

PANGGEA

Perhitungan Cadangan Hidrokarbon Formasi Baturaja Lapangan "MLH", Cekungan Sumatra Selatan	1
<i>Dewi Fitri Angraini, Teguh Jatmiko, Bambang Triwibowo</i>	
Geologi dan Perhitungan Cadangan Hidrokarbon Berdasarkan Metode Volumetrik Zona A & B, Formasi Tanjung Bawah, Lapangan X, Cekungan Barito Berdasarkan Data Bawah Permukaan	21
<i>Bhrawijaya Bhirawa Ajie, Sugeng Widada, Salatun Said</i>	
Geologi, Alterasi, dan Mineralisasi Timah Primer Blok Lembah Jambu, Kecamatan Tempilang, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung	29
<i>Miftah Mufikin Ali, Sutanto, Suprpto</i>	
Analisis Pemodelan Cekungan Lapisan Batuan Induk Pada Lapangan "Y" Cekungan Sumatra Utara	41
<i>Yovi Wisnu Wicaksono, M. Syaifudin, Siti Umiyatun Choiriah</i>	
Geologi dan Studi Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Muaraenim, Daerah Pagar Dewa dan Sekitarnya, Kecamatan Benakat, Kabupaten Muaraenim, Sumatra Selatan	53
<i>Jaka Azis Setiaji, Heru Sigit Purwanto, Basuki Rahmad</i>	
Analisis Cleat pada Formasi Warukin Daerah Idamanggala, Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan, Indonesia	63
<i>Basuki Rahmad, Sugeng Raharjo, Eko Widi Pramudihadi, Ediyanto</i>	
Komposisi Mikroskopis Batubara Seam Wara, Formasi Warukin, Daerah Tanjung, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan	69
<i>Adi Ilcham, Edy Nursanto, Basuki Rahmad</i>	
Geologi dan Studi Lingkungan Pengendapan Formasi Kerek Daerah Karangatak dan Sekitarnya, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah	75
<i>Muhammad Lukman Baihaqi, Ediyanto, Mahap Maha</i>	
Analisis Potensi Longsor dengan Metode Fellenius di Daerah Wonotopo, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah	89
<i>Delvianus Kaesmetan, Sari Bahagiarti Kusumayudha, Heru Sigit Purwanto</i>	
Model Konservasi Pantai dengan Biogeoteknologi pada Zona Berpotensi Intrusi Air Laut di Kecamatan Temon, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta	97
<i>Muhammad Lukman Baihaqi, Ediyanto, Mahap Maha</i>	
Metode Penentuan Posisi Terrestrial untuk Pemetaan Geologi di Desa Gunung Gajah Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten Jawa Tengah	111
<i>Joko Hartadi, Oktavia Dewi Alfiani</i>	



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**



ANALISIS CLEAT PADA FORMASI WARUKIN DAERAH IDAMANGGALA, HULU SUNGAI SELATAN, KALIMANTAN SELATAN, INDONESIA

Basuki Rahmad¹⁾, Sugeng Raharjo¹⁾, Eko Widi Pramudihadi²⁾, Ediyanto¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
²⁾Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia
Fax/Phone : 0274-487816; 0274-486403

SARI - Lokasi penelitian terletak di Formasi Warukin yang berada di Daerah Idamanggala, Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan, yang diketahui merupakan produsen batubara utama yang ada di Indonesia. *Cleat* merupakan rekahan alami yang berkembang pada suatu lapisan batubara dan parameter utama pada kontrol permeabilitas di dalam perkembangan *coal bed methane (CBM)*. Pengetahuan tentang asal dan ciri dari *cleat* sangat penting dalam terbentuknya suatu gas metana, dan secara lokal maupun regional mengetahui aliran fluidanya.

