

# **IDENTIFIKASI PENYEBARAN DAN KETEBALAN BATUBARA MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

**(Studi Kasus Daerah X Kabupaten Kutai Kertanegara Kalimantan Timur )**

***Tony Yulianto*<sup>1</sup>, *Sugeng Widodo*<sup>2</sup>**

*1). Jurusan Fisika FMIPA UNDIP*

*2). PS Kelautan FPIK UNDIP*

## **ABSTRACT**

*A Geoelectricity survey using Schlumberger configuration has been conducted in area X of Muara Muntai district, Kutai Kertanegara dictric East Borneo using Schlumberger configuration to probe the existence of coal. Modeling using matching curve to describe subsurface in X area base on 11 points sounding from field data acquisition The result indicates that the coal is within the depth of 60m-70m with a thickness of 1m-2m. Whereas the value of coal resistivity is in the reach 90  $\Omega$ m-120  $\Omega$ m. It can be then concluded that area X is not prospecting to exploitation.*

*Keyword: Schlumberger configuration, coal, resistivity*

## **INTISARI**

*Telah dilakukan penelitian geolistrik pada daerah X di Kecamatan Muara Muntai, Kabupaten Kutai Kertanegara Propinsi Kalimantan Timur dengan menggunakan metode resitivitas konfigurasi Schlumberger untuk mencari batubara. Pemodelan menggunakan manual kurva maching untuk menggambarkan bawah permukaan daerah X berdasarkan 11 titik sounding yang diperoleh pada akuisisi data lapangan Hasil interpretasi adalah posisi batubara berada pada kedalaman 60 m - 70 m dengan ketebalan 1 m - 2 m. Sedangkan nilai resisitivitas batubara berada pada kisaran 90  $\Omega$ m -120  $\Omega$ m. Hal ini memberikan informasi kepada investor bahwa daerah X kurang menguntungkan bila ditambang.*

*Kata kunci : Konfigurasi Schlumberger, batubara, resistivitas*

## **PENDAHULUAN**

Prospek penambangan batubara dengan metoda tambang terbuka seperti kebanyakan saat ini, untuk masa yang akan datang semakin sulit. Hal ini disebabkan oleh letak lapisan batubara sudah semakin dalam dari permukaan, sehingga nilai perbandingan antara batubara dan batuan pengapit akan semakin tinggi dan akan mencapai nilai yang tidak ekonomis.

Daerah X merupakan daerah di wilayah propinsi Kalimantan Timur. Fenomena alam daerah X berupa hutan gundul bekas area perusahaan hutan PT. ITCI kemudian dibakar dan yang tertinggal hanyalah tumbuhan pakis yang memenuhi area hutan berbukit-bukit. Daerah X bersebelahan dengan lokasi pertambangan batu bara yang masih beroperasi dan

menghasilkan batubara nmun sedikit kandungannya [1]. Mengingat keberadaan singkapan batubara yang sangat terbatas di daerah X tersebut, maka gambaran sebaran batubara sulit untuk ditambang, sehingga distribusinya juga tidak diketahui. Oleh karena itu untuk mengetahui secara optimal kandungan batu baranya, maka diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk memprediksikan sebaran dan kedalaman batubara tersebut. Salah satu metode gofisiika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan batubara adalah metoda geolistrik tahanan jenis. Geolistrik adalah salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Pendeteksian di atas permukaan meliputi pengukuran medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang

terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Metoda ini merupakan salah satu metoda geofisika yang dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan, dengan mengukur sifat kelistrikan batuan [2]. Selanjutnya Loke [3] mengungkapkan bahwa survai geolistrik metoda resistivitas *mapping* dan *sounding* menghasilkan informasi perubahan variasi harga resistivitas baik arah lateral maupun arah vertikal.

Pada penelitian ini dibahas mengenai identifikasi nilai resistivitas batuan daerah X untuk digabungkan dengan data singkapan di daerah sekitar X. Dengan penggabungan tersebut diharapkan diketahui berapa kedalaman dan ketebalan batubara tersebut. Berdasarkan data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar kandungan batubara daerah X. Dengan demikian informasi geologi berdasarkan kajian geofisika, metode geolistrik dapat diketahui penyebaran batubara di daerah X yang dapat dijadikan dasar dalam eksplorasi. Selanjutnya dapat diketahui nilai prospeknya.

