

FASIES PENGENDAPAN BATUBARA SEAM X25 FORMASI BALIKPAPAN BERDASARKAN LOG INSIDE CASING DI DAERAH SEPARI, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Oleh:

*Dany Margaesa, **Vijaya Isnaniawardhani dan **Undang Mardiana

*PT Sinergy Consultancy Services

**Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor

SARI

Cekungan Kutai terletak di Kalimantan Timur menyimpan banyak kandungan sumber daya alam yang melimpah, seperti endapan batubara. Daerah penelitian secara geologi termasuk ke dalam Formasi Balikpapan yang dicirikan oleh keterdapatan litologi batupasir lepas (*loose sand*). Penggunaan *Log Inside Casing* merupakan salah satu solusi terbaik dalam pengambilan data *well logging* di Formasi Balikpapan ini untuk mengatasi beberapa kendala, seperti runtuhnya lubang bor dalam batuan sedimen lepas.

Dengan metode *Log Inside Casing* ternyata terjadi penurunan kualitas pembacaan *log* sekitar 50% terutama pada *Log Density*. Namun demikian *Log Gamma Ray* masih sangat baik digunakan dalam interpretasi tekstur batuan sedimen sehingga suksesi sedimen dapat dipelajari sebagai aplikasi dari elektrofases.

Batubara *seam X25* dibedakan menjadi dua fasies berbeda dan diendapkan pada lingkungan *Transitional Lower Delta Plain* yang dicirikan oleh pola fasies *crevasse splay*, *channel*, *levee* dan *interdistributary bay* berdasarkan model Horne (1978). Penelitian ini dapat mengoreksi korelasi litostratigrafi dan perhitungan sumberdaya batubara berdasarkan genesa batubaranya secara tepat, akurat dan ilmiah.

Kata kunci: Cekungan Kutai, *Delta Plain*, Elektrofases, *Log Inside Casing*.

ABSTRACT

Kutai Basin which is located in East Kalimantan stores a lot of natural resources like coal deposit. The research area is geologically included in Balikpapan Formation with characteristic of loose sand litology. Using Log Inside Casing is one of good solutions for well logging data acquisition in Balikpapan Formation to overcome any constrains like collapsed hole due to loose sediments.

Apparently, the Log Inside Casing Method has reduced almost 50% of log reading qualities. However, the Gamma Ray Log is still good to be used for the sedimentary rock texture interpretations, which therefore the sedimentary succession can be studied as an electrofacies application.

X25 seam coal is divided in two different facies and precipitated at the Lower Delta Plain Transitional environment which characterized by crevasse splay, channel, levee and interdistributary bay facies patterns based on the Horne Model (1978). Therefore, this research could correct the correlation between lithostratigraphy and coal resources which based on its coal origin which can be done correctly, accurately and scientifically.

Keyword: *Kutai Basin, Delta Plain, Elektrofases, Log Inside Casing.*

PENDAHULUAN

Keterdapatan batuan sedimen lepas seperti batupasir kuarsa pada Formasi Balikpapan merupakan salah satu kendala geologi dalam perolehan data pemboran dan

geofisika *well logging*. Tidak jarang operasi pemboran dan akuisisi data geofisika *well logging* tidak dapat memenuhi target kedalaman yang diharapkan akibat runtuhnya batupasir di dalam lubang bor. Atas pertimbangan tersebut, maka

PT Sinergy Consultancy Services memilih metode *Log Inside Casing* untuk memberikan solusi terhadap permasalahan teknis tersebut.

Daerah penelitian ini terdiri dari tiga blok Kuasa Pertambangan (KP) yaitu Blok ABE (PT. Arzara Baraindo Energitama), JMB (PT. Jembayan Muarabara) dan KRA (PT. Kemilau Rindang Abadi). Secara geografis semua blok KP masuk ke dalam koordinat 00° 07' 10" - 00° 17' 30" LS dan 117° 04' 60" - 117° 12' 60" BT. Sedangkan secara administratif daerah penelitian masuk ke dalam wilayah Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur dengan total luas wilayah sekitar 12.000 Ha (Gambar 1).

Penelitian ini menggunakan beberapa data *proximate* batubara (*Ash* dan *TM*), *Total Sulfur*, maseral dan data *log* (*GR* dan *Density*) pada *seam X25* yang memiliki ketebalan cukup potensial (rata-rata tebal 2,2 meter). Variabel-variabel tersebut akan digunakan dalam menganalisis elektrofases dan lingkungan pengendapan batubara *seam X25*.



Gambar 1. Daerah Penelitian

Log Gamma Ray (GR) dan *Density* merupakan salah satu alat log yang sering digunakan dalam eksplorasi batubara. Namun dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah berasal dari akuisisi *inside casing*. Metode *Log Inside Casing* merupakan salah satu metode akuisisi dari geofisika *well logging* yang biasa digunakan

jika akuisisi mengalami kendala teknis pada lubang bor. Secara teknis metode ini adalah merupakan perekaman data *log* melalui *casing/pipa* besi dengan ukuran tertentu, sehingga *probe* (alat *logging*) dapat keluar masuk pipa dengan mudah dan aman. *Casing* yang digunakan adalah pipa bor berukuran diameter 6 mm (NQ) yang digunakan langsung pada saat pemboran. Dengan demikian resiko akan terjepitnya *probe* akan semakin kecil dan data *log* dapat diperoleh dengan lengkap sesuai kedalaman lubang bor.

Penggunaan metode *Log Inside Casing* tentunya memiliki dampak negatif dalam hal kualitas *output* data yang dihasilkan, terutama pada *Log Density*. Hal ini dikarenakan *Log Density* sangat terpengaruh oleh kualitas dinding lubang bor akibat penggunaan *casing* tersebut. *Casing* akan menjadi perisai (*shielding*) dalam proses emisi radiasi sinar *gamma* ke dalam batuan di dalam lubang bor dari sumber radioaktif. Beberapa hal tersebut akan dibuktikan melalui pengujian dengan pendekatan kuantitatif (statistik).

