

ESTIMASI KEDALAMAN BATUAN DASAR DI DESA KAMPUNG MANGGIS KECAMATAN PADANG PANJANG BARAT MENGGUNAKAN METODE INVERSI ROBUST 2D DATA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER

Basra Kurniawan¹⁾, Akmam²⁾ dan Nofi Yendri Sudiar²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: Basrakurniawan@rocketmail.com

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: akmamdb@fmipa.unp.ac.id
n_sudiar@yahoo.com

ABSTRACT

The aimed of this research are to determine the resistivity and the depth of basement rocks in Kampung Manggis Padang Panjang Barat area. The resistivity and the depth of basement rocks in Kampung Manggis are important to know to anticipate landslide caused excessive load on the surface of the earth. This research use resistivity geoelectrical method with Wenner configuration. The data of this research were taken four tracks using ARES (Automatic Resistivity). The data were processed using Res2Dinv v3,59 software with Robust 2D inversion to obtain a 2D cross-section beneath the earth's surface. The result of this research showed that type of basement rock in Kampung Manggis Padang Panjang Barat is an igneous rock groups, namely Andesite. The resistivity of this Andesite is 170 – 790 Ω m. The depth of basement rocks below the earth's surface varies, which generally more than 20 m deepness around Kampung Manggis Padang Panjang Barat area .

Keywords – Basement Rocks, resistivity, Wenner, Robust 2D inversion

PENDAHULUAN

Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat merupakan daerah padat pemukiman penduduk dan memiliki satu jalan utama yang terletak di tepi perbukitan terjal. Infrastruktur yang dibangun di tepi perbukitan, terjal jika tidak didukung oleh kekuatan formasi batuan di bawah permukaan bumi dapat menyebabkan terjadinya peristiwa pergerakan tanah, seperti penurunan tanah maupun longsor. Kekuatan Formasi batuan di bawah permukaan bumi dapat ditentukan dengan mengetahui kedalaman dan jenis batuan, khususnya batuan dasar (*basement rocks*) di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat.

Batuan dasar memiliki peranan penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur pada suatu daerah. Informasi mengenai jenis dan kedalaman batuan dasar di bawah permukaan bumi dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam membangun suatu infrastuktur. Sifat batuan dasar yang memiliki nilai porositas kecil mengindikasikan bahwa batuan ini memiliki tekstur keras, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemberian beban terhadap permukaan bumi akibat pembangunan infrastruktur di atas permukaannya.

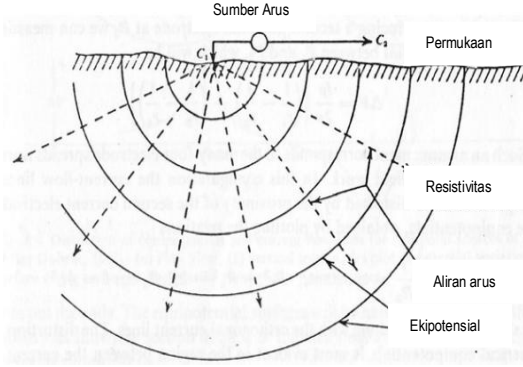
Batuan dasar terdiri dari beberapa jenis batuan. Batuan dasar merupakan jenis batuan beku dan metamorf yang ditutupi oleh batuan sedimen^[1].

Batuan beku akan mengalami pelapukan dan membentuk jenis batuan baru. Proses pelapukan suatu batuan tidak hanya mengubah batuan asal secara fisik dan kimiawi, namun dalam proses tersebut akan terjadi akumulasi unsur-unsur tertentu^[2]. Akumulasi unsur tersebut dapat membentuk jenis batuan yang baru.

Batuan dasar memiliki beberapa karakteristik. Batuan dasar umumnya memiliki sifat pejal dan keras^[3]. Sifat tersebut dipengaruhi oleh proses geologi, baik proses *endogen* maupun proses *eksogen* yang menyebabkan batuan dasar memiliki porositas sekunder. Nilai porositas batuan dasar berkisar antara 0,1 – 1% dan nilai permeabilitas batuan dasar kecil dari 0.5%, kecuali pada zona lapuk, yaitu antara 5 - 10%^[4]. Nilai porositas yang kecil menyebabkan batuan dasar memiliki sedikit kandungan fluida. Akibatnya arus listrik akan sulit mengalir, sehingga batuan dasar memiliki nilai tahanan jenis yang besar.

Kedalaman dan jenis batuan dasar dapat diestimasi menggunakan salah satu metode Geofisika, yaitu metode Geolistrik Tahanan Jenis. Metode Geolistrik Tahanan Jenis merupakan salah satu metode eksplorasi Geofisika dengan menggunakan sifat listrik yang diinjeksikan ke dalam bumi^[5]. Metode geolistrik mengansumsikan bumi sebagai medium homogen isotropis. Ketika arus dialirkan dalam bumi, arus listrik akan

mengalir ke segala arah, sehingga membentuk ruang ekipotensial bola. Apabila sumber titik arus terdapat di permukaan bumi, maka ruang ekipotensial yang dihasilkan berbentuk setengah bola. Hal ini disebabkan karena udara memiliki tahanan jenis yang sangat besar, sehingga arus listrik tidak dapat mengalir di udara. Aliran arus listrik di dalam bumi ditunjukkan oleh Gambar 1^[6].