Terdapat 5 lapisan batubara pada daerah telitian, pada Formasi Warukin yang memiliki umur Miosen Bawah – Miosen Tengah. Lapisan batubara Formasi Warukin ini terbagi menjadi 3 (tiga) yaitu Formasi Warukin bagian bawah, Formasi Warukin bagian tengah, dan Formasi Warukin bagian atas. Pada analisis ini digunakan metode *windows sampling* (dimensi 100cm x 100cm) dan metode analisis inti batuan. Berdasarkan distribusi dan arah pada peta, maka dapat diketahui lokasi pada Formasi Warukin yang dapat diukur. Dari semua data yang diukur, didapatkan 2 (dua) arah utama: B-T dan BBU-TTS. Arah-arah *face cleat* dalam Formasi Warukin memiliki arah dominan yaitu BBU-TTS, dan pada beberapa lokasi memiliki arah *face cleat* B-T. Pada analisis ini pengukuran yang dilakukan berupa ukuran *cleat*, spasi *cleat*, densitas *cleat*, porositas *cleat*, dan permeabilitas *cleat*. Ukuran *cleat* memiliki nilai 0,05-100 cm, spasi *cleat* memiliki nilai 2-70 cm. Pada analisis inti batuan didapatkan hasil yaitu nilai densitas *cleat* 1,131 – 1,205 gr/cc; porositas *cleat* memiliki nilai 2,354 – 3,994 %; dan permeabilitas *cleat* memiliki nilai 170, 971 – 285,557 mD.

Kata kunci: Warukin, batubara, face cleat, densitas, porositas, permeabilitas

PENDAHULUAN

Studi ini terletak di daerah Idamanggala, Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan, yang termasuk ke dalam Cekungan Barito (Gambar 1). Data diperoleh daerah Idamanggala dan data atribut *cleat* (spasi, bukaan, tinggi, dan arah) diukur di Seam M-10 pada Formasi Warukin yang ada pada daerah penelitian (Gambar 2).

Daerah Idamanggala terletak di tengah-tengah Cekungan Barito. Bagian barat, cekungan ini dibatasi oleh pegunungan Schwaner, yang terdiri dari batuan metamorf; batuan granitik, batuan pluton tonalitik, dan batuan vulkanik. Bagian timur dibatasi oleh Tinggian Meratus, saat ini merupakan daerah yang terangkat akibat dari perlipatan menyebabkan tersingkapnya batuan Pra-Tersier, yang dianggap sebagai suture atau zona tumbukan. Bagian utara, cekungan ini dibentuk oleh Sesar Adang. Batas bagian selatan masih belum jelas karena tidak adanya struktur geologi yang berkembang atau observasi perubahan fasies, tetapi kemungkinan masih ada kementerian dari selatan hingga ke Laut Jawa.

Tujuan

Untuk mengetahui distribusi *cleat* secara lateral dan vertical dan karakteristiknya (spasi *cleat*, bukaan *cleat*, dan arah *cleat*) pada Formasi Warukin daerah Idamanggala, Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian, Kalimantan Selatan



Gambar 2. Kenampakan macro cleat (face cleats) kekar batubara Seam M-10 Formasi Warukin

Geologi Regional Dan Tatanan Tektonik

Pulau Kalimantan dianggap sebagai pulau yang paling stabil di Indonesia dan wilayah benua yang hampir tidak ada aktifitas seismik. Bagaimanapun, pulau ini telah mengalami berbagai aktifitas deformasi saat Tersier, membentuk struktur yang kompleks dan *setting* stratigrafi. Evolusi tektonik pada pulau ini telah menjadi perdebatan pada kalangan geologist. 3 Cekungan utama telah terbentuk pada kala Tersier, diakibatkan oleh *rifting* di sepanjang batas Sundaland, yang termasuk didalamnya adalah Cekungan Barito dan Cekungan Asam – Asam.