Dengan demikian data yang sudah diperoleh tersebut dapat memberikan manfaat lain pada *geologist* dalam mempelajari fasies pengendapan melalui identifikasi elektrofases dari *log GR* dan memberikan tingkat kepercayaan tertentu dalam menarik korelasi litostratigrafi. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apakah pola *Log Gamma Ray* dan *Density* dengan metode *Log Inside Casing* dapat dipergunakan dalam menganalisis elektrofases.
2. Mengidentifikasi fasies pengendapan batubara *seam X25*, sehingga dapat mengkoreksi korelasi litostratigrafi yang sudah ada berdasarkan genesa batubaranya.
3. Mengidentifikasi lingkungan pengendapan batubara *seam X25*.

METODOLOGI

Fasies pengendapan dapat dianalisis melalui studi elektrofases. Elektrofases dianalisis dari pola kurva *log gamma ray (GR)*. Menurut Selley (1978. dalam Walker & James, 1992), *log gamma ray* mencerminkan variasi batuan dalam suatu suksesi ukuran besar butir yang

menunjukkan perubahan energi pengendapan (Levy, 1991).

Beberapa pola respon *log* dari Walker & James (1992) akan dipergunakan dalam perbandingan pola *log* pada litologi pengapit batubara *seam* X25 seperti batupasir dan batulempung. Dengan demikian kita dapat mengidentifikasi fasies *crevasse splay*, *channel*, *swamp*, *levee* dan *inter distributary bay* sebagai sub lingkungan *delta plain* (Gambar 2).

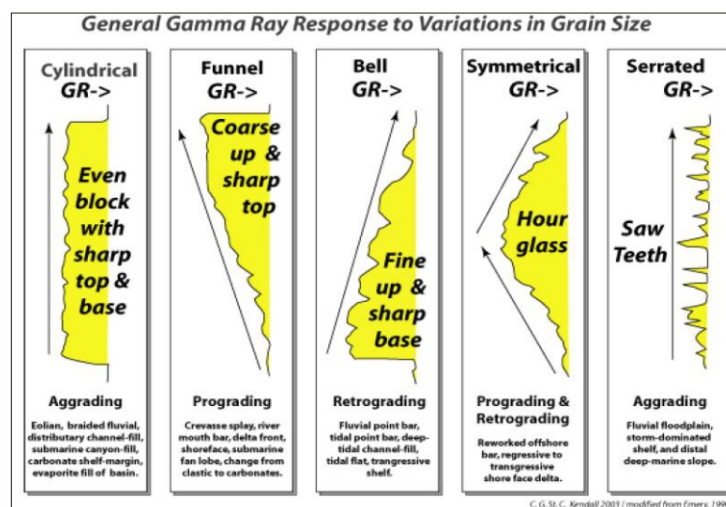
Log Gamma Ray adalah *log* yang menggunakan sinar *gamma* sebagai alat untuk mengukur tingkat radiasi unsur radioaktif yang ada dalam setiap formasi yang dilaluinya. Prinsip terpenting dari *log* GR ini adalah suatu perekaman tingkatan radiasi alami dari suatu lapisan, tingkatan radiasi itu terjadi akibat adanya unsur-unsur radioaktif yang ada di dalam lapisan bumi, diantaranya unsur - unsur Uranium (U), Thorium (Th), dan Pottasium (K). Batubara biasanya mempunyai respon *natural gamma ray* yang rendah, karena batubara murni mengandung unsur - unsur radioaktif alami yang rendah.

Sedangkan *Log Density* merupakan suatu *tipe log* porositas yang mengukur densitas elektron suatu formasi. Prinsip pencatatan dari *Log Density* adalah suatu sumber radioaktif yang dimasukkan ke dalam lubang bor mengemisikan sinar *gamma* ke dalam formasi. Pada formasi tersebut sinar *gamma* akan bertabrakan dengan elektron sebagai fungsi langsung dari jumlah elektron di dalam suatu formasi.

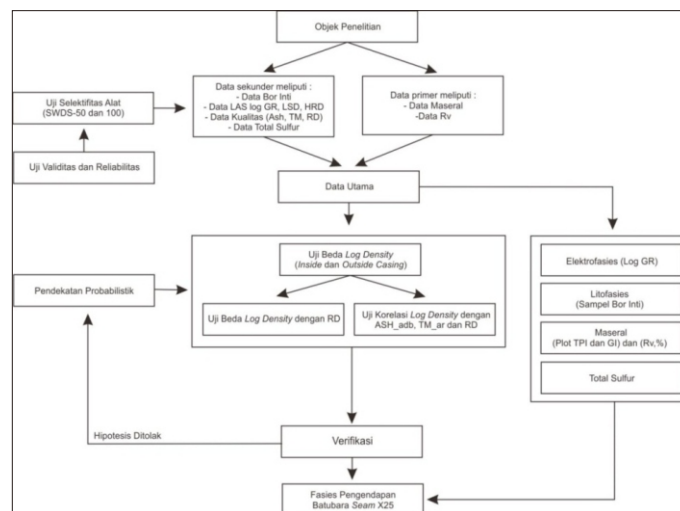
Tiap-tiap lingkungan pengendapan menghasilkan pola energi pengendapan yang berbeda. Pada penelitian ini pengelompokan fasies berdasarkan sifat kelistrikan batuan (elektrofasies) diperoleh dari pola kurva *Log Gamma Ray*, dimana teknis analisisnya dibagi berdasarkan pembagian blok dari analisis kuantitatif. Kurva *log* akan dikalibrasikan dengan beberapa hasil deskripsi batuan dari bor inti, sehingga fasies batubara dapat teridentifikasi. Analisis litofasies ini berasosiasi dengan lingkungan pengendapan tertentu berdasarkan kesebandingan model Horne (1978).

Metode akuisisi *log* di dalam pipa (*inside casing*) dengan *log* di luar pipa (*outside casing*) akan dilakukan uji beda dua sampel berpasangan. Dengan demikian akan diperoleh nilai signifikansi dari kedua populasi data tersebut. Beberapa variabel *proximate* batubara yang diduga memiliki hubungan erat dengan *Log Density* seperti abu (*Ash*) dan kelembaban (*Total Moisture*) juga akan dilakukan uji korelasi. Pendekatan kuantitatif ini adalah sebagai upaya untuk memberi dukungan dalam interpretasi fasies pengendapan lapisan batubara tersebut.

