

Interpretasi Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Wenner untuk Menentukan Struktur Bawah Permukaan di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur

Fadlan Al Anshar*, Noor Fauzi Isniarno, Dudi Nasrudin Usman

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*fadlanalanshar01@gmail.com,
dudinasrudin@unisba.ac.id

noor.fauzi.isniarno@gmail.com,

Abstract. Judging from the regional geological map on the Samarinda sheet, it was found that in the study area there was a very complex structure. Geolistics is a method that can analyze subsurface structures with resistivity values. To identify subsurface conditions, it is necessary to model the results of measurements to strengthen interpretation with geological maps. Geoelectrical measurements were carried out using a 2-dimensional Wenner configuration NeoResist tool with the same distance between electrodes, which will produce an apparent resistivity value, resistivity resulting from software processing, and an apparent resistivity cross-section. Measurements were carried out in four tracks on fairly steep topographical conditions with a spacing of 10 meters between electrodes and a stretch of 400 meters. Acquisition and interpretation of measurement results obtained the lithology of minerals, including sandstone and claystone, and encountered geological structures in geoelectrical measurements. The results of the measurements obtained an indication of the structure on tracks 1, 3, and 4 and an anomaly in the resistivity value because there is a resistivity value that decreases and forms like a structure. On the cross section of track 1, there is a change in resistivity that is indicated to be affected by a rising fault in the western part of the geological map; on track 3, it is found that there is a resistivity filling like a fracture; on track 4, it gets resistivity like a fracture that is almost upright; and it is indicated that in that area, the change results from the influence of trajectory 1. This indication is strengthened by the location of the research area, which is surrounded by a complex structure

Keywords: *Geoelectric, Wenner Configuration, Resistivity.*

Abstrak. Ditinjau dari peta geologi regional pada lembar samarinda dijumpai bahwa pada daerah penelitian terdapat adanya struktur yang sangat kompleks. Geolistik salah satu metode yang dapat menganalisis struktur bawah permukaan dengan nilai resistivity. Untuk mengidentifikasi kondisi bawah permukaan di perlukan pemodelan hasil dari pengukuran untuk memperkuat interpretasi dengan peta geologi. Pengukuran geolistrik dilakukan menggunakan alat NeoResist konfigurasi wenner 2 dimensi dengan jarak antar elektroda yang sama akan menghasilkan nilai tahanan jenis semu, tahanan jenis hasil dari pengolahan software, Penampang apparent resistivity. Pengukuran dilakukan sebanyak 4 lintasan pada kondisi topografi yang cukup curam dengan jarak antar elektroda 10 meter dan bentangan sepanjang 400 meter. Akuisisi dan interpretasi data hasil pengukuran didapatkan litologi bahan galian diantaranya adalah batupasir dan batulempung, serta di jumpai adanya struktur geologi dalam pengukuran geolistrik. Hasil dari pengukuran didapatkan adanya indikasi struktur pada lintasan 1, 3 dan 4 dan didapatkan anomali pada nilai resistivity di karenakan terdapat nilai resistivity yang menurun serta membentuk seperti struktur. Pada penampang lintasan 1 terdapat adanya perubahan resistivity yang diindikasikan terdampak oleh sesar naik pada bagian barat pada peta geologi, pada lintasan 3 didapatkan adanya resistivity yang mengisi seperti rekahan, pada lintasan 4 di dapatkan resistivity seperti rekahan yang hampir tegak dan diindikasikan bahwa pada daerah tersebut hasil dari pengaruh lintasan 1. Indikasi tersebut perkuat dengan lokasi daerah penelitian di kelilingi dengan struktur yang kompleks.

Kata Kunci: *Geolistrik, Konfigurasi Wenner, Resistivity.*

A. Pendahuluan

Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan di Indonesia yang menutupi daerah seluas $\pm 60.000 \text{ km}^2$ dan mengandung endapan berumur Tersier dengan ketebalan mencapai 14 km (Rose dan Hartono, 1971 op.cit. Mora dkk., 2001). Berdasarkan Peta Geologi Lembar Samarinda, Cekungan Kutai memiliki stratigrafi yang terbagi menjadi (dari tua ke muda): Formasi Pamaluan, Formasi Bebuluh, Formasi Pulau Balang, Formasi Balikpapan, Formasi Kampung Baru

Ditinjau dari geologi regionalnya, Cekungan Kutai yang terletak di bagian tenggara dari Kraton Sunda (Sunda Land) dipengaruhi oleh tiga struktur yang berasal dari lempeng utama, yakni Eurasia, India-Australia, dan Pasifik. Struktur tektonik yang berkembang pada Cekungan Kutai berarah timur laut-barat daya (NE-SW) yang dibentuk oleh Antiklinorium Samarinda, yang berada di bagian timur-tenggara cekungan (Supriatna dkk., 1995)[2]. Antiklinorium Samarinda tersebut memiliki karakteristik terlipat kuat, antiklin asimetris dan dibatasi oleh sink lin-sinklin yang terisi oleh sedimen silisiklastik Miosen (Satyana dkk., 1999)