Secara umum keadaan tektonik dan stratigrafi di Cekungan barito dapat digambarkan dalam 4 fase utama (menurut Satyana, dan Silitonga, 1994). Keempat fase tektonik ini adalah: *Pre-rift*, *Syn-Rift*, *Post-Rift*, dan *Syn-Inversion*. Urutan *Pre-Rift* Barito Timur saat ini diwakili oleh kompleks bawah tanah yang mendasari cekungan. Yang mana terletak di sepanjang margin benua Sundaland, basemen terdiri dari berbagai almagansi. Almagansi merupakan mikrokontinen yang akibat dari tumbukan menghasilkan satuan lempeng yang bergabung menjadi satu dan menjadi besar, kontinen basemen di sebelah barat dan zona akresi mesozoikum dan batuan Paleogen awal di timur (menurut Gaffney-line, 1971). *Syn-rift*, *collision* Tabrakan antara benua India, Eurasia margin dan wilayah Pasifik Barat pada sekitar 50 Ma (Awal Eosen tengah) telah memprakarsai cekungan Barito melalui *rifting* atau *back-arc* ekstensi (menurut Daly, Hooper, dan Smith, 1987; Kusumadan Darin, 1989; Daly et al., 1991; van de Weerd dan Annin, 1992). Fase *synrift* pada cekungan ini terjadi pada kala Paleosen-Eosen tengah, yaitu pada pengendapan Formasi Tanjung bagian bawah, yang merupakan sedimen yang diendapkan pada permukaan *basement* yang tidak teratur yang disebabkan oleh *rifting*. Sedimen terdiri dari batupasir, batulanau, serpih dan konglomerat, dengan batubara sebagai konstituen minor. *Post-rift*, daerah

subsidence setelah *rifting* yang berlaku di cekungan dari waktu Eosen tengah hingga pertengahan awal Miosen, dimana sedimen dari Tanjung, Tanjung bagian atas dan Formasi Berai diendapkan sedimen ini terbentuk pada fase transgresi. *Syninversion*, Pada kala Miosen Tengah terjadi *collision* antara Lempeng Laut Cina Selatan dengan Kalimantan Utara, yang menyebabkan terbentuknya Tinggian Kuching, pada saat yang bersamaan tumbukan ke timur Sulawesi mengakhiri pemekaran selat Makassar dan pengangkatan Pegunungan Proto-Meratus. Kedua peristiwa tektonik mengakibatkan pengaktifan kembali dan proses inversi dari sesar-sesar tua pada Cekungan Barito. Proses inversi pada cekungan menjadi lebih kuat ketika terjadi tumbukan antara Lempeng Australia bagian barat laut dengan Lempeng Eurasia pada kala Pliosen awal. Pengangkatan dari Tinggian Kuching memberikan suplai sedimen ke cekungan yang lebih rendah, dan pengangkatan Pegunungan Proto-Meratus menyebabkan Cekungan Barito terpisahkan oleh lingkungan laut, sehingga siklus sedimentasi yang sebelumnya transgresi berubah menjadi siklus regresi. Hal ini mempengaruhi pengendapan pada Formasi Warukin dan Formasi Dahor (menurut Satyana, dan Silitonga.1994).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah survey lapangan, pengambilan data lapangan, penyortiran data, penghitungan data, analisis secara statistik, dan analisis laboratorium. Pada pengambilan data lapangan, data *cleat* diambil dalam medium singkapan 100cm x 100cm (*windows sampling*). Data berupa spasi *cleat*, bukaan *cleat*, arah *cleat*, dan conto batuan untuk analisis. Analisis yang dilakukan adalah Analisis inti batuan, yang pada analisa ini akan didapatkan nilai densitas *cleat*, porositas *cleat*, dan permeabilitas *cleat* (Gambar 3).