Untuk memudahkan interpretasi, area penelitian ini dibagi menjadi tiga blok berdasarkan penyebaran data yang ada. Koefisien korelasi (R) yang diperoleh dapat membantu menginterpretasikan serta memberikan indikasi anomali sebagai salah satu variabel dalam analisis fasies pengendapan batubara pada *seam* tersebut.



Gambar 2. Pola Respon dari *Log Gamma Ray* Secara Umum Terhadap Variasi Ukuran Butir (Walker & James, 1992)



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Kriteria utama pengenalan lingkungan pengendapan delta telah dikemukakan oleh Horne (1978). Identifikasi lingkungan pengendapan purba dari sayatan stratigrafi berdasarkan variasi urutan batuan kemudian dibandingkan dengan sistem pengendapan untuk model endapan *fluvial, delta, dan barrier* modern (saat sekarang). selain itu analisis lingkungan pengendapan batubara *seam X25* akan didukung oleh data litofasies dari sampel bor inti (*coring*), kandungan sulfur dan kandungan maseral.

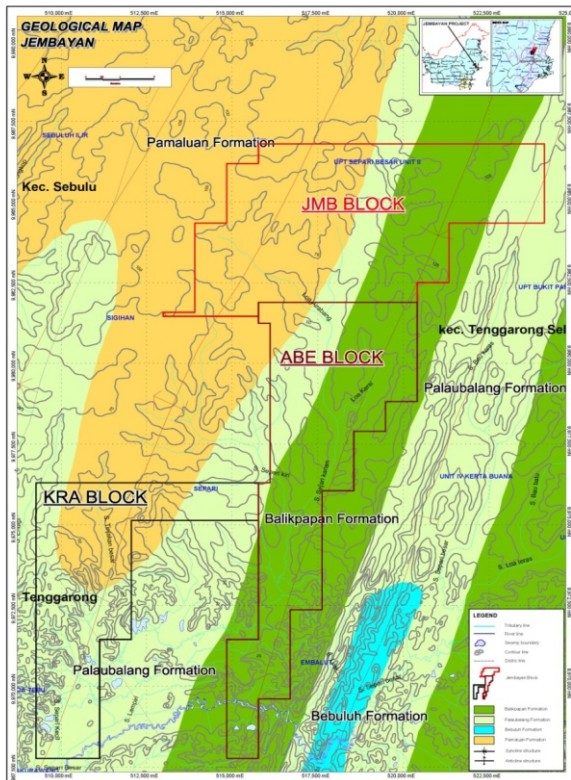
Untuk memberikan keyakinan terhadap hasil interpretasi dan pemenuhan verifikasi hipotesis, maka data *well logging* perlu diuji melalui pendekatan kuantitatif. Alat yang digunakan perlu dilakukan kalibrasi, uji validitas dan reliabilitas data. Dengan demikian keandalan/kesahihan dan kekonsistenan alat *logging* memiliki arti penting dalam perolehan hasil pembacaan *log* yang akurat dan terpercaya.

Tatanan Geologi Regional

Daerah penelitian termasuk dalam bagian Peta Geologi Lembar Samarinda skala 1 : 250.000 (Supriatna & Rustandi, 1995). Daerah ini merupakan bagian dari Cekungan Kutai. Cekungan ini terbentuk sebelum Eosen dan selama kurun waktu antara Eosen - Oligosen Bawah telah terjadi penurunan cekungan sehingga menyebabkan terjadinya genang laut yang terjadi dari arah timur ke barat. Peristiwa genang laut yang cukup lama ini menjadikan Cekungan Kutai merupakan cekungan yang mempunyai endapan sedimen yang tebal dan luas.

Secara regional daerah penelitian merupakan bagian dari Cekungan Kutai, dimana formasi yang menempati daerah penyelidikan merupakan batuan sedimen Tersier. Cekungan Kutai terisi oleh batuan sedimen sebagai pengisi cekungan diperkirakan mencapai tebal sekitar 7500 m yang diendapkan mulai dari lingkungan delta, laut dangkal hingga laut dalam. Peristiwa genang laut yang cukup lama ini menjadikan Cekungan Kutai mempunyai endapan sedimen yang tebal dan luas.

Beberapa formasi sebagai penyusun terdiri atas Formasi Pulau Balang, disusun oleh perselingan antara batupasir grewake dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batubara dan tufa dasit berumur Miosen Tengah. Pada bagian atasnya diendapkan Formasi Balikpapan yang berumur Miosen Akhir Bagian Bawah - Miosen Tengah Bagian Atas, berupa perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih, batugamping dan batubara. Selanjutnya adalah Formasi Kampung Baru yang terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, lanau dan batubara berumur Miosen Akhir - Plio Plistosen. Endapan termuda yang terdapat di daerah penelitian adalah endapan aluvium, menempati daerah pinggir sungai besar, terdiri atas kerikil, pasir dan lumpur berupa lempung dan lanau, yang umumnya belum terkompaksi dan bersifat lepas.



Gambar 4. Peta Geologi Regional (Supriatna & Rustandi, 1995)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui nilai signifikansi dari perbedaan antara *Log Inside Casing* dan *Outside Casing* perlu dilakukan uji beda berpasangan. Hasil uji beda metode ini menggunakan model uji *Wilcoxon* (Sugiyono, 2009) dan diperoleh nilai signifikansi $\alpha < 0,05$ (Tabel 1).

Untuk menguji perbedaan *output* dalam penggunaan *Log Inside Casing* maka *Log Density* akan dilakukan uji beda terhadap nilai Densitas Relatif (RD). Tujuan pengujian ini untuk mengetahui apakah nilai densitas (*bulk density*) yang diukur oleh instrumen *logging* memiliki kesesuaian dengan nilai RD dari uji laboratorium, sehingga akan memberikan tingkat keyakinan tertentu dalam mendukung hasil interpretasi uji korelasi.

Hasil uji beda antara *Log Density* (hasil pembacaan) dengan RD (hasil laboratorium) terdapat perbedaan nilai yang signifikan, dimana semua nilai signifikansi yang diperoleh menunjukkan $\alpha < 0,05$ (Tabel 2). Dengan demikian nilai densitas batubara yang diperoleh dari akuisi *Log Inside Casing* tidak dapat dijadikan referensi atau prediksi nilai densitas batuan. Hal ini dikarenakan penggunaan *casing* mengakibatkan emisi radiasi terhadap batuan menjadi lemah. *Casing* besi bertindak sebagai *shielding* (perisai), sehingga nilai emisi radiasi terhadap batuan menjadi tidak sempurna. Sebagian emisi radiasi akan tertahan pada *casing* dan separuhnya dapat berpenetrasi pada batuan di dalam lubang bor sejalan dengan naiknya alat ke permukaan.