## TEORI

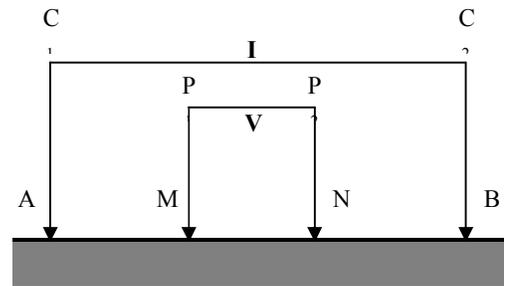
### Metode Resistivitas

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keadaan struktur bawah permukaan adalah metode resistivitas. Metode ini merupakan salah satu metode geofisika yang dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan, dengan mengukur sifat kelistrikan batuan. Pada metode resistivitas, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus (terletak di luar konfigurasi). Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial yang berada didalam konfigurasi. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi nilai hambatan jenis masing-masing

lapisan di bawah titik ukur (*sounding point*).

### Konfigurasi Elektroda Cara Schlumberger

Pengukuran dengan konfigurasi *schlumberger* seperti tampak pada gambar 2.1, menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus (A dan B) dan 2 elektroda potensial (M dan N)



Gambar 1. Konfigurasi *schlumberger*, MN adalah elektroda potensial, AB adalah elektroda arus,  $C_1C_2$  adalah arus yang terukur pada elektroda arus AB,  $P_1P_2$  adalah potensial yang terukur pada elektroda potensial MN [4].

Tahanan jenis semu medium yang terukur dihitung berdasarkan persamaan [5]

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dengan  $\rho$  merupakan tahanan terukur (*apparent resistivity*),  $\Delta V$  merupakan potensial yang terukur antara elektroda  $P_1$  dan  $P_2$ ,  $I$  merupakan arus listrik yang terukur antara elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  dan  $K$  merupakan faktor geometri konfigurasi elektroda.

Pada konfigurasi ini arus diinjeksikan melalui elektroda A dan B. Sedangkan beda potensial diukur melalui elektroda M dan N. Beda potensial antara titik M dan N:

$$\Delta V = V_m - V_n \quad (2)$$

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[ \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{MB} \right) - \left( \frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \quad (3)$$

$$\Delta V = \frac{\rho I}{\pi} \left[ \frac{4MN}{(AB)^2 - (MN)^2} \right] \quad (4)$$

maka nilai resistivitas (tahanan jenis) yang diperoleh:

$$\rho = \frac{\pi}{4I} \left[ \frac{(AB)^2 - (MN)^2}{MN} \right] \Delta V \quad (5)$$

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (6)$$

dengan,

$$K = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{(AB)^2 - (MN)^2}{MN} \right] \quad (7)$$

### Stratigrafi

Cekungan Kutai, telah terbentuk sebelum *Eosen* atas. Pada *Eosen* - *Oligosen* bawah terjadi penurunan cekungan sehingga menyebabkan berlangsungnya endapan genang laut dari arah timur ke barat dan selatan, maka terbentuklah endapan batuan-batuan sedimen dari Formasi Mangkupa, Kedango, Maau dan Formasi Lembak, yang diendapkan dalam lingkungan laut transisi hingga laut dalam, sedangkan ditempat lain terbentuk batuan karbonat paparan dari Formasi Tabalar.

Pada akhir *Oligosen*, terjadilah *Orogenesa* yang menyebabkan wilayah Paparan Sunda mengalami pengangkatan sehingga menimbulkan Tinggian Kucing dan Swaner, maka terbentuklah suatu ketidakselarasan dan endapan batuan sedimen susut laut pada bagian selatan cekungan yang umumnya diendapkan dalam lingkungan delta sampai neritik, sedangkan pada bagian utara masih terjadi rumpang sedimentasi.

Sedimentasi endapan delta pada bagian selatan berlangsung secara terus menerus dari *Miosen* Bawah sampai *Plio-Plistosen*, dengan pembentukan endapan delta sampai pada puncaknya hingga *Miosen* Atas sampai *Pliosien*. Batuan sedimen endapan delta yang tertua adalah Formasi Pemaluan, kemudian diikuti oleh Formasi Pulaubalang, Balikpapan dan Formasi Kampungbaru.

Perkembangan sedimentasi batuan pada *Miosen* Tengah sampai *Plio-plistosen* pada belahan utara yaitu di daerah Bengalun bagian utara, Sangkulirang dan

Semenanjung Mangkaliat, berbeda fasiesnya dan sumbernya dengan sedimentasi batuan yang terdapat di daerah Bengalun bagian selatan. Batuan sedimen yang menempati daerah Bengalun bagian utara terdiri dari Formasi Maluwi, Tendehhantu, Menubar dan Formasi Golok, sedangkan didaerah penyelidikan yang secara stratigrafi hanya tersingkap Formasi Pulaubalang, Maluwi, Balikpapan, Menubar dan Formasi Kampungbaru.

