

ESTIMASI 3-D KEDALAMAN BATUAN DASAR MENGGUNAKAN DATA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI *DIPOLE-DIPOLE* DI BUKIK LANTIAK PADANG SELATAN

Hamidah¹⁾, Akmam²⁾, Mahrizal²⁾

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

Hamidah1304@gmail.com

ABSTRACT

Bukik Lantiak which is located in Padang West Sumatera often has the landslide disaster. One of the factor that espouse landslide was the condition of the rock which was arrange the area such as bedrock. The type and the depth of bedrock in Bukik Lantiak was unknown. The research had done to know the type and the depth of bedrock. Resistivity Geoelectrical Dipole-dipole configuration was used as the method in this research. Interpreted of data had done with Smoothness-Counstraint Least-Square inversion. The research showed that the bedrock in the Bukik Lantiak is igneous rock, namely andesite. The bedrocks is found at a depth of more than 30 meters.

Keywords : *Bedrocks, Resistivity Geoelectrical, Dipole-dipole*

PENDAHULUAN

Bukik Lantiak merupakan daerah perbukitan yang terletak di Kelurahan Seberang Palinggam Kecamatan Padang Selatan Kota Padang. Bukik Lantiak memiliki topografi miring dengan sudut kemiringan berkisar antara 30° – 65° dan puncak tertinggi berelevasi ± 321 meter di atas permukaan laut^[1]. Curah hujan yang tinggi dapat memicu terjadinya longsor dan menimbulkan banyak kerugian. Selain itu faktor yang mendukung terjadinya longsor adalah kondisi jenis batuan penyusun daerah, salah satunya Batuan Dasar.

Penelitian mengenai bidang gelincir, jenis dan struktur batuan serta investigasi *aquifer* telah dilakukan di Bukik Lantiak^{[2][3][4][5]}. Penelitian yang dilakukan sebelumnya secara tidak langsung telah mengidentifikasi Batuan Dasar yang ada di Bukik Lantiak. Penelitian tersebut berorientasi pada kondisi geologi secara lateral dan vertikal, sedangkan keadaan kedalaman bawah permukaan penampang 3-D dengan penetrasi kedalaman yang bagus belum diidentifikasi dengan baik. Konfigurasi yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah konfigurasi *Dipole - dipole*, *Schlumberger* dan *Wenner*.

Penelitian mengenai struktur batuan dan bidang gelincir menggunakan data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger*^{[4][5]}. Konfigurasi *Schlumberger* kurang bagus dalam pengukuran CST (*Constant Separation Traversing*)^[7]. Hasil identifikasi batuan pada konfigurasi *Schlumberger* dalam pengukuran CST perlu disempurnakan lagi, sehingga resolusi lateral yang dihasilkan menjadi lebih baik.

Penelitian mengenai investigasi *aquifer* menggunakan data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Wenner*^[3]. Konfigurasi *Wenner* memiliki kelemahan terhadap penetrasi kedalaman^[7], sehingga konfigurasi ini kurang bagus digunakan untuk penyelidikan Batuan Dasar. Keunggulan konfigurasi *Wenner* dalam tingkat sensitif terhadap permukaan bumi secara lateral menyebabkan konfigurasi ini cocok dalam pemetaan sebaran air tanah.

Estimasi bidang gelincir dengan mengoptimalkan Metode Inversi *Least-Square* dengan Inversi *Occam*^[2] dan identifikasi jenis batuan menggunakan Inversi *Marquadt*^[6] data Geolistrik Tahanan Jenis telah diidentifikasi menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole*. Hasil identifikasi jenis batuan yang diperoleh adalah *Andesite* berselingan *Tufa*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Clay*. Informasi dari penampang topografi yang ditampilkan masih berupa jenis batuan dan kedalaman yang dicapai. Berdasarkan kondisi di atas, perlu dilakukan Estimasi Batuan Dasar menggunakan konfigurasi dengan penetrasi kedalaman yang lebih dalam dan interpretasi data penampang 3D.