Kegiatan untuk memastikan kondisi bawah permukaan secara stratigrafi maupun struktur geologi daerah Samarinda, salah satunya yaitu dapat dilakukan kegiatan geolistrik. Metode geolistrik adalah salah satu metode yang bagus karena bisa melihat kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batuan (Minarto, 2011)

B. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan untuk kegiatan tugas akhir ini yaitu dengan pengambilan data di lapangan secara langsung sehingga dapat dilakukan analisis dari kegiatan optimasi iterasi dan menggunakan beberapa data penunjang. Data primer sendiri merupakan suatu metode yang digunakan untuk pengambilan data yang terdapat di lapangan dengan cara melakukan kegiatan geolistrik untuk mendapatkan beberapa data seperti arus listrik, tegangan, koordinat, elevasi dan arah bentangan kegiatan geolistrik. Untuk metode sekunder yang digunakan seperti studi literature yang dapat berasal dari jurnal, kondisi topografi, kondisi geologi, curah hujan, dll.

Geologi

Geologi merupakan ilmu yang mempelajari planet ini, khususnya tentang bahan penyusunnya, proses yang terjadi padanya oleh beberapa faktor, hasil dari proses, sejarah planet dan kehidupan sejak bumi terbentuk sehingga menghasilkan kondisi saat ini yang ditandai dengan gejala atau fenomena alam yang dapat dimanfaatkan dan menguntungkan bagi umat manusia. (Maryanto, 2018)

Eksplorasi

Eksplorasi, berdasarkan pengertiannya Eksplorasi merupakan serangkaian kegiatan penyelidikan secara geologi yang dilakukan untuk mengetahui kuantitas dan kualitas suatu endapan bahan galian meliputi lokasi, volume, bentuk, sebaran dan kadar. Sehingga dapat dilakukan analisis atau kajian tingkat kemungkinan dilakukan penambangan pada endapan bahan galian tersebut secara ekonomis. Kegiatan eksplorasi ini adalah kegiatan yang melakukan sebuah pencarian dan juga peningkatan keyakinan terhadap hasil analisis sebuah bahan galian yang bernilai ekonomi ataupun tidak sesuai dengan apa yang ditemukan dikarenakan ada tahap selanjutnya yaitu studi kelayakan dan juga prospeksi (Adi Widia, 2010). Metode eksplorasi jika dari penanganan dan kegiatannya dibagi menjadi dua yaitu eksplorasi langsung dan tidak langsung, metode tersebut biasa dilakukan untuk berbagai kegiatan eksplorasi bahan galian

Metode Eksplorasi

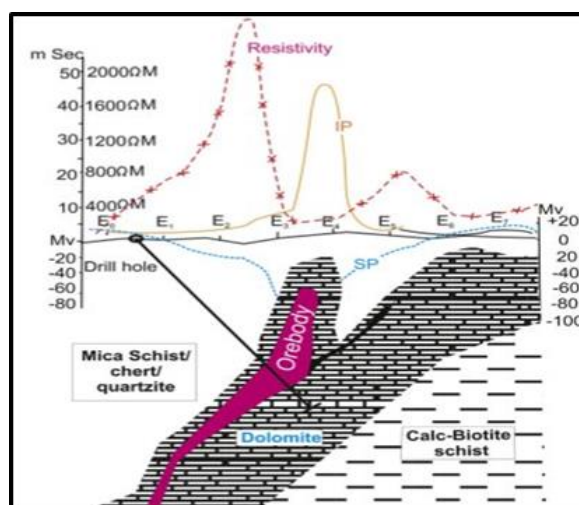
Metode Eksplorasi terbagi menjadi 2, Eksplorasi langsung dan Tidak langsung, Eksplorasi secara tidak langsung ini dapat dilakukan tidak secara langsung bersentuhan dengan objek target, memiliki sifat pendugaan maka dari itu penggunaan alat dan penerapannya pun tidak selalu tentang bahan galian yang pasti.

Geofisika merupakan disiplin ilmu atau metode untuk memperkirakan lokasi akumulasi bahan/tambang dengan cara pengukuran besaran-besaran fisik batuan bawah permukaan bumi.