Berdasarkan data di atas, diperoleh informasi bahwa metode akuisi *Log Inside Casing* menunjukkan penurunan nilai *output* baik defleksi maupun nilainya. Hal tersebut sejalan dengan teori hamburan *Compton*.

Tabel 1. Hasil Uji Beda Selektifitas Metode Akuisi

Lbg. Tes	Log	Rata-rata Output		Model Uji	Sig.	Keputusan	Kesimpulan
		Inside	Outside				
1	GR	38,1432	42,5005	<i>Wilcoxon</i>	0,002	Tolak H_0	Terdapat perbedaan nilai CPS signifikan
	LSD	1,4132	1,8284	<i>Wilcoxon</i>	0,000	Tolak H_0	Terdapat perbedaan nilai gr/cc signifikan
	HRD	1,1254	1,6082	<i>Wilcoxon</i>	0,000	Tolak H_0	Terdapat perbedaan nilai gr/cc signifikan

Tabel 2. Hasil Uji Beda Nilai *Log Density* dengan RD pada *Seam X25*

Lbg. Tes	Rata-rata (gr/cc)		Model Uji	Sig.	Keputusan	Kesimpulan
	Log	RD				
1	1,4061 (LSD)	1,3382	<i>Mann Whitney</i>	0,000	Tolak H_0	Terdapat perbedaan nilai densitas log dan RD
	1,2472 (HRD)		<i>Mann Whitney</i>	0,000	Tolak H_0	Terdapat perbedaan nilai densitas log dan RD

Menurut Compton (1923, dalam Moon, 2000) menyatakan bahwa akibat dari efek hamburan *Compton* dimana pada saat foton bertumbukan dengan elektron, maka foton akan dipantulkan dan mengalami penurunan energi.

Dari keterdapan data, hampir 95% data yang diperoleh adalah berasal dari metode *Log Inside Casing*. Dengan demikian peneliti tertarik untuk menggunakan data tersebut dalam mengkaji elektrofases, fasies serta lingkungan pengendapan batubara *Seam X25*.

Elektrofases Dengan Metode *Log Inside Casing*

Secara kualitatif *Log Gamma Ray* akan memberikan kualitas grafik *log* yang cukup baik dibandingkan dengan *Log Density*, meskipun akuisisi datanya menggunakan *inside casing*. Hal tersebut dikarenakan *log GR* memiliki tingkat kesensitifitas detektor yang cukup baik dalam pembacaan radiasi alam seperti unsur Uranium, Thorium dan Potasium.

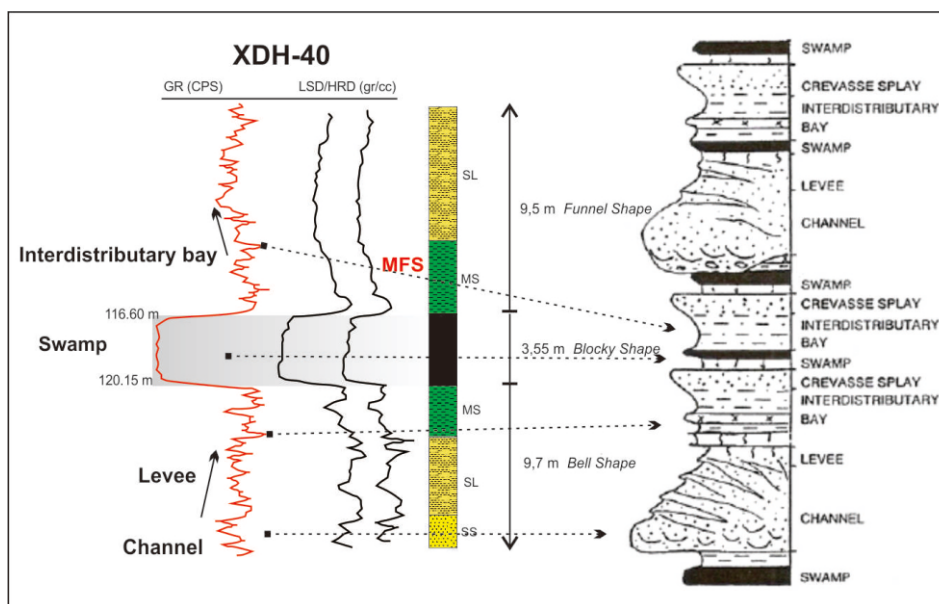
Tingkat keakuratan pembacaan terhadap litologi dari 40 sampel lubang bor diperoleh data bahwa keakuratan *log GR* adalah > 96,5%, dan *Log Density (LSD/HRD)* sebesar < 62%. Angka tersebut diperoleh dari *adjustment* terhadap litofasies pada 40 sampel bor inti (*coring*).

Analisis elektrofases ini akan menggunakan beberapa sampel lubang bor

inti (*coring*) yang diambil secara representatif. Pada Blok 1 dipilih lima lubang bor yaitu XDH-07, XDH-09, XDH-14, XDH-38 dan XDH-40. Pada Blok 2 dipilih tiga lubang bor yaitu XDH-10, XDH-02 dan XDH-12. Sedangkan di Blok 3 dipilih lima lubang bor yaitu XDH-21, XDH-26, XDH-19, XDH-24 dan XDH-35.

Berikut ini akan diperlihatkan beberapa lubang bor yang menunjukkan perbedaan pola *log* sebagai manifestasi penggunaan metode *Log Inside Casing*. Lubang bor XDH-40 dan 19 pada korelasi litostratigrafi, diduga berada dalam satu lapisan batuan yang sama. Analisis pola *log* tersebut akan dibandingkan dengan model Horne (1978) dan dikalibrasikan dengan sampel bor inti agar dapat memberikan keyakinan tertentu pada identifikasi litologi. Model Horne (1978) yang telah teridentifikasi dari pola *log* menunjukkan lingkungan *Transitional Lower Delta Plain*.