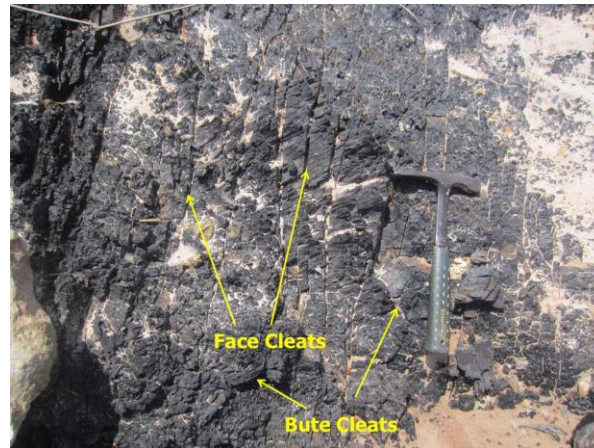


Gambar 3. Pengukuran Cleat pada Seam M-10 Formasi Warukin

HASIL

Data lapangan yang didapatkan pada penelitian ini merupakan contoh dari *macrocleats*. Data didapatkan dari dinding tambang. Semua data *cleat* diambil pada Formasi Warukin. Data yang ada pada Formasi Warukin masih terbagi lagi dalam Formasi Warukin Bawah, Formasi Warukin Tengah, dan Formasi Warukin Atas. Untuk mengetahui lebih dalam perkembangan *cleat*, distribusi *cleat* dan arah *cleat* yang pada dasarnya mempresentasikan formasi ini.

Berdasarkan distribusi dan arah pada peta, maka dapat diketahui lokasi pada Formasi Warukin yang dapat diukur. Dari semua data yang diukur, didapatkan 2 (dua) arah utama: B-T dan BBU-TTS. Arah-arrah *face cleat* dalam Formasi Warukin memiliki arah dominan yaitu BBU-TTS, dan pada beberapa lokasi memiliki arah *face cleat* B-T. Kedudukan lapisan batubara pada Formasi Warukin bagian bawah hingga bagian atas adalah U-S (Gambar 3 dan 4)



Gambar 4. Kenampakan Face Cleats dan Butte Cleats Seam M-10 Formasi Warukin

Hubungan antara kedudukan lapisan dan arah *cleat* dapat menunjukkan jenis *cleat* yang berkembang pada daerah ini, menurut Laubach, et al. (1998) ciri – ciri *cleat* diatas termasuk kedalam jenis Endogenik *cleat* yang diakibatkan oleh proses pembentukan batubara itu sendiri. Proses yang dominan dalam terbentuknya *cleat* diakibatkan oleh hilangnya kandungan air yang terdapat pada batubara.

ANALISIS CLEAT ATTRIBUTES

- Ukuran *cleat*

Analisis ukuran *cleat* dilihat dari tinggi *cleat* dan bukaan *cleat*. Tinggi *cleat* pada Formasi Warukin bagian bawah memiliki nilai yaitu 0,2 – 100 cm; pada Formasi Warukin bagian tengah memiliki nilai yaitu 2-100 cm; pada Formasi Warukin bagian atas memiliki nilai yaitu 0,2-100 cm. Bukaan *cleat* pada Formasi Warukin bagian bawah memiliki nilai yaitu 0,1-0,2 cm; pada Formasi Warukin bagian tengah memiliki nilai yaitu 0,05-0,65 cm; pada Formasi Warukin bagian atas memiliki nilai yaitu 0,2-0,5 cm (Gambar 3 dan 4)

- Spasi *cleat*

Analisis spasi *cleat* yang didapatkan didaerah penelitian didapatkan hasil yaitu spasi *Face cleat* dan spasi *Butt Cleat*. Spasi *face cleat* pada Formasi Warukin bagian bawah memiliki nilai 3-20 cm, spasi *butt cleat* memiliki nilai 3-40; spasi *face cleat* pada Formasi Warukin bagian tengah memiliki nilai 1-70 cm, spasi *butt cleat* memiliki nilai 2-35 cm; spasi *face cleat* pada Formasi Warukin bagian atas memiliki nilai 3-20 cm, spasi *butt cleat* memiliki nilai 13-35 cm (Gambar 3 dan 4)

- Densitas *cleat*

Setelah dilakukan analisis inti batuan setiap sampel pada lapisan batubara utama daerah telitian didapatkan nilai rata-rata Densitas *cleat* yaitu 1,131 – 1,205 gr/cc.