Gambar 1. Titik Sumber Arus pada Permukaan dari Medium Homogen Isotropis

Arus listrik diinjeksikan ke bawah permukaan bumi melalui dua buah elektroda arus dan beda potensial diukur melalui dua buah elektroda potensial. Berdasarkan hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik akan dapat dihitung variasi harga resistivitas pada lapisan permukaan bumi di bawah titik ukur (*sounding point*). Nilai resistivitas yang dihitung bukan nilai resistivitas medium sebenarnya. Secara umum resistivitas bumi tidak homogen, berarti bahwa yang terhitung adalah resistivitas semu (*apparent resistivity*, ρ_a)^[7]. Resistivitas semu dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

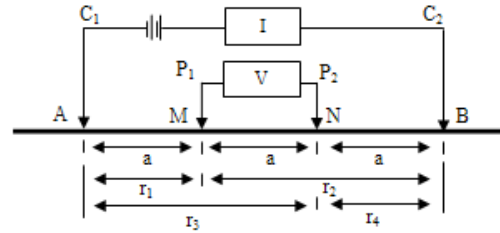
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dimana

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \quad (2)$$

ΔV dan I menyatakan beda potensial dan kuat arus listrik, sedangkan K merupakan faktor Geometri yang tergantung pada konfigurasi elektroda yang digunakan.

Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi ini mempunyai keunggulan dalam tingkat sensitif terhadap pengaruh *nonhomogenitas* benda di bawah permukaan bumi secara lateral^[8]. Konfigurasi *Wenner* menggunakan empat buah elektroda, yaitu dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial. Jarak antara elektroda dibuat sama sebesar a , seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Susunan Elektroda Konfigurasi *Wenner*

Jarak masing-masing elektroda pada Gambar 2 dapat disederhanakan menjadi:

$$r_1 = r_4 = a \text{ dan } r_2 = r_3 = 2a \quad (3)$$

Harga masing-masing jarak elektroda disubstitusi ke Persamaan (2), sehingga didapatkan besar faktor Geometri untuk konfigurasi *Wenner*, yaitu:

$$K = 2\pi a \quad (4)$$

Harga K untuk konfigurasi *Wenner* disubstitusikan ke Persamaan (1), sehingga dapat dihitung harga resistivitas semu untuk konfigurasi *Wenner*, yaitu:

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (5)$$

dimana ρ_a adalah tahanan jenis semu (Ωm), ΔV adalah beda potensial (V) dan I adalah kuat arus listrik (A).

Potensial pada model bumi berlapis dinyatakan dengan persamaan (6)^[6].

$$V(r, \phi) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \left(\rho_1 + \frac{4\pi A(\lambda)}{I} \right) J_0(\lambda r) d\lambda \quad (6)$$

Besarnya tahanan jenis semu akibat injeksi arus dapat dinyatakan dalam Persamaan 7.

$$\rho_a S(S) = S^2 \int_0^\infty T(\lambda) J_1(\lambda S) d\lambda \quad (7)$$

dimana fungsi transformasi resistivitas dinyatakan seperti Persamaan (8).

$$T(\lambda) = \int_0^\infty \rho_a S(S) J_1(\lambda S) \frac{ds}{S} \quad (8)$$

$T(\lambda)$ disebut transformasi dari fungsi resistivitas semu. $T(\lambda)$ juga merupakan fungsi yang bergantung pada parameter-parameter lapisan (resistivitas dan ketebalan).

Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan metode inversi *Robust 2D*. Persamaan metode inversi *Robust 2D* dinyatakan oleh Persamaan (9)^[9].

$$\ddot{y} = \hat{\phi}(x, u) + \Delta_{tnv}(x, u) \quad (9)$$

dimana $\mathbf{u} = \hat{\phi}(\mathbf{x}, \sigma)$ adalah pengontrol inversi dan \mathbf{x} merupakan *vektor state*, yaitu vektor keadaan yang menggambarkan model data dalam n pengukuran dan \mathbf{y} merupakan keluaran yang memiliki dua parameter, yaitu kedalaman dan tahanan jenis. σ menyatakan input pengontrol pengendali *pseudo* dari sistem inversi. Pengontrol sistem inversi dinyatakan dengan Persamaan (10).

$$\Delta_{inv}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \phi(\mathbf{x}, \mathbf{u}) - \hat{\phi}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \quad (10)$$

$\mathbf{A}(\mathbf{x})$ dan $\mathbf{B}(\mathbf{x})$ adalah fungsi nonlinier dari \mathbf{x} .

Metoda inversi *Robust 2D* pada *software Res2dinv* terbagi atas 2, yaitu *Robust Constraint* dan *Standart Constraint*. *Constraint* merupakan penambahan informasi awal pada parameter model dalam suatu proses inversi^[10]. Informasi tersebut dapat dijadikan batasan dalam proses inversi. Persamaan *constraint* dinyatakan oleh Persamaan^[10]:

$$\hat{\mathbf{m}}_c = (\mathbf{G}^T \mathbf{G} + \beta^2 \mathbf{I})^{-1} (\mathbf{G}^T \mathbf{d} + \beta^2 \mathbf{h}) \quad (11)$$

Persamaan (11) dapat memberikan solusi pada permasalahan *overdetermined* yang merupakan ketidakpastian akibat dari kesalahan pengukuran (*observational errors*).

