



**IDENTIFIKASI SEBARAN BATUBARA METODE TAHANAN JENIS PADA
FORMASI MUARA ENIM: STUDI KASUS DAERAH “X”
PROVINSI JAMBI**

***IDENTIFICATION OF COAL SEAM USING RESISTIVITY METHOD
IN MUARA ENIM FORMATION: CASE STUDY AREA “X”
JAMBI PROVINCE***

Juventa¹, A. D. Prabawa²

¹Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

^{1,2} Jl. Jambi – Muara Bulian KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

e-mail: *juventa@unja.ac.id

ABSTRAK

Batubara adalah batuan sedimen non-klastik yang terbentuk secara organik berasal dari akumulasi pengendapan sisa tumbuhan jutaan tahun lalu dan mengalami pengayaan kimia dan fisika pada kandungan atom karbonnya. Sifat batubara sebagai batuan sedimen berbeda dengan batuan sedimen klastik. Bila batuan sedimen klastik pada umumnya memiliki ukuran butir dan porositas yang bisa berfungsi sebagai penyimpan fluida, maka batubara tidak memiliki porositas. Keberadaan fluida air pada porositas batuan sedimen akan mengakibatkan nilai tahanan jenis pada batuan sedimen klastik relatif lebih rendah dibanding batubara karena air akan berperan sebagai pengantar perpindahan arus listrik. Nilai tahanan jenis pada batubara relatif lebih tinggi dibanding batuan sedimen sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran batubara yang bersifat *spotting* dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Nilai tahanan jenis pada batubara relatif lebih tinggi dibanding batuan sedimen sekitarnya. Penelitian ini diawali dengan melakukan pemetaan geologi untuk mencari singkapan batubara dan kemudian dirancang pengambilan data geolistrik dengan Konfigurasi Wenner sebanyak 4 lintasan, 2 lintasan sepanjang 240 meter dengan jarak antara elektroda sebesar 10 meter dan 2 lintasan lagi sepanjang 160 meter dengan jarak antar elektroda 7,5 meter. Nilai tahanan jenis yang didapat kemudian akan diinversikan menjadi penampang 2 dimensi. Penampang 2 dimensi ini kemudian akan diinterpolasikan nilainya sehingga mendapat model 3 dimensi. Hasil yang didapatkan, arah umum dari *strike* batubara adalah N 140° E dengan nilai *dip* batuan sebesar 33° dan nilai tahanan jenis batubara pada daerah penelitian sebesar 100-300 Ωm. Model 3 dimensi memperlihatkan bahwa batubara pada lokasi penelitian bersifat *spotting* dan tidak mengikuti arah lamplan batuan secara umum, namun masih mengikuti arah *dip* batuan.

Kata kunci: batubara, tahanan jenis, inversi

ABSTRACT

Coal is a non-clastic sedimentary rock that is organically formed from the accumulated deposition of plant residues millions of years ago and has undergone chemical and physical enrichment in its carbon atom content. The properties of coal as a sedimentary rock are different from clastic sedimentary rocks, clastic sedimentary rocks generally have a grain size and porosity that can function as fluid storage, then coal does not have porosity. The presence of water fluid in the porosity of sedimentary rocks will result in a lower resistivity value in clastic sedimentary rocks compared to coal because water will act as a mediator to the transfer of electric current. The value of resistivity in coal is relatively higher than the surrounding sedimentary rocks. This study aims to determine the distribution of spotting coal using the geoelectric method of resistivity. This research begins with geological mapping to look for coal outcrops and then designed geoelectric data collection with Wenner configuration as many as 4 tracks, 2 tracks along 240 meters with a distance between electrodes of 10 meters and 2 more tracks along 160 meters with a distance between electrodes of 7.5 meters. The resistivity value obtained will then be inverted into a 2-dimensional cross-section. This 2-dimensional cross-section will then be interpolated to obtain a 3-

dimensional model. The results obtained, the general direction of the coal strike is N 140° E with a coal's dip value of 33° and the resistivity value of coal in the study area of 100-300 Ωm . The 3-dimensional model shows that the coal is spotting and does not follow the general direction of coal's strike, but still follows the direction of the coal's dip.