Perubahan pola *log GR* adalah identik dengan perubahan ukuran butir batuan sedimen dan memberikan informasi energi pengendapan pada saat itu. Pada lubang bor XDH-40 yang mewakili blok 1 memperlihatkan dominasi sedimentasi fluvial dengan ciri fasies batupasir *channel (blocky-bell)* dengan kisaran nilai 20-40 CPS dan *crevasse splay* dengan struktur sedimen mengkasar ke atas (*funnel*) dengan kisaran nilai 25-50 CPS. Energi sedimentasi



Gambar 5. Elektrofases *Seam X25* Lubang Bor XDH-40

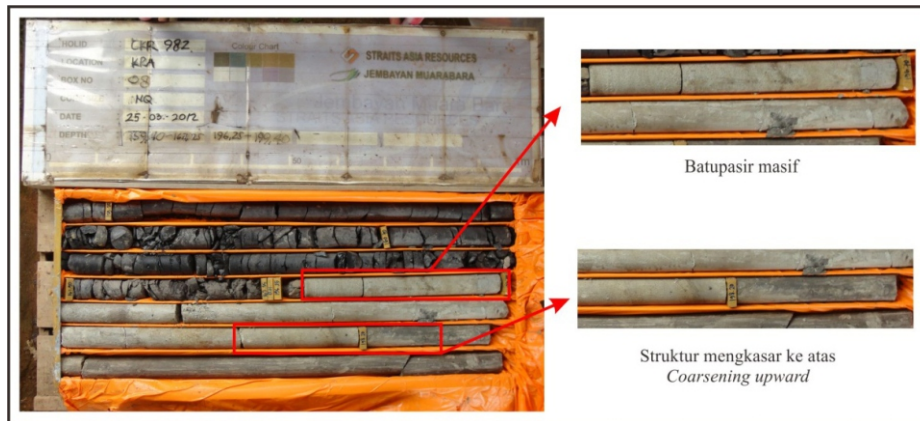
pengendapan batupasir tersebut identik dengan arus sedang-kuat. Sedangkan batubara seam X25 adalah *blocky shape* dengan ketebalan 3,55 m (Gambar 3). Beberapa tempat menunjukkan adanya parting batulempung.

Pada blok 2 dan 3, beberapa *log* menunjukkan perubahan struktur sedimen dari *coarsening upward* menjadi perselingan batulempung dan batupasir dengan ciri pola *log serrated*. Nilai CPS pola *log serrated* berkisar antara 40-75 CPS (Gambar 4).

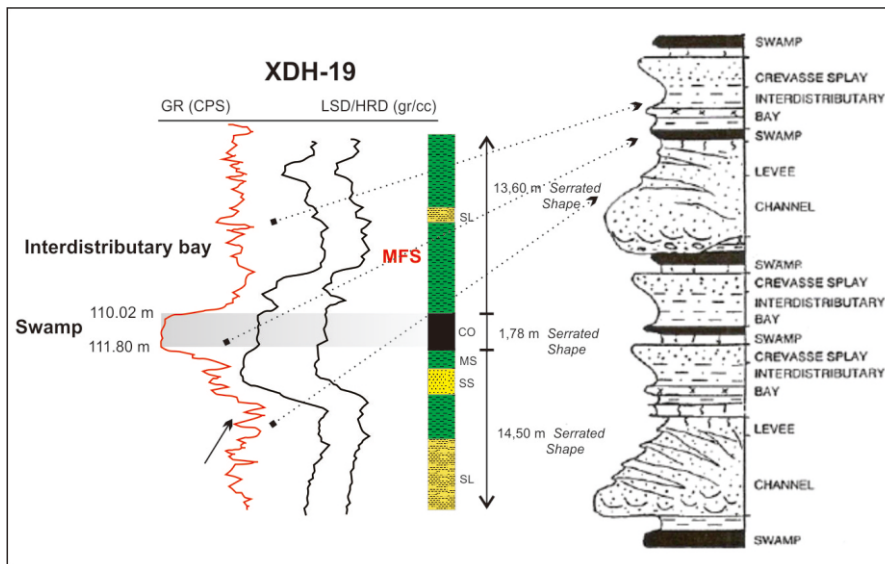
Fasies Pengendapan Batubara Seam X25

Identifikasi fasies pengendapan pada akhirnya dapat memberikan koreksi pada korelasi lapisan batubara yang sudah dibuat sebelumnya. Dengan demikian estimasi dalam perhitungan cadangan batubara pun akan lebih akurat berdasarkan kondisi geologinya.

Gambaran penyebaran lateral batubara seam X25 secara meliputi geometri dari beberapa lubang bor, sehingga bentuk cekungan dan suplai sedimen dapat



Gambar 6. Litofasies Lubang Bor XDH-40



Gambar 7. Elektrofasis Seam X25 Lubang Bor XDH-19.

Perubahan nilai ini mengindikasikan berkembangnya fasies batupasir *interdistributary bay* di atas lapisan batubara seam X25. Pola *log* ini dapat dikenali diantaranya pada lubang bor XDH-14 dan 19 (Gambar 7).

diinterpretasikan. Melalui analisis elektrofasis, secara vertikal dapat diidentifikasi bahwa batubara seam X25 dibedakan menjadi dua fasies pengendapan yaitu batubara seam X25 *lower* dan *upper*. Dengan demikian dapat diinterpretasikan

bahwa secara genesa pengendapan lapisan batubara seam X25 ini terbentuk oleh dua proses geologi yang berbeda. Fasies pengendapan batubara seam X25 dapat teridentifikasi dari beberapa hasil analisis elektrofases dan anomali pada uji korelasi *Log Density* terhadap *ASH_adb*, *TM_ar* dan *RD*. Fasies tersebut adalah fasies batubara seam X25 *lower* dan *upper* yang terpisah antara blok 1 dan 2 (Gambar 7).