Penelitian ini dilakukan di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat. Berdasarkan kondisi Geologi diketahui bahwa daerah penelitian ini disusun oleh 3 batuan utama, yaitu *Breksi Andesite*, Pasir Tufaan dan *Limestone*^[11]. *Alluvium* dan *Sands* juga terdapat pada beberapa daerah penelitian, khususnya daerah yang memiliki aliran sungai dan dekat dengan kebun dan sawah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dasar bersifat deskriptif ini menggunakan instrumen *ARES Main Unit*. Penelitian ini dilakukan di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kuat arus listrik (\mathbf{I}) dan beda potensial (\mathbf{V}), sedangkan parameter yang dihitung, yaitu tahanan jenis semu. Tahanan jenis semu diinterpretasikan menggunakan metode inversi *Robust 2D*, sehingga didapatkan tahanan jenis sesungguhnya dan kedalaman. Tahanan jenis sesungguhnya dianalisis, sehingga didapatkan jenis batuan dasar dan kedalamannya.

Pengukuran ini dilakukan di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat dengan jumlah lintasan sebanyak 4 lintasan. Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan

Pada tahapan persiapan dilakukan kajian pustaka mengenai teori-teori yang mendukung penelitian, survey ke daerah pengukuran dalam menentukan lintasan dan mengetahui kondisi geologi daerah pengukuran, serta menyiapkan alat dan bahan sebelum melakukan penelitian. Peneliti bisa memulai pembersihan lokasi pengukuran ditahap persiapan.

2. Tahap Perencanaan

Pada tahap ini dirancang desain pengukuran. Pada desain pengukuran dilampirkan peta lokasi pengukuran disertai dengan zona pengukurannya. Dalam merancang pengukuran, telah diperhatikan kondisi geografis dan medan lokasi pengukuran untuk membuat lintasan pengukuran. Peta lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Pengukuran

Lintasan pengukuran yang dirancang seperti Gambar 2 terdiri dari 4 Lintasan. Lintasan 1 paralel dengan lintasan 2 dan lintasan 3 paralel dengan lintasan 4. Informasi koordinat lintasan pengukuran terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Koordinat Lintasan Pengukuran

Lintasan	Koordinat
1	00°28'17,5" LS dan 100°23'35,0" BT sampai 00°28'21,7" LS dan 100°23'27,2" BT
2	00°28'06,1" LS dan 100°23'16,3" BT sampai 00°28'10,1" LS dan 100°23'08,3" BT
3	00°28'11,4" LS dan 100°23'44,8" BT sampai 00°28'05,7" LS dan 100°23'47,9" BT
4	00°28'00,2" LS dan 100°23'29,0" BT sampai 00°27'55,9" LS dan 100°23'33,7" BT

3. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan dilakukan pengukuran dan pengambilan data sesuai dengan desain pengukuran yang telah dibuat. Banyak hal yang diperhatikan pada saat melakukan pengukuran, salah satunya kondisi cuaca. Kondisi cuaca akan berpengaruh terhadap data yang akan didapatkan. Misalnya hujan yang dapat memperkecil nilai tahanan jenis. Kondisi cuaca pada saat pengukuran panas dan tidak hujan, sehingga tidak berpengaruh terhadap data. Berikut ini beberapa langkah kerja yang dilakukan saat pengukuran:

- Mengukur lintasan pengukuran sesuai dengan panjang lintasan dan spasi yang telah ditetapkan.
- Menanamkan elektroda pada setiap spasi elektroda yang ditetapkan.
- Menghubungkan kabel elektroda pada lintasan dengan aki dan ARES *Multielectroda* menggunakan *T-Piece*.
- Mengaktifkan ARES *Multielectroda* dan memastikan cadangan baterainya 80%.
- Memasukkan input data pengukuran.
- Melakukan pengukuran.
- Data yang diperoleh langsung tersimpan di ARES *Main Unit*.