Keywords: coal, resistivity, inversion

PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu batuan sedimen non-klasik hasil akumulasi dan pengendapan sisa tumbuhan jutaan tahun yang lalu dan mengalami pengayaan kimia dan fisika pada kandungan atom karbonnya dan biasanya diendapkan di lingkungan rawa [1]. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia di tahun 2016 mengeluarkan sebuah catatan bahwa Indonesia mempunyai cadangan batubara terukur sebesar 40.182,81 miliar ton [2].

Cekungan Sumatera Selatan adalah cekungan sedimen busur belakang (*back-arc basin*) yang ada di Pulau Sumatera yang terbentuk akibat adanya tumbukan dua lempeng tektonik, yaitu Lempeng Benua (Paparan) Sunda dengan Lempeng Samudera Hindia (Hindia-Australia). Cekungan ini terdiri dari beberapa sub-cekungan yang dibatasi oleh tinggian dan salah satunya adalah sub-cekungan Jambi [3]. Formasi Muara Enim adalah formasi batuan yang ada pada cekungan Sumatera Selatan berumur Miosen Akhir sampai Pliosen Awal [4]. Formasi ini terdiri atas satuan batupasir, batulempung dan batubara [5].

Metode geofisika yang biasa dipakai untuk mengetahui lithologi batuan di bawah permukaan dengan memanfaatkan kemampuan batuan untuk mengantarkan arus listrik disebut dengan metoda geolistrik [6]. Metode yang paling umum digunakan untuk eksplorasi awal batubara adalah metode tahanan jenis yang mempunyai beragam konfigurasi yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan dan kedalaman [7]. Metode ini mampu memberikan gambaran tentang sebaran dan ketebalan lapisan batubara di bawah permukaan dengan memanfaatkan proses inversi nilai resistivitas batuan yang terukur [8].

Penelitian mengenai identifikasi sebaran lambaran batubara menggunakan metode geolistrik telah banyak dilakukan, salah satunya dengan menggunakan gabungan antara metode 1 dimensi dan 2 dimensi namun hasilnya hanya menggambarkan lapisan batubara sepanjang lintasan pengukuran [9]. Pembuatan model sebaran batubara 3 dimensi dengan menggunakan beberapa hasil lintasan resistivitas 2 dimensi telah dilakukan pada batubara di Formasi Muara Enim bawah yang mempunyai karakter berbeda dengan lokasi penelitian yang merupakan batubara pada Formasi Muara Enim bagian atas [10].

Batubara mempunyai nilai tahanan jenis yang bervariasi dengan rentang jarak yang cukup besar antara 80-220 Ωm, dan relatif lebih bersifat isolator dibandingkan dengan batuan sedimen lainnya [11]. Namun yang menjadi masalah adalah batubara yang ditemukan pada sub-cekungan Jambi didominasi oleh lingkungan pengendapan *meandering* sehingga keberadaan batubara di bawah permukaan cenderung tidak melampar dan bersifat *spotting*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran batubara pada Formasi Muara Enim bagian atas di sub-cekungan Jambi yang bersifat *spotting* dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis.

METODE PENELITIAN

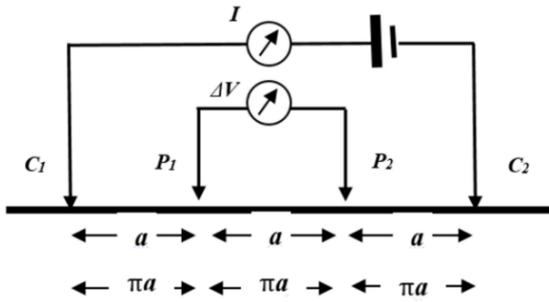
Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2022 di Desa Koto Boyo, Kecamatan Batin XXIV, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Penelitian ini diawali dengan melakukan pemetaan geologi untuk menemukan singkapan batubara yang kemudian diukur arah kemenerusan batuan serta derajat kedudukannya menggunakan Kompas Geologi.

Metode geolistrik adalah suatu metode yang menggunakan nilai resistivitas suatu batuan untuk menentukan jenis batuan tersebut. Konsep umum metode ini adalah mengalirkan arus listrik pada permukaan menggunakan dua buah elektroda arus (C_1 dan C_2) yang akan mengalir ke bawah permukaan, kemudian perbedaan potensial yang terjadi akan diukur oleh dua elektroda potensial (P_1 dan P_2). Setelah didapat kuat arus dan beda potensial, nilai tahanan jenis dihitung dengan persamaan 1 [12] :

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

catatan: ρ_a adalah resistivitas semu, V adalah beda potensial, I adalah arus dan K adalah faktor geometri konfigurasi.

