

# KARAKTERISTIK BATUBARA FORMASI WARUKIN DALAM PEMBENTUKAN CBM DI WILAYAH KABUPATEN TANAH BUMBU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Denny Suwanda Djohor dan Harry Pramudito

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi  
Universitas Trisakti

## Abstract

*Increasing world oil prices have a huge impact on national energy needs. Indonesia's economic growth requires the development of alternative energy sources based on 10 basin assessments in Indonesia, coal methane gas potential is estimated to reach 337 TCF of gas in place (Advanced Resources International, inc). The research location is located in the Basin of Asam-Asam, South Kalimantan. Targeted research on the Miocene Warukin Formation. The data used to evaluate Coal Methane Gas potential include surface geology data and coal sample analysis, as well as characteristics of regional anomaly bouger for South Kalimantan. The development of cleats and fractures in coal at the observation site can be classified into high-intensity vitamite-rich coal categories. Coal Warukin Formation has an average  $R_v$  value = 0.56% with standard deviation 0.02%. and is ranked in sub-bituminous coal rank. While for other Warukin Formation coal has an average  $R_v$  value = 0.58% and entered in rank (bit) bituminous coal with type of methane gas is the type of bio & thermogenic gas mixture. When viewed from the thick layer of coal and gas type, the Warukin Formation coal in the location of research is quite interesting when included in the coal resources of economical coal methane gas.*

*Keywords: Coalbed Methane, coal, coal methane gas, CBM*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Naiknya harga minyak dunia memberikan pengaruh sangat besar pada kebutuhan energi nasional. Pertumbuhan ekonomi Indonesia membutuhkan pengembangan sumber energi alternative. Berdasarkan aplikasi yang dikembangkan oleh Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) bekerja sama dengan NEDO (Jepang), maka besarnya sumberdaya energi batubara di Indonesia meningkat, yang sebelumnya sebesar 26 miliar ton menjadi 65,4 miliar ton. Sedang cadangan dari 2,6 miliar ton menjadi 12 miliar ton, tersebar di 19 propinsi (Depart. ESDM, 2007). Peningkatan cadangan ini berpengaruh terhadap besarnya sumber daya alam gas metana batubara (CBM) yang terkandung di dalamnya sebagai sumber daya energi alternative.

Pada dasarnya CBM merupakan energi alternatif yang berasal dari batubara yang belum dikembangkan di Indonesia. Data saat ini menunjukkan potensi CBM di seluruh Indonesia menempati urutan ke-4 di dunia (453,3 tcf). Dengan potensi yang sedemikian besar dan pengembangannya yang relatif mudah, CBM merupakan salah satu sumber energi yang cukup bisa diandalkan.

## 1.2. Maksud & Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas batubara di Wilayah Kabupaten Tanah Bumbu dan Kota Baru, Provinsi Kalimantan Selatan yang berpotensi sebagai sumber dari *Coalbed Methane (CBM)*.

## 1.3. Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

- Lapisan batubara pada Formasi Warukin di daerah Kabupaten Tanah bumbu dan sekitarnya, Propvinsi Kalimantan Selatan.
- Analisis laboratorium, yang meliputi analisis *Proximate, Vitrinite Reflectance* dan Komposisi *Maceral*.

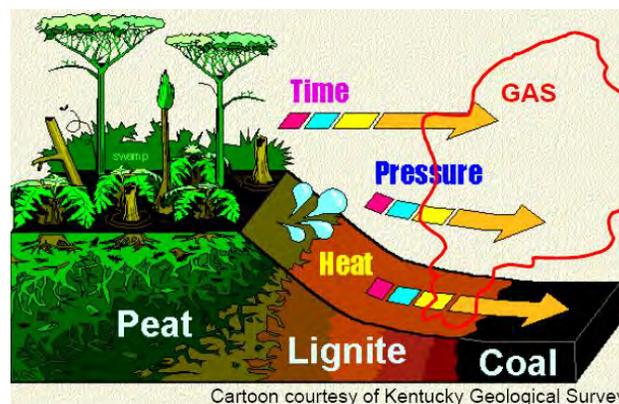
## 1.4. Manfaat Penelitian

Mendapatkan informasi potensi Gas Metana Batubara (*coalbed Methane*) pada batubara Formasi Warukin di Daerah Penelitian.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Gas Metana Batubara

Cekungan yang mengandung metana antara 500 – 600 Standard Cubic Feet per Ton (SCF/ton) memiliki nilai komersial yang sangat menguntungkan, selama ter-dapat permeabilitas reservoir dan kisaran desorption yang cukup (US DOE, 2004). Gas metana batubara ( $CH_4$ ) adalah natural gas yang di produksi oleh lapisan batubara, yakni mengandung 90 % gas metana dan 10 % gas lainnya seperti carbon dioksida & nitrogen. Gas terproduksi biasanya mempunyai laju dan tekanan yang rendah. Gas metana batubara terbentuk akibat dari proses biologi dan proses thermal (gambar 1). Gas metana batubara sbanyak 90% terkonsentrasi didalam matriks batubara, sedangkan 10% sisanya teradsorpsi di dalam rekahan batubara (*cleat*) atau terlarut dalam air yang terjebak di dalam rekahan di dinding. Metana yang muncul ke permukaan batubara akan di lepaskan, gas methane akan mengalir ke rekahan dan sampai ke sumur bor atau bermigrasi ke permukaan. Gas metana di batubara dapat berupa gas bebas, gas terlarut didalam air dan batubara atau gas yang meresap di permukaan batubara