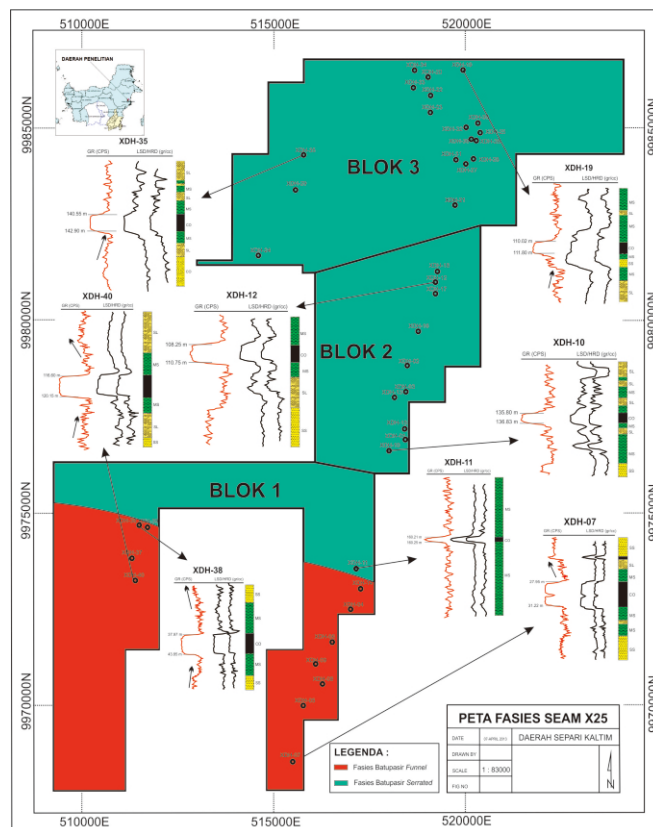
Log shape blok 2 dan 3 memperlihatkan pola yang berbeda dengan blok 1, hal ini diidentifikasi sebagai fasies pengendapan yang berbeda. Identifikasi endapan *channel* dan *interdistributary bay* masih muncul hanya saja secara vertikal fasies batulempung menebal menunjukkan suksesi pengendapan yang dipengaruhi oleh sedimentasi oleh arus tenang. Pada umumnya deskripsi batubara seam X25 ini adalah berwarna hitam, gores hitam kecoklatan, belahan *sub-conchoidal*, kilap hitam kusam, kekerasan *moderate-hard*, terdapat *cleat* dan resin/amber (getah damar) dan tidak ditemukan mineral pirit, memiliki ciri dengan pola *log blocky*.

Penyebaran ketebalan batubara seam X25 di daerah penelitian sangat

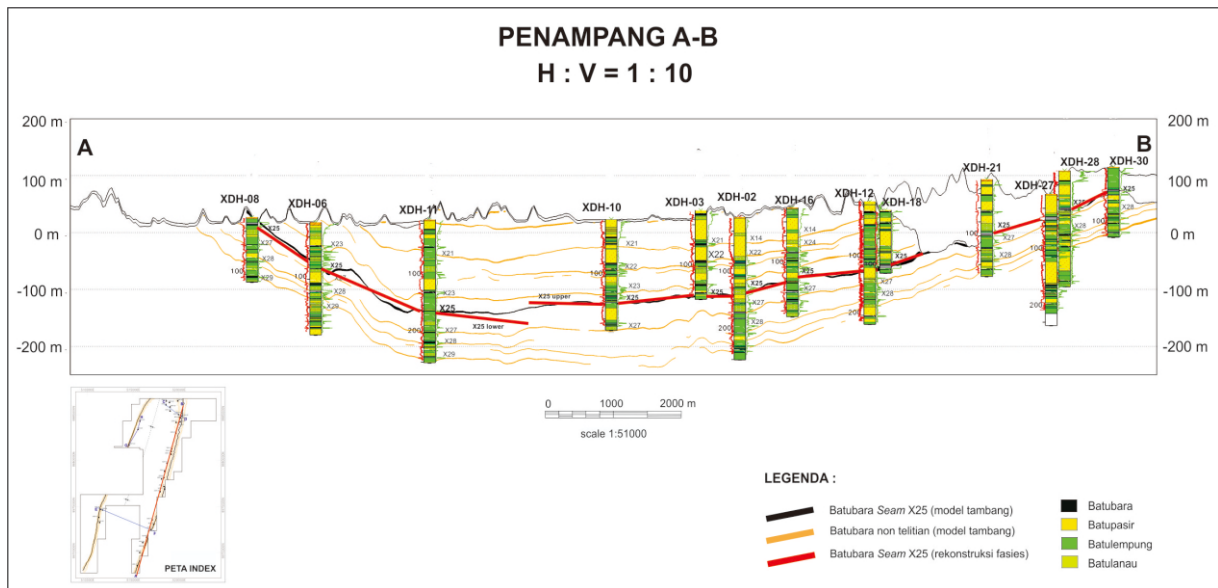
bervariasi dimana fasies batubara seam X25 *lower* dari 0,64 - 5,88 meter dan fasies seam X25 *upper* dari 0,3 - 4,72 meter. Terjadi penipisan lapisan batubara seam X25 ke arah utara daerah penelitian yang mengindikasikan adanya kontrol cekungan

Hasil korelasi litostratigrafi menunjukkan bahwa lapisan batubara seam X25 dimana 90% penyebarannya mengikuti pola lipatan sinklin dengan arah umum timur laut - barat daya, dengan kemiringan lapisan umumnya sekitar 15° dan bervariasi antara 8° - 60°. Jumlah seam yang dapat dikorelasikan di daerah penelitian adalah sebanyak 140 seam dan batubara paling tebal dapat mencapai 12 meter. Seam X25 salah satu seam batubara primadona yang menjadi target eksplorasi dan penambangan karena memiliki ketebalan dan spesifikasi kualitas pasar yang sangat baik dan potensial.

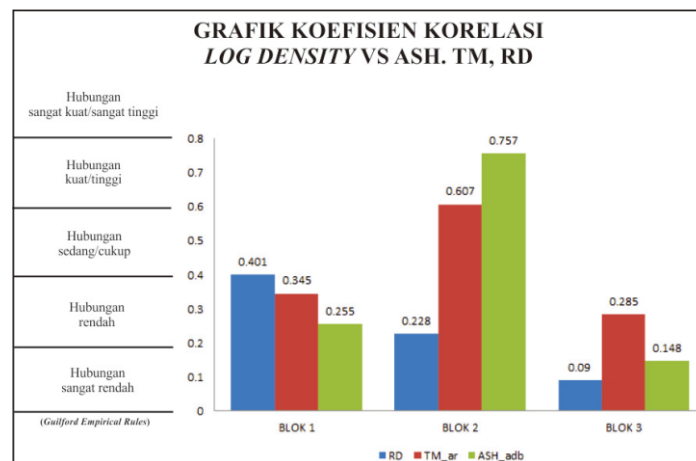
Dari hasil uji korelasi antara *Log Density* dengan *ASH_adb*, *TM_ar* dan *RD* diperoleh hasil bahwa terjadi perubahan koefisien korelasi antara blok 1 dan 2. Pada blok 2 terjadi keamatan hubungan *Log Density* dengan *ASH_adb* dan *TM_ar* dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,757



Gambar 8. Peta Fasies Daerah Penelitian



Gambar 9. Penampang A-B Seam X25



Gambar 10. Grafik Koefisien Korelasi Antar Blok.

