

# IDENTIFIKASI FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUBARA DI AIR LAYA UTARA, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Ahmad Zaenudin<sup>1</sup>, T Ade Mandala<sup>1</sup> dan Karyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145  
(Telp/Fax. 0721-704947)  
ahmad.zaenudin@eng.unila.ac.id

**Abstrak**—Lingkungan pengendapan merupakan tempat suatu lapisan litologi mengalami proses sedimentasi (sementasi dan litifikasi). Berdasarkan hal tersebut kita dapat merekonstruksi bagaimana proses terbentuknya batuan sedimen. Lokasi penelitian terletak di Tambang Airlaya Utara, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Lokasi dipilih karena adanya variasi lapisan Batubara yang kompleks. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis lingkungan pengendapan dan fasies di daerah penelitian. Klasifikasi Horne, 1978 [1] dipakai sebagai sumber acuan untuk melakukan penelitian ini yaitu dengan menggunakan data *core* dan data *log* yang dideskripsi kemudian dilakukan pendekatan. Berdasarkan hal itu, litologi yang didapatkan yaitu batubara, batupasir dan batulempung. Pendekatan dalam penelitian ini menginterpretasi hasil pola respon log diantaranya *Serrated*, *Cylindrical*, dan *Bell*. Hasil dari interpretasi log menunjukkan beberapa fasies diantaranya *Swamp*, *Channel*, dan *Interdistributary Bay*. Kesimpulan yang diperoleh pada daerah penelitian ini menunjukkan daerah penelitian berada pada lingkungan pengendapan zona *Transitional Lower Delta Plain*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan serta sebuah referensi untuk melakukan penelitian-penelitian selanjutnya.

**Kata Kunci**— *Batubara, Fasies, Lingkungan Pengendapan, Delta, Well Logging*

**Abstract:** *A depositional environment is a place where a layer of lithologies undergoes sedimentation (cementation and lithification). By knowing that, we can reconstruct how these lithologies formed. The research location is in the North Airlaya Mine, Tanjung Enim, South Sumatera. The location was chosen because of the complex variety of coal layers. Moreover, the purpose of this study is to analyze the depositional environment and the facies of the study area. This research was conducted based on Horne classification, where the described core and geophysical log data carried out an approach based on these classifications. The obtained lithologies are coal, sandstone, and claystone. The results of the log response based on the classification are serrated, cylindrical, and bell. Also, it was discovered that there were several facies, including Swamp, Channel, and*

*Interdistributary Bay. Therefore, it can be concluded that the study area is in the depositional environment of the transitional lower delta plain zone. In addition, this research is expected to be the reference for future researches.*

**Keywords:** *Coal, Facies, Depositional Environment, Delta, Well Logging*

## I. PENDAHULUAN

Pembentukan suatu endapan memerlukan suatu penimbunan dari sisa-sisa bahan organik yang berlangsung perlahan-lahan tetapi terus menerus terjadi, hal tersebut akan memproduksi suatu bahan organik yang tinggi dengan disertai sirkulasi air yang cepat sehingga zat organik tersebut terhindar dari oksidasi dan pada akhirnya dapat terawetkan [2]. Lingkungan pengendapan batubara sejatinya akan mengontrol penyebaran lateral, ketebalan, komposisi, dan kualitas batubara. Dengan mengetahui lingkungan pengendapan dari suatu daerah, maka kita dapat merekonstruksi waktu terbentuknya pengendapan berasal dari mana dan bagaimana suatu endapan itu terbentuk.

Penentuan fasies dapat dilakukan melalui gabungan dari beberapa analisis, misalnya analisis geologi dan petrografi [3], dan analisis petrografi dan reflektansi vitrinit seperti yang dilakukan oleh [4] dan [5]. Dalam penelitian ini, analisis fasies dilakukan melalui analisis terpadu menggunakan data inti bore, log *gamma ray* dan log densitas sehingga diketahui klasifikasi fasies dan lingkungan pengendapannya.