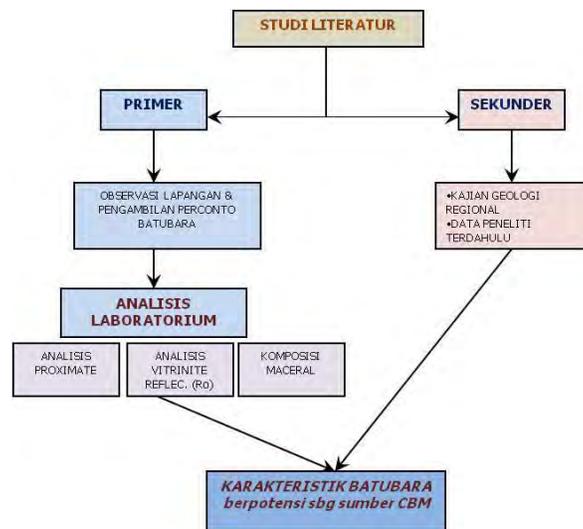
Gambar 1. Genesa batubara dan gas metana batubara (*coalbed methane*)

Proses Biogenic gas yang terbentuk oleh aktivitas organisme pada tahap awal pembentukan batubara, dari gambut - lignit hingga subbituminus ( $R_o < 0.5\%$ ). Biogenic Gas dihasilkan akibat aktifitas bakteri di dalam  $CO_2$ , dimana metabolisme Methanogens (Bakteri Anaerobik) menggunakan  $H_2$  dan  $CO_2$  untuk mengkonversi Acetate menjadi Methane. Mekanisme Hidrologi juga ikut menstimulasi pertumbuhan aktifitas bakteri di dalam air tanah, melewati permukaan batubara dan "clinker" (dalam jumlah yang banyak).

Proses Thermogenic terjadi pada saat terjadinya proses pembatubaraan yang lebih tinggi yaitu pada rank subbituminus A - high volatile bituminous keatas ( $R_o > 0.6\%$ ). Proses bituminisasi akan menghasilkan batubara yang lebih kaya akan karbon dengan membebaskan sejumlah zat terbang utama yaitu  $CH_4$ ,  $CO_2$  dan air. Gas-gas ini terbentuk secara cepat sejak rank batubara mencapai high volatile bitu- minus hingga mencapai puncaknya di low volatile bituminus ( $R_o = 1.6\%$ ). Melalui sejumlah reaksi kimia (*thermogenic*) atau karena bakteri (*biogenic*) gas methan ini dihasilkan dan disimpan dalam lapisan batubara. Pada batubara dengan rank lebih tinggi gas terbentuk karena proses *thermogenic*, sedangkan pada batubara dengan rank lebih rendah gas terbentuk karena proses pembusukan material organik oleh bakteri. Lapisan batubara berperan sebagai sumber gas dan sekaligus reservoir. Karena lapisan batubara mempunyai permukaan butiran yang relatif besar, maka batubara dapat menyimpan gas hingga 6 - 7 kali lebih besar daripada batuan dalam reservoir gas konvensional. Akumulasi gas *in place* akan terdapat paling banyak pada batubara peringkat *bituminous*.

### 3. METODOLOGI

Dalam penelitian ini metoda pendekatan yang dilakukan adalah mengkompilasi data sekunder dengan data primer berupa data hasil survey lapangan, untuk dianalisis dan diinterpretasi bawah permukaan sehingga dapat memberi gambaran kondisi geologi bawah permukaan yang mendekati sebenarnya. Data permukaan yang digunakan adalah kondisi batubara di permukaan baik secara litologi, stratigrafi dan struktur geologi. Contoh batubara diambil di lapangan pada saat survey lapangan. Kondisi batubara bawah permukaan akan dapat diidentifikasi dan diklasifikasikan dengan menggunakan hasil analisis geofisika dengan menggunakan gravity, yang dikombinasikan dengan data log bor yang ada di daerah penelitian. Data log bor diperoleh dari hasil pengeboran yang dilakukan oleh pihak pemilik pertambangan di daerah tersebut.



Gambar 2. Bagan alir metoda pelaksanaan penelitian

Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium LEMIGAS, Kementerian ESDM dengan menggunakan contoh batubara di permukaan maupun contoh batubara dari hasil pemboran dengan kedalaman tertentu sesuai dengan target batuan induk gas metana batubara (*coalbed methane*). Dari hasil analisis laboratorium inilah dapat ditentukan karakteristik batubara untuk batubara pada Formasi Warukin. Dengan demikian dari hasil kompilasi hasil analisis permukaan, bawah permukaan dan laboratorium dapat ditentukan potensi gas metana batubara di daerah penelitian.

#### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah meliputi :

- data Gravity Regional Kalimantan Selatan, Peta Geologi dan Data Survei Lapangan (observasi singkapan batubara).
- Data hasil pengamatan di lapangan (surface mapping).
- Data pemboran (core dan log bor).

Bentang alam daerah penelitian menempati daerah Perbukitan bergelombang sedang hingga landai, sedangkan untuk daerah timur menempati daerah Perbukitan ber-gelombang landai hingga Dataran. Pada daerah ini dijumpai lebih kurang 3 sungai utama dan beberapa anak sungai yang mengalir dari barat laut ke tenggara dan bermuara ke laut.

