

ANALISIS JENIS BATUAN MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER DI BUKIT APIT PUHUN KECAMATAN GUGUK PANJANG KOTA BUKITTINGGI

Mia Azhari¹⁾, Akmam²⁾, Mahrizal²⁾

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang
miaazhari31@yahoo.co.id

ABSTRACT

Bukit apit puhun located in West Sumatera traversed by active segment of Sumatera named Sianok Segment. This condition cause Bukit Apit Puhun prone to earthquake. Earthquake caused the layer composition of earth changed. Based on this condition, rock structure research in Bukit Apit Puhun must be done. The research is basic research descriptively. Exploration was collected by resistivity Geoelectrical method Wenner configuration. Wenner configuration had a good vertical resolution and suitable for mapping rocks structure. The interpretation of the data was used Smoothness-Constraint Least Squares inversion to get resistivity and depth of rocks in 2D model cross section below the earth surface. Result of this research indicated the type of rocks in Bukit Apit Puhun were Clay, Sandstone, Limestone, Andesite, and Granite. Total distribution area of rocks that build Bukit Apit Puhun in five track that is Clay consists of 6.452,48 m², Sandstone 16.988,28 m², Limestone 40.661,39 m², Andesite 8.951,72 m², and Granite 7.919,08 m². Based on this calculation, was found that Bukit Apit Puhun dominated by Limestone.

Keywords : Rock Structure, Resistivity Geoelectrical, Wenner

PENDAHULUAN

Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi merupakan daerah yang tumbuh dan berkembang di segmen patahan aktif Sumatera yaitu Segmen Sianok. Kondisi ini menyebabkan secara alamiah Kota Bukittinggi menghadapi bahaya gempa bumi. Guncangan akibat gempa bumi dapat mengakibatkan kerusakan dan berubahnya susunan lapisan bumi^[1]. Berdasarkan hal tersebut struktur batuan penyusun lapisan bawah permukaan bumi dapat berubah akibat gempa bumi.

Bukit Apit Puhun merupakan daerah pemukiman penduduk dengan luas wilayah sekitar 6.931 km² dan jumlah penduduk 38.510 jiwa. Bukit Apit Puhun juga merupakan daerah wisata yang ramai dikunjungi wisatawan yang berasal dari dalam maupun luar negeri. Berdasarkan kondisi daerah, perlu dilakukan penelitian mengenai jenis batuan dan sebaran batuan penyusun geologi Bukit Apit Puhun.

Penelitian mengenai batuan dasar dan investigasi *aquifer* telah dilakukan di Bukit Apit Puhun menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole*^[2] dan *Schlumberger*^[3]. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya secara tidak langsung telah mengidentifikasi jenis batuan yang ada di Bukit Apit Puhun. Hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya masih memiliki kekurangan dari segi resolusi data yang diperoleh.

Konfigurasi *Dipole-dipole* kurang baik untuk menentukan resolusi secara vertikal namun memiliki penetrasi terhadap kedalaman yang bagus^[4]. Kondisi ini menyebabkan konfigurasi *Dipole-dipole* cocok digunakan untuk penyelidikan batuan dasar, namun kurang cocok digunakan dalam pemetaan jenis

batuan karena tidak memiliki resolusi vertikal yang bagus. Konfigurasi *Schlumberger* kurang akurat dalam tingkat sensitivitas terhadap pengaruh ketidakhomogenan material di bawah permukaan bumi secara lateral^[4]. Hal ini menyebabkan konfigurasi *Schlumberger* kurang cocok digunakan untuk mengidentifikasi sebaran jenis batuan.

Batuan merupakan material yang mengandung satu atau beberapa mineral yang berbentuk padatan. Batuan yang terbentuk akibat pendinginan magma di bawah maupun di atas permukaan bumi adalah batuan beku. Pada awalnya seluruh bagian luar dari bumi ini terdiri dari Batuan Beku^[5]. Secara umum batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu Batuan Beku, Batuan Sedimen, dan Batuan Metamorf. Proses perubahan dari satu kelompok batuan ke kelompok batuan lainnya disebut siklus batuan.

Berdasarkan daya hantar dan daya hambat yang dimilikinya material dibedakan menjadi 3 jenis, konduktor memiliki nilai tahanan jenis kecil yaitu ($10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$), semikonduktor memiliki nilai tahanan jenis ($1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$), dan isolator memiliki nilai tahanan jenis besar ($\rho > 10^7 \Omega\text{m}$). Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuannya dalam menghambat aliran arus listrik. Tahanan jenis batuan dipengaruhi oleh kehadiran air tanah yang bertindak sebagai elektrolit, terutama pada sedimen berpori^[6]. Tabel 1 menunjukkan nilai tahanan jenis batuan beku dan batuan metamorf, sedangkan Tabel 2 menunjukkan nilai tahanan jenis batuan sedimen.