## II. TEORI

### Genesa Batubara

Batubara berasal dari sisa tumbuhan yang mengalami proses pembusukan, pemadatan yang telah tertimbun oleh lapisan di atasnya, pengawetan sisa-sisa bahan organik yang dipengaruhi oleh proses biokimia yaitu perubahan oleh bakteri. Akibat perubahan oleh bakteri tersebut, sisa-sisa tumbuhan kemudian terkumpul sebagai suatu masa yang mampat yang disebut gambut melalui proses penggabutan, proses ini terjadi karena akumulasi sisa-sisa tanaman tersimpan dalam kondisi reduksi di daerah rawa dengan sistem drainase yang buruk yang mengakibatkan selalu tergenang oleh air, pada umumnya mempunyai kedalaman 0,5-1,0 meter. Gambut yang telah terbentuk lama-kelamaan tertimbun oleh endapan-endapan seperti batulempung, batulanau dan batupasir. Dengan jangka waktu puluhan juta tahun sehingga gambut ini akan mengalami perubahan fisik dan kimia akibat pengaruh tekanan (P) dan temperature (T) sehingga berubah menjadi batubara yang dikenal dengan proses pembatubaraan (coalitification) pada tahap ini lebih dominan oleh proses geokimia dan proses fisika [6].

### Analisis Batuan Inti (*Core*)

Analisis batuan inti merupakan acuan untuk mengidentifikasi litologi melalui deskripsi. Deskripsi dilakukan terhadap batuan hasil pengeboran yang disusun dalam kotak sampel berdasarkan kedalamannya, seperti Gambar 1.



Gambar 1. Contoh batuan inti (*Core*)

Langkah awal dalam analisis deskripsi adalah mengenali objek analisis secara kualitatif mulai dari tampak luar sampai unsur pembentuknya. Pengenalan analisis objek sangat penting karena menentukan jenis dan urutan analisis lanjut yang perlu

dilakukan agar analisisnya bermanfaat. Hal-hal yang dideskripsikan dari *core*, yaitu:

1. Jenis batuan, sesuai jenis batuan murni atau berdasarkan komponen terbanyak atau dominan.
2. Warna, kenampakan warna batuan
3. Kekerasan, ukuran kekerasan batuan
4. Ukuran butir, berdasarkan standar baku internasional (Skala Wentworth)
5. Derajat kebundaran, kenampakan butiran dibandingkan dengan bentuk bola.
6. Mineral/komponen ikutan, pengamatan berdasarkan mineral ikutan sebagai semen.

### Gologi Regional

Secara regional, daerah penelitian terletak dalam Blok Suban Burung di peta geologi lembar Sarolangun [7]. Daerah ini mempunyai morfologi yang cukup bergelombang dengan elevasi sekitar 74-81m di atas permukaan laut. Berdasarkan peta geologi regional, daerah penelitian berada pada Cekungan Sumatera Selatan yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik pergerakan lempeng kerak bumi, yakni Lempeng Eurasia dan Lempeng Samudra Hindia [8]. Interaksi kedua lempeng ini mengakibatkan deformasi yang sangat kuat pada kompleks batuan berumur Mesozoikum dan Paleozoikum sepanjang Pegunungan Barisan yang terletak agak sisi barat Sumatera. Di sebelah timur pegunungan tersebut, pada sisi barat Paparan Sunda, berderet cekungan Tersier yang berkembang, dan salah satunya adalah Cekungan Sumatera Selatan.

Siklus sedimentasi berkembang pada Cekungan Sumatera Selatan pada daerah rawa yang sangat luas dan batubara terbentuk pada lingkungan paralik-limnik dan air payau [9]. Kerangka tektonik Cekungan Sumatera Selatan terdiri atas Paparan Sunda di sebelah timur dan jalur tektonik Bukit Barisan di sebelah barat. Daerah cekungan ini dibatasi oleh Cekungan Jawa Barat dan Tinggian Lampung.

Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sumatera Tengah merupakan satu cekungan besar yang dipisahkan oleh Pegunungan Tigapuluh. Cekungan-cekungan ini terbentuk akibat adanya pergerakan ulang sesar bongkah pada batuan

Pra-Tersier serta diikuti oleh kegiatan vulkanik. Daerah Cekungan Sumatera Selatan dibagi menjadi depresi Jambi di utara, Subcekungan Palembang Utara, Subcekungan Palembang Tengah dan Subcekungan Palembang Selatan atau Depresi Lematang [10], masing-masing dipisahkan oleh tinggian batuan dasar.