- Porositas dan permeabilitas *cleat*

Formasi Warukin bagian bawah hingga Formasi Warukin bagian atas memiliki nilai rata-rata untuk porositas *cleat* yaitu 2,354 – 3,994 % dan Permeabilitas *cleat* pada Formasi Warukin bagian bawah hingga Formasi Warukin bagian atas memiliki nilai rata-rata adalah 170, 971 – 285,557 mD.

Tabel 1. Hasil analisis laboratorium porositas dan permeabilitas Seam M-10 Formasi Warukin

NO	SAMPSEL	PHOTO	DENSITAS	POROSITAS	PERMEABILITAS	
			gr/cc	%	Darcy	mD
1	B11		1.203	3.830369357	0.285557	285.5571429
2	1-B11		1.182	2.710413695	0.251943	251.9428571
3	2-B11		1.205	2.354570637	0.170971	170.9714286
4	BL3		1.131	3.050397878	0.224986	224.9857143
5	1-BL3		1.173	3.994293866	0.24964	249.6428571

KESIMPULAN

- Distribusi dan arah *cleat* pada daerah telitian didapatkan 2 (dua) arah utama: B-T dan BBU-TTS.
- Jenis *cleat* yang berkembang pada daerah telitian yaitu Endogenik *cleat*.
- Ukuran *cleat* pada daerah telitian memiliki tinggi *cleat* berkisar antara 2-100 cm dan bukaan *cleat* berkisar antara 0,05-0,65 cm.
- Spasi *face cleat* pada daerah telitian memiliki nilai 1-70 cm, dan spasi *butt cleat* pada daerah telitian memiliki nilai 2-35 cm.
- Hasil analisis inti batuan didapatkan nilai densitas *cleat*, porositas *cleat*, dan permeabilitas *cleat*. Nilai rata-rata densitas *cleat* yaitu 1,131 – 1,205 gr/cc; nilai rata-rata porositas *cleat* yaitu 2,354 – 3,994 %; nilai rata-rata permeabilitas *cleat* yaitu 170, 971 – 285,557 mD.

UCAPAN TERIMA KASIH KEPADA.

PT. Antang Gunung Maratus, Rantau, Kalimantan Selatan

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, R., 1995, *Naturally fractured reservoirs, 2nd Ed.*, PennWell Publishing Company, Oklahoma, 515 p.
- Hall, R., 2011, *Australia-SE Asia collision: plate tectonics and crustal flow*, in R. Hall, M. Cottam, and M.E.J. Wilson, eds., *The SE Asian Gateway: History and Tectonics of the Australia-Asia collision*: Geological Society, London, Special Publications 355, p. 75-109.
- Hall, R., and G.J. Nichols, 2002, *Cenozoic sedimentation and tectonics in Borneo: climatic influences on orogenesis*, in S.J. Jones and L. Frostick, eds., *Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences*: Geological Society of London Special Publication 191, p. 5-22.
- Hamilton, W., 1979, *Tectonics of the Indonesian region*: U.S.G.S. Prof. Paper 1078, 345 p.
- Kulander, B.R., and S.L. Dean, 1993, *Coal-cleat domains and domain boundaries in the Allegheny Plateau of West Virginia*: AAPG Bulletin, v. 77, p. 1374-1388.
- Kulander, B.R., S.L. Dean, and B.J.J. Ward, 1990, *Fractured Core Analysis - interpretation, logging, and use of natural and induced fractures in core*: AAPG, Methods in Exploration Series, v. 8, 88 p.
- Kusnama, 2008, *Batubara Formasi Warukin di Daerah Sampit dan Sekitarnya, Kalimantan Tengah*, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 3 No.1: 11-22.

