

## PENENTUAN KEDALAMAN BATUAN DASAR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS DENGAN MEMBANDINGKAN KONFIGURASI *DIPOLE-DIPOLE* DAN *WENNER* DI BUKIT APIT PUHUN KECAMATAN GUGUK PANJANG KOTA BUKITTINGGI

Harman Amir<sup>1</sup>, Akmam<sup>2</sup>, Bavitra<sup>3</sup>, Mia Azhari<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: harman\_unp@yahoo.com;  
akmamdb@fmipa.unp.ac.id

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: bavitra\_panai@yahoo.com;  
miaazhari31@yahoo.co.id

### ABSTRACT

Bukit Apit Puhun Bukittinggi area is located at Sianok fault zone. This area is potentially occur tectonic activity such as earthquakes. Tectonic activity could disturb the stability of the bedrock. The aim of this research was to determine the resistivity and to depth of basement bedrock in Bukit Apit Puhun Bukittinggi area. This research used Robust 2D inversion Geoelectrical data with Dipole-dipole configuration and Smoothness-Constraint Least Squares with Wenner configuration. The Data of this research were taken five track using ARES (Automatic Resistivitymeter). Each of data were processed and interpreted with using Robust 2D and Smoothness-Constraint Least Squares inversion. The result of this research showed that type of basement bedrock in Bukit Apit Puhun Guguk Panjang was an igneous groups, namely Andesite. Resistivity of Andesite bedrock were varies on the each track. The resistivity of Andesite was 345  $\Omega$  m – 39.039  $\Omega$  m. Depths of Andesite bedrock were varies, which generally more than 30 meters deepness at Bukit Apit Puhun Bukittinggi area.

**Keywords :** *Basement Rocks, Resistivity, Dipole-dipole, Wenner, Robust Inversion, Smoothness-Constraint Least Squares*

### PENDAHULUAN

Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi merupakan daerah yang terletak di jalur patahan Ngarai Sianok yang mempunyai tingkat resiko tinggi terjadi bencana gempabumi. Sumber gempabumi di Ngarai Sianok adalah patahan yang berada disepanjang daerah Ngarai Sianok. Patahan merupakan zona rekahan kerak bumi dimana bagian bumi di kedua sisi rekahan tersebut bergerak satu dengan yang lainnya. Patahan inilah nantinya akan menimbulkan sumber gempabumi<sup>[1]</sup>. Gempabumi yang dasyat akan mengakibatkan berubahnya susunan lapisan bumi<sup>[2]</sup>. Gempabumi diperkirakan dapat menyebabkan berubahnya struktur

batuan terutama batuan dasar dibawah permukaan bumi.

Batuan dasar memiliki peranan penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur pada suatu daerah. Jenis dan kedalaman batuan dasar di bawah permukaan bumi dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam membangun suatu infrastruktur. Keberadaan batuan dasar dapat dijadikan pedoman dalam konstruksi jalan raya dan bangunan<sup>[3]</sup>. Sifat batuan dasar yang memiliki tekstur keras, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemberian beban terhadap permukaan bumi akibat pembangunan infrastruktur di atas permukaannya.

Batuan dasar memiliki pondasi yang kuat bagi lapisan batuan yang ada di atasnya.

Batuan dasar adalah batuan yang tersingkap di sekitar gunung api dan sebagai alas dari jenis batuan yang dihasilkan oleh gunung api tersebut<sup>[4]</sup>. Batuan dasar sulit ditemukan pada daerah permukaan karena adanya proses pelapukan, sehingga singkapan batuan dasar tertutupi oleh tanah dan banyaknya vegetasi lain<sup>[5]</sup>. Batuan dasar umumnya menjadi dasar dan landasan batuan yang ada di atasnya.

Batuan dasar memiliki porositas dan permeabilitas yang sangat rendah. Rendahnya nilai porositas batuan dasar memungkinkan terjadinya porositas sekunder. Porositas sekunder yang terjadi pada batuan dasar dibagi atas 2, yaitu Porositas Tektonik dan *Dissolution Porosity*. Porositas Tektonik, yaitu berupa patahan, sesar dan sebagainya. *Dissolution Porosity* yaitu efek dari adanya pelarutan pada wilayah pelapukan<sup>[6]</sup>. Porositas adalah ukuran ruang kosong dalam suatu bahan, sedangkan permeabilitas adalah sifat suatu bahan untuk meloloskan air. Nilai porositas batuan dasar berkisar antara 0,1% – 1% dan nilai permeabilitas batuan dasar kecil dari 0,5% kecuali pada zona lapuk yaitu 5% – 10%<sup>[7]</sup>. Nilai porositas dan permeabilitas yang rendah menyebabkan batuan kurang memiliki pori dan kurang menyerap air sehingga arus listrik sedikit mengalir melalui batuan dasar.

Batuan dasar dapat berupa batuan beku, batuan sedimen maupun metamorf. Batuan beku adalah batuan yang terbentuk dari pembekuan magma cair dari dalam bumi<sup>[1]</sup>. Batuan sedimen adalah batuan yang terjadi karena pengendapan materi yang dialirkan oleh air, udara dan es sehingga terjadi perubahan fisik dan kimiawi. Batuan Metamorf merupakan batuan sedimen yang telah mengalami transformasi akibat adanya pengaruh perubahan suhu, tekanan, cairan atau gas aktif<sup>[8]</sup>. Batuan dasar merupakan batuan yang paling tua diantara batuan yang ada disekitar wilayahnya

Nilai tahanan jenis untuk batuan bervariasi. Secara umum berdasarkan harga tahanan jenis dalam menghantarkan arus

listrik, batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu : konduktor baik dengan harga tahanan jenis ( $10^{-8} \Omega\text{m} < \rho < 1 \Omega\text{m}$ ), semi konduktor memiliki harga tahanan jenis ( $1 \Omega\text{m} < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$ ), dan isolator ( $\rho > 10^7 \Omega\text{m}$ ). Batuan beku jenis *Andesite* memiliki nilai tahanan jenis  $170 - 4,5 \times 10^4$ <sup>[9]</sup>. Batuan beku dan batuan metamorf memiliki konduktivitas lebih kecil dibandingkan batuan sedimen.