Tabel 1. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Metamorf^[7]

Batuan	Tahanan Jenis (Ωm)
--------	------------------------------------

Granite	$3 \times 10^2 - 10^6$
Granite porphyry	$4,5 \times 10^3$ (basah) – $1,3 \times 10^6$ (kering)
Feldspar porphyry	4×10^3 (basah)
Albite	3×10^2 (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
Diorite	$10^4 - 10^5$
Diorite porphyry	$1,9 \times 10^3$ (basah) – $2,8 \times 10^4$ (kering)
Porphyrite	$10 - 5 \times 10^4$ (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
Carbonatized porphyry	$2,5 \times 10^3$ (basah) – 6×10^4 (kering)
Quartz diorite	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (basah) – $1,8 \times 10^5$ (kering)
Porphyry (various)	60×10^4
Dacite	2×10^4 (basah)
Andesite	$4,5 \times 10^4$ (basah) – $1,7 \times 10^2$ (kering)
Diabase porphyry	10^3 (basah) – $1,7 \times 10^5$ (kering)
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^4$
Gabbro	$10^3 - 10^6$
Basalt	$10 - 1,3 \times 10^7$ (kering)
Peridotite	3×10^3 (basah) – $6,5 \times 10^3$ (kering)
Hornfels	8×10^3 (basah) – 6×10^4 (kering)
Schists	$20 - 10^4$
Tulst	2×10^3 (basah) – 10^5 (kering)
Graphite schists	$10 - 10^2$
Slate (various)	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Gneiss (various)	$6,8 \times 10^4$ (basah) – 3×10^5 (kering)
Marmer	$10^2 - 2,5 \times 10^8$ (kering)
Skarn	$2,5 \times 10^2$ (basah) – $2,5 \times 10^8$ (kering)
Quartzites (various)	$10 - 2 \times 10^9$

Tabel 2. Tahanan Jenis Batuan Sedimen^[7]

Batuan	Tahanan jenis (Ωm)
Consolidated shales (serpihan gabungan)	$20 - 2 \times 10^3$
Argillites	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates (Konglomerat)	$2 \times 10^3 - 10^4$
Sandstones (Batu pasir)	$1 - 6,4 \times 10^3$
Limestones (batu gamping)	$50 - 10^7$
Dolomite	$3,5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidated wet clay	20
Marls	3 – 70
Clay (lempung)	1 – 100
Alluvium and sands	10 – 800
Oil sands	4 – 800

Jenis dan sebaran batuan diidentifikasi menggunakan metoda Geolistrik Tahanan Jenis. Prinsip kerja metode Geolistrik tahanan jenis adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan mengukur beda potensial listrik yang ditimbulkan melalui dua buah elektroda potensial. Berdasarkan hasil pengukuran arus listrik dan beda potensial akan dihitung nilai tahanan jenis pada 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. Tahanan jenis semu dilambangkan dengan ρ_a , dirumuskan pada Persamaan (1)

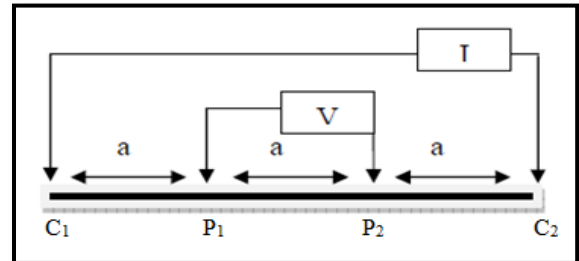
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

nilai K pada persamaan (1) adalah:

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

K adalah faktor geometri yang merupakan susunan elektroda, yang harganya berubah sesuai dengan perubahan jarak spasi antara elektroda-elektroda.

Salah satu susunan elektroda yang umum digunakan dalam pengukuran resistivitas adalah konfigurasi Wenner. Susunan elektroda konfigurasi Wenner dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner^[8]

Gambar 1 menunjukkan susunan elektroda Konfigurasi Wenner. Konfigurasi Wenner memiliki jarak antar elektroda yang sama. Berdasarkan jarak spasi elektroda maka diperoleh faktor geometri Konfigurasi Wenner adalah:

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)} \quad (3)$$

karena $r_1 = a$, $r_2 = 2a$, $r_3 = 2a$, dan $r_4 = a$, maka:

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

dengan demikian persamaan (1) dapat di tulis:

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

Konfigurasi Wenner mempunyai keunggulan dalam tingkat sensitivitas terhadap pengaruh nonhomogenitas benda di bawah permukaan bumi secara lateral dan memiliki resolusi vertikal yang bagus^[4]. Keunggulan konfigurasi Wenner menyebabkan konfigurasi Wenner cocok digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan di bawah permukaan bumi pada setiap lapisan.