Metode geolistrik mempunyai beragam konfigurasi elektroda, konfigurasi yang dipakai pada penelitian ini adalah Konfigurasi Wenner. Konfigurasi Wenner mempunyai jarak titik elektroda dengan spasi yang selalu sama (gambar 1).



Gambar 1. Konfigurasi elektroda Wenner [12]

Faktor geometrinya adalah:

$$K = 2\pi a \tag{2}$$

dengan memasukkan persamaan 2 pada persamaan 1 maka didapatkan :

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \tag{3}$$

Jumlah lintasan yang dipakai adalah 4 lintasan, 2 lintasan mempunyai panjang lintasan 240 meter dengan spasi 10 meter dan 2 lintasan lainnya 160 meter dengan spasi antar elektroda 7,5 meter.

Menurut Telford, arus listrik yang merambat dalam batuan dikategorikan menjadi 3 [13]:

- Konduksi secara elektronik, kondisi dimana arus listrik mengalir secara bebas melalui elektron bebas seperti pada mineral logam.
- Konduksi secara elektrolitik, kondisi dimana arus listrik mengalir melalui ion yang biasanya berupa fluida pengisi pori berupa air pada pori batuan.
- Konduksi secara dielektrik, dimana arus listrik sedikit mengalir atau sama sekali tidak bisa mengalir pada batuan tersebut sehingga batuan tersebut bersifat isolator yang mempunyai nilai tahanan jenis yang relatif tinggi.

Batubara berbeda dengan batuan sedimen klastik pada umumnya. Sedimen klastik pada umumnya mempunyai ukuran butir dan/atau porositas yang bisa menyimpan dan mengalirkan fluida terutama air. Kehadiran air pada batuan sedimen klastik berperan sebagai penghantar arus listrik yang menyebabkan batuan tersebut bersifat konduktif. Batubara adalah batuan sedimen non-klastik yang tidak mempunyai porositas efektif yang saling terhubung sehingga tidak bisa menyimpan fluida yang berupa air kecuali kandungan air (*moisture content*) yang memang sudah ada pada batubara tersebut sejak pembentukannya sehingga batubara akan bersifat resistif.

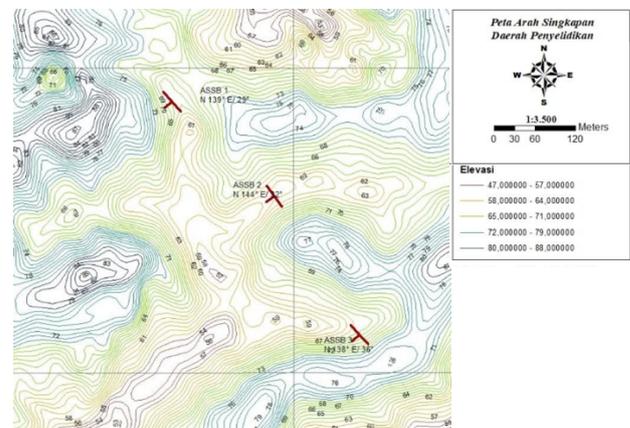
Tahanan jenis semu yang didapatkan akan diinversikan sehingga mendapat model 2D. Dari 4 model lintasan 2D, data tersebut akan diinterpolasi dan dibuat model sebaran batubara 3D. Batubara bawah permukaan diinterpretasikan dengan membaca dan mengevaluasi hasil model geolistrik berdasarkan nilai tahanan jenis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