Keberadaan dan jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi dapat diestimasi menggunakan metode Geolistrik Tahanan yang dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik kedalam permukaan bumi dan mengukur beda potensial yang ditimbulkan di permukaan bumi<sup>[10]</sup>. Tahanan jenis lapisan batuan bawah permukaan bumi dihitung dengan menggunakan hukum Ohm, maka nilai tahanan jenis dapat diidentifikasi batuan penyusun lapisan bawah permukaan bumi.

Tahanan jenis yang diperoleh dari pengukuran metode Geolistrik Tahanan Jenis merupakan tahanan jenis semu, dengan mengasumsikan bumi sebagai medium homogen dan isotropis. Tahanan jenis semu tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis medium, namun mencerminkan distribusi nilai tahanan jenis medium dengan Persamaan (1) di bawah adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity, ...a*)<sup>[11]</sup>. Tahanan jenis semu dilambangkan dengan  $\rho_a$ , dirumuskan pada Persamaan (1)

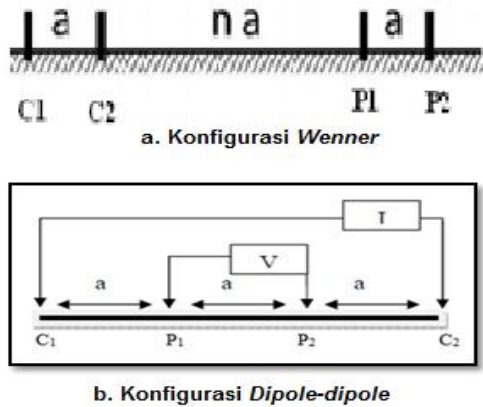
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

nilai K pada persamaan (1) adalah:

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

K merupakan faktor geometri yang merupakan susunan elektroda. Beberapa susunan elektroda yang digunakan dalam pengukuran resistivitas adalah konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*. Susunan elektroda pada konfigurasi *Dipole-dipole*

dan *Wenner* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Susunan Elektroda pada Konfigurasi *Dipole-dipole*<sup>[12]</sup> dan *Wenner*<sup>[13]</sup>.

Gambar 1 menunjukkan susunan pemasangan elektroda potensial pada pengukuran dengan metode Geolistrik. Pada konfigurasi *Dipole-dipole* Besar jarak  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ , dan  $r_4$  dari Gambar 1 adalah:

$$r_1 = na + a = a(n + 1); r_2 = na \quad (3a)$$

$$r_3 = 2a + na = a(n + 2); r_4 = na + a = a(n + 1)$$

Sedangkan pada konfigurasi *Wenner* untuk jarak

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

Persamaan (3) dan (4) masing-masing disubstitusikan ke Persamaan faktor Geometri pada Persamaan (2), dan setelah mendapatkan nilai K di substitusikan ke Persamaan (1), sehingga akan diperoleh nilai tahanan jenis semu untuk masing-masing konfigurasi. konfigurasi *Dipole-dipole* seperti Persamaan (5a) dan Konfigurasi *Wenner* pada Persamaan (5b).

$$\rho_a = \pi an(n + 1)(n + 2) \frac{\Delta V}{I} \quad (5a)$$

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

Konfigurasi *Dipole-dipole* memiliki kemampuan penetrasi 1/5 dari panjang lintasan. Selain itu, konfigurasi *Dipole-*

*dipole* merupakan konfigurasi yang paling teliti, terutama untuk mendeteksi struktur vertikal dan memiliki resolusi tertinggi yang memungkinkan untuk membedakan struktur yang terletak lebih dalam<sup>[14]</sup>. Konfigurasi *Wenner* mempunyai keunggulan dalam tingkat sensitivitas terhadap pengaruh nonhomogenitas benda di bawah permukaan bumi secara lateral dan memiliki resolusi vertikal yang bagus<sup>[15]</sup>. Keunggulan konfigurasi *Wenner* menyebabkan konfigurasi *Wenner* cocok di-gunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan di-bawah permukaan bumi pada setiap lapisan.

Data lapangan yang diperoleh saat pengukuran mengandung informasi mengenai sifat-sifat fisis batuan. Informasi batuan yang diperoleh dari data lapangan diinterpretasi menggunakan Metode inversi yang digunakan adalah metode inversi *Robust Constraint* pada konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Smoothness-Constraint Least Squares* Konfigurasi *Wenner*. Inversi *Robust* sangat baik digunakan dalam interpretasi daerah antar batas antar lapisan bawah permukaan bumi yang berbeda<sup>[16]</sup>. Namun inversi ini kurang sensitif terhadap *error* pengukuran yang besar dibandingkan dengan metode *Least Squares*<sup>[17]</sup>. Nilai *error* tersebut dapat diperkecil dengan *damping factor* yang tepat dalam pengolahan data, sehingga hasilnya lebih mendekati data yang sebenarnya.