##### 4.1 Observasi Lapangan dan Pengambilan Contoh batubara

Kondisi geologi permukaan daerah penelitian bagian dari suatu homoklinal dengan sumbunya berarah hampir utara timurlaut - selatan baratdaya, daerah ini umumnya ditutupi oleh Formasi Warukin dan Endapan Kuartar, yakni meliputi bagian timur daerah penelitian. Formasi Warukin adalah merupakan formasi pembawa batubara di daerah penelitian.

Dari hasil pengamatan singkapan batubara diketahui bahwa batubara yang dijumpai di wilayah Kabupaten Tanah Bumbu (daerah Asam Asam, Ata dan Senakin), menunjukkan karakteristik batubara untuk Formasi Warukin, yakni sebagai berikut :

**Formasi Warukin**, warna hitam kusam, kilap lilin, lunak - sedang, sebagian *brittle*, gores coklat kehitaman, beberapa terlihat struktur kayu, *cleat* diagonal dan vertikal rapat - sedang, beberapa dijumpai *nodule* resin. Lapisan batubara ini juga diapit oleh batuan sedimen berbutir halus (batulempung) berwarna abu-abu gelap memperlihatkan perlapisan-perlapisan tipis (laminasi) . Kerja lapangan difokuskan pada pengamatan lapisan-lapisan batubara yang berkenaan dengan karakteristik dari lapisan batubara Formasi Warukin, serta dilakukan pengambilan contoh batubara. Pengamatan lapisan batubara dilakukan pada beberapa lokasi, yaitu pada lokasi :

1. Lokasi pengamatan 1, di daerah Asam Asam, tersingkap batubara Formasi Warukin dengan kedudukan lapisan batubara di lokasi ini adalah  $N 98^{\circ}E/7^{\circ}$  (Gambar 3).
2. Lokasi pengamatan 2, di daerah Ata, tersingkap batubara Formasi Warukin, dengan kedudukan lapisan batubara di lokasi ini adalah  $N 43^{\circ}E/6^{\circ}$  (Gambar 5).
3. Lokasi pengamatan 3, di daerah Senakin, batubara Formasi Warukin (Gambar 3B) .



Gambar 3 Singkapan batubara Formasi Warukin di Lokasi Pengamatan 1, daerah Asam Asam



Gambar 4 Frakture pada Singkapan Batubara Formasi Warukin di Lokasi Pengamatan 2, daerah Ata



Gambar 5 Singkapan Batubara tanpa sulfur pada Formasi Warukin di Lokasi Pengamatan 3A, di daerah Senakin



Gambar 6. Singkapan Batubara dengan indikasi sulfur denganadanya pyrite pada Formasi Warukin di Lokasi Pengamatan 3B, di daerah Senakin

Dalam penelitian ini, contoh batubara diambil dengan cara *grab sampling* di lokasi pengamatan. Bongkah-bongkah batubara dari conto-conto tersebut pemerian untuk mengetahui lebih teliti tentang warna, kilap, pola rekahan dan pecahan, serta gejala-gejala lainnya yang masih dapat diamati secara megaskopis. Pada umumnya batubara berwarna hitam kecoklatan sampai hitam mengkilat dengan perkembangan intensif dari "cleat" dan rekahan lainnya. Kemudian dilakukan pengukuran *scan line* di setiap lokasi pengamatan dilapangan.

1) Pada Lokasi 3B Formasi Warukin, pengukuran *scanline* sepanjang hampir 80 cm, didapat hasil :

Tabel 1 Tabel Pengukuran *Scanline*

Deskripsi		Singkapan
Arah jurus dan kemiringan	Face cleat	N 146° E /87°
	Butt Cleat	N 55° E /78°
Jumlah/cm	Face cleat	6 - 12/80
	Butt Cleat	12 - 16/80
Jarak (cm)	Face cleat	5 - 10
	Butt Cleat	4 - 10
Roughness		rude
Pengotor		pirit, resin

2) Pada lokasi 2 Formasi Warukin, pengukuran *scanline* sepanjang 80 cm, didapat hasil :

Tabel 2 Tabel Pengukuran *Scanline*

Deskripsi		Singkapan
Arah jurus dan kemiringan	Face cleat	N 240° E /82°
	Butt Cleat	N 150° E /70°
Jumlah/cm	Face cleat	18 - 22/80
	Butt Cleat	12 - 22/80
Jarak (cm)	Face cleat	3 - 7
	Butt Cleat	5 - 12
Roughness		rude
Pengotor		pirit, resin

Berdasarkan intensitasnya, perkembangan *cleat* dan rekahan pada batubara di lokasi pengamatan dapat digolongkan ke dalam kategori batubara kaya *vitrimite* dengan intensitas tinggi. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran kedudukan (*strike/dip*) "*face cleat*" di lapangan. Khusus data pengukuran di Formasi Warukin, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 3 Kedudukan Face Cleat

No	N °E/°						
1	330/74	6	155/74	11	156/74	16	150/70
2	162/74	7	150/74	12	150/76	17	333/71
3	150/76	8	155/83	13	155/77	18	150/78
4	330/72	9	155/72	14	155/72	19	150/70
5	15070	10	155/65	15	155/80	20	342/74

"Butt cleat" tampil lebih rapat dan seakan-akan tidak beraturan. Namun, untuk mengetahui kedudukan umumnya, telah dilakukan pengukuran kedudukan bidang "butt cleat" seperti terlihat pada Tabel 4 di bawah ini.