Salah satu metode yang dapat dilakukan eksplorasi geofisika diantaranya metode geolistrik. Dalam metoda ini yang diukur adalah tahanan jenis (resistivity) dari batuan. Yang dimaksud dengan tahanan jenis batuan adalah tahanan yang diberikan oleh masa batuan sepanjang satu meter dengan luas penampang satu meter persegi kalau dialiri listrik dari ujung ke ujung, satuannya adalah Ohm-m²/m atau disingkat Ohm-meter. Dalam cara pengukuran tahanan jenis batuan di dalam bumi biasanya dipakai sistem empat elektrode yang dikontakan dengan baik pada bumi. dua elektrode dipakai untuk memasukan arus listrik ke dalam bumi, disebut elektrode arus (current electrode) disingkat C, dan dua elektrode lainnya dipakai untuk mengukur voltage yang timbul karena arus tadi, elektrode ini disebut elektrode potensial atau “potential electrode” disingkat P. ada beberapa cara dalam penyusunan ke empat elektrode tersebut, dua diantaranya banyak yang dipakai adalah cara Wenner dan cara Schlumberger

Geolistrik

Konsep eksplorasi dengan metode geolistrik sangat ditentukan oleh sifat konduktivitas dan resistivitas dari permukaan batuan bila dilewati arus listrik. Perbedaan jenis batuan akan menghasilkan nilai elektrik konduktif dan resistif yang berbeda, sehingga dapat diketahui susunan formasi batuan di bawah permukaan tanah. Metode geolistrik dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber dan responsif batuan yang secara umum terbagi menjadi resistivitas, induksi dan potensi batuan. Daya hambat batuan terhadap arus listrik dinyatakan sebagai nilai tahanan yang merupakan salah satu sifat fisik batuan tergantung dari pada mineral-mineral penyusun batuan tersebut. Secara umum mineral penyusun batuan bersifat isolator, namun ada pula yang bersifat sebagai konduktor seperti mineral logam. Arus listrik yang mengalir dapat menyebabkan ion-ion melewati pori batuan, sehingga nilai resistivitas yang dihasilkan dipengaruhi oleh porositas dan derajat kejenuhan batuan. Nilai resistivitas akan meningkat bila porositas batuan menurun dan sebaliknya. Arus listrik yang dialirkan ke bawah permukaan akan mengakibatkan perbedaan potensial yang dapat diukur diatas permukaan.



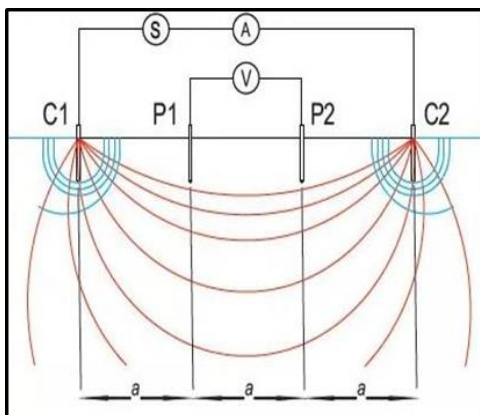
Gambar 1. Analisis Nilai Resistivitas

Geolistrik banyak digunakan untuk investigasi dalam kegiatan eksplorasi yang meliputi struktur bawah permukaan, jenis batuan dan rekontuksi endapan. Secara aplikatif metode geolistrik terdiri dari beberapa jenis konfigurasi elektrode, yaitu konfigurasi schlumberger, wenner dan pole-pole. Setiap jenis konfigurasi dilakukan dengan cara dan perhitungan yang berbeda tergantung pada proses pengukuran dan hasil yang diinginkan.

Konfigurasi Wenner

Pembacaan tegangan menggunakan konfigurasi wenner mempunyai ketelitian yang sangat tinggi pada elektroda MN, disebabkan letak elektroda MN yang berdekatan dengan elektroda AB. Pembacaan dilakukan menggunakan alat multimeter dengan impedansi yang relatif lebih

kecil. Kelemahan dari konfigurasi wenner tidak dapat mendeteksi homogenitas batuan yang terdapat dekat permukaan, data yang didapat dari hasil konfigurasi sulit untuk menghilangkan faktor non homogenitas batuan, sehingga hasil perhitungan kurang akurat.