Potensial pada model bumi berlapis dinyatakan dengan persamaan (6)<sup>[18]</sup>.

$$U(r) = \frac{I}{2\pi} \int_0^\infty T(\lambda) J_0(\lambda r) d\lambda \quad (6)$$

$U(r)$  adalah fungsi beda potensial terhadap lapisan per lapisan bawah permukaan bumi. Besarnya tahanan jenis semu akibat injeksi arus dapat dinyatakan dalam Persamaan (7)<sup>[19]</sup>.

$$\rho_a(s) = s^2 \int_0^\infty T(\lambda) J_0(\lambda r) \lambda d\lambda \quad (7)$$

dimana S adalah jarak elektroda arus. Fungsi transformasi tahanan jenis dinyatakan seperti Persamaan (8).

$$T(\lambda) = \int_0^{\infty} \frac{1}{s} \rho_a(s) J_0(\lambda r) ds \quad (8)$$

dimana  $T(\lambda)$  adalah fungsi transformasi dari tahanan jenis semu, juga merupakan fungsi yang bergantung pada parameter-parameter lapisan (tahanan jenis dan ketebalan).  $J_0(\lambda r)$  merupakan fungsi Bessel orde nol. Inversi *Robust* dinyatakan oleh Persamaan (9)<sup>[20]</sup>.

$$(J^T J + F_R) \Delta q = J^T R g - F_R q \quad (9)$$

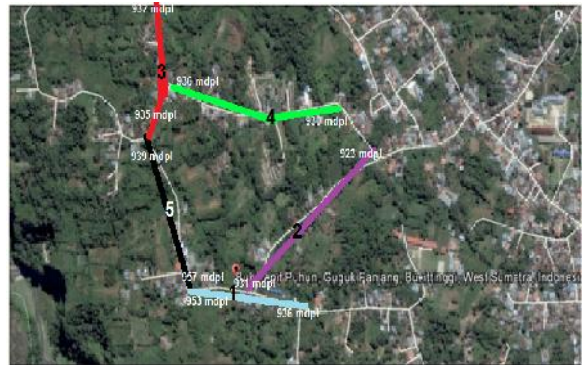
Data hasil pengukuran diinterpretasikan menggunakan Inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* dinyatakan oleh Persamaan (10)<sup>[20]</sup>.

$$(J^T J + \mu F) \Delta m_k = J^T d - \mu F r \quad (10)$$

dimana  $R_d$  adalah matriks untuk mempertajam batasan antar lapisan,  $J$  merupakan matrik Jacobian dari turunan parsial, adalah faktor damping,  $q$  adalah vektor perubahan parameter model dan  $g$  vektor *dispersi*. Vektor *dispersi*  $g$  merupakan perbedaan antara nilai-nilai tahanan jenis yang diukur dan yang dihitung. Besarnya vektor ini sering diberikan sebagai nilai RMS (*root mean-square*). Vektor perturbasi  $q$  adalah perubahan nilai tahanan jenis model yang dihitung.  $\mu$  merupakan faktor *damping* yang berfungsi untuk mempercepat proses konvergensi<sup>[11]</sup>.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bersifat deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan di Bukit Apit Puhun kecamatan Guguk Panjang kota Bukittinggi. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah kuat arus listrik ( $I$ ), beda potensial ( $V$ ) dan spasi jarak elektroda. Parameter yang dihitung pada penelitian ini adalah kedalaman batuan dasar dan tahanan jenis semu ( $a$ ). Lintasan yang tersebar di beberapa titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Lintasan Pengukuran.  
Sumber : (Google map)

Pada Gambar 2 pemilihan Lintasan 3 yang terpencil atau agak menyebar dengan keempat Lintasan yang lain disebabkan pada Lintasan ini masih sedikit dibangun infrastruktur jalan dan bangunan, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang keberadaan dan jenis batuan dasar. Informasi tersebut dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam membangun infrastruktur pada daerah kosong disekitar Lintasan ini.

Data yang didapatkan pada saat melakukan pengukuran tersimpan pada *ARES Main Unit*. Data yang diperoleh diinterpretasikan menggunakan metode inversi. Metode inversi dilakukan dengan bantuan program *Res2dinv*. *Res2dinv* merupakan suatu program komputer yang dapat menentukan penampang model 2D bawah permukaan bumi berdasarkan nilai tahanan jenis semu di sepanjang Lintasan pengukuran. Metode inversi yang digunakan adalah metode inversi *Robust Constraint* pada konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Smoothness-Constraint Least Squares* Konfigurasi *Wenner*.

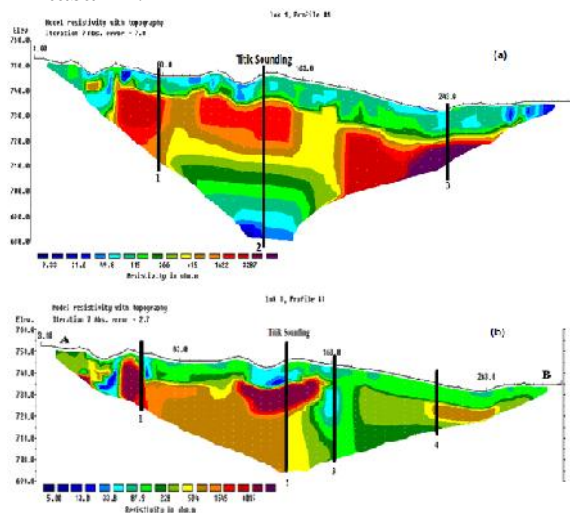
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

#### 1. Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang Lintasan 280 m, dimulai pada koordinat dari  $00^{\circ} 17' 55,9''$  LS dan  $100^{\circ} 25' 15,6''$  BT dengan ketinggian 936 mdpl sampai koordinat  $00^{\circ}$

17° 50,5" LS dan 100° 21' 21,06" BT dengan ketinggian 953 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 3 menunjukkan penampang model 2D Lintasan 1.