Data lapangan yang diperoleh pada saat pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis mengandung informasi mengenai sifat fisis batuan. Harga parameter dari sifat fisis batuan didapatkan melalui persamaan matematika, salah satunya menggunakan metode inversi. Metode inversi yang digunakan dalam pengolahan data lapangan adalah metode inversi Smoothness-Constraint Least Squares. Inversi Smoothness-Constraint Least Squares merupakan metode inversi yang dapat meminimalkan perbedaan antara data lapangan dan model yang diprediksi melalui permodelan 2D dan cenderung menghasilkan suatu model dengan variasi-variasi nilai resistivitas yang smooth. Optimasi inversi dilakukan dengan meminimalisasi perbedaan antara nilai resistivitas semu yang dihitung dan diukur dengan menyesuaikan resistivitas model blok^[9].

Potensial pada lapisan permukaan bumi ($z=0$) dengan jarak x dari elektroda arus dapat dirumuskan pada Persamaan (6)^[10].

$$V(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty T_1(\lambda) J_0(\lambda x) d\lambda \quad (6)$$

$J_0(\lambda x)$ adalah fungsi Bessel orde nol, $T_1(\lambda)$ merupakan fungsi perubahan resistivitas, serta λ adalah variabel integral. Perubahan resistivitas $T_1(\lambda)$ untuk mendapatkan fungsi Kernal seperti Persamaan (7)^[11]

$$T_1(\lambda) = \rho_i [1 + 2K_i(\lambda)] \quad (7)$$

Nilai resistivitas model dalam bentuk diskrit dapat dirumuskan seperti Persamaan (8)^[12]

$$\rho_a(s) = \sum_{j=0}^\infty T_{1j} G_j^{(2)}(s) \quad (8)$$

Persamaan (8) memperlihatkan hubungan antara tahanan jenis semu ρ_a dengan parameter model (ρ_k , h_k) sangat tidak linear, sehingga untuk mengestimasi tahanan jenis semu menjadi tahanan jenis sesungguhnya dibutuhkan solusi inversi non-linear.

Data hasil pengukuran diinterpretasikan menggunakan Inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* dinyatakan oleh Persamaan (9)^[13].

$$(J^T J + \mu F) \Delta m_k = J^T d - \mu F r \quad (9)$$

dimana F merupakan filter vertikal dan horizontal, J dan J^T merupakan matriks Jacobian dan transposnya, d merupakan vector ketidakcocokan hasil pengukuran dan model, Δm_k merupakan vektor gangguan model dari hasil pengukuran, r adalah vector yang mengandung logaritma dan nilai resistivitas model, μ merupakan faktor *damping* yang berfungsi untuk mempercepat proses konvergensi^[14].

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 (ρ_a). Pengukuran dilakukan menggunakan metoda inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* Konfigurasi Wenner.

Penelitian ini menggunakan lima Lintasan yang tersebar di beberapa titik pengukuran pada Gambar 2. Data pengukuran secara otomatis telah tersimpan pada ARES *main unit* berupa kuat arus, beda potensial, dan tahanan jenis semu. Tahanan jenis semu yang didapat saat pengukuran tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis dari suatu medium, namun mencerminkan distribusi nilai

tahanan jenis medium tersebut. Tahanan jenis semu diinterpretasikan untuk mendapatkan tahanan Jenis.



Gambar 2. Desain Lintasan Pengukuran.

Data diinterpretasikan menggunakan inversi *Smoothness-Constraint Least Squares*. Hal ini bertujuan untuk memperoleh nilai dari sifat fisis batuan yang didapatkan saat pengukuran. Interpretasi data menghasilkan nilai tahanan jenis yang sebenarnya dan kedalaman dalam bentuk penampang model 2D bawah permukaan bumi. Untuk meminimalkan error saat pengukuran, dibutuhkan nilai *damping factor* yang tepat. *Damping factor* yang digunakan pada pengolahan data ini adalah 0.001 yang diperoleh berdasarkan nilai koefisien Determinasi mendekati 1. Koefisien determinasi diperoleh dengan menentukan korelasi antara nilai tahanan jenis semu terhadap kedalaman dengan melihat kekuatan hubungan antara kedua variabel tersebut. Hasil pengolahan data menggunakan *software Res2dinv* disimpan dalam format MDLine_modres.dat. Luas sebaran jenis batuan diperoleh menggunakan *Grade Node Editor* pada *Surfer 11*. Pendekatan luas yang diperoleh dapat memberikan informasi mengenai luas sebaran batuan yang akan diidentifikasi