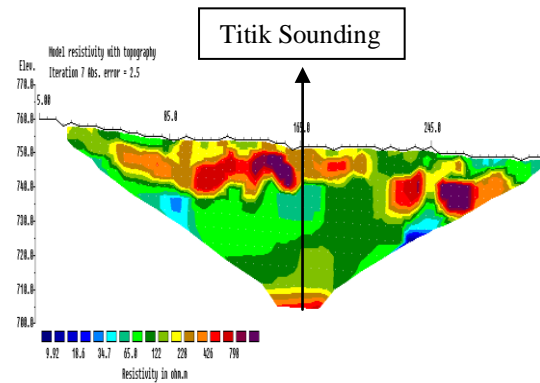
Data yang tersimpan pada ARES *Main unit* diunduh dengan cara menghubungkan ARES *Multielectroda* dengan komputer *windows XP*. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *software Res2dinv versi 3.59*. Pengolahan data menggunakan nilai *constraint* 0,001. Pemilihan nilai *constraint* yang mendekati nol bertujuan untuk menghasilkan model yang tidak jauh berbeda dengan data hasil pengukuran, sehingga meningkatkan keakuratan interpretasi data. Data yang telah diolah kemudian diinterpretasikan dengan cara membandingkan nilai tahanan jenis yang diperoleh dari data olahan dengan tabel tahanan jenis berdasarkan referensi dan dibandingkan juga dengan kondisi geologi daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang lintasan 300 m dengan spasi elektroda 5 m. Titik sounding terletak pada koordinat 00°28'18,06" LS dan 100°23'46,2" BT. Hasil pengolahan data menggunakan *software Res2dinv* dengan inversi *Robust constraint* 0,001 ditunjukkan oleh Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa kedalaman maksimum yang dicapai dalam pengukuran adalah 58,20 m. Rentangan nilai tahanan jenis pada lintasan 1, yaitu 9,94 – 815,0 Ωm dengan persentase kesalahan 2,5% pada iterasi ke 7.



Gambar 4. Penampang Model 2D Lintasan 1

Warna biru tua pada Gambar 4 memiliki nilai rentangan tahanan jenis 9,94 – 34,30 Ωm . Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Clay* dengan kedalaman 33,00 – 39,00 m. *Clay* memiliki rentangan nilai tahanan jenis 1 – 100 Ωm ^[6].

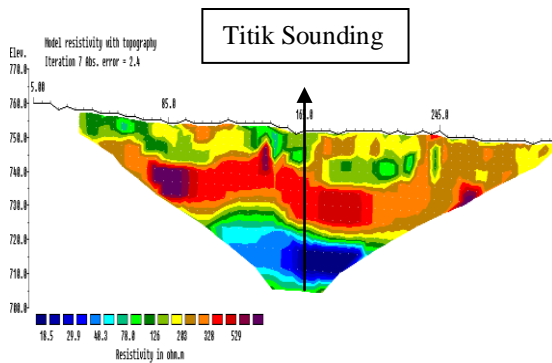
Lapisan dengan warna berikutnya merupakan biru yang lebih muda dan diinterpretasikan sebagai *Alluvium* dan *Sands*. Lapisan ini memiliki tahanan jenis dari 34,40 – 50,00 Ωm . *Alluvium* dan *Sands* terdapat di permukaan bumi hingga kedalaman 6 m dan kedalaman 19,00 – 32,00 m. Lapisan selanjutnya diinterpretasikan sebagai *Sandstones*. Lapisan ini digambarkan dengan warna biru muda yang mendekati warna hijau. Lapisan ini memiliki rentangan nilai tahanan jenis 50,10 – 90,00 Ωm .

Lapisan selanjutnya ditafsirkan sebagai lapisan *Limestone*. Lapisan ini terdapat di permukaan hingga kedalaman 8,00 m dan pada kedalaman 9,00 – 48,00 m dengan nilai tahanan jenis 90,10 – 180,50 Ωm . Lapisan yang terakhir adalah *Andesite*. Lapisan ini memiliki nilai tahanan jenis 180,60 – 815,00 Ωm . Lapisan ini diduga sebagai lapisan batuan dasar. Lapisan batuan dasar tersebut terdapat di permukaan bumi dan pada kedalaman lebih dari 58,20 m. *Andesite* memiliki rentangan nilai tahanan jenis berkisar dari $1,70 \times 10^2 \Omega\text{m}$ – $4,50 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ^[6].

Lintasan 2

Lintasan 2 sejajar dengan Lintasan 1, sehingga panjang lintasan dan jarak elektroda dibuat sama dengan Lintasan 1. Titik sounding terletak pada koordinat 00°28'20,3" LS dan 100°23'306" BT. Gambar 5 menunjukkan penampang model 2D hasil pengolahan data Lintasan 2 menggunakan *software Res2dinv* dengan inversi *Robust Constraint* 0,001.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat penampang 2D bawah permukaan bumi Lintasan pengukuran 2. Rentangan nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 yaitu 18,50 – 601,50 Ωm dengan persentase kesalahan 2,4 % pada iterasi ke 7. Kedalaman maksimum yang dapat dicapai pada lintasan ini adalah 48,50 m.



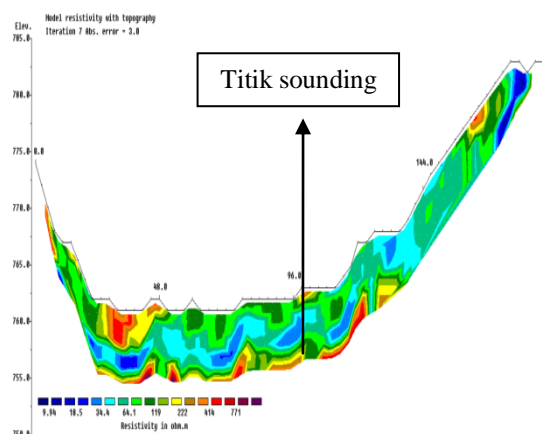
Gambar 5. Penampang Model 2D Lintasan 2

Warna biru tua yang terdapat pada Gambar 5 memiliki nilai tahanan jenis dari 9,94 – 34,30 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Clay* dengan kedalaman dari 38,00 – 43,00 m. Lapisan berikutnya adalah warna biru dengan nilai tahanan jenis 34,40 – 50,00 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Alluvium* dan *Sands*. Lapisan ini terdapat pada kedalaman 28,80 – 47,70 m.