Gambar 3. Penampang Model 2D Lintasan 1 dengan Konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*

Berdasarkan Gambar 3a dapat dilihat penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 1 dengan kedalaman yang dicapai adalah 55,35 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 4,665 m – 4287 m dengan persentase kesalahan 7,8 % pada iterasi ke 7. Lintasan 1 memiliki standar deviasi 0,1 % dan 15,7 %. Lintasan 1 memiliki standar deviasi 15,7 % menunjukkan data yang sedikit kurang homogen. Namun standar deviasi pada penelitian ini termasuk pada tingkat kepercayaan tinggi dikarenakan nilai standar deviasi hasil penelitian yang kecil.

Pada Lintasan 1 batuan dasar diidentifikasi menggunakan 3 titik pengukuran sesuai penampang model 2D yang terdapat pada Gambar 3a. Titik pengukuran merupakan posisi elektroda yang menjadi acuan dalam menentukan jenis batuan penyusun bawah permukaan pada setiap Lintasan pengukuran. Titik 1 berada pada posisi elektroda 80,5 m. Pada titik ini terdapat lapisan batuan dasar jenis

*Andesite* dengan nilai tahanan jenis 440,5 m – 7598 m diduga terdapat pada kedalaman lebih dari 8,5 m. *Andesite* memiliki tahanan jenis berkisar antara 170 -  $4,5 \times 10^4$  [9]. Titik 2 berada pada posisi elektroda 140 m tepatnya pada titik *sounding*. Pada titik ini tidak terdapat batuan dasar, karena pada kedalaman lebih diduga terdapat jenis batuan sedimen lainnya. Titik 3 yang berada pada posisi elektroda 230 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 440,5 m – 7598 m terdapat pada kedalaman lebih dari 13,4 m.

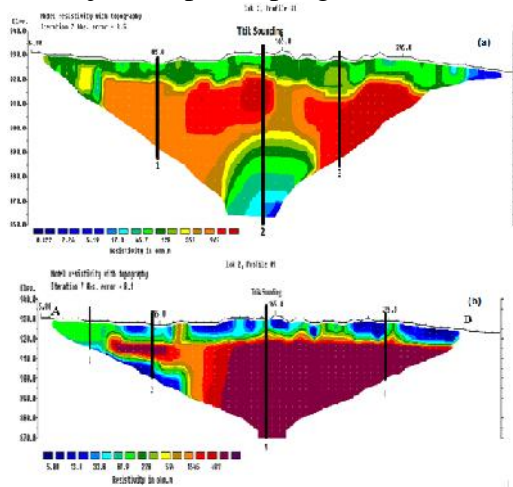
Gambar 3b memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan dengan kedalaman yang dicapai adalah 48,7 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,96 m – 39.039 m dengan persentase kesalahan 2,8 % pada iterasi ke 7. Batuan penyusun pada Lintasan 1 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 63 m, titik ini diidentifikasi memiliki 5 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, *Andesite* dan *Granite*. *Granite* terdapat pada kedalaman lebih dari 7,8 m.

*Sounding* utama berada pada jarak 140 m dari titik awal pengukuran. *Sounding* utama diidentifikasi memiliki 5 jenis lapisan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, *Andesite* dan *Granite*. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 11,7 m sampai 17,2 m. *Sounding* 3 yang berada pada jarak 164 m dan pada *Sounding* 4 yang berada pada jarak 232 m diduga juga tidak terdapat batuan jenis batuan dasar dan diidentifikasi memiliki 2 jenis batuan yaitu *Sandstone*, dan *Limestone*.

## 2. Lintasan 2

Lintasan 2 memiliki panjang Lintasan 315 m, dimulai pada koordinat 00° 17' 43,6" LS dan 100° 21' 18,4" BT dengan ketinggian 923 mdpl sampai koordinat 00° 17' 50,3" LS dan 100° 21' 11,5" BT dengan ketinggian 931 mdpl dengan

spasi elektroda 5 meter. Gambar 4a menunjukkan penampang 2D Lintasan 2.



Gambar 4. Penampang Model 2D Lintasan 2 dengan Konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*

Berdasarkan Gambar 4a dapat dilihat penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 2 dengan kedalaman yang dicapai adalah 63,5 m. Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 0,41 m – 1277 m dengan persentase kesalahan 8,5 % pada iterasi ke 7. Lintasan 2 memiliki standar deviasi 0,1 % dan 8,1 %.

Batuan dasar pada Lintasan 2 diidentifikasi dengan menggunakan 3 titik. Titik 1 berada pada posisi elektroda 85 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 352 m - 2645 m. Batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 9,9 m. *Andesite* memiliki tahanan jenis berkisar antara 170 -  $4,5 \times 10^4$  [19]. Titik 2 berada pada posisi elektroda 157,5 m tepatnya pada titik *sounding*. Pada titik ini tidak terdapat batuan dasar, karena pada kedalaman lebih diduga terdapat jenis batuan sedimen lainnya. Titik 3 yang berada pada posisi elektroda 237,5 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 13,6 m dengan nilai tahanan jenis 352 m - 2645 m.