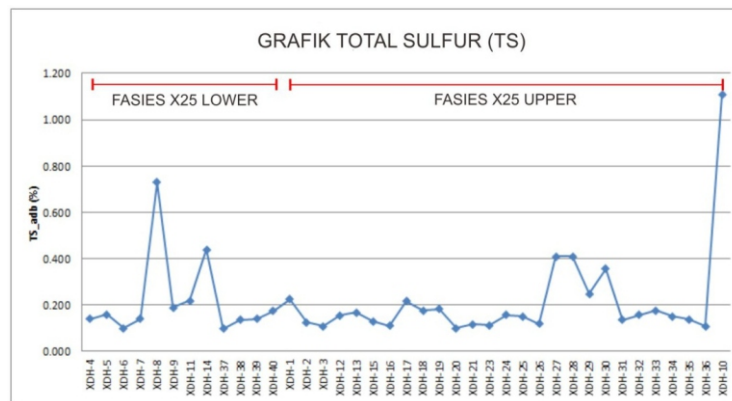
dan 0,607. Anomali tersebut mengindikasikan adanya perbedaan fasies yang berbeda dengan interpretasi korelasi sebelumnya. Dengan demikian analisis tersebut dapat mendukung analisis fasies pengendapan batubara pada seam X25.

Lingkungan Pengendapan Batubara Seam X25

Hasil analisis kimia fasies batubara seam X25 lower di daerah penelitian mempunyai nilai kalori antara 5677,67-6627,33 kal/gr, kelembaban total (TM) 11,66-28,64 %, kadar abu (Ash) 1,43-5,99 %, sulfur total (TS) 0,10-0,73 %, zat terbang (VM) 37,67-43,22 dan densitas relatif (RD) 1,32-1,37 gr/cm³.

Menurut Casagrande (1987, dan Meyers, 1982, dalam Anggayana & Widayat, 2007) batubara dengan sulfur tinggi akan didominasi oleh sulfur piritik. Sulfur piritik merupakan komponen sulfur yang mudah dijumpai dalam batubara baik secara mikroskopis maupun megaskopis (Anggayana & Widayat, 2007). Pirit dalam batubara dapat menjadi petunjuk untuk melakukan interpretasi fasies dan lingkungan pengendapan batubara.

Rata-rata kandungan total sulfur (TS) seam X25 lower sebesar 0,232 dengan standard deviasi 0,18% dan seam X25 upper sebesar 0,232 dengan standar deviasi 0,28%, nilai tersebut dikategorikan rendah (Gambar 10).



Gambar 11. Perbedaan Nilai Sulfur Antar Fasies Batubara.

Tabel 3. Parameter Skalar Grup Maseral Indikator TPI dan GI

No	Grup Maseral	No. Sampel				
		1	2	3	4	5
1	Vitrinit	96.6	92.1	93.7	93.6	95.5
2	Liptinit	1.2	1.6	1.9	1.9	0.8
3	Inertinit	0.9	2.9	2.6	2.1	1.1
4	Mineral Matter	1.3	3.4	1.8	2.4	2.6

Tabel 4. Parameter Skalar Sub Grup Maseral Indikator TPI dan GI

No	Sub Grup Maseral	No. Sampel				
		1	2	3	4	5
1	Telovitrinit	93.8	73.4	83.9	87.1	90.3
2	Detrovitrinit	2.4	18.2	9.1	5.9	4.4
3	Gelovitrinit	0.4	0.5	0.7	0.6	0.8
4	Telo-inertinit	0.8	2.7	2.3	1.7	1
5	Detro-inertinit	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2

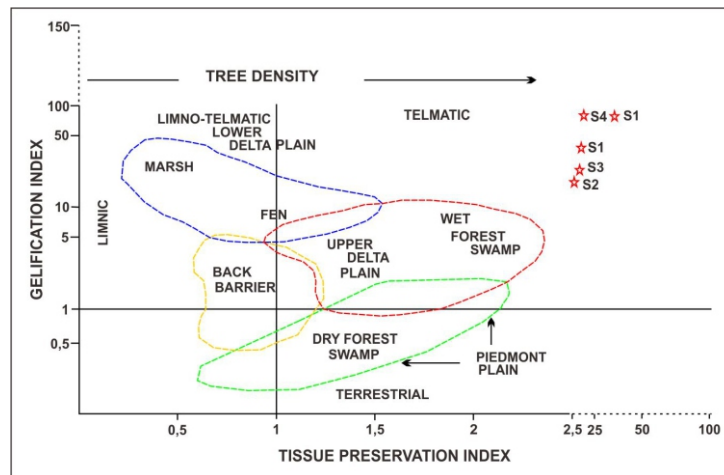
Tabel 5. Parameter Skalar Rata-rata Indikator Fasies

No	Sampel	TPI	GI	Rv max% (avg)
1	S1/X25	32.55	97.5	0.48
2	S2/X26	4.03	24.56	0.38
3	S3/X27	8.8	36.92	0.42
4	S4/X28	12.87	45.38	0.43
5	S5/X29	16.89	87.64	0.31

Kecilnya peningkatan persentase sulfur pada grafik di atas maka dianggap suplai sedimen relatif dominan dari lingkungan fluvial sehingga memperkuat interpretasi bahwa fasies pengendapan batubara *seam* X25 baik lower maupun upper adalah lingkungan *non marine*.