**Stratigrafi Regional**

Sedimentasi di Cekungan Sumatera Selatan berlangsung menerus selama Zaman Tersier disertai dengan penurunan dasar cekungan hingga ketebalan sedimen mencapai 600 meter [11]. Siklus pengendapan di cekungan ini terbagi dalam 2 fase [12], yaitu:

1. Fase Transgresif, menghasilkan endapan Kelompok Telisa yang terdiri atas Formasi-formasi: Lahat, Talang Akar, Baturaja dan Gumai. Kelompok Telisa ini diendapkan tidak selaras di atas batuan dasar berumur Pra-Tersier.
2. Fase Regresif, menghasilkan endapan Kelompok Palembang yang terdiri atas Formasi-formasi: Air Benakat, Muara Enim dan Kasai. Referensi [9] mengemukakan bahwa sedimentasi yang terjadi selama Tersier berlangsung pada lingkungan laut setengah tertutup.

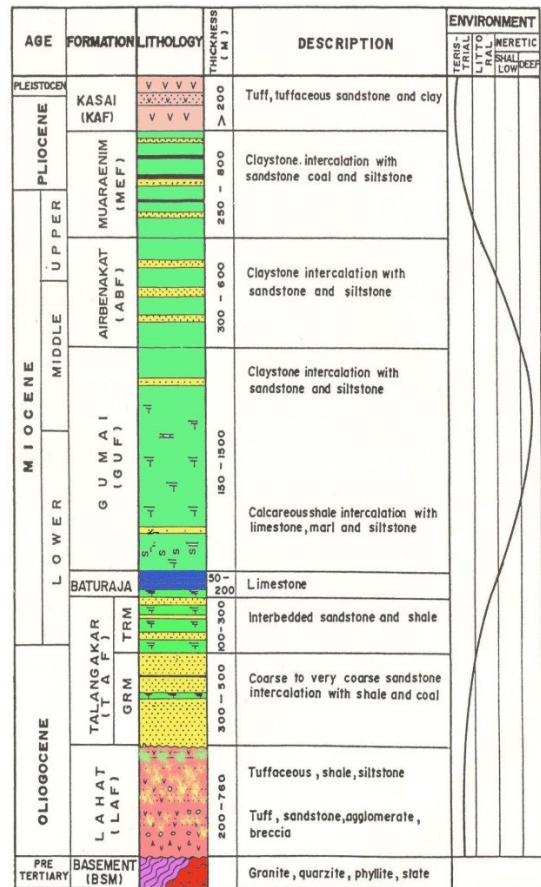
Pada fase transgresif terbentuk urutan fasies darat-transisi-laut dangkal, sedangkan pada fase regresif terbentuk urutan sebaliknya, yaitu laut dangkal-transisi-darat. Stratigrafi cekungan ini dapat dikenal satu daur besar yang terdiri atas suatu transgresi yang diikuti regresi. Endapan Tersier pada cekungan ini, dari tua ke muda, terdiri atas Formasi-formasi: Lahat, Talang Akar, Baturaja, Gumai, Air Benakat.

Referensi [13] menyimpulkan bahwa batuan dan endapan batubara yang termasuk ke dalam Formasi Muara Enim memiliki siklus pengendapan regresif.

**Stratigrafi Lokal**

Wilayah penelitian terletak pada daerah Muara Enim. Pada daerah ini terdapat Formasi Muara Enim sebagai tempat terendapkannya batubara. Formasi ini diendapkan selaras diatas

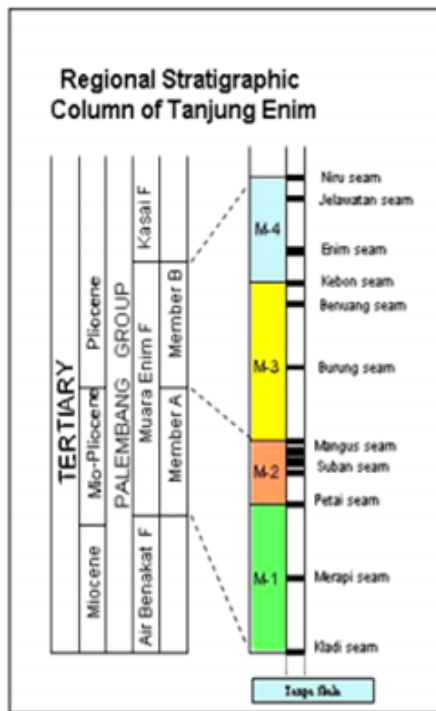
Formasi Air Bekanat yang terdiri dari batulempung, batu lanau serta batu pasir tufaan. Kemudian disusul Formasi Talang Akar yang ditutupi oleh Formasi Kasai. Pada zaman Quarter diendapkan satuan gunung api muda yang berupa breksi gunung api, lava serta tufa yang bersifat andesitik. Endapan paling muda merupakan Alluvium yang terdiri dari pasir, lanau serta lempung. Formasi – formasi ini dipengaruhi oleh lipatan orogenik pada akhir masa Pliosen dan Pleistosen, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan [14]