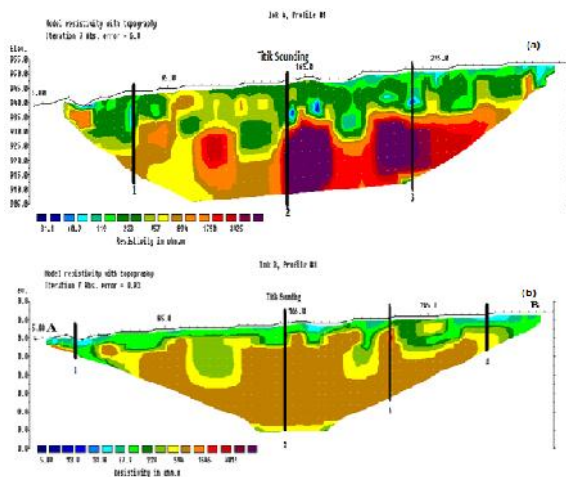
Gambar 4b menunjukkan penampang 2D menggunakan Konfigurasi *Wenner* Lintasan 2. Kedalaman yang dicapai Lintasan 2 adalah 53,9 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 2,36 m – 435.644 m dengan persentase kesalahan 8,1 % pada iterasi ke 7.

Batuan penyusun pada Lintasan 2 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 42 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 2 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, dan *Sandstone*, dan diduga tidak terdapat batuan dasar. *Sounding* 2 berada pada jarak 80 m dari titik awal pengukuran. Batuan dasar jenis *Andesit* dan *Granite* terdapat pada kedalaman lebih 11,8 m

*Sounding* utama berada pada jarak 157,5 m di-identifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 9,1 m sampai 10,5 m. *Sounding* 4 yang berada pada jarak 242 m di-identifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 10,4 m sampai 11,4 m dan diduga tidak terdapat batuan dasar karena terdapat batuan dasar jenis sedimen lainnya dibawah lapisannya.

### 3. Lintasan 3

Lintasan 3 memiliki panjang 315 m, dimulai pada koordinat  $00^{\circ} 17' 11,4''$  LS dan  $100^{\circ} 21' 12,8''$  BT dengan ketinggian 932 mdpl sampai koordinat  $00^{\circ} 28' 05,7''$  LS dan  $100^{\circ} 21' 47,9''$  BT dengan ketinggian 935 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 5 menunjukkan penampang 2D Lintasan 3.



Gambar 5. Penampang Model 2D Lintasan 3 dengan Konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*

Berdasarkan Gambar 5a dapat dilihat penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 3 dengan kedalaman yang dicapai adalah 41,5 m. Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 13,5 m – 6966 m dengan persentase kesalahan 6,9 % pada iterasi ke 7. Lintasan 3 memiliki standar deviasi 0,1 % dan 5,8 %.

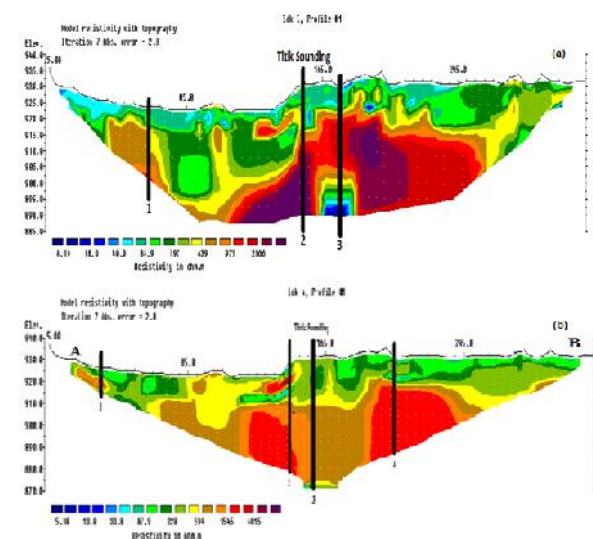
Batuan dasar pada Lintasan 3 diidentifikasi dengan menggunakan 3 titik. Titik 1 berada pada posisi elektroda 64 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 345 m – 6809 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 14 m. *Andesite* memiliki tahanan jenis berkisar antara 170 -  $4,5 \times 10^4$  [9]. Titik 2 berada pada posisi elektroda 157,5 m tepatnya pada titik *sounding*. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 14,1 m. Titik 3 yang berada pada posisi elektroda 227,5 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 13,5 m 345 m – 6809 m. Batuan dasar pada Lintasan umumnya terdapat pada kedalaman lebih dari 14 m.

Gambar 5b menunjukkan penampang 2D Lintasan 3. Batuan penyusun pada

Lintasan 3 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 30 m, titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Tidak terdapat batuan dasar pada lapisan ini. *Sounding* utama berada pada jarak 157,5 m dan *Sounding* 3 berada pada jarak 220 m dari titik awal pengukuran, diduga tidak terdapat batuan dasar. Titik ini diidentifikasi memiliki 2 jenis lapisan batuan yaitu *Sandstone*, dan *Limestone*.

#### 4. Lintasan 4

Lintasan 4 memiliki panjang 315 m, pada koordinat  $00^{\circ} 17' 20,2''$  LS dan  $100^{\circ} 21' 29,0''$  BT dengan ketinggian 930 mdpl sampai koordinat  $00^{\circ} 17' 55,9''$  LS dan  $100^{\circ} 21' 33,7''$  BT dengan ketinggian 949 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 6 menunjukkan penampang 2D Lintasan 4.



Gambar 6. Penampang Model 2D Lintasan 4 dengan Konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*

Berdasarkan Gambar 6a dapat dilihat penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 4 dengan kedalaman yang dicapai adalah 43 m. Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 4,05 m – 3176 m dengan persentase kesalahan 2,8 % pada iterasi ke 7. Lintasan 4 memiliki standar deviasi 0,1 % dan 4,6 %. Pada

Lintasan 4 identifikasi batuan dasar menggunakan 2 titik pengukuran yang berdekatan antara titik 2 dan 3. Titik 2 dan 3 dirancang berdekatan pada penampang model 2D Lintasan 4 dikarenakan pada titik 3 diduga terdapat jenis material titik yang berbeda dengan titik 2 dilihat dari kontras warna dan nilai tahanan jenis.