Berdasarkan sifat atribut maseral yang di sampling dari beberapa stasiun pengamatan di blok 3, dapat diperoleh informasi adanya perubahan lingkungan pengendapan secara berangsur dari blok 1

hingga 3. Sedangkan dari plot nilai TPI dan GI pada diagram Lamberson (1991, dalam Suwarna, 2006) menunjukkan hasil yang mendekati interpretasi lingkungan pengendapan pada batubara *seam* X25 *upper* ini. Dimana dari kelima titik sampel yang diplot jatuh pada daerah *wet forest swamp* di dalam lingkungan pengendapan *Upper Delta Plain* dengan kategori zona *telmatic*, lingkungan pengendapan ini menghasilkan gambut yang tidak terganggu dan terus digenangi air tawar atau air garam.



Gambar 12. Plot TPI dan GI Sampel Batubara Seam X25 pada Diagram Lamberson (1991)

Berdasarkan kesebandingan model Horne (1978), fasies batubara seam X25 upper masih masuk tergolong dalam kategori lingkungan pengendapan *Transitional Lower Delta Plain* seperti yang sudah diinterpretasikan sebelumnya melalui kajian elektrofases. Dengan demikian kajian lingkungan pengendapan batubara ini dapat membantu dalam mengestimasi kualitas batubara berdasarkan kemenerusan lapisannya. Di samping itu prioritas penambangan pada suatu daerah dapat dilakukan dengan akurat serta ilmiah dari aspek geologinya.

Dari plot nilai TPI terhadap GI pada diagram fasies (Diessel, 1986 dan Lamberson, 1991; dalam Heryanto, 2009) maka hasil analisis kuantitatif dari maseral telah memberikan gambaran fasies pengendapan yang sama jika kita kaitkan dengan hasil analisis berdasarkan *Total Sulfur (TS)* yang rendah, dimana batubara seam X25 terbentuk dari suplai sedimen organik pada lingkungan fluvial. Lingkungan fluvial ini menyebabkan batubara kaya akan vitrinit dan juga kaya akan *mineral matter*, terutama lempung (Lamberson, 1991 dalam Suwarna, 2006).

KESIMPULAN

Beberapa simpulan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Melalui pendekatan kuantitatif penggunaan metode *Log Inside Casing* telah memberikan dampak yang cukup signifikan. Secara kualitatif *log GR* memiliki defleksi yang lebih baik

dibandingkan *Log Density* dengan tingkat kepercayaan > 95%, sedangkan *Log Density* sebesar < 60%. Penyebab buruknya kualitas *Log Density* akibat pengurangan energi radiasi sebesar 50,01% yang tertahan oleh casing besi saat akuisisi *well logging*. Di samping itu, *Log Density* sangat sensitif terhadap perubahan dimensi lubang bor akibat terbentuknya *cavity* pada dinding lubang bor. Beberapa pola *log* pada fasies batupasir kuarsa yang teridentifikasi adalah pola *funnel*, *bell*, *serrated* dan *blocky*.

2. Melalui analisis elektrofases, secara vertikal dapat diidentifikasi bahwa batubara seam X25 dibedakan menjadi dua fasies pengendapan yaitu batubara seam X25 lower dan upper. Dapat diinterpretasikan bahwa secara genesa pengendapan lapisan batubara seam X25 berbeda genesa geologinya. Dimana batubara seam X25 lower diendapkan pada daerah dengan arus relatif kuat dibandingkan dengan seam X25 upper. Hal tersebut terekam pada *Log Gamma Ray* sebagai penunjuk suksesi sedimentasi. Dengan demikian analisis fasies pengendapan menggunakan metode *Log Inside Casing* ini masih sangat layak digunakan dan berfungsi untuk mengoreksi korelasi litostratigrafi yang sudah ada.
3. Dari kajian elektrofases yang telah dikoreksi terhadap litofases pada batubara seam X25 dari data bor inti (*coring*), maka dapat diinterpretasikan bahwa lapisan batubara ini diendapkan

pada lingkungan pengendapan *Transitional Lower Delta Plain*, berdasarkan kesebandingan model fasies Horne (1978). Hal tersebut didukung oleh rendahnya nilai rata-rata *Total Sulfur* dari kedua fasies batubara *seam X25* sebesar 0,232. Hal ini sejalan dengan hasil analisis sampel maseral batubara yang diwakili pada blok 3, yaitu bahwa dari kelima titik sampel yang diplot adalah jatuh pada daerah *wet forest swamp* dengan kategori zona *telmatic (Upper Delta Plain)*, dimana zona tersebut merupakan bagian dari lingkungan *delta plain*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Manajemen dan tim eksplorasi PT. Sinergy Consultancy Services yang telah memberikan sponsor dan bantuan teknisnya. Selain itu, ucapan terima kasih ini juga ditujukan kepada Prof. Dr. Ir. Hendarmawan, M.Sc, Dr. Ir. Emi Sukiyah, MT dan Ir. Andi Agus Nur, MT yang telah mendukung penelitian ini serta memberikan kritik, saran, dan diskusi yang mutakhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggayana, K. & Widayat, A. H. 2007. Interpretasi Fasies/Lingkungan Pengendapan Batubara dan Variasi Sulfur untuk Rekomendasi Strategi Eksplorasi. Bandung : FIKTM - ITB. hlm. 35-52.
- Heryanto, R. 2009. Karakteristik dan Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Tanjung di daerah Binuang dan sekitarnya, Kalimantan Selatan. Bandung : Pusat Survei Geologi. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 4 No. 4 : 239-252. hlm. 243.
- Horne, J. C. 1978. *Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region. American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 62, 2379-2411p.
- Moon, B. S. 2000. *A Design of Thickness Gauge Using The Compton Gamma Ray Backscattering, Korea Atomic Energy Research Institute. Jurnal of the Korean Nuclear Society*. Vol. 2 No. 5 : 457-458 p.
- Sugiyono. 2009. Statistik Untuk Penelitian. Bandung: Penerbit Alfabeta. hlm. 50-90.
- Supriatna & Rustandi. 1995. Peta Geologi Lembar Samarinda 1 : 250.000. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Suwarna, N. 2006. *Permian Mengkarang Coal Facies and Environment, Based On Organic Petrology Study. Bandung : Center for Geological Survey*.
- Walker, R. G. & James, N. P. 1992. *Facies Models Response To Sea Level Change. Canada : Geological Association of Canada - Department of Earth Science*. 157 p.

<p>Diterima tanggal 10 September 2013 Revisi tanggal 30 Oktober 2013</p>
--