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

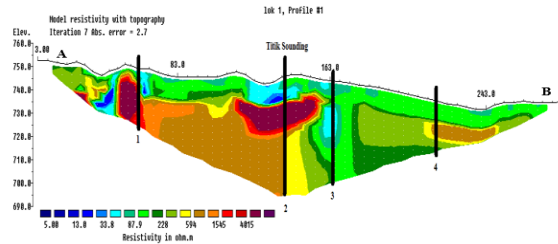
A. Hasil

1. Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang Lintasan 280 m, dimulai pada koordinat $00^{\circ} 17' 55,9''$ LS dan $100^{\circ} 25' 15,6''$ BT dengan ketinggian 953 mdpl sampai koordinat $00^{\circ} 17' 50,5''$ LS dan $100^{\circ} 21' 21,06''$ BT dengan ketinggian 936 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 3 menunjukkan penampang model 2D Lintasan 1.

Gambar 3 memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 1 dengan kedalaman yang dicapai adalah 48,7 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,96 Ωm – 39.039 Ωm 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*. *Clay*

terdapat pada permukaan sampai kedalaman 1,3 m. *Sandstone* terdapat pada kedalaman 1,3 m sampai kedalaman 3,9 m. *Limestone* pada kedalaman 3,9 m sampai kedalaman 6,4 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman 6,4 m sampai kedalaman 7,8 m dan pada kedalaman 17,1 m sampai kedalaman 21,3 m dengan ketebalan 4,2 m. *Granite* terdapat pada kedalaman 7,8 m sampai kedalaman 17,1 m dengan ketebalan Lintasan 1 adalah 9,3 m.



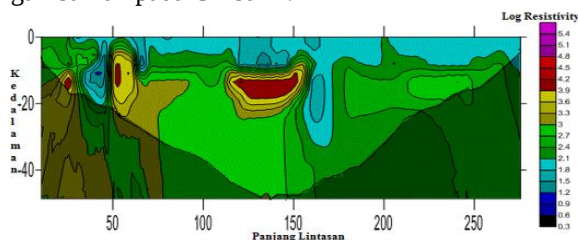
Gambar 3. Penampang Model 2D Lintasan 1

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*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 5,2 m dan pada kedalaman 9,8 m sampai 10,8 m. *Clay* terdapat pada kedalaman 5,2 m sampai 9,8 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman 11,5 m sampai 11,7 m dan pada kedalaman 17,2 m sampai kedalaman 22,6 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 10,8 m sampai 11,5 m dan pada kedalaman 22,6 m sampai 48,7 m. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 11,7 m sampai 17,2 m.

Sounding 3 yang berada pada jarak 164 m diidentifikasi memiliki 2 jenis batuan yaitu *Clay*, dan *Sandstone*. Lapisan *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 11,7 m dan pada kedalaman 23,5 m sampai kedalaman 42,7 m. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 11,7 m sampai pada kedalaman 23,5 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 232 m diidentifikasi memiliki 2 jenis batuan yaitu *Sandstone*, dan *Limestone*. Lapisan *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 9,1 m dan pada kedalaman 22,2 m sampai kedalaman 25,4 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 9,1 m sampai pada kedalaman 22,2 m.

Luas sebaran batuan pada Lintasan 1 digambarkan pada Gambar 4.

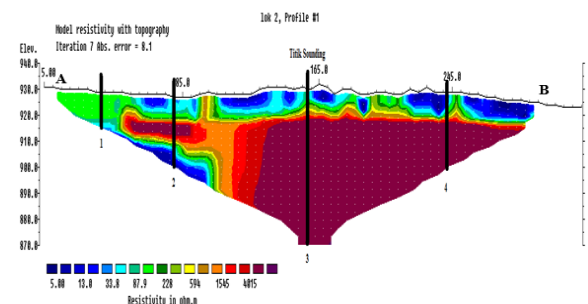


Gambar 4. Penampang Model 2D Lintasan 1 pada Program Surfer

Hasil pengolahan data memperoleh luas sebaran *Clay* pada Lintasan 1 sebanyak 391.5 m² atau 5,45 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* Lintasan 1 adalah 0,9 sampai 1,8. *Sandstone* sebanyak 2278.4 m² atau 31,76 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,8 sampai 2,2. *Limestone* sebanyak 4.079,7 m² atau 54,87 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 2,2 sampai 3. *Andesite* pada sebanyak 245,7 m² atau 3,42 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 3,6. *Granite* sebanyak 178,2 m² atau 2,50 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 3,6.

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 5 menunjukkan penampang 2D Lintasan 2.



Gambar 5. Penampang Model 2D Lintasan 2

Kedalaman yang dicapai Lintasan 2 adalah 57,9 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 2,36 Ωm – 435.644 Ωm 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*. Lapisan *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 9,9 m. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 9,9 m sampai kedalaman 14,1 m.