Batuan dasar pada Lintasan 4 diidentifikasi dengan menggunakan 3 titik. Titik 1 berada pada posisi elektroda 62,5 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 9,46 m dengan nilai tahanan jenis 439 m - 4811 m. Titik 2 berada pada posisi elektroda 157,5 m tepatnya pada titik *sounding*. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 7,46 m dengan nilai tahanan jenis 439 m - 4811 m. Titik 3 yang berada pada posisi elektroda 170 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 12,9 m sampai 30,8 m dengan ketebalan 17,9 m. Batuan *Andesite* pada titik bukan termasuk kedalam batuan dasar, karena pada lapisan yang lebih dalam ditemukan jenis batuan seperti, seperti *Sandstone* dan *Limestone*.

Gambar 6b menunjukkan penampang 2D Lintasan 4. Kedalaman yang dicapai pada Lintasan 4 adalah 57,93 m. Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 21,22 m sampai 7.790,6 m dengan persentase kesalahan 2,8 % pada iterasi ke 7.

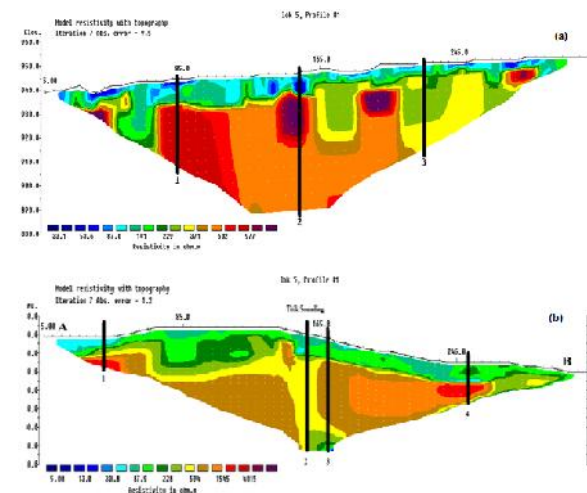
Batuan penyusun pada Lintasan 4 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 35 m, titik ini diidentifikasi memiliki 3 jenis lapisan batuan yaitu *Sandstone*, *Limestone* dan *Andesite*. *Andesite* terdapat pada kedalaman 6,4 m sampai 9,1 m.

*Sounding* 2 berada pada jarak 145 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone* dan *Andesite*. *Andesite* terdapat pada kedalaman

4,7 m sampai 5,3 m, pada kedalaman 7,9 m sampai 9,1 m dan pada kedalaman 19,9 m sampai 49,7 m. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 5,3 m sampai kedalaman 7,9 m. Pada *Sounding* utama dan *Sounding* 4 yang berada pada jarak 205 m berada pada jarak 157,5 m diidentifikasi tidak terdapat batuan dasar

## 5. Lintasan 5

Lintasan 5 memiliki panjang 315 m, pada koordinat  $00^{\circ} 17' 39,7''$  LS dan  $100^{\circ} 21' 01,8''$  BT dengan ketinggian 939 mdpl sampai koordinat  $00^{\circ} 17' 49,2''$  LS dan  $100^{\circ} 21' 05,1''$  BT dengan ketinggian 957 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 7 menunjukkan penampang 2D Lintasan 5.



Gambar 7. Penampang Model 2D Lintasan 5 dengan Konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*

Berdasarkan Gambar 7a dapat dilihat penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 5 dengan kedalaman yang dicapai adalah 53 m. Lintasan 5 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 16,5 m - 1585 m dengan persentase kesalahan 9,5 % pada iterasi ke 7. Lintasan 5 memiliki standar deviasi 0,1 % dan 0,2 %.

Terdapat 3 titik untuk mengidentifikasi jenis batuan pada Lintasan 5. Titik 1 berada pada posisi elektroda 85 m. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman



lebih dari 8,4 m dengan nilai tahanan jenis 486,5 m - 1585 m. Titik 2 berada pada posisi elektroda 157,5 m tepatnya pada titik *sounding*. Lapisan terakhir diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 8,9 m. Titik 3 yang berada pada posisi elektroda 220 m. Pada titik 3 tidak terdapat batuan dasar, karena pada kedalaman lebih diduga terdapat jenis batuan sedimen.

Gambar 7b menunjukkan penampang 2D Lintasan 5. Kedalaman yang dicapai Lintasan 5 adalah 47,93 m. Lintasan 5 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,41 m - 2.027,7 m dengan persentase kesalahan 1,2 % pada iterasi ke 7.

Batuan penyusun pada Lintasan 5 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding*1 berada pada jarak 40 m, titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Batuan dasar jenis andesite *Andesite* terdapat pada kedalaman lebih dari 9,2 m.

*Sounding* utama berada pada jarak 157,5 m dan *Sounding* 3 yang berada pada jarak 170 m dari titik awal pengukuran, diduga tidak terdapat batuan dasar pada titik ini. *Sounding* 4 yang berada pada jarak 252 m di-identifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. *Andesite* terdapat pada kedalaman 12,8 m sampai 22,3 m.

## B. Pembahasan

Interpretasi data dilakukan menggunakan metode inversi *Robust 2-D* data Geolistrik konfigurasi *Dipole-dipole* dan metode inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* data Geolistrik konfigurasi *Wenner*

Identifikasi jenis batuan dasar pada kelima Lintasan pengukuran didapatkan berdasarkan harga nilai tahanan jenis dari hasil pengukuran dan Tabel tahanan jenis. Kedalaman batuan dasar didapatkan berdasarkan identifikasi dari penampang model 2D pada masing-masing Lintasan

pengukuran. Pada penampang model 2D terdapat variasi warna yang menunjukkan harga tahanan jenis untuk mengidentifikasi jenis batuan. Pada penampang model 2D dapat dihitung kedalaman batuan dasar sesuai batasan warna yang telah diidentifikasi.

Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 4,665 m - 7598 m dengan persentase kesalahan 7,8 % untuk konfigurasi *Dipole-dipole* dan 9,96 m - 39.039 m dengan persentase kesalahan 2,7 % untuk konfigurasi *Wenner*. Berdasarkan hasil interpretasi data pengukuran, telah diduga batuan dasar dari beberapa titik daerah dekat permukaan bumi disusun oleh lapisan batuan. Titik 1 dan 3 pada Lintasan 1 diduga adanya batuan dasar jenis *Andesite* dengan menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole*. Lapisan batuan *Andesite* yang paling dekat dengan permukaan bumi terdapat pada titik 1 berada pada jarak 80,5 m pada kedalaman lebih dari 8,5 m. Titik 3 pada jarak 230 m terdapat batuan *Andesite* pada kedalaman lebih dari 23,4 m. Pada konfigurasi *Wenner* batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada titik 80,5 m dengan kedalaman lebih dari 7,3 m.

Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 0,41 m - 6809 m dengan persentase kesalahan 8,5 % untuk konfigurasi *Dipole-dipole* dan 2,36 m - 435,644 m dengan persentase kesalahan 8,1 % untuk konfigurasi *Wenner*. Pada konfigurasi *Dipole-dipole*, batuan dasar jenis *Andesite* ditemukan pada titik 85 m dengan kedalaman lebih dari 9,9 m dan pada titik 237,5 m dengan kedalaman lebih dari 13,6 m. Pada konfigurasi *Wenner* batuan dasar jenis *Andesite* dengan kedalaman lebih dari 11,8 m terdapat pada titik 85 m. Sedangkan pada titik 237,5 m tidak ditemukan adanya batuan dasar.

Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 13,5 m - 6966 m dengan persentase kesalahan 6,9 % untuk konfigurasi *Dipole-dipole* dan 36,1 m - 2.527,9 m dengan persentase kesalahan adalah 0,93 % untuk konfigurasi *Wenner*.

Berdasarkan hasil interpretasi data pengukuran, Batuan dasar terdapat pada 3 titik yaitu pada 64 m, 157,5 m, dan 227,5 m dengan kedalaman rata-rata lebih dari 13,5 m. Sedangkan pada lintasan ini, tidak ditemukan batuan dasar untuk konfigurasi *Wenner*.

Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 4,05 m – 4811 m dengan persentase kesalahan 2,8 % untuk konfigurasi *Dipole-dipole* dan 21,22 m – 7.790,6 m dengan persentase kesalahan 2,8 %. untuk konfigurasi *Wenner*. Berdasarkan hasil interpretasi data pengukuran, Batuan dasar terdapat pada 2 titik yaitu pada 62,5 m dan 157,5 m dengan kedalaman lebih dari 19,46 m dan 17,46 m. Sedangkan pada lintasan ini, Batuan dasar juga tidak ditemukan untuk konfigurasi *Wenner*.

Lintasan 5 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 16,5 m – 1585 m dengan persentase kesalahan 9,5 % untuk konfigurasi *Dipole-dipole* dan 9,41 m – 2.207,7 m dengan persentase kesalahan 1,2 % untuk konfigurasi *Wenner*. Lapisan batuan *Andesite* yang paling dekat dengan permukaan bumi terdapat pada titik 1 pada jarak 85 m pada kedalaman lebih dari 8,4 m. Titik 2 pada jarak 157,5 m pada kedalaman lebih dari 8,9 m. Titik 1 dan 2 diduga terdapat batuan dasar jenis *Andesite*. Pada konfigurasi *Wenner* batuan dasar jenis *Andesite* terdapat pada titik 85 m dengan kedalaman lebih dari 9,2 m. Analisis identifikasi batuan dasar pada setiap Lintasan ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa rentang nilai tahanan jenis batuan pada tiap Lintasan hampir mendekati sama dengan didapatkan penetrasi kedalaman yang bervariasi. Letak batuan dasar jenis *Andesite* yang paling dangkal terdapat pada Lintasan 1 untuk konfigurasi *Wenner* dengan kedalaman lebih dari 7,3 m di titik pengukuran 80,5 m dengan nilai tahanan jenis 9,96 m – 39.039 m dan letak batuan dasar jenis *Andesite* yang paling dalam terdapat pada Lintasan 1 dengan

kedalaman lebih dari 23,4 m untuk konfigurasi *Dipole-dipole* di titik pengukuran 170 m dengan nilai tahanan jenis 440,5 m – 7598 m. Keberadaan batuan dasar ini sangat berguna sebagai acuan dalam pembangunan infrastruktur di daerah tempat melakukan pengukuran.

Tabel 1. Nilai Tahanan Jenis dan Kedalaman Batuan Dasar *Andesite* dan pada tiap Lintasan pengukuran dengan Konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Wenner*.