Formasi Muara Enim memiliki empat sub-bagian lapisan yang diberi nama M1, M2, M3 serta M4 (Gambar 3) yang pada masing-masing sub-bagian menunjukkan litologi penyusunnya. Pada sub M2 dan M4 terdapat lapisan batubara yang paling ekonomis serta potensial untuk dieksploitasi. Pada unit M1 merupakan lapisan yang terletak paling bawah dari Formasi Muara Enim yang menganung dua lapisan yakni Lapisan Keladi serta Merapi. Sedangkan pada unit M2 mengandung

batubara yang mayoritas di eksploitasi pada wilayah Tanjung Enim.



Gambar 3. Stratigrafi Lokal [15]

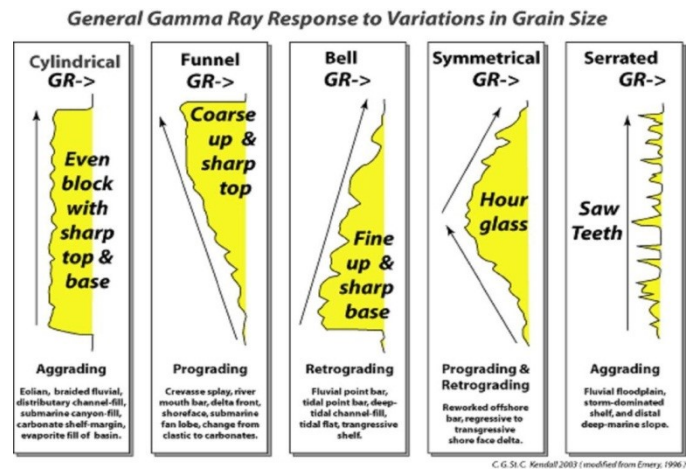
### Elektrofasies

Elektrofasies dianalisis (Gambar 4) dari pola kurva log *gamma ray*. Menurut Selley dalam Walker (1992), log *gamma ray* mencerminkan variasi dalam satu suksesi ukuran butir. Suatu suksesi ukuran besar butir tersebut menunjukkan perubahan energi pengendapan. Tiap-tiap lingkungan pengendapan menghasilkan pola energi pengendapan yang berbeda.

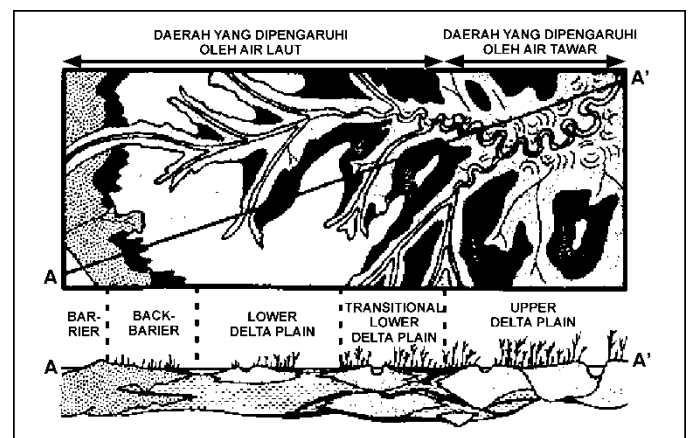
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat 5 pola kurva log *gamma ray* sebagai respon terhadap proses pengendapan yaitu *Cylindrical*, *Funnel*, *Bell*, *Symmetrical*, dan *Serrated*.

### Lingkungan Pengendapan Batubara

Lingkungan pengendapan batubara menerangkan hubungan antara genesa batubara dan batuan sekitarnya baik secara vertikal maupun lateral pada suatu cekungan pengendapan dalam kurun waktu tertentu (Gambar 5).