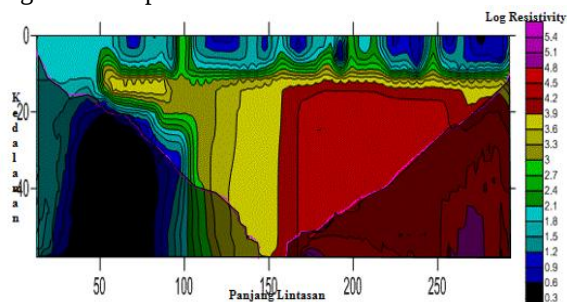
Sounding 2 berada pada jarak 80 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 5 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, *Andesit* dan *Granite*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 4,3 m dan pada kedalaman 19,8 m sampai kedalaman 28,2 m. Lapisan *Sandstone* terdapat pada kedalaman 6,5 m sampai kedalaman 9,1 m dan pada kedalaman 18,5 m sampai 19,8 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 9,1 m sampai 11,8 m dan pada kedalaman 17,1 m sampai 18,5 m. Lapisan *Andesit* terdapat pada

kedalaman 11,8 m sampai 13,4 m dan pada kedalaman 15,7 m sampai 17,1 m. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 13,4 m sampai 15,7 m.

Sounding utama berada pada jarak 157,5 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 3,9 m. Lapisan *Sandstone* terdapat pada kedalaman 3,9 m sampai 6,3 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 6,3 m sampai 9,1 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 9,1 m sampai 10,5 m. *Granite* terdapat pada kedalaman 10,5 m sampai 57,9 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 242 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 5,2 m. Lapisan *Sandstone* terdapat pada kedalaman 5,2 m sampai 7,9 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 7,9 m sampai 10,4 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 10,4 m sampai 11,4 m dengan ketebalan 0,67 m dan pada kedalaman 11,4 m sampai 29,1 m.

Luas sebaran batuan pada Lintasan 2 digambarkan pada Gambar 6.



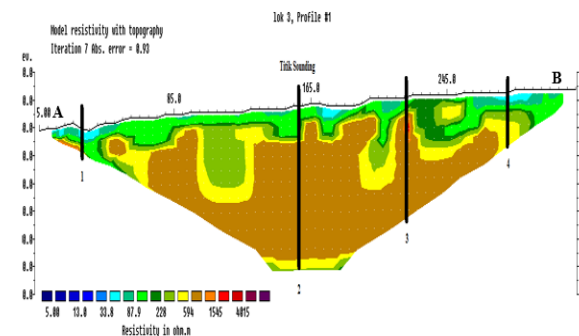
Gambar 6. Penampang Model 2D Lintasan 2 pada Program Surfer

Hasil pengolahan data memperoleh luas sebaran *Clay* Lintasan 2 sebanyak 1.413,492 m² atau 15,88 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 0,9 sampai 1,8. *Sandstone* dengan luas sebanyak 2278,4 m² atau 31,76 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,8 sampai 2,2. *Limestone* sebanyak 573,507 m² atau 6,44 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 2,2 sampai 3. *Andesite* dengan luas sebanyak 1.262,874 m² atau 14,19 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 3,6. *Granite* dengan luas sebanyak 4643,645 m² atau 52,16 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 5,6.

3. Lintasan 3

Lintasan 3 memiliki panjang 315 m, dimulai pada koordinat 00° 17' 11,4" LS dan 100° 2' 12,8" BT dengan ketinggian 932 mdpl sampai pada koordinat 00° 28' 05,7" LS dan 100° 21' 47,9" BT dengan

ketinggian 935 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 5 menunjukkan penampang 2D Lintasan 3.



Gambar 7. Penampang Model 2D Lintasan 3

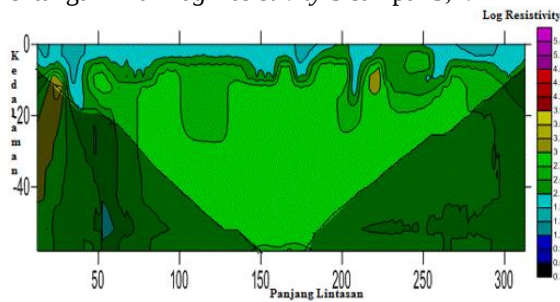
Batuan penyusun pada Lintasan 3 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 30 m, titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 4,1 m. *Sandstone* pada kedalaman 4,1 m sampai 7,1 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 7,1 m sampai kedalaman 9,7 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 9,67 m sampai kedalaman 11,1 m.

Sounding utama berada pada jarak 157,5 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 2 jenis lapisan batuan yaitu *Sandstone*, dan *Limestone*. Lapisan *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 10,2 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 10,2 m sampai kedalaman 57,9 m.