Lintasan	Titik Pengukuran (m)	Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i>		Konfigurasi <i>Wenner</i>	
		Tahanan Jenis (Ωm)	Kedalaman (m)	Tahanan Jenis (Ωm)	Kedalaman (m)
1	80,5	440,5 – 7598	Lebih dari 8,5	9,96 – 39.039	Lebih dari 7,3
	170		Lebih dari 23,4		Tidak terdapat batuan dasar
2	85	352 – 6809	Lebih dari 9,9	2,36 – 435.544	Lebih dari 11,5
	237,5		Lebih dari 13,6		Tidak terdapat batuan dasar
3	64	345 – 6809,2	Lebih dari 14	36,1 – 2.527,9	Tidak terdapat batuan dasar
	157,5		Lebih dari 14,1		
	227,5		Lebih dari 13,5		
4	62,5	430 – 4811	Lebih dari 19,46	21,22 – 7.790,6	Tidak terdapat batuan dasar
	157,5		Lebih dari 17,46		
5	85	436,5 – 1585	Lebih dari 8,4	9,41 – 2.027,7	Lebih dari 9,2
	157,5		Lebih dari 8,9		Tidak terdapat batuan dasar

Hasil Interpretasi menunjukkan bahwa batuan dasar di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi memiliki nilai tahanan jenis yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 352 m – 7598 m. Nilai tahanan jenis yang cukup besar disebabkan batuan dasar memiliki nilai porositas dan permeabilitas yang rendah. Nilai porositas dan permeabilitas yang rendah menyebabkan arus listrik sulit mengalir kedalam batuan karena kandungan air yang dimiliki batuan dasar sangat sedikit bahkan tidak ada. Umumnya batuan dasar pada daerah penelitian ini diduga berada pada kedalaman lebih dari 13 m. Batuan dasar tersebut menjadi lapisan-lapisan batuan yang berada di atasnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Batuan dasar pada lintasan pengukuran ditemukan pada setiap lintasan pengukuran dengan tahanan jenis berbeda. Batuan dasar tersebut diinterpretasikan sebagai *Andesite*. Berdasarkan hasil pengukuran nilai tahanan jenis batuan *Andesite* pada kelima lintasan pengukuran berkisar antara 345 m – 39.039 m.
2. Kedalaman batuan dasar pada setiap lintasan berbeda. Letak batuan dasar jenis *Andesite* yang paling dalam terdapat pada Lintasan 1 dengan kedalaman lebih dari 23,4 m untuk konfigurasi *Dipole-dipole* di titik pengukuran 170 m dengan nilai tahanan jenis 440,5 m – 7598 m dan letak batuan dasar jenis *Andesite* yang paling dangkal terdapat pada Lintasan 1 untuk konfigurasi *Wenner* dengan kedalaman lebih dari 7,3 m di titik pengukuran 80,5 m dengan nilai tahanan jenis 9,96 m – 39.039 m.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2014 dengan judul Analisis Aquifer Desa Bugek Menggunakan Metode Inversi *Least Square* Getanis Untuk Mengatasi Krisis Air Bersih di Kecamatan Gupan Kota Bukittinggi. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir dan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Natawidjaja, Danny Hilman. 2008. Pedomannya Analisis Bahaya dan Risiko Bencana Gempabumi. Dipersiapkan untuk BNPB /SCDRR.
- [2]. Munir, Moch. 1995. *Geologi dan Mineralogi Tanah*. Malang: Pustaka Jaya.
- [3]. Rafferty, John.P 2012. *Geological Sains*. New York: Britannica Educational Publishing.
- [4]. Samodra, Hanang. 2008. "Geologi Batuan Dasar Gunung Ciremai Jawa Barat". *Jurnal Geologi Indonesia* 4(5). Hlm. 279-287.
- [5]. Nukdin, Ernita. 2012. "Geologi dan Studi Pengaruh Batuan Dasar terhadap Deposit Nikel Laterit Daerah Taringgo Kecamatan Pomalaa, kabupaten Kolaka Propinsi Sulawesi Tenggara". *Jurnal. Ilmiah MTG*, Vol.8, No.2, Juli 2012. Hlm. 99-109.
- [6]. Sircar, Anirbid. (2004). "Hydrocarbon Production from Fractured Basement Formations". *Jurnal. Current Science*. Vol.87. No.2. Hlm 147-151.
- [7]. Gutmanis, Jon. (2010). "Hydrocarbon Production From Fractured Basement Formation". *Jurnal. Geoscience Limited Versi 9*. Hlm. 1-40.
- [8]. Hanifah, Kemas Ali. 2010. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada: Jakarta. Price, Monica & Kevin Walsh. 2005. *Pocket Nature Rocks and Minerals*. London: Dorling Kindersley.
- [9]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics*. USA : Cambridge University Press.
- [10]. Nisa, Khoirun dkk. 2012. "Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Zona Intrusi Air laut di Kecamatan Genuk Semarang". *Berkala Fisika*. Vol. 15, No.1, Januari 2012. Hlm 7-14.
- [11]. 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.
- [12]. Marescot, Laurent. (2009). *Electrical Surveying*. Swiss: University of Fribourg.

- [13]. Sharma, P.V. 1997. Environmental and Engineering Geophysics. Cambridge University Press, United Kingdom.
- [14]. GF Instruments. 2007. *Short Guide for Resistivity Imaging*. Jecna: Geophysical Equipment and Services.
- [15]. Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [16]. Gubbins, David. 2004. *Time Series Analysis dan Inverse Theory for Geophysicists*. New York : The Press Syndicate of the University of Cambridge.
- [17]. Guitton, Antoine. Symes, William. (2003). "Robust Inversion of Seismic Data Using the Huber Norm". *Jurnal. Geophysics* Vol 68. No 4 July-August 2003. Hlm. 1310-1319.
- [18]. Dobrin, Milton B, Salvit Carl H. 1998. *Introduction to Geophysical Prospecting*. Singapore : McGraw-Hill Internasional editions
- [19]. Israil et al. 2004. "Determining Sharp layer Boundaries From Straightforward Inversion of Resistivity Sounding Data". *Jurnal. J.Ind.Geophys. Union*. Vol.8, No.2, pp. 125 – 133.
- [20]. Loke, M. H. 2004. 2-D and 3-D electrical imaging surveys. G