Pada permukaan sampai kedalaman 13,00 m dan kedalaman lebih dari 48,50 m diduga terdapat *Sandstones*. Lapisan ini digambarkan dengan warna biru yang lebih terang dengan rentangan nilai tahanan jenis 50,10 – 90,00 Ω m. Lapisan berikutnya yaitu lapisan *Limestone* yang terdapat di sekitar permukaan bumi sampai kedalaman 16 m. Lapisan yang terakhir adalah lapisan *Andesite*. Lapisan ini memiliki nilai tahanan jenis 180,60 – 815,00 Ω m. Batuan *Andesite* terdapat dekat permukaan bumi sampai kedalaman 23,20 m.

Lintasan 3

Panjang Lintasan 3 adalah 192 m dengan jarak antara elektroda 3 m. Titik sounding pada lintasan ini terletak pada koordinat 00°27'58" LS dan 100°23'32" BT. Hasil pengolahan data pada Lintasan 3 menggunakan inversi *Robust Constraint* 0,001 ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Penampang model 2D Lintasan 3

Gambar 6 menunjukkan penampang 2D bawah permukaan bumi Lintasan pengukuran 3. Rentangan nilai tahanan jenis pada lintasan 3 yaitu dari 9,94 – 792,00 Ω m dengan persentase kesalahan 3,0 % pada iterasi ke 7. Kedalaman maksimum yang dapat dicapai pada lintasan ini adalah 21,50 m.

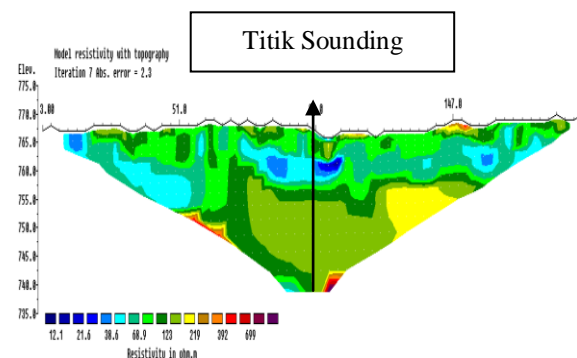
Warna biru tua yang terdapat pada Gambar 6 memiliki nilai tahanan jenis dari 9,94 – 34,30 Ω m. Lapisan ini terletak di permukaan bumi sampai kedalaman 4,70 m dan pada kedalaman 4,50 – 5,50 m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Clay*. Lapisan berikutnya adalah memiliki nilai tahanan jenis 34,40 – 50,00 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Alluvium* dan *Sands*. Lapisan ini terdapat pada permukaan bumi sampai kedalaman 5,50 m dan pada kedalaman 1,50 – 5,50 m.

Sandstone diduga terdapat di permukaan bumi sampai kedalaman 4,30 m. Lapisan ini digambarkan dengan warna biru yang lebih terang. Lapisan berikutnya yaitu lapisan *Limestone* yang terdapat di sekitar permukaan bumi sampai kedalaman 3,50 m.

Lapisan yang terakhir adalah *Andesite*. Lapisan ini memiliki nilai tahanan jenis 180,60 – 815,00 Ω m. Batuan *Andesite* terdapat dekat permukaan bumi sampai kedalaman 3,70 m dan pada kedalaman lebih dari 14,80 m.

Lintasan 4

Penampang 2D bawah permukaan bumi Lintasan pengukuran 4 ditunjukkan oleh Gambar 7. Titik sounding pada lintasan 4 terletak pada koordinat 00°28'8" LS dan 100°23'12" BT. Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 12,10 – 701,50 Ω m dengan persentase kesalahan 2,3 % pada iterasi ke 7. Kedalaman maksimum yang dapat dicapai pada lintasan ini adalah 29,50 m.



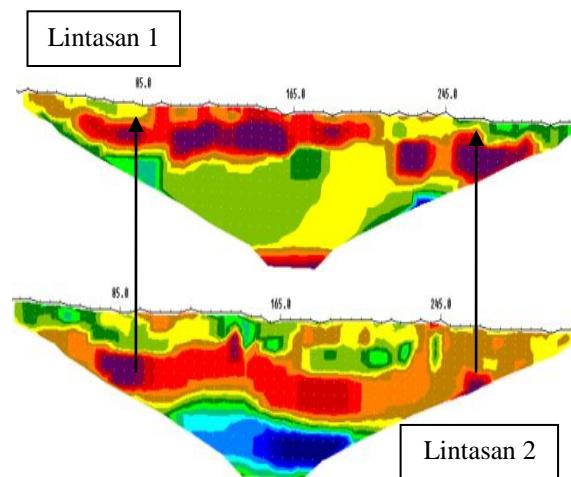
Gambar 7. Penampang 2D Lintasan 4

Nilai tahanan jenis paling kecil terdapat pada warna biru tua dengan rentangan nilai 9,94 – 34,30 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Clay* dengan kedalaman 7,50 – 11,50 m. Warna berikutnya adalah warna biru yang memiliki nilai tahanan jenis 34,40 – 50,00 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai *Alluvium* dan *Sands*.