### Susunan Batuan Cekungan Kutai

Susunan batuan yang terdapat pada formasi-formasi batuan pada cekungan Kutai, secara regional dapat dijelaskan dan uraikan dari formasi batuan yang termuda sampai yang tertua yaitu adalah sebagai berikut :

- **Endapan Alluvium**, endapan alluvium merupakan satuan batuan yang paling muda yang dijumpai di daerah penyelidikan, satuan batuan ini berumur kuartar, menempati daerah pantai dan pinggir sungai-sungai yang besar, satuan ini tersusun oleh litologi lempung, lanau, pasir dan kerikil, dimana sifat batuan pada satuan alluvium ini belum kompak dan masih terurai (*unconsolidated*).
- **Formasi Kampung Baru**, Formasi ini dijumpai setara dengan Formasi Golok yang berumur Miosen Akhir – Pliosien, dimana Formasi Kampung Baru tersusun oleh batuan lempung pasir, batupasir dengan sisipan batubara dan tufa, setempat mengandung oksida besi dan limonit, formasi ini diendapkan dalam lingkungan Delta sampai Laut dangkal, dengan tebal formasi diperkirakan sekitar 500 sampai 800 meter. Selanjutnya diendapkan Formasi Balikpapan, Formasi Balikpapan ini setara dengan Formasi Menubar dan Formasi Tendehhantu. Umur dari formasi tersebut adalah Miosen Tengah sampai Miosen Akhir.
- **Formasi Balikpapan**, formasi ini

tersusun oleh batupasir lepas, batulempung, lanau, tufa dan batubara. Pada perselingan batupasir kuarsa, batulempung dan lanau menunjukkan struktur silangsiur dan perairan, setempat mengandung sisipan batubara dengan ketebal antara 20 – 40 Cm. Batulempung berwarna kelabu, getas, mengandung sisipan bitumen dan oksida besi, tebal formasi ini diperkirakan sekitar 2.000 meter dengan lingkungan pengendapan muka daratan delta, dari kandungan fosil yang dijumpai menunjukkan bahwa umur formasi ini adalah *Miosen* Tengah sampai *Miosen* Akhir.

- **Formasi Pulaubalang**, formasi ini setara dengan Formasi Maliwi, formasi ini tersusun oleh litologi perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau, setempat bersisipan tipis lignit, batugamping atau batupasir gampingan, berumur *Miosen* Awal bagian atas sampai *Miosen* Tengah bagian bawah diperkirakan sedimentasi terjadi disekitar prodelta, dengan tebaran terumbu di beberapa tempat.
- **Formasi Pemaluan**, formasi ini tersusun oleh litologi batulempung dengan sisipan tipis napal, batupasir dan batubara. Bagian atas terdiri dari batulempung pasiran yang mengandung sisa tumbuhan dan beberapa lapisan tipis batubara, secara umum pada bagian bawah lebih gampingan dan lebih banyak mengandung foraminifera plankton dibandingkan pada bagian atasnya, umur formasi ini adalah *Miosen* Awal, lingkungan pengendapan berkisar dari Neritik Dalam sampai Neritik Dangkal. Selanjutnya diendapkan formasi Maau.

## BATUBARA

Batubara merupakan sumber energi masa depan [5]. Batubara merupakan

batuan sedimen (padatan) yang dapat terbakar berasal dari tumbuhan, berwarna coklat sampai hitam, yang sejak pengendapannya terkena proses fisika dan kimia yang mengakibatkan pengkayaan kandungan karbonnya.