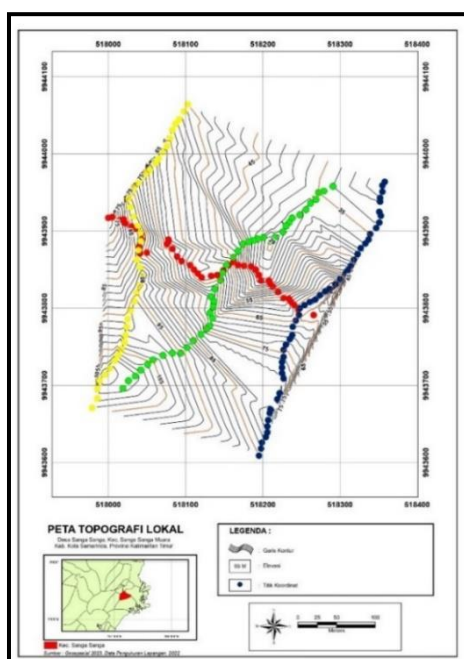


Gambar 2. Konfigurasi Wenner

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Topografi Lintasan

Pada Peta Topografi terdapat elevasi pada daerah sekitar memiliki bentuk kontur yang berada pada antar landa dan sedikit terjal, dan pada peta topografi menunjukkan bahwa secara umum daerah penelitian ini berada pada ketinggian antara 12.5 – 100 mdpl, dan pada peta topografi bahwa di daerah penelitian juga berdekatan dengan aliran sungai dan daerah penelitian ini berupa perbukitan dengan kemiringan lereng 45°, atau memiliki morfologi curam sampai terjal.

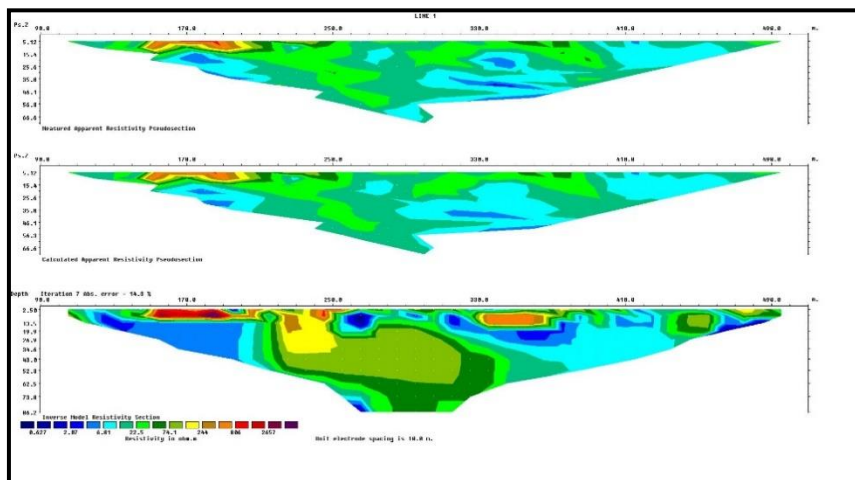


Gambar 3. Kontur Topografi Lintasan

Penampang Apparent Resistivity

Penampang Apparent resistivity merupakan hasil dari pengolahan data tahanan jenis semu yang mana warna yang telah di tentukan ini adalah hasil dari nilai tahanan jenis semu. Measured apparent resistivity pseudosection merupakan gambar dari hasil model data yang terukur di lapangan. Calculated apparent resistivity pseudosection merupakan model hasil dari

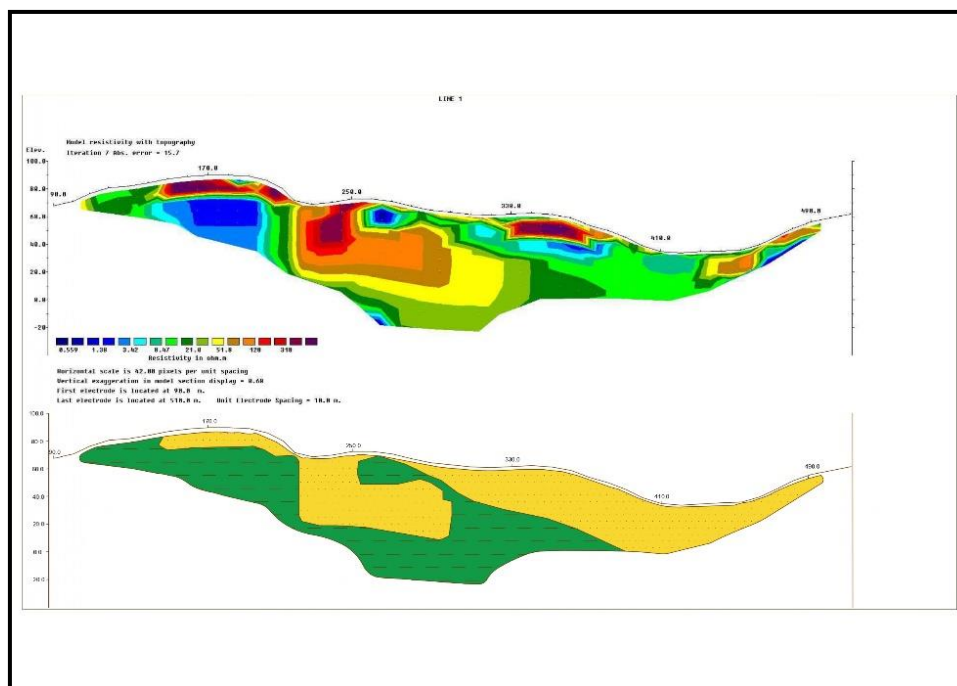
perhitungan untuk mendekati model di lapangan. Inverse model resistivity section merupakan hasil inversi dari model perhitungan. Click or tap here to enter text.