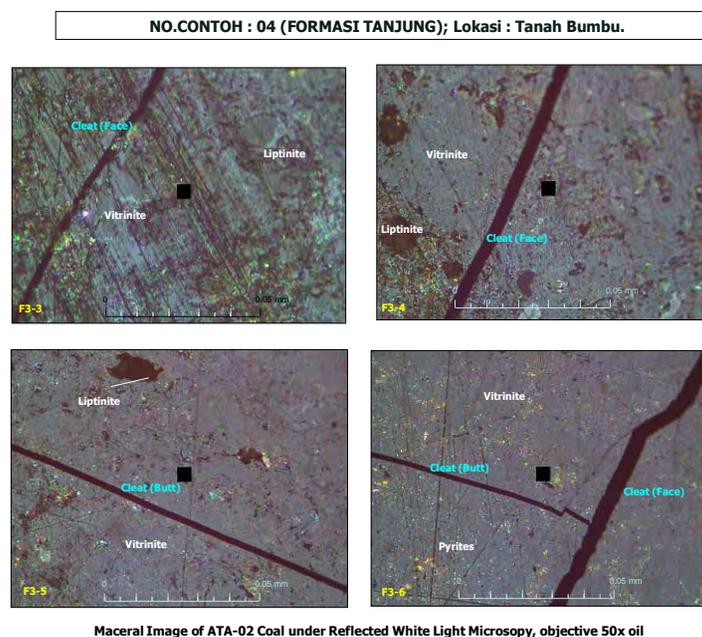
Tabel 4 Kedudukan Butt cleat

No	N °E/°						
1	245/75	6	235/75	11	240/72	16	230/70
2	230/75	7	220/78	12	239/75	17	235/70
3	255/76	8	215/77	13	233/70	18	245/73
4	250/70	9	210/70	14	213/75	19	235/76
5	245/72	10	200/77	15	233/70	20	212/74

Dari hasil analisa struktur diketahui bahwa bidang-bidang "face cleat" menunjukkan 2 jurus umum yaitu sekitar N 146° E (utama) dan sekitar N 148° E (minor). Arah jurus utama "cleat" ini ternyata tegak lurus dengan arah umum perlapisan batubara di daerah penelitian. Sementara "butt cleat" memperlihatkan juga terdapat dua jurus yakni N 240° E dan N 238° E, walaupun datanya perlu dicermati karena kurang sesuai dengan sifat-sifat "butt cleat" yang biasanya tidak beraturan.

#### 4.2. Analisis Laboratorium

Analisa petrografi batubara dilakukan Laboratorium Batubara – LEMIGAS sesuai dengan standar ASTM. Analisa petrografi difokuskan pada komposisi maseral, rank batubara, serta pengamatan pori-pori/rekahan mikroskopis pada maseral-maseral batubara.

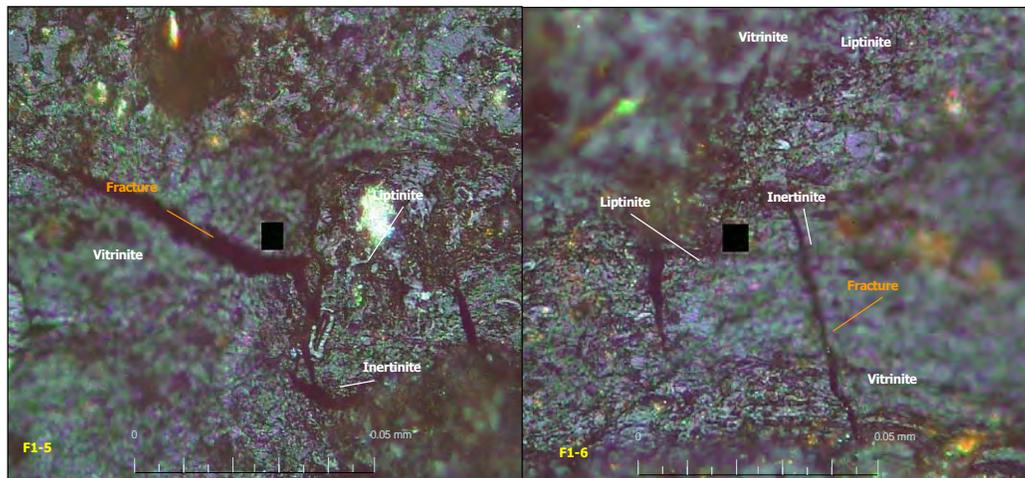


Gambar 7. Sayatan poles conto batubara Fomasi Warukin

Tabel 5 Data Komposisi Maceral batubara di daerah penelitian

NO. CONTOH	FORMASI	SAMPL E TYPE	LITHO TYPE	COAL PETROGRAPHY				
				Total Maceral dan Mineral Composition (%)				Flourescen e Colors
				Maceral Group			Minera ls	
				Liptinit	Vitrinit e	Inertinit e		
DS.01	Warukin	OC	Dull	30.4	59	2.4	3.2	Ityell-yell
DS.02	Warukin	OC	Brighth	25.2	69.9	4.7	1.2	Yell-yell/lto
DS.03				22.8	74.4	1.3	1.5	Yell/lto

NO. CONTOH : 01 (FORMASI WARUKIN) ; Lokasi : Tanah Bumbu



F1-- F1-4; F1-5; F1-6.: The fractures (black) are the result of desiccation during and after preparation.