- Kusuma, I., and T. Darin, 1989, *The hydrocarbon potential of the Lower Tanjung Formation, Barito Basin, S.E. Kalimantan: Indonesian Petroleum Association*, Proceedings 18th Annual Convention, p. 107-138.
- Laubach, S.E., and C.M. Tremain, 1991, *Regional coal fracture patterns and coalbed methane development*, in J.-C. Roegiers, ed., Proceedings 32nd U.S. Symp. Rock Mech. Balkema, Rotterdam, p. 851-859.
- Laubach, S.E., C.M. Tremain, and W.B. Ayers, Jr., 1991, *Coal fracture studies: Guides for coalbed methane exploration and development: J. Coal Qual.* 10, p. 81-88.
- Laubach, S.E., R. Tyler, W.A. Ambrose, C.M. Tremain, and M.A. Grout, 1992, *Preliminary map of fracture patterns in coal in the western United States: Wyo. Geol. Assoc.*, v. 43, p. 253-267.
- Laubach, S.E., R.A. Marrett, J.E. Olson, and A.R. Scott, 1998, *Characteristics and origins of coal cleat: a review: International Journal of Coal Geology*, v. 35, p. 175-207.
- Law, B.E., 1993, *The relation between coal rank and cleat spacing: implications for the prediction of permeability in coal*, Proceedings Int. Coalbed Methane Symp., II, p. 435-442.
- Lucia, F.J., 1983, *Petrophysical parameters estimated from visual descriptions of carbonate rocks: a field classification of carbonate pore space: Journal of Petroleum Technology*, p. 629-637.
- Olson, J.E., and D.D. Pollard, 1989, *Inferring paleostresses from natural fracture patterns: A new method: Geology*, v. 17, p. 345-348.
- Pitman, J.K., J.C. Pashin, J.R. Hatch, and M.B. Goldhaber, 2003, *Origin of minerals in joint and cleat systems of the Pottsville Formation, Black Warrior basin, Alabama: implications for coalbed methane generation and production: AAPG Bulletin*, v. 87, p. 713-731.
- Sapiie, Benyamin., Arif Rifiyanto, and Lisnanda A. Perdana, 2014, *Cleats Analysis and CBM Potential of the Barito Basin, South Kalimantan, Indonesia: AAPG International Conference & Exhibition, Istanbul, Turkey.*
- Satyana, Awang Harun dan Silitonga, P.D., 1994, *Tectonic reversal in East Barito basin, South Kalimantan; Consideration of the type of inversion structures dan petroleum system significance, Proc.Indon.Petroleum Assoc. 23th Ann. Conv., Vol. I, p.57-74.*
- Solano-Acosta, W., M. Mastalerz, and A. Schimmelmann, 2007, *Cleats and their relation to geologic lineaments and coalbed methane potential in Pennsylvanian coals in Indiana: International Journal of Coal Geology*, v. 72, p. 187-208.
- Spears, D.A., and S.A. Caswell, 1986, *Mineral matter in coals: cleat mineral and their origin in some coals from the English Midlands: Int. J. Coal Geol.*, v. 6, p. 107-125.
- Tremain, C.M., S.E. Laubach, and N.H. Whitehead, 1991, *Coal fracture cleat patterns in Upper Cretaceous Fruitland Formation, San Juan Basin, Colorado and New Mexico: implications for exploration and development*, in S. Schwochow, D.K. Murray, and M.F. Fahy, eds., Coalbed methane of Western North America, Rocky Mt. Assoc. Geol., p. 49-59.
- Kulander, B.R., S.L. Dean, and B.J.J. Ward, 1990, *Fractured Core Analysis - interpretation, logging, and use of natural and induced fractures in core: AAPG, Methods in Exploration Series*, v. 8, 88 p.