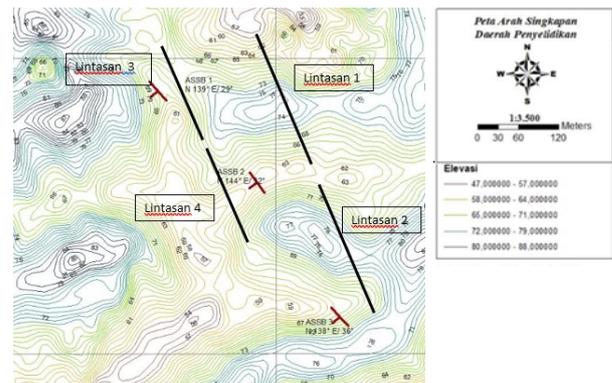
Pemetaan geologi dilakukan di lapangan, menemukan 3 singkapan batubara (Gambar 2) dengan masing-masing kedudukan batuanya, ASSB1 : N 139° E/ 29°, ASSB2 : N 144° E/ 32° dan ASSB 3 : N 138° E/ 36°. Lintasan geolistrik terdiri dari 4 lintasan yang berdekatan dengan lokasi singkapan (Gambar 3).

1. Lintasan 1

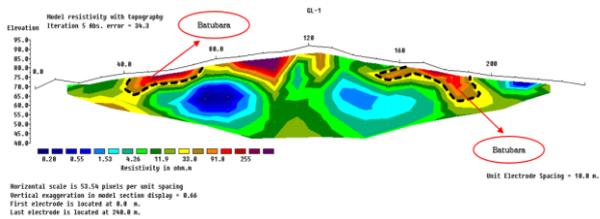
Lintasan pertama, panjang lintasan 240 meter dengan spasi antar elektroda 10 meter dengan elevasi ketinggian *base* 68 meter dan titik 0 meter berada pada Tenggara, lintasan terbentang dengan arah Tenggara-Barat laut. Hasil inversi 2D dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 2. Peta lokasi singkapan batubara



Gambar 3. Lokasi lintasan geolistrik

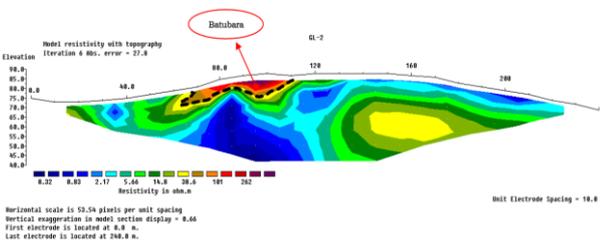


Gambar 4. Penampang 2D lintasan 1

Berdasarkan hasil model penampang pada gambar 4, warna yang ditunjukkan pada hasil inversi 2 dimensi di lintasan 1 memiliki *range* nilai resistivitas batuan mulai dari 0,20 – 255 Ω m yang terdapat beberapa lapisan batuan. Pola dengan warna coklat, merah hingga ungu dengan *range* nilai resistivitas 91,8 – 255 Ω m diinterpretasikan sebagai lapisan batubara. Lapisan batubara ini menyebar tidak menentu (*spotting*) di bawah permukaan yang terdapat pada interval 40-70 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 2,5 meter sampai dengan 7,5 meter dan terdapat juga pada lintasan 160-190 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 2,5 meter sampai dengan 18,5 meter. Batubara yang diprediksi pada lintasan ini diduga merupakan kemenerusan dari batubara yang tersingkap pada singkapan ASSB1 dan ASSB2.

2. Lintasan 2

Lintasan kedua, panjang lintasan 240 meter dengan spasi antar elektroda 10 meter dengan elevasi ketinggian base 83 meter dan titik 0 meter berada pada Tenggara. Lintasan terbentang dengan arah Tenggara-Barat Laut. Hasil inversi 2D dapat dilihat di gambar 5.



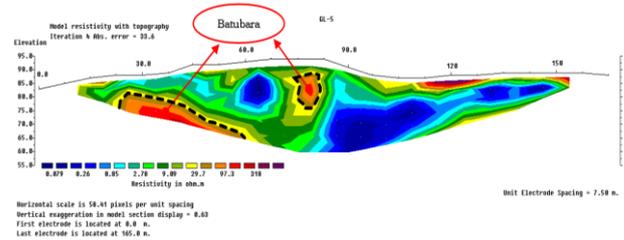
Gambar 5. Penampang 2D lintasan 2

Berdasarkan hasil model penampang pada gambar 5, warna yang ditunjukkan pada hasil inversi 2 dimensi di lintasan 2 memiliki *range* nilai resistivitas batuan tersebut mulai dari 0,32 – 262 Ω m yang terdapat beberapa lapisan batuan. Pola dengan warna coklat, merah hingga ungu dengan *range* nilai resistivitas 101 – 262 Ω m diinterpretasikan merupakan lapisan batubara. Lapisan batubara ini hanya terdapat pada interval 70-110 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 2,5 meter sampai dengan 7,5 meter.