**Maceral Image of Satui -01 Coal under Reflected Light Microscopy, objective 50x oil**

**Gambar 7B Sayatan poles conto batubara Formasi Warukin**

Hasil dari analisa maseral menunjukkan bahwa batubara dari daerah penelitian tersusun sebagian besar dari *vitrite* dengan sedikit *liptinit*, *inertinit* dan *mineral matter*. Kelompok maseral *Vitrite* yang menjadi penyusun utama batubara ini dengan kandungan lebih dari 57 % umumnya didominasi oleh maseral *Telocollinite* seperti terlihat dalam lampiran. Kelompok maseral *Inertinite* terdapat 2,40 % yang umumnya terdiri dari maseral-maseral *Sclerotinite*, *Semi-fusinite*, dan *Inertodetrinite*. Sementara kelompok maseral *Liptinite* terdapat 32,40 % dan umumnya terdiri dari maseral-maseral *Resinite*, *Sporinite* *Cutinite*,

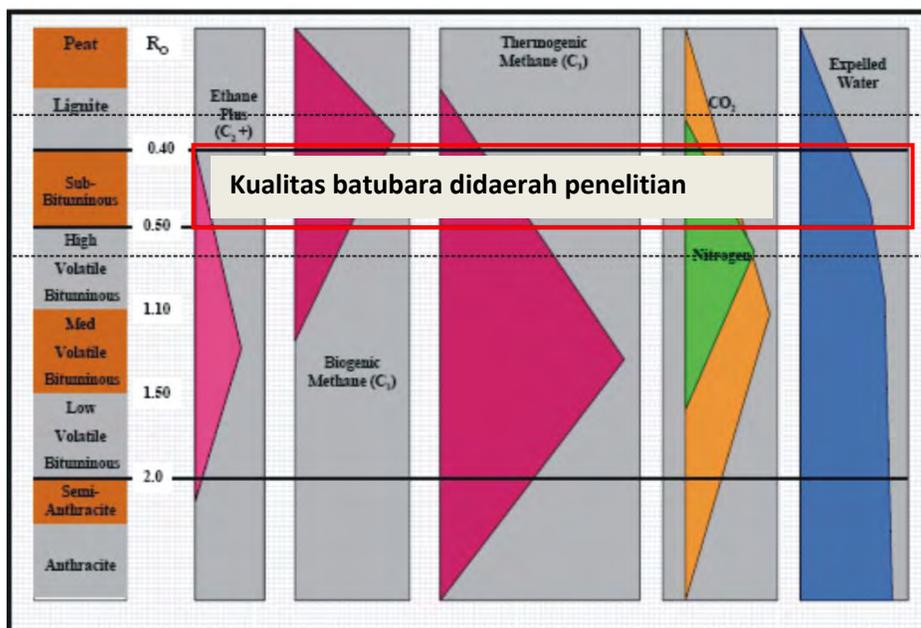
*Liptodetrinite*, dan *Alginite*. Contoh batubara ini mengandung 3,0% *mineral matter*, yang terdiri dari *Pyrite* dan *Clay*.

Dari 30 kali pengukuran reflektansi vitrinit diperoleh hasil bahwa batubara daerah penelitian mempunyai nilai  $R_v$  rata-rata = 0.56% dengan simpangan baku 0.02%. dengan demikian dapat disimpulkan bahwa batubara tersebut termasuk peringkat (*rank*) *sub-bituminous coal*.

Gas metana batubara (*coalbed methane*) mampu di produksi dari batubara berkualitas rendah, seperti contohnya di Powder River Basin USA, maka batubara Formasi Warukin yang relative berkualitas rendah (sub bituminous dengan kisaran  $R_o$  0.78%) menjadi menarik untuk di masukankan ke dalam potensi sumberdaya ekonomis.

Berdasarkan data-data literatur yang yang tersedia dan hasil penelitian lapangan, serta analisis laboratorium, menunjukkan batubara di daerah penelitian mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Mengandung gas tidak jenuh;
- Tipe gas metana adalah tipe *mixture bio & thermogenic gas*;
- Ketebalan lapisan batubara yang bervariasi;