Penyebaran endapan batubara di Indonesia ditinjau dari sudut geologi sangat erat hubungannya dengan penyebaran formasi sedimen yang berumur tersier yang terdapat secara luas di sebagian besar kepulauan di Indonesia. Batubara di Indonesia dapat dibedakan tiga jenis berdasarkan cara terbentuknya. Pertama, batubara paleogen yaitu endapan batubara yang terbentuk pada cekungan intramontain terdapat di Ombilin, Bayah, Kalimantan Tenggara, Sulawesi Selatan, dan sebagainya. Kedua, batubara neogen yakni batubara yang terbentuk pada cekungan foreland terdapat di Tanjung Enim Sumatera Selatan. Ketiga, batubara delta, yaitu endapan batubara di hampir seluruh Kalimantan Timur. Menurut Amri [2] formasi batubara tersebar di wilayah seluas 298 juta ha di Indonesia, meliputi 40 cekungan di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya dan Jawa. Dari jumlah cekungan tersebut baru 13 cekungan dengan luas sekitar 74 juta ha (sekitar 25%) yang sudah diselidiki. Sementara cekungan yang telah dilakukan penyelidikan terbatas sampai pada tahap penyelidikan umum, eksplorasi, maupun eksploitasi baru 3% atau seluas 2,22 juta ha. Oleh karena itu perlu ditingkatkan penyelidikan tentang keberadaan batubara tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Pengambilan Data

Dalam penelitian ini pengambilan data menggunakan NANIURA *Resistivitymeter* Model NRD 22S. Konfigurasi yang dipakai pada penelitian ini adalah konfigurasi *schlumberger*. Sebelum akuisisi di lapangan, dilakukan survei awal daerah penelitian. Survei ini dilakukan untuk mengetahui singkapan

batubara yang terdapat pada daerah survai. Daerah survai memperlihatkan perbukitan tandus dan jurang di bawah bukit. Untuk efisiensi waktu, dilakukan pemencaran akuisisi dilapangan. Kelompok dibagi menjadi tiga. Bentangan yang di lakukan adalah 200m.

**Pengolahan Data**

Data yang diperoleh dari akuisisi di lapangan adalah nilai potensial dan arus yang terbaca pada *resistivitymeter*. Kedua data inilah yang diolah sehingga didapatkan nilai resistivitas dari akuisisi di lapangan berdasarkan (persamaan 6). Dengan metode *Matching (The Auxilury Point Method)* ini mengaplikasikan “*empirical master curves*“ yang terdiri atas dua bagian yaitu kurva standar dua lapisan dan kurva pembantu. Kurva hasil pengukuran digunakan sebagai dasar interpretasi jenis litologi yang menyusun kondisi bawah permukaan diarea titik lokasi pengukuran.

**Pemodelan**

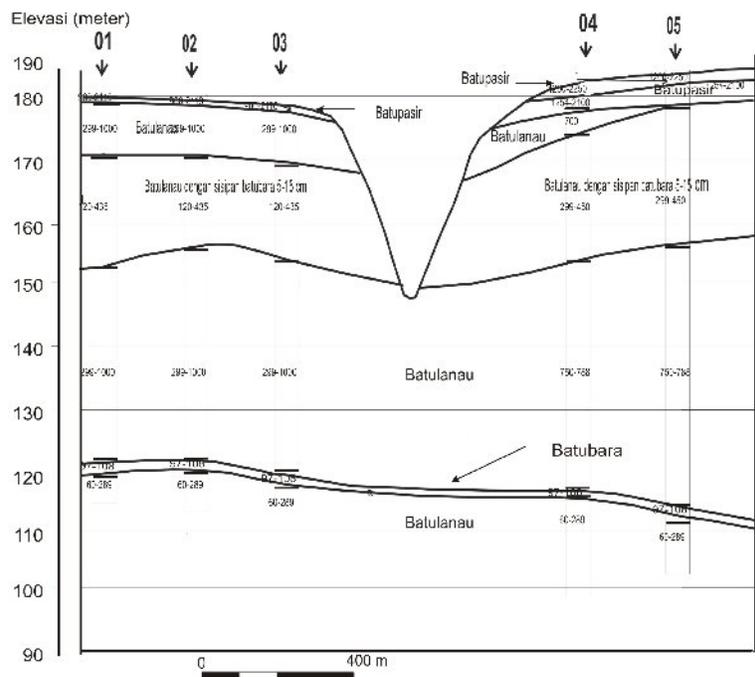
Tahap pemodelan dilakukan dengan metode *curve matching* (metode

pencocokan kurva), akan diperoleh model data nilai resistivitas, ketebalan lapisan, distribusi resistivitas batuan dan juga kedalaman lapisan yang selanjutnya digunakan interpretasi.