Sounding 3 berada pada jarak 220 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 3 jenis lapisan batuan yaitu *Sandstone*, *Limestone* dan *Andesite*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 2,8 m. *Limestone* pada kedalaman 2,8 m sampai 5,2 m dan pada kedalaman 15,8 m sampai 41,1 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman 5,2 m sampai 15,8 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 280 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, dan *Limestone*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 2,8 m. *Sandstone* terdapat pada kedalaman 2,8 m sampai 5,7 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 5,7 m sampai 17,7. Luas sebaran batuan pada Lintasan 3 digambarkan pada Gambar 8. Hasil pengolahan data memperoleh luas sebaran *Clay* pada Lintasan 3 sebanyak 195,129 m² atau 1,98 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,5 sampai 1,8. *Sandstone* sebanyak 2670,836 m² atau 27,10 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,8 sampai 2,2. *Limestone* sebanyak 6.939,253 m² atau 70,42 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 2,2 sampai 3. *Andesite* pada sebanyak

48,782 m² atau 0,5 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 3,4.

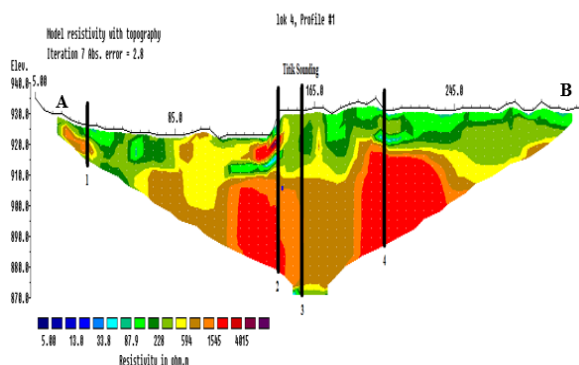


Gambar 8. Penampang Model 2D Lintasan 3 pada Program Surfer

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat sebaran batuan di Lintasan 3 Homogen.

4. Lintasan 4

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



Gambar 9. Penampang Model 2D Lintasan 4

Kedalaman yang dicapai pada Lintasan 4 adalah 57,93 m. Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 21,22 Ωm sampai 7.790,6 Ωm 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*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 3,9 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 3,9 m sampai 6,4 m dan pada kedalaman 9,1 m sampai 11,7 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman 6,4 m sampai 9,1 m.

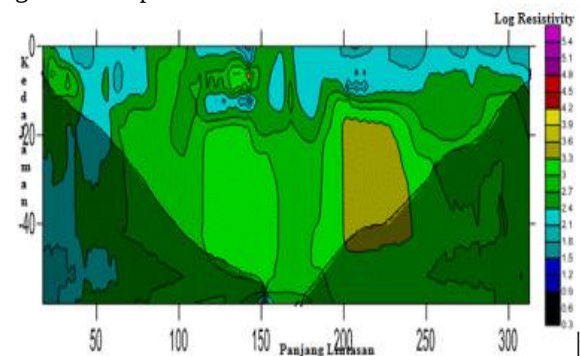
Sounding 2 berada pada jarak 145 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone* dan *Andesite*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai 3,9 m dan kedalaman 11,9 m sampai 12,9 m. *Clay* terdapat pada kedalaman 11,1 m sampai 11,9 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 3,9 m sampai

4,7 m. *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.

Sounding utama berada pada jarak 157,5 m diidentifikasi memiliki 2 jenis batuan yaitu *Sandstone*, dan *Limestone*. Lapisan *Limestone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 5,2 dan pada kedalaman 13,1 m sampai 57,9 m. Lapisan *Sandstone* terdapat pada kedalaman 5,2 m sampai 13,1 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 205 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 1,3 m. Lapisan *Sandstone* terdapat pada kedalaman 1,3 m sampai kedalaman 3,9 m dan pada kedalaman 6,5 m sampai kedalaman 10,4 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 3,9 m sampai 6,5 m dan pada kedalaman 10,4 m sampai kedalaman 12,8 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 12,8 m sampai kedalaman 41,7 m.

Luas sebaran batuan pada Lintasan 4 digambarkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Penampang Model 2D Lintasan 4 pada Program Surfer

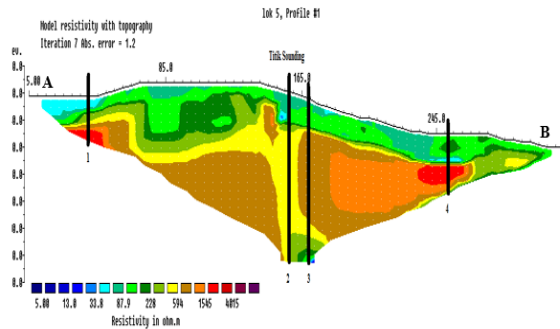
Hasil pengolahan data memperoleh luas sebaran *Clay* Lintasan 4 sebanyak 15,25 m² atau 0,15 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,3 sampai 1,8. Luas *Sandstone* 1.134,19 m² atau 11,52 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,8 sampai 2,2. Luas *Limestone* 6.225,85 m² atau 63,30 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 2,2 sampai 3. Luas *Andesite* 2.453,86 m² atau 25 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 3,6. Luas *Granite* 6,10 m² atau 0,06 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3,6 sampai 3,9.