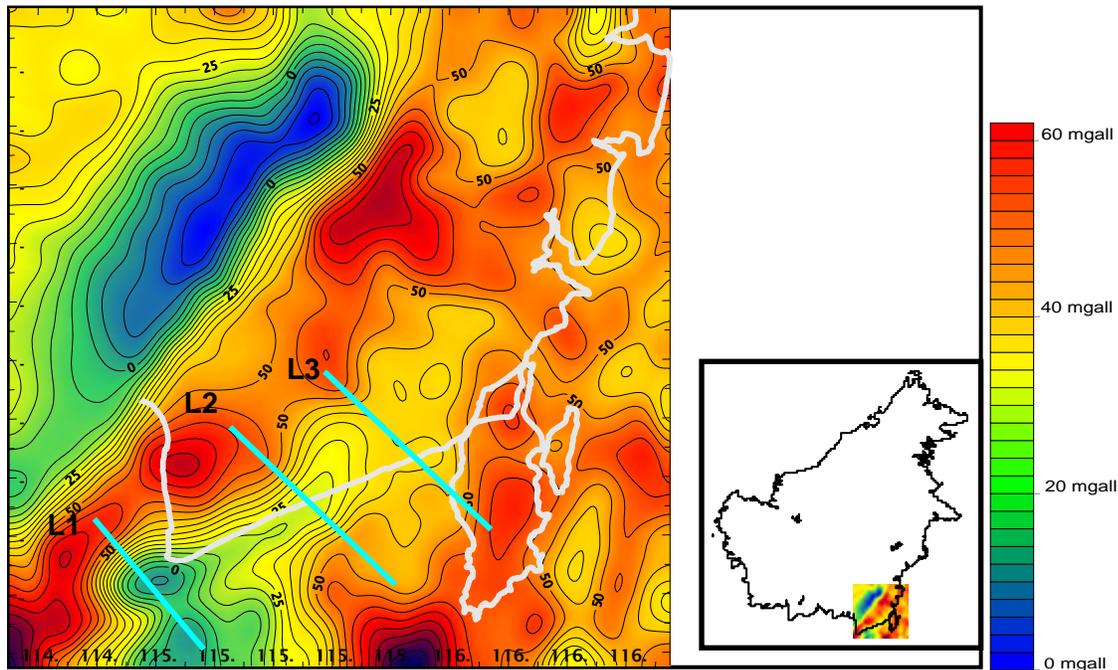
Gambar 8 Kualitas Batubara,  $R_o$  dan tipe gas metana di daerah penelitian

Berdasarkan gambar 8 di atas dapat dilihat, bahwa di di daerah penelitian  $R_o$  window terletak antara 0,4 s/d 0,6 dan kisaran kualitas batubara adalah *sub-bituminous* hingga *High Volatile Bituminuous*.

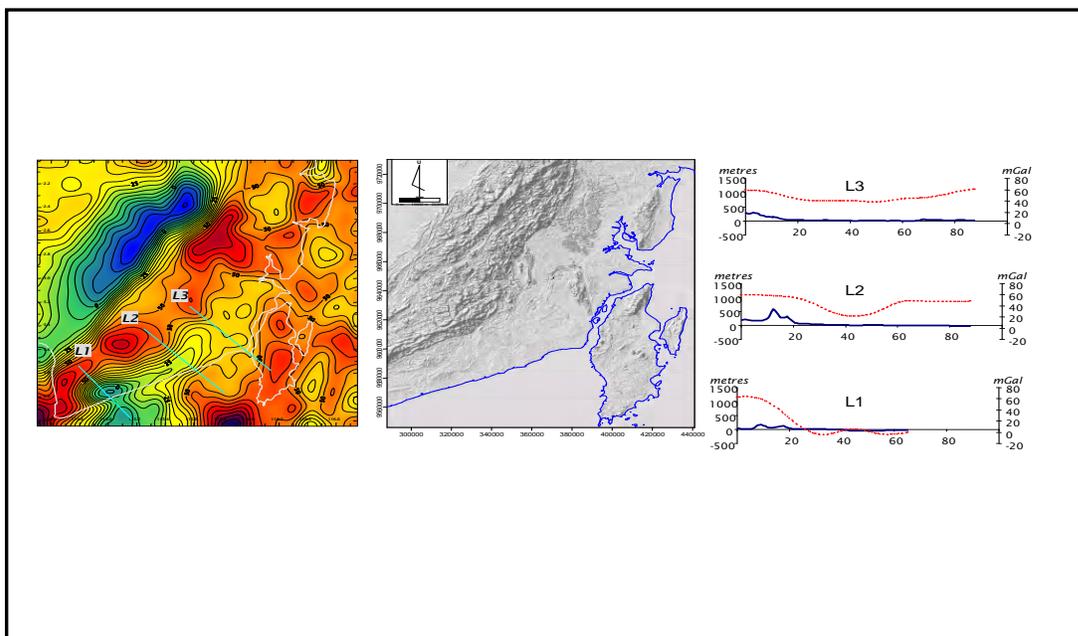
### 4.3 Analisis Graviti Regional

Terdapat 3 jalur penampang sebagai bagian interpretasi yang meliputi daerah penelitian dan sekitarnya dengan interpretasi struktur yang digabung dengan gravity, topografi dan bathymetri (Gambar 9). Analisa detail untuk tiap penampang (L1 - L3) ditunjukkan dibawah ini.

Model gravity dirancang menggunakan dua dimensi GM-SYS program pemodelan gravity dengan arah Timurlaut-Baratdaya dengan hampir tegak lurus struktur utama. Model ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tatanan bawah permukaan dari daerah penelitian.