Lapisan ini terdapat pada kedalaman 3,50 – 15,00 m dan pada kedalaman lebih dari 32,50 m.

Daerah dekat permukaan bumi sampai kedalaman 17,50 m diduga terdapat *Sandstones*. Lapisan ini digambarkan dengan warna hijau yang memiliki rentangan nilai tahanan jenis 50,10 – 90,00 Ω m. Lapisan berikutnya, yaitu lapisan *Limestone* yang terdapat di sekitar permukaan bumi sampai 2,50 m dan pada kedalaman 5,50 – 32,50 m. Lapisan yang terakhir adalah lapisan *Andesite*. *Andesite* terdapat di sekitar permukaan bumi dan 12,00 – 20,00 m.

Berdasarkan keempat Gambar penampang 2D, maka dapat diestimasi jenis batuan yang terdapat disekitar area pengukuran. Estimasi tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan lintasan sejajar yang dibuat pada saat pengukuran. Hasil penampang 2D pada Lintasan 1 dan 2 dan dilihat pada Gambar 8.



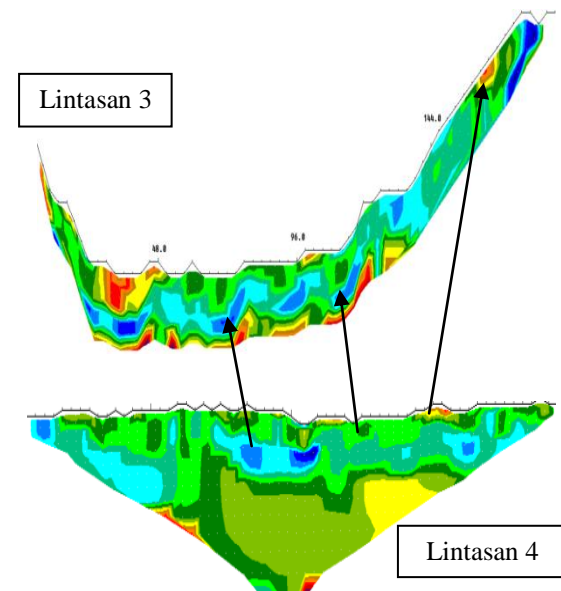
Gambar 8. Penampang 2D Lintasan 1 dan 2

Lintasan 1 dan 2 dibuat paralel dengan panjang lintasan yang sama, yaitu 300 m. Jarak antar elektroda juga dibuat sama, yaitu 5 m. Jarak antara Lintasan 1 dan 2 yaitu sekitar 1 km. Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa jenis batuan yang terdapat diantara ke 2 lintasan yang paralel ini adalah hampir sama. Kedua lintasan ini terdapat *Andesite*. Perbedaannya hanya pada kedalaman. *Andesite* pada Lintasan 1 terletak pada kedalaman yang lebih dalam dibandingkan Lintasan 2.

Lintasan 3 dan 4 dibuat sejajar dengan panjang lintasan yang sama, yaitu 192 m. Jarak antar elektroda juga dibuat sama, yaitu 3 m. Jarak antara Lintasan 3 dan 4 ada sekitar 1 km. Lintasan 3 terletak di badan bukit, sedangkan Lintasan 4 di tepi jalan.

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa jenis batuan yang terdapat diantara ke 2 lintasan yang paralel ini adalah sama. Pada daerah lebih dekat permukaan bumi, terdapat beberapa jenis batuan yang diduga berupa *Clay*, *Alluvium* dan

Sands, *Sandstone* dan *Limestone*. Sedangkan pada kedalaman yang lebih dalam, terdapat batuan *Andesite*. Hal ini dibuktikan dari nilai tahanan jenis, serta kondisi geologi daerah penelitian. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa daerah yang tercakup area Lintasan 3 dan Lintasan 4 memiliki jenis batuan yang sama.



Gambar 9. Penampang 2D Lintasan 3 dan 4

2. Pembahasan

Hasil interpretasi data menggunakan metode analisis inversi *Robust Constraint* 0,001 menunjukkan bahwa pada daerah penelitian di Desa Kampung Manggis, Kecamatan Padang Panjang Barat terdapat enam jenis batuan, yaitu *Clay*, *Alluvium* dan *Sands*, *Sandstones*, *Limestone*, dan *Andesite*. *Clay*, *Alluvium* dan *Sands*, *Sandstones*, dan *Limestone* termasuk kedalam jenis batuan sedimen, sedangkan *Andesite* merupakan jenis batuan beku. Keenam jenis batu tersebut sesuai dengan kondisi geologi daerah Padang Panjang.

Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,94 – 815,00 Ω m. Pada lapisan dekat permukaan bumi, daerah ini lebih disusun oleh lapisan batuan beku, yaitu *Andesite*. Lapisan berikutnya disusun oleh batuan sedimen, seperti *Clay*, *Alluvium* dan *Sands*, *Sandstone* dan *Limestone*. Batuan beku *Andesite* ditemukan kembali pada kedalaman lebih dari 58,20 m. Batuan yang terdapat pada kedalaman tersebut diestimasi sebagai batuan dasar pada Lintasan 1. Letak batuan dasar tersebut berada cukup jauh dari titik *sounding*. Berdasarkan susunan formasi batuan pada Lintasan 1 diduga daerah ini cukup kuat untuk menahan infrastuktur yang dibangun di atas permukaan Lintasan 1. *Andesite* yang terletak tidak jauh dari permukaan bumi dapat dijadikan pondasi bangunan.

Lintasan 2 memiliki lapisan yang nilai tahanan jenisnya berkisar antara 18,50 – 601,50 Ω m. Batuan yang memiliki tahanan jenis besar tersebut diinterpretasikan sebagai batuan *Andesite*. Batuan *Andesite* pada Lintasan 2 terletak tidak jauh dari permukaan bumi dan diikuti oleh lapisan sedimen di bawahnya. Lapisan *Andesite* dapat dimanfaatkan sebagai pondasi bangunan. Namun daerah ini diduga tidak dapat diberikan pembebanan yang berlebihan karena belum ditemukannya batuan dasar. Salah satu penyebab belum ditemukannya batuan dasar adalah kelemahan dari konfigurasi *Wenner* yang kemampuan penetrasi kedalamannya tidak begitu dalam.

Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis kurang dari 9,94 - 792,00 Ω m. Pada lapisan dekat permukaan bumi, daerah ini lebih disusun oleh lapisan batuan sedimen, seperti *Clay*, *Alluvium* dan *Sands*, *Limestone*, dan *Sandstone*. Jenis batuan sedimen tersebut bersifat lebih lunak dan mudah menyerap air. Berdasarkan sifat tersebut, maka daerah disekitar Lintasan 1, sebaiknya tidak diberi pembebanan infrastruktur yang berlebihan. pembebanan infrastruktur yang berlebihan dapat menyebabkan peristiwa pergerakan tanah, seperti penurunan lapisan tanah. Lapisan beberapa jenis batuan sedimen tersebut dapat dijumpai hingga kedalaman 12,50 m.

Lintasan 3 juga memiliki lapisan yang nilai tahanan jenisnya cukup tinggi, yaitu sekitar 180,60 – 792,00 Ω m. Batuan yang memiliki tahanan jenis besar tersebut diinterpretasikan sebagai batuan *Andesite*. Nilai tahanan jenis yang besar tersebut dapat diakibatkan oleh pelapukan batuan *Breksi Andesite* baru yang lebih kompak. Batuan *Andesite* diduga merupakan batuan dasar. Tahanan jenis *Breksi Andesite* berkisar dari 100 – 1000 Ω m^[12]. Lapisan ini bisa dimanfaatkan untuk dijadikan sebagai pondasi infrastruktur. Lapisan ini ditemukan pada permukaan sampai kedalaman 3,70 m dan pada kedalaman lebih dari 14,80 m.

Lintasan 4 merupakan lintasan yang terakhir. Pada lintasan ini belum ditemukan batuan dasar. *Limestone* dan *Sandstone* lebih dominan terdapat pada daerah ini. Walaupun pada daerah ini belum ditemukan batuan dasar, tapi keberadaan *Limestone* cukup kuat untuk menahan pembebanan yang diberikan di atas permukaan bumi. *Limestone* memiliki struktur yang kompak. Batuan ini terletak pada kedalaman 5,50 m – 32,50 m.

Hasil analisis tentang batuan dasar pada setiap lintasan ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Tahanan Jenis dan Kedalaman Batuan Dasar *Andesite* pada Tiap Lintasan

Lintasan	Tahanan Jenis (Ω m)	Kedalaman (m)
1	180,60 – 815,00	> 58,20
3	180,00 – 815,00	> 14,80

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa rentangan nilai tahanan jenis batuan dasar pada setiap lintasan dibuat dengan rentangan yang sama. Penetrasi kedalamannya batuan dasar juga bervariasi. Letak batuan dasar yang paling dalam ada di kedalaman lebih dari 58,20 m. Sedangkan letak batuan dasar paling dangkal ada pada kedalaman lebih dari 14,80 m. Perbedaan kedalaman ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pembangunan infrastruktur di daerah pengukuran.

Umumnya batuan dasar pada daerah penelitian ini ada pada kedalaman lebih dari 20 m. Batuan dasar tersebut menjadi landasan bagi lapisan-lapisan batuan yang berada di atasnya. Berdasarkan jenis batuan yang terdapat di atas lapisan batuan dasar, diperkirakan batuan dasar ini semakin kompak pada kedalaman yang lebih dalam. Artinya semakin menuju permukaan, lapisan batuan dasar semakin cepat mengalami pelapukan. Buktinya dapat dilihat dari jenis batuan yang terdapat di atas lapisan batuan dasar. Batuan tersebut merupakan hasil pelapukan batuan dasar, seperti *Clay*, *Alluvium* and *Sands*, *Sandstone*, dan *Limestone*.