Batubara yang diprediksi ada pada lintasan 2 ini diperkirakan kemenerusan dari singkapan ASSB3.

3. Lintasan 3

Lintasan 3, panjang interval lintasan 160 meter dengan spasi antar elektroda 7,5 meter dan elevasi ketinggian *base* 93 meter. Titik 0 meter berada pada Barat Laut, lintasan terbentang dengan arah Barat laut-Tenggara.



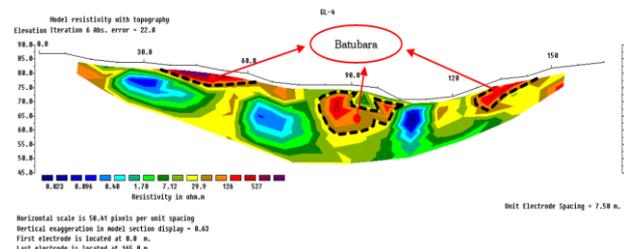
Gambar 6. Penampang 2D lintasan 3

Berdasarkan hasil model penampang pada gambar 6, warna yang ditunjukkan pada hasil inversi 2 dimensi di lintasan memiliki *range* nilai resistivitas batuan tersebut mulai dari 0,079 – 318 Ω m yang terdapat beberapa lapisan batuan. Pola dengan warna coklat, merah hingga ungu dengan *range* nilai resistivitas 97.3 – 318 Ω m diinterpretasikan merupakan lapisan batubara. Lapisan batubara ini menyebar tidak menentu (*spotting*) di bawah permukaan yang terdapat pada interval 25-55 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 9,5 meter sampai dengan 18 meter dan terdapat juga pada interval lintasan 75-82 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 5 sampai dengan 10 meter.

Jika diperhatikan antara kedalaman batubara yang diperlihatkan pada lintasan 3 dan lintasan 1, maka terlihat bahwa batubara menerus searah dip dimana keberadaan batubara pada lintasan 3 relatif lebih dalam dibanding dengan lintasan 1.

4. Lintasan 4

Lintasan 4 dengan panjang interval lintasan 160 meter dengan spasi antar elektroda 7,5 meter dengan elevasi ketinggian *base* 93 meter. Titik 0 meter berada pada Barat Laut, lintasan terbentang dengan arah Barat Laut-Tenggara.

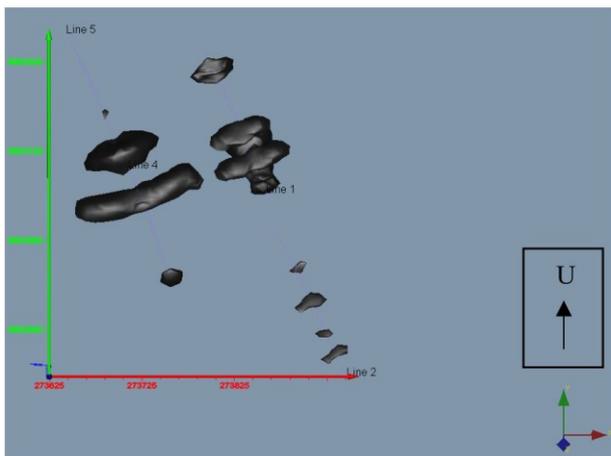


Gambar 7. Penampang 2D lintasan 4

Berdasarkan hasil model penampang pada gambar 7, warna yang ditunjukkan pada hasil inversi 2 dimensi di lintasan 1 memiliki *range* nilai resistivitas batuan tersebut mulai dari 0,023 – 527 Ωm yang terdapat beberapa lapisan batuan. Pola dengan warna coklat, merah hingga ungu dengan *range* nilai resistivitas 126 – 527 Ωm diinterpretasikan merupakan lapisan batubara. Lapisan batubara ini menyebar tidak menentu (*spotting*) di bawah permukaan yang terdapat pada interval 40-60 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 2,5 meter sampai dengan 6 meter. Terdapat juga pada interval lintasan 80-110 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 3 meter sampai dengan 13 meter hingga terdapat juga pada interval lintasan 130-145 meter dengan estimasi kedalaman mulai dari 3 meter sampai 7 meter.