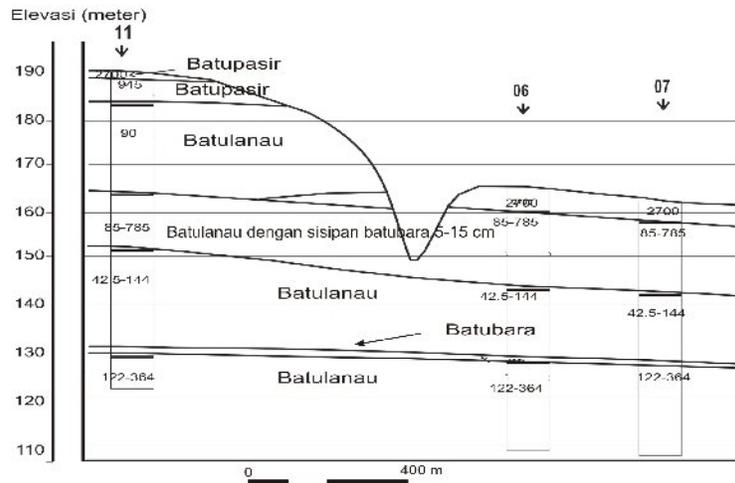
**HASIL DAN PEMBAHASAN Interpretasi Menggunakan Kurva Matching**

Hasil kurva maching yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 2, 3, 4 di bawah ini:

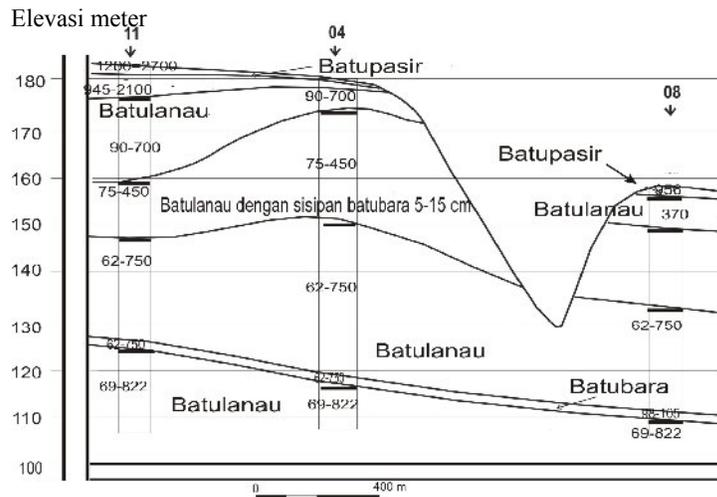
1. Profil A melintang bearah barat - tenggara menggunakan kurva maching antara titik pengukuran 1, 2, 3, 4, 5 adalah seperti gambar 2:
2. Profil melintang B bearah berarah barat daya timur laut kurva maching antara titik pengukuran 11, 4, 8 adalah seperti gambar 3.:
3. Profil melintang C bearah berarah utara-selatan menggunakan kurva maching antara titik pengukuran 11, 6, 7 adalah seperti gambar 4.



Gambar 2. Penampang dari titik GL 1, 2, 3, 4, 5



Gambar 3. Penampang dari titik GL 11, 4, 8



Gambar 4. Penampang dari titik GL 11, 06, 07

### Interpretasi Geolistrik

Stratigrafi regional daerah X tersusun oleh seri sedimen Tersier berumur Miosen Awal hingga Kuartar dengan susunan batuan yang terdapat pada formasi batuan disekitar daerah X adalah endapan Alluvium, Formasi Kampung Baru, Formasi Pulaubalang, Formasi Pemaluan dan Formasi Balikpapan. Berdasarkan peta geologi PT Tanito Harum, daerah X berada di daerah Tenggara. Menurut stratigafinya, Tenggara berada pada Formasi Balikpapan.

Pengukuran geolistrik ditujukan untuk menentukan lokasi batubara dan dilakukan pada sebelas titik pengukuran. Pemilihan lokasi titik pengukuran lokasi geolistrik didasarkan pada kondisi geologinya. Metode yang digunakan adalah metode *Vertical Electric Sounding* (VES) dengan konfigurasi Schlumberger yang tersebar di seluruh daerah penelitian.