Gambar 4. Respon *gamma ray* terhadap variasi ukuran butir dan lingkungan pengendapan [16]



Gambar 5. Lingkungan pengendapan daerah Delta yang didominasi daerah perairan (Horne (1978))

Berdasarkan Gambar 5 dapat lebih dilihat fasies yang terdapat dari berbagai zona di daerah Delta yaitu : *Back-barrier*, *Upper Delta Plain*, *Transitional Lower Delta Plain*, dan *Lower Delta Plain*.

### III. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan pendekatan klasifikasi dari Horne (1978) berdasarkan log geofisika yaitu *gamma ray*, densitas, dan data *core* hasil pengeboran. Bahan tersebut dideskripsikan sesuai hasil pengamatan dari data yang ada. Kemudian, deskripsi detail lingkungan pengendapan dibuat dan diklasifikasi melalui pendekatan klasifikasi Horne (1978).

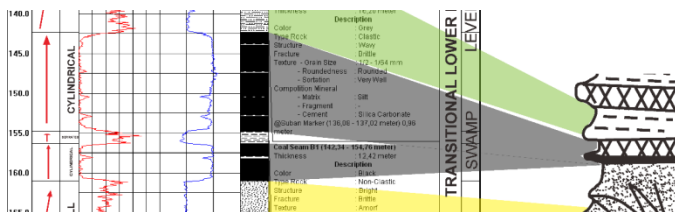
#### IV. ANALISIS FASIES DAN PEMBAHASAN

Analisis fasies lingkungan pengendapan batubara di daerah penelitian dilakukan berdasarkan data log *gamma ray*, log densitas dan data *core* secara terpadu. Batubara ditunjukkan oleh nilai *gamma ray* yang rendah (< 10 CPS), dan densitas yang relatif tinggi (> 900 CPS), sedangkan deskripsi detail litologi diberikan dari data *core* yang sampelnya diambil dari lubang bor, dimana suksesi ukuran besar butir dapat juga diidentifikasi dengan *gamma ray*.

Selanjutnya pemerian setiap fasies, dijelaskan seperti di bawah ini.

##### 1. Fasies Pertama

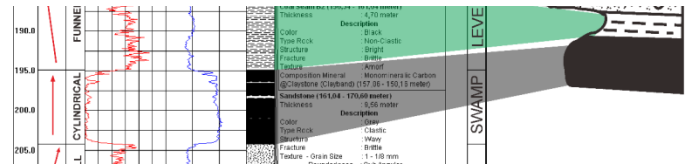
Pada Fasies Pertama ini memiliki ciri-ciri litologi dengan nilai log *gamma ray* yang sangat rendah pada respon *gamma ray* nya (Gambar 6). Melalui data *core* dilihat bahwa litologi ini tidak memiliki butir dan berasal dari bahan organik. Saat melakukan interpretasi dengan kedua data tersebut dapat disimpulkan bahwa litologi yang diperoleh adalah batubara. Pola pengendapan batuanannya dapat dilihat dari pola log *gamma ray*, dimana pola log terlihat seperti membentuk blok-blok yang artinya jika kita menggunakan klasifikasi kurva variasi ukuran butir maka litologi tersebut termasuk dalam kategori *Cylindrical*. Berdasarkan klasifikasi Horne (1978) pada fasies pertama terdapat di lingkungan pengendapan, yaitu lingkungan pengendapan *Swamp*.



Gambar 6. Fasies *Swamp Coal with seat rock splits* pada Pola *Cylindrical*

Batubara seam C pada Gambar 7 terendapkan pada lingkungan awal dari *Transitional Lower Delta Plain* dan tidak terjadi hal yang unik pada proses pengendapannya, tetapi pada seam batubara yang mengalami pemisah (*splitting*) seperti di seam A dan B pada Gambar 6 maka pasti terdapat suatu perubahan lingkungan pengendapan yang terjadi. Berdasarkan

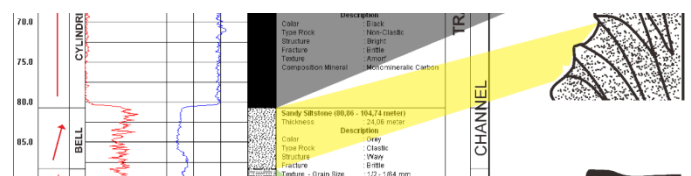
klasifikasi tersebut terdapat suatu jenis fasies yang mempunyai karakteristik yang sama dengan keadaan terpisah (*splitting*) tersebut.