Model 3 Dimensi

Dengan memanfaatkan 4 lintasan inversi 2 dimensi, nilai tahanan jenis (resistivitas) yang diinterpretasikan sebagai batubara akan diinterpolasikan sehingga menjadi model sebaran batubara 3 dimensi yang dapat dilihat pada gambar 8. Dari gambar 8, dapat dilihat bahwa sebaran batubara pada lokasi penelitian tidak melampar secara luas mengikuti arah kemenerusan batuan, tetapi masih mengikuti arah *dip* yang berarah Timur Laut – Barat Daya dan bersifat *spotting*.



Gambar 8. Model sebaran batubara

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan batubara pada daerah penelitian tersebar hampir pada semua lintasan dengan nilai tahanan jenis sebesar 100-300 Ωm dengan ketebalan kira-kira 4 meter. Sebaran batubara pada daerah penelitian cenderung bersifat *spotting* yang tidak menerus mengikuti arah pelamparan batuan namun menerus mengikuti *dip* batuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Gelora Geoservices Indonesia yang telah menyediakan lokasi dan data penelitian kepada penulis dan para tim akuisisi data geolistrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nthaba, B., Shemang, E., Hengari, A., Kgosidintsi, B., Tsuji, T., (2020). Characterizing coal seams hosted in Mmamabula Coalfield, central Botswana using pseudo-3D electrical resistivity imaging technique, *Jornal African Earth Science*, 167, 103866.
- [2] Indonesian Ministry Of Energy and Mineral Resources, (2017), *Handbook Of Energy & Economic Statistic Of Indonesia*.
- [3] Panggabean, H., Santy, LD., (2012). Sejarah penimbunan cekungan sumatera selatan dan implikasinya terhadap waktu generasi hidrokarbon, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 22(4), 225-235.
- [4] Friederich, MC., Moore, TA., Flores, RM., (2016). A regional review and new insights into SE Asian Cenozoic coal-bearing sediments: Why does Indonesia have such extensive coal deposits?, *International Journal Coal Geology*, 166, 2-35.
- [5] Sunardi, E., Suwarna, N., Arus, E., (2018). Geology Karakteristik Batubara Regresi Dan Transgresi Formasi Muaraenim Cekungan Sumatra Selatan, *Bulletin Of Science Geology*, 16, 221-228.
- [6] Shao, Z., Wang, D., Wang, Y., Zhong, X., Tang, X., Xi, D., (2016). Electrical resistivity of coal-bearing rocks under high temperature and the detection of coal fires using electrical resistance tomography. *Geophysics Journal International*, 204(2), 1316-1331.
- [7] Lepong, P., Supriyanto, S., Wahyuningsih, S., Hardiyanto, H., (2018). Application of multi-array electrical resistivity tomography in PT. Bukit Baiduri Energi coal mining-East Kalimantan, *Indonesia Mining Jurnal*, 21(1), 1-7.
- [8] Samanlangi, AL., (2018). Coal Layer Identification using Electrical Resistivity Imaging Method in Sinjai Area South Sulawesi, *Journal Physics Conference Series*, 979(1).
- [9] Santoso, B., Wijatmoko, B., Supriyana, E., Harja, A., (2016). Penentuan Resistivitas Batubara Menggunakan Metode Electrical Resistivity Tomography dan Vertical Electrical Sounding, *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 06(01), 8-14.



- [10] Rahmat, F., Juventa, Nazri, MZ., (2021). Identifikasi Sebaran Batubara berdasarkan Nilai Resistivitas Batuan Konfigurasi Wenner Desa Sungai Buluh, Kecamatan Muara Bulian, Kabupaten Batanghari, *Jurnal Teknik Kebumihan*, 6(1), 44-52.
- [11] Ramdani, PS., Sehad, M., (2021). Modeling of Coal Deposition Using the Resistivity Method with Wenner Configuration in the Bentarsari Basin Area, District of Salem, Brebes Regency, Central Java, *Jurnal Fisika dan Aplikasi*, 17(1), 1.
- [12] Lowrie, W. and Fichtner, A., (2020) *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge university press.
- [13] Telford, WM., Geldart, LP., Sheriff, RE., (1990), *Applied Geophysics*. Cambridge university press.