Batuan dasar yang terdapat di lokasi pengukuran pada umumnya adalah jenis batuan *Andesite*. *Andesite* memiliki rentangan nilai tahanan jenis $1,70 \times 10^2 - 4,50 \times 10^4 \Omega$ m. Jenis batuan yang ditemukan dilokasi pengukuran dicocokkan dengan peta geologi kota Padang Panjang. Daerah Padang Panjang di dominasi oleh *Andesite* dan Pasir Tufaan. Selain itu, pada daerah aliran sungai dan persawahan juga terdapat endapan *Alluvium* dan *Sands*. Beberapa jenis batuan sedimen tersebut merupakan hasil pelapukan *Andesite*.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh beberapa penelitian relevan yang dapat memperkuat hasil penelitian. Beberapa penelitian tersebut menyimpulkan bahwa batuan dasar sudah ditemukan pada kedalaman lebih dari 20 m^[13]. Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa kedalaman batuan dasar pada penelitian yang relevan tersebut sesuai dengan kedalaman batuan dasar yang ditemukan pada hasil penelitian ini.

Jenis batuan dasar yang ditemukan di daerah penelitian merupakan batuan *Andesite*. Daerah ini juga sudah pernah diteliti sebelumnya mengenai bidang gelincir. Namun data diinterpretasikan berdasarkan nilai tahanan jenis batuan, sehingga penelitian tersebut juga mengelompokkan batuan. Penelitian tersebut juga menemukan batuan *Andesite* dalam lintasan pengukuran^[14]. Hasil tersebut sesuai dengan jenis batuan dasar yang didapat pada hasil penelitian ini. Berdasarkan jenis – jenis batuan yang diperoleh dari hasil penelitian ini, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan kota Padang Panjang, khususnya Kecamatan Padang Panjang Barat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa batuan dasar pada lintasan pengukuran ditemukan pada Lintasan 1 dan Lintasan 3. Batuan dasar tersebut diinterpretasikan sebagai batu *Andesite*. Nilai tahanan jenis batuan *Andesite* berkisar antara 170 – 790 Ω m. Kedalaman batuan dasar pada setiap lintasan berbeda-beda. Pada Lintasan 1, batuan dasar diduga terdapat pada kedalaman lebih dari 58,20 m. Lintasan 3 terdapat batuan dasar pada kedalaman lebih dari 14,80 m

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Akmam, M.Si dan Bapak Nofi Yendri Sudiar, S.Si, M.Si yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dalam menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2013 atas nama ketua kelompok Lismalini, S.Si. Terima kasih juga kepada rekan – rekan yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sircar, A. 2004. Hydrocarbon Production from Fractured Basement Formations. *Jurnal. Current Science*. Vol. 87. No.2. Hlm 147-151.
- [2]. Abidin dan Utoyo. (2012). “Proses Pelapukan Batuan”. Bandung : Pusat Geologi Badan Geologi Bandung Prosiding IAGI 2012-M-20.
- [3]. Setyobudi, Tri Prihatin. (2013). “Model Konseptual, Sebaran Batuan dan Kualitas Reservoir Batuan Dasar Granitik Eosen Sub Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan”. Buletin FGMI Edisi Ke 2
- [4]. Gutmanis, Jon. (2012). “Hydrocarbon Production From Fractured Basement Formation”. *Jurnal. Geoscience Limited* Versi 10. Hlm. 1-43.
- [5]. Singarimbun, Alamta. Widyapuri, Asri. (2011).”Studi Metode Hambatan Jenis Untuk Analisa Distribusi Polutan di Dalam Tanah”. Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011. Bandung
- [6]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. (1976). “Applied Geophysics”. USA: Cambridge University Press
- [7]. Akmam. (2004). “Existence of Spring in Batulimbak Village Simawan Kecamatan Rambatan Kabupaten Tanahdatar”. *Jurnal Prosiding Seminar PPD Forum HEDS 2004 Bidang MIPA, ISBN 979-95726-7-3*. Hlm 593-608.
- [8]. Reynolds, J.M.(1997). “An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics”. New York: John Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [9]. Li, Chuanfeng. Wang, Yongji. Deng, Ahixiang, and Wu, Hao. (2009). “Adaptive Dynamic Inversion Robust Control for BTT Missile Based on Wavelet Neural Network”. *Jurnal Proc of SPIE Vol.7496*. Hal: 1-10
- [10]. Supriyanto. (2007). Analisis Data Geofisika: Memahami Teori Inversi (Edisi I). Departemen Fisika-FMIPA: Universitas Indonesia
- [11]. Badan Pusat Survey Geologi Bandung dan Bappeda Kota Padang Panjang. (2011). “Peta Geologi Kota Padang Panjang”
- [12]. Fahmi, H .(2010). “Sistem Panas Bumi Lapangan Tomposo Sulawesi”. *Jurnal Unpad Vol 1*. Semarang: Universitas Padjajaran
- [13]. Margaworo, Ayu. (2009). “Identifikasi Batuan dasar di Desa Kroyo, Karang Malang Kabupaten Sragen Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Diole”. *Skripsi diterbitkan*. Surakarta: FMIPA Universitas Sebelas Maret
- [14]. Lismalini. (2013). ”Penyelidikan Bidang Gelincir Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat”. *Skripsi tidak diterbitkan*. FMIPA UNP.