Gambar 7. Fasies *Swamp* pada Pola *Cylindrical*

##### 2. Fasies Kedua

Pada Fasies Kedua ini memiliki ciri-ciri litologi dengan nilai log *gamma ray* yang rendah hingga sedang pada respon *gamma ray* nya. Kemudian melalui data *core* dilihat bahwa litologi ini memiliki butir yang bisa dilihat dengan mata dan berasal dari proses batuan induk sebelumnya. Saat diinterpretasi menggunakan kedua data tersebut dapat disimpulkan bahwa litologi tersebut adalah Batu Pasir. Pola sedimentasinya dilihat dari pola log *gamma ray* terlihat fasiesnya seperti mengarah ke kanan dapat diinterpretasi merupakan *finning upward* (menghalus keatas) yang artinya jika kita menggunakan klasifikasi kurva variasi ukuran butir maka litologi tersebut termasuk dalam kategori *Bell* (Gambar 8) menunjukkan lingkungan pengendapannya terletak pada lingkungan pengendapan *Delta*.



Gambar 8. Fasies *Channel* pada Pola *Bell*

Berdasarkan pendekatan klasifikasi Horne (1978) untuk daerah litologi batubara dengan pola sedimentasi *Bell*, daerah tersebut dapat disimpulkan menjadi fasies pengendapan di daerah *Channel*.

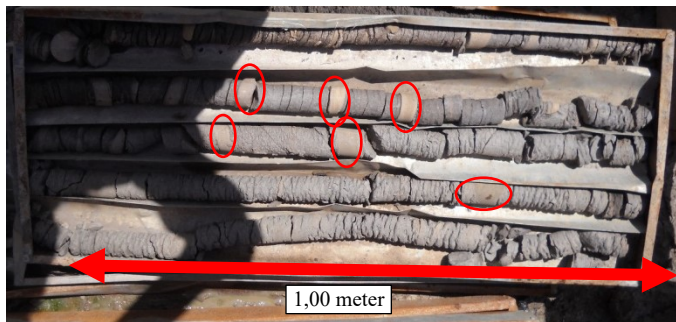
Untuk batu pasir pada Gambar 8 terendapkan pada fasies *Channel* yang berarti saat pengendapan materialnya terjadi



asosiasi dari ukuran butir kasar ke butiran yang lebih halus (*Finning Upward*).

### 3. Fasies Ketiga

Pada fasies ini memiliki ciri-ciri litologi dengan nilai log *gamma ray* yang sangat tinggi pada respon *gamma ray* nya. Berdasarkan data *core*, litologi ini memiliki butir yang seragam dan sangat halus, tetapi jika diamati lebih detil (Gambar 9) terdapat suatu *cements* oksida besi (*ironstone*). Saat diinterpretasi menggunakan kedua data tersebut dapat disimpulkan bahwa litologi yang diperoleh adalah batulempung. Proses sedimentasinya dilihat dari pola log *gamma ray* terlihat seperti lurus tidak beraturan, jika kita menggunakan klasifikasi kurva variasi ukuran butir maka litologi tersebut termasuk dalam kategori *Serrated* (Gambar 10).

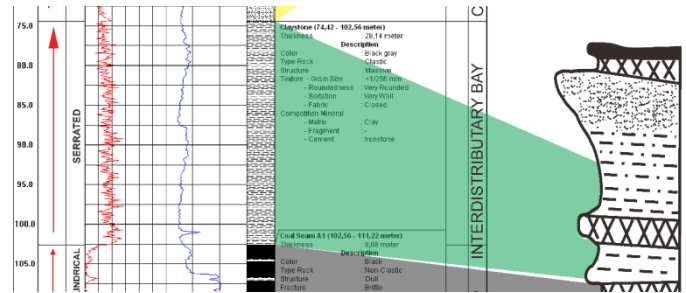


Gambar 9. Lapisan siderite (*ironstone*)

Kondisi litologi ini memang berbeda dari biasanya, sehingga untuk menginterpretasikan lingkungan pengendapannya harus mengikuti dari kondisi pengendapan yang ada sebelumnya atau merujuk ke lapisan litologi yang berasosiasi dengan litologi tersebut. Kemudian dari asosiasi yang ada baru kita dapat mengikuti alur pengendapan sesuai dari pendekatan pada klasifikasi tersebut.