Gambar 4. Apprent Resistivity

Penampang Geologi

Topografi sepanjang lintasan pengukuran mempunyai pengaruh dalam pemodelan dengan software, dimana aliran arus listrik akan mengalami konsentrasi di daerah lembah dan akan terdispersi di bawah bukit. Hal ini disebabkan oleh adanya variasi konduktivitas akibat pelapukan dan kelembaban.



Gambar 5. Pemampang Pemodelan Tahanan Jenis Lintasan 1

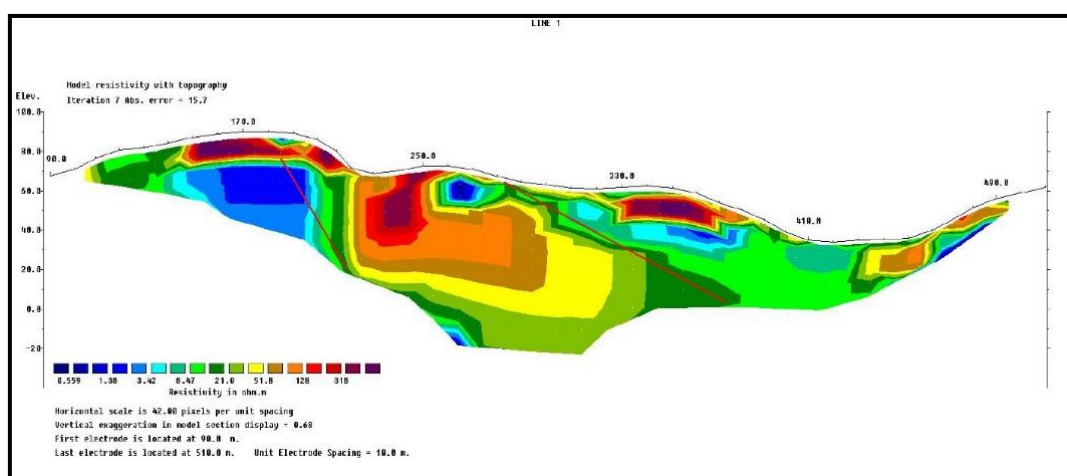
Kedalaman dan penyebaran batuan, sehingga dapat diketahui posisi lapisan batuan yang terdapat di lokasi penyelidikan. Kedudukan lapisan batuan dapat dilihat secara vertikal dan lateral dari penampang setiap lintasan. Lintasan 1 pada gambar 5.1. Pada penampang hasil pengolahan geolistrik pada lintasan, pada hasil pengolahan menggunakan Res2Dinv didapatkan panjang lintasan 400 meter dengan kedalaman 80 meter dengan spasi antar patok potensial sebesar 10 meter dan didapatkan hasil resistiviti 0,559 – 318 ohm meter,

diketahui dapat mengetahui kedalaman hingga sekitar 100 meter dari permukaan. Dari hasil penampang ini dapat diinterpretasikan bahwa terdapat 2 lithologi. Pada penampang memiliki resistivitas antara 1-100 ohm meter, sehingga dapat diindikasikan bahwa lapisan tersebut adalah lempung. Lapisan 2 memiliki variasi yang sangat besar antara 40- 200 ohm meter, diindikasikan bahwa lapisan tersebut adalah dibagian atas didominasi oleh batuanpasir hingga pasir sedangkan bagian bawah didominasi oleh lempung hingga lanau, sehingga dapat diindikasikan bahwa lapisan tersebut adalah dapat diindikasikan sebagai zona sesar.

Pada bagian tengah penampang memiliki variasi resistivitas antara 21.0 – 214 ohm m, dan ada perubahan resistiviti $\pm$ kemiringan 80° dan perbedaan lithologi.

