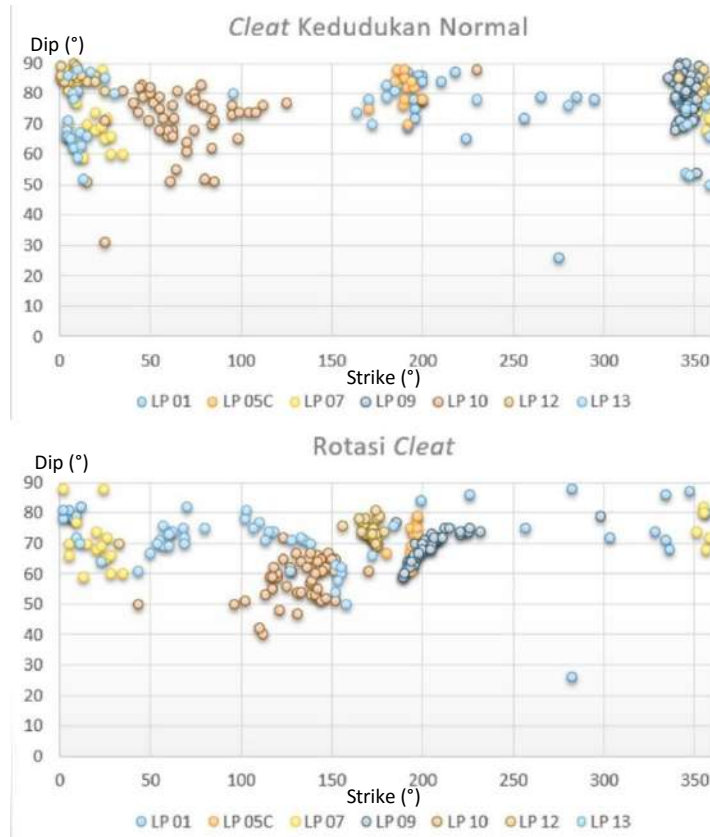


Gambar 5. Peta Lokasi telitian dan orientasi *cleat* pada beberapa stasiun pengukuran.

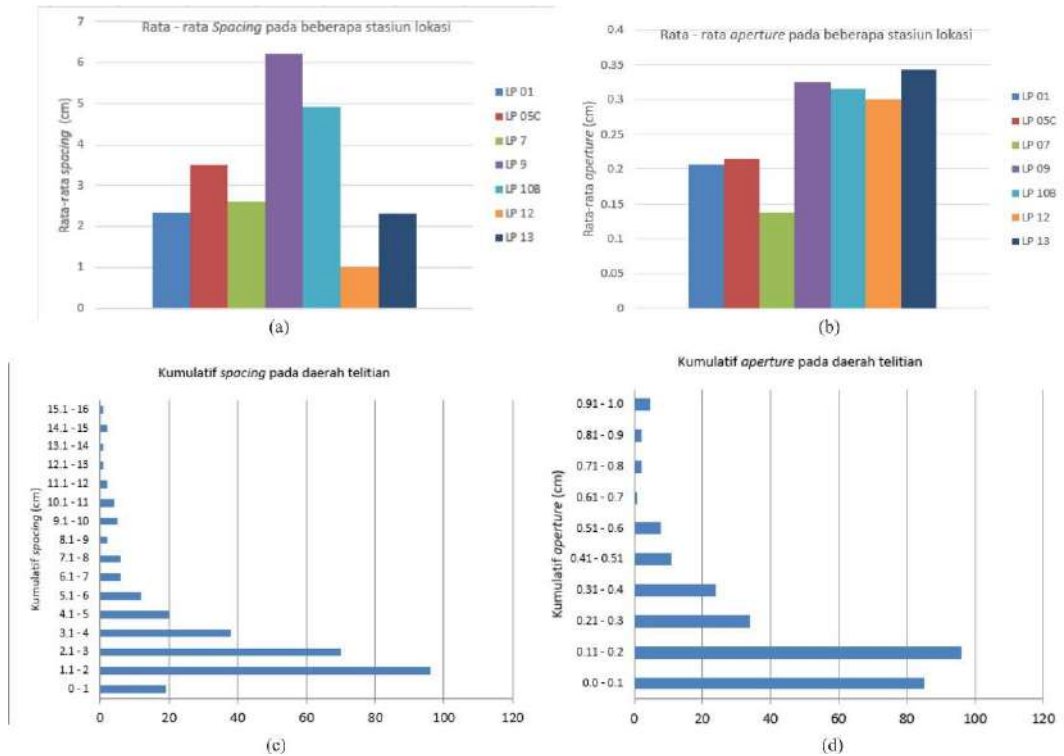


Gambar 6. Total orientasi *cleat* di daerah telitian.

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9
PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
6 - 7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA



Gambar 7. Perubahan *cleat* kedudukan normal terhadap rotasi *cleat* pada daerah telitian.



Gambar 8. (a) rata-rata *spacing* pada beberapa stasiun lokasi. (b) rata-rata *aperture* pada beberapa stasiun lokasi (c) distribusi kumulatif *spacing* daerah telitian. (d) distribusi kumulatif *aperture* daerah telitian.

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9
PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
6 - 7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA



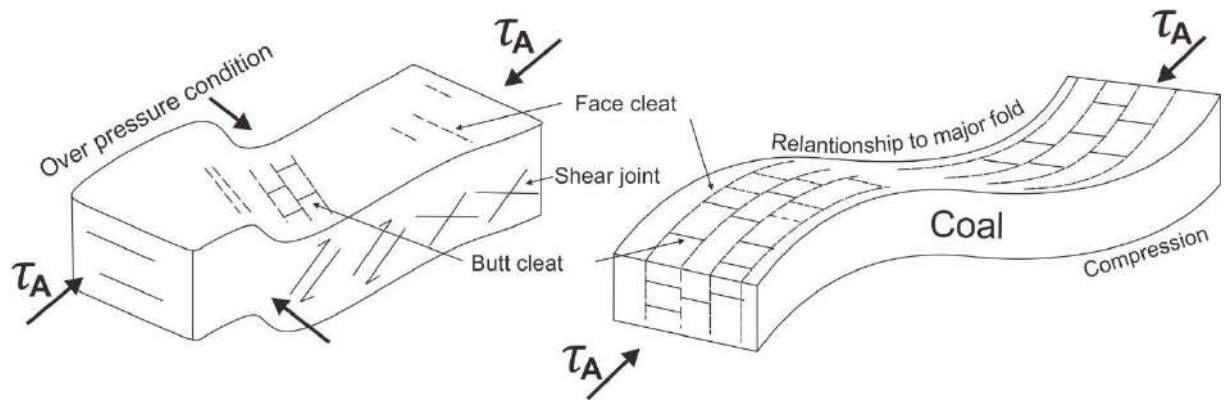
Gambar 9. Pengukuran cleat dengan *scanline method* pada lokasi telitian.



Gambar 10. Lapisan batubara di LP 07 dengan *dip* 55°, dijumpai sisipan tuffaan



Gambar 11. Sesar Normal pada LP 12 yang arahnya relatif sejajar terhadap kompresi regional.



Gambar 12. Model dari tegasan akibat struktur geologi dalam genesa pembentukan jurus *cleat* (Modifikasi Ryan, 2003).