Dari hasil analisis pengukuran geolistrik di daerah penelitian, maka diperoleh berbagai macam jenis batuan penyusun daerah penyelidikan berdasarkan harga tahanan jenisnya. Harga tahanan

jenisnya berkisar antara 60  $\Omega$  m - 2100  $\Omega$  m. Pendugaan kondisi batuan dilakukan berdasarkan besarnya harga tahanan jenis batuan. Semakin kecil harga tahanan jenis, maka butiran penyusun batuan semakin kecil pula. Pembagian interval nilai tahanan jenis didaerah penyelidikan adalah sebagai berikut:

Tabel. Pembagian Kelas Batuan Berdasarkan Nilai Tahanan Jenis

No	Nilai Tahanan Jenis ( $\Omega$ m)	Jenis Batuan
1	945.00 – 2100.00	Pasir / Batu pasir
2	90.00 – 120.00	Batu Bara
3	60.00 – 822.00	Batu Lanau

Dari hasil analisis 11 titik geolistrik, di buat penampang-penampang bawah permukaan sejumlah 3 penampang Melintang. Penampang A berarah barat - tenggara, penampang B berarah barat daya timur laut dan penampang C berarah utara-selatan. Penampang-penampang tersebut dibuat sedemikian rupa agar dapat memberikan gambaran kondisi bawah permukaan.

- Berdasarkan penampang A yang melalui 5 titik pengukuran geolistrik, diperoleh gambaran, lapisan batuan penyusun daerah ini di dominasi oleh batu pasir dan batu lanau. Pada batu lanau terdapat sisipan batubara, Kemudian terdapat batubara pada tengah-tengah batu lanau.
- Penampang B melewati 3 titik geolistrik. Didominasi oleh batu lanau dengan sisipan batubara, Sedangkan batu pasir merupakan lapisan penutup bagian atas. Batubara masih merupakan lapisan yang tipis pada pembatas batu lanau.
- Penampang C melewati 3 titik geolistrik. Terdapat dua lapis batu pasir pada titik ke 11 dan masih didominasi batu lanau dengan

sisipan batubara. Dan batubara terdapat pada batu lanau

Dari data lapangan yang diperoleh dan data singkapan daerah X maka pelapisan daerah X dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Lapisan pertama dan kedua merupakan batu pasir yang melingkupi daerah X. Lapisan ini sangat tipis. Sedangkan resistivitas batu pasir ini berkisar 900-2700  $\Omega$ .
- Lapisan ketiga dan keempat merupakan lapisan tebal batu lanau dengan sedikit sisipan batubara. Hal ini terlihat pada banyak singkapan, karena masih belum terlalu dalam. Kisaran resistivitas batu lanau dengan sisipan batubara adalah 90-700 $\Omega$ .
- Lapisan kelima dan keenam ini masih merupakan batu lanau. Tetapi batuan ini terdapat batubara dengan kisaran tebal 1meter. Informasi ini diperoleh dengan melihat singkapan yang ada pada GL-4.

Susunan litologi batuan pada formasi Balikpapan tersusun oleh batupasir lepas, batulempung, lanau, tufa dan batubara . Hasil penelitian batuan yang telah dilakukan pada daerah X tersusun oleh batupasir, batu lanau, batu lanau dengan sisipan batubara dan batubara. Sedangkan batulempung dan tufa tidak dijumpai. Hal ini menunjukkan sedikit perbedaan hasil batuan yang dijumpai pada penelitian daerah X dengan hasil penelitian-penelitian sebelumnya

Dalam penelitian ini letak batubara dapat dideteksi keberadaannya. Dari hasil kurva matching diperoleh hasil bahwa letak batubara dimungkinkan berada pada kisaran resistivitas (90  $\Omega$ m -120  $\Omega$ m ) dan pada kedalaman 60 m-70 m. Sedangkan lapisan yang mengandung batubara diperkirakan pada lapisan 5 dan lapisan 6.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan pada daerah X, Letak batubara berada pada kedalaman 60 m - 70 m dengan ketebalan berkisar 1m. Daerah ini kurang prospek jika akan ditambang.

## PUSTAKA.

[1] [www.eng.drilling.com](http://www.eng.drilling.com)

[2] Amri, N.A. 2000. Rescheduling pemanfaatan energi batubara Indonesia. Thesis. Bandung: ITB.

[3] Heriawan, M.N. 2000. Aplikasi metode georadar untuk menentukan sifat dielektrik batubara tambang Air Laya dengan peringkat yang bervariasi. Thesis. Bandung: ITB.

[4] Reynolds, J. M.1998. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Willey and Sons. New York.

[5] Kalmiawan, P., Sismanto, A. & Suparwoto. 2000. Survey of resistivity method to investigate the Krakal Hot Spring in Desa Krakal, Kec. Alian, Kab. Kabumen, Prop. Jawa Tengah. Bandung: Prosiding PIT HAGI ke-25.

[6] Loke, M. H, Barker, R. D. 1996. *Rapid Least Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by a quasi-Newton Method*. Geophysical Prospecting. 44. 131-152.