Penampang Strukur

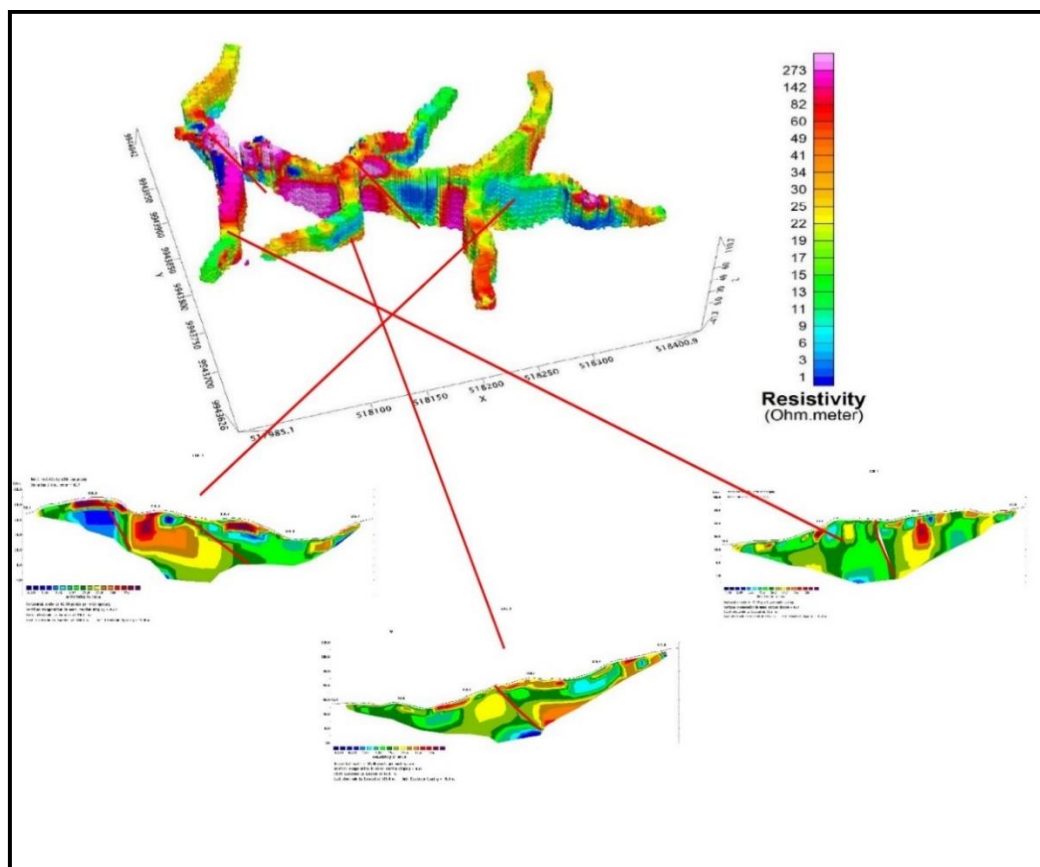
Pada penampang lintasan 1 di dapati anomali resistivity adanya perubahan resistivity yang menurun, di indikasikan bahwa pada lintasan 1 di dapati struktur seperti patahan yang menyebabkan nilai dari resistivity mengikuti arah struktur dan pada sebelah kanan pada penampang seperti adanya rekahan yang menurun ke bawah



Gambar 1. Pemampang Struktur Lintasan 1

Pemodelan 3D

Pada pemodelan 3 dimensi di dapatkan bahwa adanya keberadaan pengaruh struktur pada daerah penelitian dan dapat diamati dengan jelas pada peta geologi, bahwa hasil dari pengolahan data yang di iterpretasikan kedalam pemodelan 3D didapatkan hasil bahwa pada penampang lintasan 1 terdapat adanya perubahan resistivity yang menurun dan diindikasikan bahwa adanya struktur minor yang di sebabkan oleh sesar naik pada bagian barat pada peta geologi, pada lintasan 3 didapatkan adanya resistivity yang mengisi seperti rekahan dan pada lintasan 3 dapat di indikasikan bahwa pengaruh dari lintasan 1 karena bentangan pada lintasan 3 berada tepat memotong dari bentangan lintasan 1 dan lintasan 4 di dapatkan Resistiviti seperti rekahan yang hamir tegak dan diindikasikan bahwa pada daerah tersebut hasil dari pengaruh lintasan 1. Indikasi tersebut perkuat dengan lokasi daerah penelitian di kelilingi dengan struktur yang kompleks. Dan pada pemodelan resistivity, di dapatkan bahwa litologi pada daeah penelitian adalah batupasir hingga batulempung, dan sesar yang di dapatkan dari hasil pengolahan data yaitu batupasir berada di atas dan naik kepermukaan.