Gambar 9 Peta Graviti beserta Penampang L1 - L3

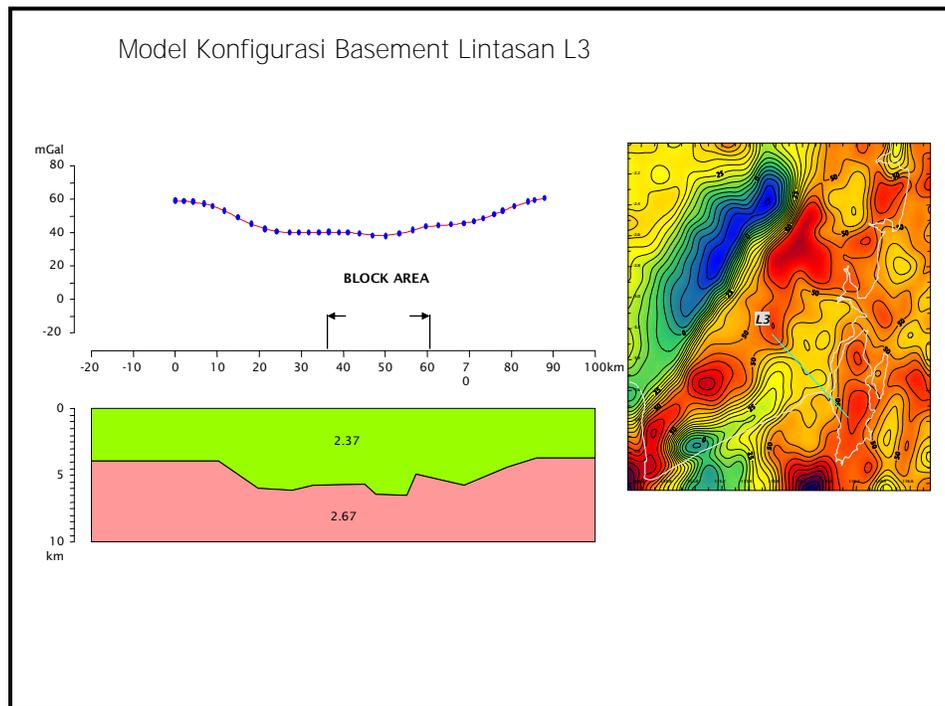


Gambar 9B. Profil gravity bathymetri dan kontur topografi yang ditunjukkan garis garis penampang yang berarah baratlaut - tenggara, yang tegak lurus kearah struktur dan kontur anomaly Bouguer. Model menghasilkan keserasian yang baik antara perhitungan anomaly gravity dengan model geologi.

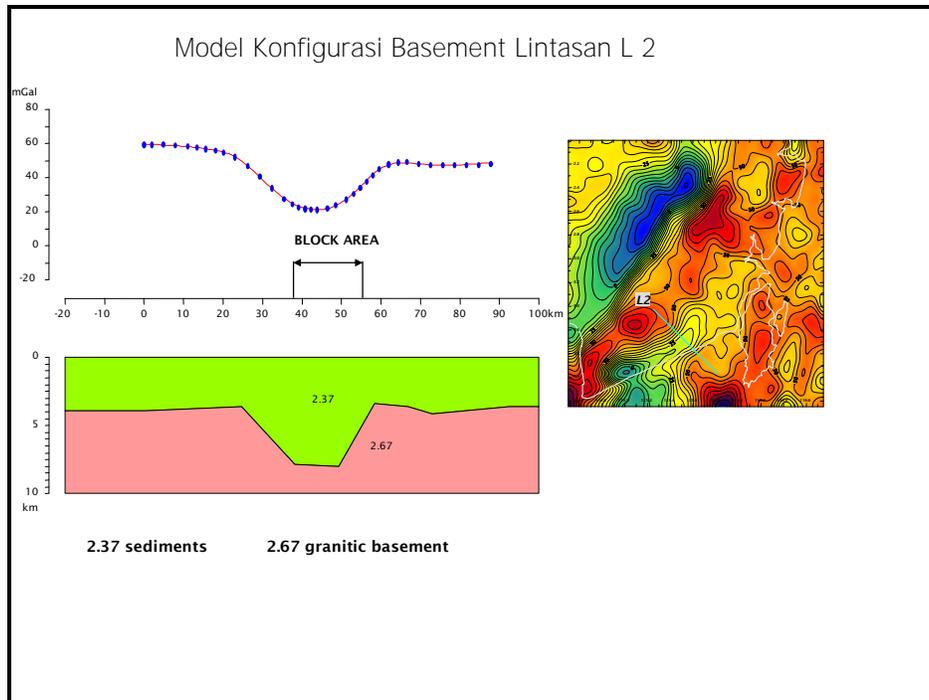
Sebuah model yang sederhana dirancang menggunakan 2 lapisan model, yaitu basement dan batuan sedimen (Gambar 4.5 dan 4.6), batuan sedimen dengan densitas  $2,37 \text{ mg/m}^3$  dan kerak benua dengan densitas  $2,67 \text{ mg/m}^3$ . Pada model ini anomaly terendah dihasilkan oleh cekungan yang dalam mencapai hampir 8 km (penampang L2) dan merupakan cekungan dari blok patahan yang mendangkal kearah di barat laut dan tenggara bagian blok. Kedalaman basement menuju ke arah timurlaut dari daerah penelitian, basement perlahan-lahan mendangkal hingga sekitar 1500 meter (Gambar 10). Model ini dibuat untuk pemahaman perkembangan lapisan batubara yang menerus dari yang tersingkap di permukaan.

Data permukaan dan data gravity regional seismik yang terbatas meyulitkan untuk mengetahui secara jelas pelamparan dari batubara yang dipetakan sebagai Warukin Bawah bagian atas, Berai Atas, Formasi Warukin bagian atas, hal ini dibutuhkan data sumur, yang dijadikan acuan untuk data data gravity, sehingga dapat memberikan model geologi dari pelapisan batubaranya . Informasi dasar ini dapat memberikan petunjuk daerah sweetspot.