5. Lintasan 5

Lintasan 5 memiliki panjang 315 m, pada koordinat 00° 17' 39,7" LS dan 100° 21' 01,8" BT dengan ketinggian 939 mdpl sampai pada koordinat 00° 17' 49,2" LS dan 100° 21' 05,1" BT dengan ketinggian 957 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter.

Gambar 11 menunjukkan penampang 2D Lintasan 5. Kedalaman yang dicapai Lintasan 5 adalah 57,93 m. Lintasan 5 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,41 Ωm – 2.027,7 Ωm dengan persentase kesalahan 1,2 % pada iterasi ke 7.

Batuan penyusun pada Lintasan 4 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*.



Gambar 11. Penampang Model 2D Lintasan 5

Clay terdapat pada permukaan sampai kedalaman 3,8 m. *Sandstone* terdapat pada kedalaman 3,8 m sampai kedalaman 6,4 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 6,4 m sampai kedalaman 9,2 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman 9,2 m sampai pada kedalaman 15,8 m.

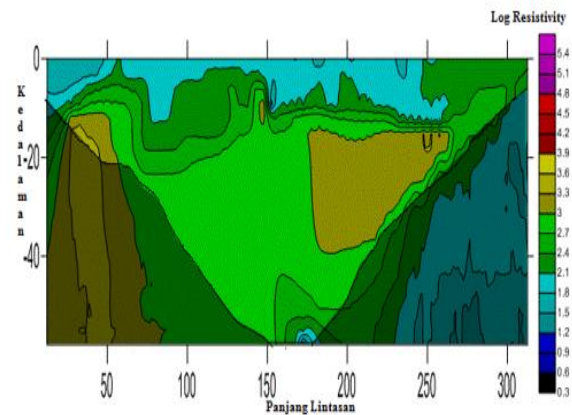
Sounding utama berada pada jarak 157,5 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 2 jenis lapisan batuan yaitu *Sandstone*, dan *Limestone*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 9,3 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 9,3 m sampai 57,9 m.

Sounding 3 yang berada pada jarak 170 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, dan *Limestone*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai 9,1 m dan pada kedalaman 51,81 m sampai 55,1 m. *Clay* terdapat pada kedalaman 55,1 sampai 57,9 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 9,1 m sampai 51,8 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 252 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. *Sandstone* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 9,2 m, dan pada kedalaman 24,9 m sampai 25,5 m. *Clay* terdapat pada kedalaman 9,1 m sampai 11,7 m. *Limestone* terdapat pada kedalaman 12,3 m sampai 12,8 m. *Andesite* terdapat pada kedalaman 12,8 m sampai 22,3 m.

Luas sebaran batuan pada Lintasan 5 digambarkan pada Gambar 12. Hasil pengolahan data memperoleh luas sebaran *Clay* pada Lintasan 5 sebanyak 134,151 m² atau 1,36 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* antara 0,9 sampai 1,8. *Sandstone* sebanyak 3.878,2

m² atau 39,26 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 1,8 sampai 2,2.



Gambar 12. Penampang Model 2D Lintasan 5 pada Program Surfer

Limestone sebanyak 5.659,33 m² atau 57,28 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 2,2 sampai 3. *Andesite* sebanyak 207,325 m² atau 2 % dari luas keseluruhan dengan rentangan nilai *Log Resistivity* 3 sampai 3,3.

B. Pembahasan

Interpretasi data dilakukan menggunakan metode inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* data Geolistrik konfigurasi *Wenner* dengan nilai *damping factor* 0,001. Berdasarkan interpretasi data yang telah dilakukan, daerah Bukit Apit Puhun terdiri atas 5 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, *Andesite* dan *Granite*. Penelitian yang dilakukan sebelumnya tidak dapat mengidentifikasi Batuan *Granite*.

Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,96 Ωm – 39.039 Ωm dengan persentase kesalahan 2,7 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdapat lapisan *Clay* dan *Sandstone*. Lapisan berikutnya di dominasi oleh lapisan *Limestone* yang diselubungi *Andesite* dan *Granite*.

Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 2,36 Ωm – 435.644 Ωm dengan persentase kesalahan 8,1 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdapat lapisan *Clay* berselingan *Sandstone*. Lapisan berikutnya di dominasi oleh *Limestone* diselubungi *Andesit* dan Batuan *Granite*.

Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 36,1 Ωm – 2.527,9 Ωm dengan persentase kesalahan adalah 0,93 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan terdapat sedikit *Clay* dan di dominasi *Sandstone*. Lapisan berikutnya di dominasi oleh lapisan *Limestone*. Batuan *Andesite* hanya sedikit terdapat pada Lintasan 3 yaitu kedalaman 11 m pada jarak 30 m dari titik awal pengukuran dan pada kedalaman 15 m pada jarak 220 m dari titik awal pengukuran

Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 21,22 Ωm sampai 7.790,6 Ωm dengan persentase kesalahan 2,8 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan didominasi oleh *Sandstone* berseling *Limestone*, *Granite* dan sedikit *Clay*. Lapisan berikutnya didominasi oleh *Limestone* berseling *Andesite*

Lintasan 5 atau lintasan terakhir memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,41 Ωm – 2.027,7 Ωm dengan persentase kesalahan 1,2 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan terdapat lapisan *Clay* berseling *Sandstone*. Lapisan berikutnya didominasi oleh *Limestone* dan *Andesite*

Berdasarkan perhitungan luas pendekatan masing-masing lintasan menggunakan *Grid Node Editor*, maka batuan di Bukit Apit Puhun secara keseluruhan didominasi batuan sedimen jenis *Limestone*. *Limestone* atau batu kapur dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan kapur dan semen sehingga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di Bukit Apit Puhun. Lapisan batuan sedimen yang terdapat di daerah penelitian diduga terjadi karena adanya proses pelapukan dan pengendapan batuan yang dikenal dengan siklus batuan. Lapisan batuan sedimen bersifat mudah terurai dan tidak kompak. Hal ini menunjukkan bahwa daerah Bukit Apit Puhun memiliki lapisan batuan yang rentan terhadap kerusakan akibat gempa bumi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi data pada setiap lintasan maka diperoleh jenis batuan penyusun geologi Bukit Apit Puhun terdiri dari *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, *Andesite* dan Batuan *Granite*. Luas pendekatan sebaran jenis batuan menggunakan *Grid Node Editor* pada 5 Lintasan terdiri dari 4,7 % *Clay*; 24,05 % *Sandstone*; 51,44 % *Limestone*; 9,24 % *Andesite* ;dan 10,57 % batuan *Granite*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2013. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian ini dan teman-teman yang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir dan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Johannes Tarigan. 2005. Kerusakan Akibat Tsunami Dan Gempa Northen Sumatra 26 Desember 2004 Terhadap Banda Aceh dan Sirombu Nias Barat. Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 6, No. 3 Juli 2005.
- [2]. Bavitra. Akmam dan Harman Amir. 2014. “Estimasi Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metode Inversi Robust 2-D Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipole-Dipole Di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi”. Phylar of Physics, Vol. 6. Oktober 2015
- [3]. Imran Razat, Akmam dan Mahrizal. 2015. *Investigasi Aguifer dengan Metode Inversi Smoothness- Constraint Least Squares Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi*. Phylar of Physics, Vol. 6. Oktober 2015
- [4]. Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [5]. Djauhari Noor. 2012. *Pengantar Geologi*. Fakultas Teknik: Universitas Pakuan.
- [6]. Lowrie, William. 2007. *Fundamental of Geophysics, Second Edition*. Newyork: Cambridge University Press.
- [7]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics*. USA :Cambridge University Press.
- [8]. Sharma, P.V. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- [9]. Akmam dan Nofi Yendri Sudiar. 2013. Analisis Struktur Batuan Dengan Metoda Inversi Smoothness-Constrained Least-Squares Data Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2013. Hlm 1-6.
- [10]. Akmam, Irefian, R., D., , Silvia D. , S., Jemmy, R. 2015. “Optimition Of Least Squares Methods Smooth Constrain Using Occam’s Inversion Geoelectric Resistivity Dipole-Dipole Configuration For Estimation Slip Surface”. Jurnal ICOMSET ISBN 978-602-19877-3-5.
- [11]. Koefoed, O., A. 1970. *fast method for determining the layer distribution from the raised kernel function*: Geophys. Prospecting, Volume 18, 564 570. 1970.
- [12]. Gupta, Previn K. 1996. *Straightforward Inversion of Vertical Electrical Sounding Data*. Departement received of Eart Scienties, University of Roorkee, India 247 667.
- [13]. Loke, M.H. 1999. *Electrical imaging surveys for environmental and engineering*, Cangkat Minden Lorong 6, Minden Heights, 11700 Penang: Malaysia
- [14]. Akmam. 2006. Studi Terhadap Air Tanah Padang Simawang Kecamatan Rambatan dengan Metoda Inversi *Least-Square* Dua Dimensi. *SAINTEK Vol. VIII. Nomor 2, Maret 2006*.