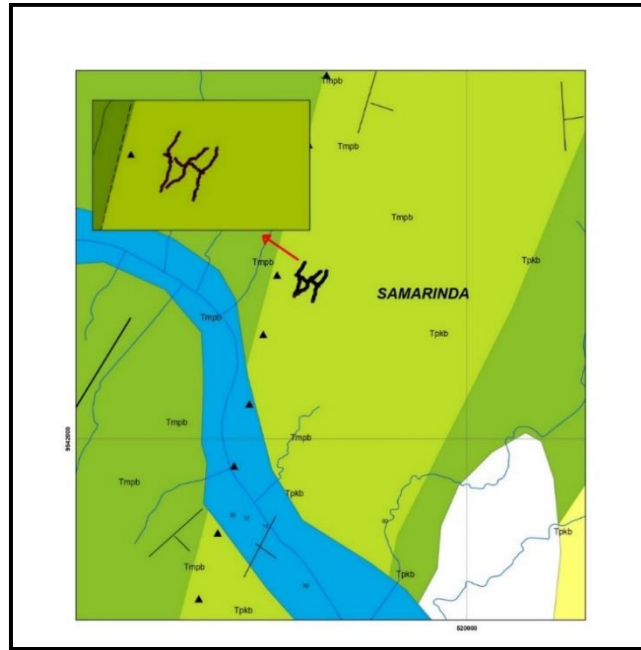


Gambar 7. Pemodelan 3D Struktur Lintasan

Interpretasi Peta Geologi

Pada Peta geologi daerah penelitian berada pada formasi Tmpb, adapun interpretasi dari hasil peta geologi dan pengolahan data di dapatkan bahwa pada sebelah barat pada daerah penelitian terdapat adanya struktur sesar naik yang mengarah ke arah timur pada peta, yang mana diduga adanya struktur minor yang dapat mempengaruhi dari dampak struktur sesar naik tersebut dan hasil dari penelitian bahwa pada lintasan 1 terdapat litologi yang terdampak dari hasil sesar naik tersebut, adanya struktur seperti patahan pada lintasan 1 dan adanya beberapa rekahan yang terlihat dari hasil pemodelan resistivity dan adanya gaya antiklin peta geologi, gaya antiklin tersebut berada di sebelah timur laut dan tenggara pada peta geologi, hal ini yang menyebabkan pada daerah penelitian memiliki elevasi dan topografi yang berbeda dari pada daerah sekitarnya, dan didapatkan perbukitan yang berada di elevasi antara 28 – 120 mdpl, di duga pada lokasi penelitian terkena dampak dari sesar naik yang membuat adanya dorongan dari arah barat di sebabkan karna adanya sesar naik dan dapun dorongan dari arah tenggara dan timur lau pada daerah penelitan yang di sebabkan oleh antiklin, hal ini menyebabkan terjadi struktur minor yang kompleks pada daerah penelitian.

Pada lintasan 3 dan lintasan 4 terdapat struktur seperti rekahan dan terbentuk 90° dari lintasan 1, dan di duga adanya struktur terhadap lintasan 1. Lintasan 3 dan lintasan 4 dampak dari adanya sesar naik dan antiklin yang bisa di lihat dari peta geologi. Pada lintasan terdapat beberapa anomali antar lithologi yang menggambarkan adanya perbedaan resistivity di hasil pengukuran dan pada peta geologi di dapatkan bahwa sesar naik mengarah ke arah timur pada peta dan dekat dengan lokasi penelitian.



Gambar 8. Interpretasi Peta Geologi

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Pada penyebaran batuan dengan pada panjang lintasan sebesar 400 meter dan kedalaman lapisan sebesar 80 meter di bawah permukaan bumi, dengan spasi antar elektroda sebesar 10 meter, didapatkan variasi resistivitas antara 1 – 273 ohm m, sehingga diindikasikan bahwa lapisan tersebut memiliki 2 lithologi, yaitu batupasir dan batulempung, lapisan memiliki variasi resistivitas antara 1 – 100 ohm m, sehingga diindikasikan bahwa lapisan tersebut adalah lempung, dan lapisan selanjutnya memiliki variasi resistivitas antara 50 – 200 ohm m, sehingga diindikasikan bahwa lapisan tersebut adalah batupasir. Nilai resistivity tinggi menandakan batuan tersebut memiliki kekompakan yang tinggi sehingga diinterpretasikan sebagai lapisan pasir hingga batupasir, nilai resistivity sedang sampai rendah diinterpretasikan sebagai lempung. Lapisan pasir pada daerah penyelidikan terdiri dari lempung hingga batupasir.
2. Pada penampang struktur terdapat bahwa pada lintasan 1, lintasan 3 dan lintasan 4 di dapati anomali resistivity adanya perubahan resistivity yang menonjol maupun rekahan dan diindikasikan bahwa pada lintasan 1, lintasan 3 dan lintasan 4 di dapati struktur seperti patahan yang menyebabkan nilai dari resistivity mengikuti arah struktur.
3. Interpretasi dari hasil peta geologi dan pengolahan data di dapatkan bahwa pada sebelah barat pada daerah penelitian terdapat adanya struktur sesar naik yang mengarah ke arah timur pada peta. Pada pemodelan 3 dimensi di dapatkan bahwa adanya keberadaan pengaruh struktur pada daerah penelitian dan dapat diamati dengan jelas pada peta geologi, bahwa hasil dari pengolahan data yang diinterpretasikan kedalam pemodelan 3D didapatkan hasil bahwa pada penampang lintasan 1 terdapat adanya perubahan resistivity yang menonjol dan diindikasikan bahwa adanya struktur minor yang di sebabkan oleh sesar naik pada bagian barat pada peta geologi, pada lintasan 3 didapatkan adanya resistivity yang mengisi seperti rekahan dan pada lintasan 3 dapat di indikasikan bahwa pengaruh dari lintasan 1 karena bentangan pada lintasan 3 berada tepat memotong dari bentangan lintasan 1 dan lintasan 4 di dapatkan Resistiviti seperti rekahan yang hampir tegak dan diindikasikan bahwa pada daerah tersebut hasil dari pengaruh lintasan 1. Indikasi tersebut diperkuat dengan lokasi daerah penelitian di kelilingi dengan struktur yang kompleks. Dan pada pemodelan resistivity, di dapatkan bahwa litologi pada daerah