Berdasarkan data gravity diperkirakan kedalaman dari batubara masih dapat dicapai sebagai sumber gas methan yaitu yang berada di bagian baratdaya (Gambar 10 dan 11), dimana harga anomaly gravity umumnya lebih beasr dibandingkan bagian timur laut daerah penelitian.



Gambar 10 Model Konfigurasi Basement Lintasan L3



Gambar 11 Model Konfigurasi Basement Lintasan L2

Karakteristik dari bouger anomali secara regional untuk Kalimantan Selatan mempunyai trend kontur eliptikal bouger anomali berarah NE – SW, dengan angka kontur berkisar antara 0 mgal hingga + 50 mgal. Dari pola kontur bouger anomali memperlihatkan arah NE – SW, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa kearah utara merupakan tinggian basement atau struktur intrusi. Secara umum untuk bagian utara wilayah tersebut mempunyai anomali yang tinggi, sedangkan untuk bagian selatan mempunyai anomali yang rendah.

Di daerah Asam-Asam, terlihat jelas arah NE – SW nilai gaya berat sebesar 20 mgal, untuk bagian baratdaya hingga 55 mgal pada bagian barat laut. Basement mendangkal dibagian barat laut dan tenggara. Disamping itu gambar tersebut memperlihatkan hasil interpretasi konversi kedalaman di bagian baratdaya sebesar 1500 m dan bagian barat laut sebesar 2500 m.

Sedangkan di daerah Ata, menunjukkan arah N – S ke NE – SW dan NW – SE dengan nilai gaya berat sebesar 35 mgal pada bagian barat hingga 60 mgal pada bagian timur, hal ini menunjukkan basement dangkal dari arah barat ke timur. Disini nampak terlihat kedalaman basement antar 1250 pada bagian barat hingga 1800 pada bagian timur.

Di daerah Senakin, memperlihatkan dengan jelas arah N – S ke arah E – W dengan nilai gaya berat sebesar + 70 mgals pada bagian barat dan + 49 mgals pada bagian timur. Disini dapat terlihat bahwa basemen mendangkal dari arah timur ke arah barat. Pada gambar ini juga terlihat hasil interpretasi konversi kedalaman menunjukkan kedalaman 950 m di bagian barat hingga 1550 m pada bagian timur.

## 5. KESIMPULAN

1. Geologi permukaan di daerah penelitian merupakan bagian dari suatu homoklin dengan arah kemiringan lapisan batuan ke arah tenggara dan besar sudut kemiringan lapisan berkisar 15<sup>o</sup> hingga mencapai 35<sup>o</sup>.
2. Formasi Warukin merupakan formasi pembawa endapan batubara
3. Menurut Peta Paleogeografi Kalimantan Pada Kala Eosen yang dikemukakan oleh van de Weerd & Armin, 1979, pada Kala Eosen daerah penelitian terletak pada lingkungan pengendapan *submarine - shallow marine clastic*. Berdasarkan hal tersebut, maka lapisan batubara pada Formasi Warukin diharapkan mempunyai penyebaran secara lateral menerus (*continius seam coal*).
4. Hasil pengukuran reflektansi vitrinit diperoleh hasil bahwa batubara daerah penelitian mempunyai nilai Rv rata-rata = 0.56% dengan simpangan baku 0.02%. dengan demikian dapat disimpulkan bahwa batubara tersebut termasuk peringkat (*rank*) *sub-bituminous coal*.
5. Kehadiran cleat dengan frekuensi yang cukup tinggi antara 12 - 16 buah / 80 cm, menunjukkan batubara ini sebagai reservoir mempunyai permeabilitas yang cukup baik untuk mengalirkan gas CBM ke permukaan..
6. Karakteristik batubara daerah penelitian adalah sebagai berikut :
  - Mengandung gas tidak jenuh;
  - Tipe gas metana adalah tipe *mixture bio & thermogenic gas*;
  - Ketebalan lapisan batubara yang bervariasi.
7. Dari hasil analisis bouger anomali regional untuk Kalimantan Selatan mempunyai trend kontur eliptikal
8. Basement mendangkal dibagian barat laut dan tenggara. Sedangkan di daerah Ata, menunjukkan basement dangkal dari arah barat ke timur. Di daerah Senakin, memperlihatkan dengan jelas terlihat bahwa basemen mendangkal dari arah timur ke arah barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Pujobroto (2007). Evaluation on CBM Reservoir in Indonesia. Workshop Gas Metana Batubara (GMB), Bali Januari 2007.
- American Embassy Jakarta (2000). Coal Sector Report Indonesia 2000. [www.usembassyjakarta.org](http://www.usembassyjakarta.org).
- Bona Situmorang, dkk. (2005). The Coalbed Methane (CBM) Resources Potential of North Kutai Lama Field (NKL Field), Sangasanga Area, East Kalimantan. Unpublished Report.
- Hadiyanto., Stevens. Scott H. Coalbed Methane Prospects in Lower Rank Coals of Indonesia, dalam Prihatmoko, S., Digdowirogo, S., Nas. C., Leeuwen. Theo., Widjajanto H. (2005). Indonesian Mineral and Coal Discoveries, IAGI Special Issues, hal. 152-162, 202.
- Iskandar., E. (1994). Thermometamorphose in Bukit Asam Kohlen refier Sud: Sumatra Indonesien. Universitas Zukolen (disertasi Doktoral unpublished).