Berdasarkan analisa *gamma-ray*, densitas dan *core* secara terpadu, dapatlah disimpulkan bahwa lingkungan pengendapan merupakan lingkungan pengendapan Delta. Kemudian dari pendekatan menggunakan klasifikasi Horne (1978) untuk daerah dengan litologi batulempung dan dengan pola sedimentasi *Serrated* (Gambar 10), daerah tersebut dapat

disimpulkan merupakan fasies pengendapan di daerah *Interdistributary Bay*.



Gambar 10. Fasies *Interdistributary Bay* pada Pola *Serrated*

Batulempung pada Gambar 10 di atas terendapkan pada fasies *Interdistributary Bay*, dimana menjelaskan saat pengendapan materialnya terjadi asosiasi pada ukuran butir yang relatif seragam tak beraturan dan juga terdapat sisipan dari *Siderite* (*Ironstone*) sesuai Gambar 9 dan diklasifikasi juga terdapat dengan kondisi dan posisi yang sama.

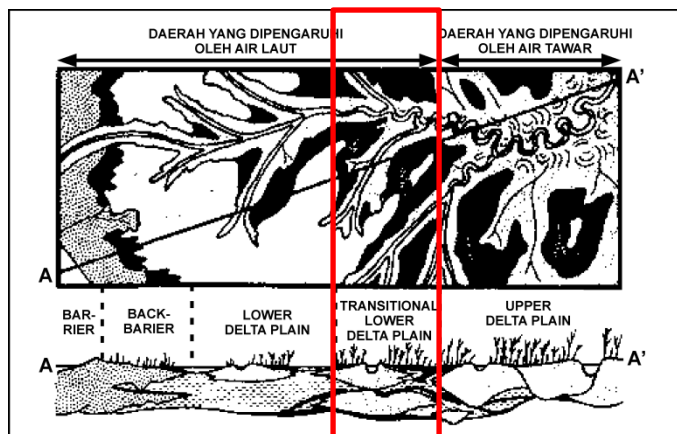
Pada daerah penelitian telah dilakukan deskripsi batuan dari sumur penelitian yang menggunakan data log dan data *core*. Dari hasil deskripsi diketahui terdapat tiga jenis litologi yaitu batubara, batupasir, dan batulempung. Berdasarkan analisis dari grafik log *Gamma Ray* yang dilakukan terdapat 3 pola pengendapan, yaitu *Cylindrical* (Gambar 6 dan 7), *Bell* (Gambar 8), dan *Serrated* (Gambar 10). Semua data yang diperoleh kemudian dilakukan pendekatan menggunakan klasifikasi Horne (1978) dan diketahui fasies yang berada pada lokasi penelitian diantaranya *Swamp*, *Channel*, dan *Interdistributary Bay* (Gambar 11).

Dari semua hasil penelitian didapatkan pada lokasi penelitian memiliki daerah pengendapan di daerah *Delta* pada zona *Transitional Lower Delta Plain* (Gambar 12).

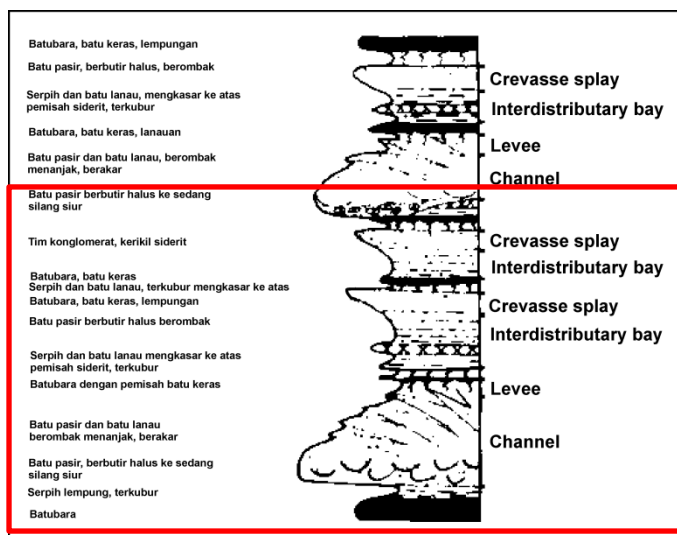
## V. PENUTUP

Berdasarkan grafik log *gamma ray*, pola pengendapan daerah penelitian bertipe *Serrated*, *Cylindrical*, dan *Bell*. Dan beberapa tipe fasies yang berkembang berupa *Swamp*, *Channel*, dan *Interdistributary Bay*. Dan dari analisis fasies tersebut dapat diidentifikasi bahwa di daerah penelitian merupakan lingkungan pengendapan *Delta* pada zona *Transitional Lower Delta Plain*.