penelitian adalah batupasir hingga batulempung, dan sesar yang di dapatkan dari hasil pengolahan data yaitu batupasir berada di atas dan naik kepermukaan

Acknowledge

1. Keluarga Tercinta
Skripsi ini saya persembahkan untuk keluarga Tercinta yang selalu memberikan dukungan sehingga saya bisa berada di titik ini. Dan senantiasa membantu saya baik secara moral dan juga materi demi mengangkat derajat keluarga.
2. Laboratorium Eksplorasi
Skripsi ini saya persembahkan untuk keluarga besar Laboratorium Eksplorasi UNISBA yang telah membantu dan bersama sama menyelesaikan perkuliahan hingga sejauh ini.
3. Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Unisba
Penyusun mempersembahkan penelitian ini untuk dosen-dosen Unisba yang sangat penyusun banggakan yaitu Bapak Dr., Ir. Yunus Ashari, M.T selaku Ketua Prodi, Bapak Ir. Zaenal, M.T., selaku koordinator tugas akhir, Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Si., M.T., selaku Pembimbing, Bapak Dr., Ir. Dudi Nasrudin Usman. S.T, M.T., IPM. Selaku co-pembimbing dan Bapak Ir. Dono Guntoro, S.T., M.T., yang senantiasa memberikan arahan serta ilmu pengetahuan, dan semangat terhadap penyusun untuk menyelesaikan perkuliahan dan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Irawan, L. O. H., Sri Widayati, & Sriyanti. (2023). Rencana Teknis dan Ekonomis Reklamasi PT Tonia Mitra Sejahtera Site Lengora Pantai. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 55–62. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2132>
- [2] Rizki Purnama, Zaenal, & Noor Fauzi Isniarno. (2021). Kajian Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Angkut Lama dengan Alat Angkut Baru di Area Penambangan Andesit PT XYZ Kecamatan Cariu, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 123–131. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.412>
- [3] Siti Nurul Khotimah, & Sri Widayati. (2022). Rencana Teknis dan Ekonomis Reklamasi Tambang di PT. X Baleendah. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 65–74. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.1000>
- [4] Broto, S., & Afifah, R. S. (2008). Pengolahan Data Geolistrik Dengan Metode Schlumberger. *Jurnal Teknik*, 120-128.
- [5] Gijoh, O. T., As'ari, & Pasau, G. (2017). Identifikasi Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipol-Dipol Di Masjid Kampus Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE* 6, 17-20.
- [6] Ilma, Nafiatul. 2015 “Identifikasi dan Pemodelan 3 Dimensi Litologi Batu Pasir Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner” Universitas Negeri Malang.
- [7] Maryanto, S., 2018. Metode Analytical Spectral Devices (ASD) untuk Identifikasi Mineral Lempung pada Batuan Sedimen di Daerah Binuang, Kalimantan Selatan. Di: Panggabean, H. dkk. (ed). Pengembangan Metode laboratorium dan Sarana Penyelidikan. Pusat Survei Geologi, Bandung: 63-78. ISBN: 978-979-551-062-8.
- [8] Minarto, E. 2011. Pemodelan Inversi Data Geolistrik untuk Menentukan Struktur Perlapisan Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi Mataloko. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Volume 3, Nomor 2.
- [9] Prodjosumarto, Partanto, 1990, “Tambang Terbuka (Surface Mining)”. Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [10] Rosas-Caro, J. C., Ramirez, J. M., Peng, F. Z., & Valderrabano, A. (2010). A DC–DC multilevel boost converter. *IET Power Electron*, 129-137.
- [11] Satyana, A.H., Nugroho, D., Surantoko, I., 1998. Tectonic controls on the hydrocarbon habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia:

major dissimilarities in adjoining basins, Journal of Asian Earth Sciences. sitas Diponogoro