Dengan diketahuinya tipe fasies dan lingkungan pengendapan tersebut dapat dikembangkan rekonstruksi fasies dalam skala yang lebih besar, sehingga dapat direkomendasikan strategi eksplorasi dan eksploitasi batubara selanjutnya.



Gambar 11. Lingkungan pengendapan Delta daerah penelitian (ditunjukkan oleh kotak merah)



Gambar 12. Lingkungan pengendapan zona Transitional Lower Delta Plain daerah penelitian (ditunjukkan pada kotak merah)

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Bukit Asam yang telah memberikan akses data untuk analisis fasies di daerah ini.

#### REFERENSI

[1] J. C. Horne, Depositional Models in Coals Exploration and Mine Planning Appalachian Region, *APPG Bulletin*, v.62, p. 2379-2411, 1978.

[2] A. B. Purnama, S. Salinita, Sudirman, Y. A. Sendjaja, dan B. Muljana, Penentuan Lingkungan Pengendapan Lapisan Batubara D, Formasi Muaraenim, Blok Suban Burung, Cekungan Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Vol. 14 No.1.2018.182, 2018.

[3] Y. Yuskar, Interpretasi Fasies Pengendapan Formasi Tondo, Pulau Buton, Sulawesi Tenggara Berdasarkan Data Pemetaan Geologi dan Potensinya sebagai Batuan Reservoir Minyakbumi, *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), p. 31, 2014

[4] H. Rachmat, Karakteristik dan Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Tanjungan di Daerah Binuang dan Sekitarnya, Kalimantan Selatan, *Indonesian Journal on Geoscience*, 4(4), p. 239-252, 2009.

[5] D. W. Widiyanto, D.S. Djohar, H. Pramudito dan Untung, Studi Penentuan Fasies Lingkungan Pengendapan Batubara dalam Pemanfaatan Potensi Gas Metana Batubara di Daerah Balikpapan, Kalimantan Timur, *Mindagi*, 8(2), p. 23-36, 2014.

[6] G. Asquith and C. Gibson, *Basic Well Log Analysis For Geologist*, AAPG methods in exploration series 2<sup>nd</sup> edition. Tulsa Oklahoma USA, 2004.

[7] N. Suwarna, S. Suharsono, Amin Gafoer, Kusnama, T. C. and B. Hermanto, Peta Geologi lembar Sarolangun skala 1:250.000, Bandung, 1992.

[8] H. Darman, *An Outline of the Geology of Indonesia*, Edited by F. H. Sidi. Jakarta: Indonesian Association of Geologists, 2000.

[9] R. P. Koesoemadinata, Tectono-stratigraphic framework of Tertiary coal deposits of Indonesia, in Herudyanto, Sukarjo, Djaelani, E., and Komaruddin (eds.) *Proceedings of Southeast Asia Coal Geology*. Directorate of Mineral Resources, pp. 8–16, 2000.

[10] M. G. Bishop, *South Sumatera Basin Province, Indonesia : The Lahat/Talang Akarcenozoic total petroleum system*, Denver, Colorado, 2001.

[11] R. W. Bemmelen, *The geology of Indonesia vol. II: Economic geology*, The Hague, 1949.

[12] A. Jackson, *Oil Exploration a Brief Review With Illustrations From South Sumatra*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1961.

[13] G. L. De Coster, The geology of central and South Sumatra basin, in *Proceedings Indonesian Petroleum Association. 3<sup>rd</sup> Annual Convention*. Jakarta: Indonesian Petroleum Association, pp. 77–110, 1974.

[14] PT Bukit Asam (Persero), *Laporan Internal Pemboran Eksplorasi dan Geophysical Logging*. Tbk. Satuan Kerja Unit Eksplorasi Rinci, Tidak dipublikasikan, 2007.

[15] PT Bukit Asam Tbk, *Welcome to PT Bukit Asam Tbk. Exploration and Geotech Division*. Tanjung Enim. PT Bukit Asam Tbk, Tidak dipublikasikan, 2014.

[16] R. G. Walker, *Facies Models Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, Canada, 1992.