Batuan Dasar merupakan batuan Metamorf ataupun batuan Beku (tanpa menghiraukan umur) yang dilapisi tak selaras oleh batuan Sedimen^[8]. Batuan Dasar memiliki porositas dan permeabilitas yang sangat rendah sehingga Batuan Dasar memiliki nilai tahanan jenis yang cukup tinggi^[8]. Nilai porositas Batuan Dasar adalah antara 0,1 – 1% dan nilai permeabilitas Batuan Dasar kecil dari 0,5% kecuali pada zona lapuk yaitu 5 – 10%^[9]. Nilai porositas dan permeabilitas yang rendah menyebabkan batuan kurang menyerap air sehingga arus listrik sedikit mengalir melalui Batuan Dasar

dan berdaya hantar rendah. Berdasarkan daya hantar yang dimilikinya material dibedakan menjadi 3 jenis, konduktor memiliki nilai tahanan jenis kecil yaitu ($10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$), semikonduktor dengan nilai tahanan jenis ($1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$), dan isolator dengan nilai tahanan jenis besar ($\rho > 10^7 \Omega\text{m}$). Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuannya dalam menghambat aliran arus listrik. Jenis dan sebaran batuan diidentifikasi menggunakan metoda Geolistrik Tahanan Jenis.

Metode Geolistrik merupakan salah satu metode Geofisika yang mempelajari struktur Geologi di bawah permukaan bumi dengan memakai sifat kelistrikan. 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)

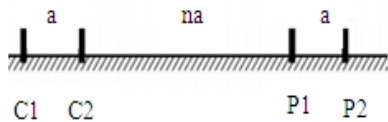
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

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

Salah satu konfigurasi elektroda yang umum digunakan dalam pengukuran tahanan jenis Metoda Geolistrik adalah konfigurasi *Dipole-dipole*, seperti Gambar 1



Gambar 1. Susunan elektroda Konfigurasi *Dipole dipole*^[11]

Gambar 1 menunjukkan konfigurasi elektroda *Dipole-dipole*. Besar jarak r_1 , r_2 , r_3 dan r_4 dari Gambar 2 adalah:

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

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

Persamaan (3) disubsitusikan ke Persamaan (2) sehingga diperoleh faktor Geometri K untuk konfigurasi *Dipole-dipole* yaitu:

$$K = \pi an(n+1)(n+2) \quad (4)$$

Persamaan (4) disubsitusikan ke Persamaan (1) sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu untuk konfigurasi *Dipole-dipole* yaitu:

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

Keunggulan Konfigurasi *Dipole - dipole* adalah memiliki kemampuan penetrasi kedalaman yang dalam^[7]. Keunggulan konfigurasi *Dipole-dipole* menyebabkan konfigurasi ini cocok digunakan untuk mengidentifikasi Batuan Dasar permukaan bumi. Dari pengukuran tahanan jenis ini, akan didapatkan data lapangan.

Data lapangan yang diperoleh saat pengukuran Geolistrik 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 interpretasi 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^[12].

Potensial pada lapisan permukaan bumi ($z=0$) dengan jarak x dari elektroda arus dapat dirumuskan pada Persamaan (6)^{[2][14]}.

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

$J_0(\lambda x)$ 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 dengan Persamaan (7)^[13]

$$T_1(\lambda) = \tilde{n}_i [1 + 2K_i(\lambda)] \quad (7)$$

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

$$(\mathbf{J}^T \mathbf{J} + \mathbf{F}) \Delta \mathbf{m}_k = \mathbf{J}^T \mathbf{d} - \mathbf{F} \mathbf{r} \quad (8)$$

dimana \mathbf{F} merupakan filter vertikal dan horizontal, \mathbf{J} dan \mathbf{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, β merupakan faktor *damping* yang berfungsi untuk mempercepat proses konvergensi [15].

Berdasarkan pada uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai estimasi kedalaman Batuan Dasar menggunakan penetrasi kedalaman yang dalam, yaitu konfigurasi *Dipole-dipole* metoda Geolistrik Tahanan Jenis. Hasil dari penelitian diharapkan berguna untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh longsor di daerah Bukik Lantiak Padang Selatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bersifat deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan di Bukik Lantiak kecamatan Padang Selatan. 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). Interpretasi dilakukan menggunakan metoda Inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* Konfigurasi *Dipole-dipole*.

Penelitian ini menggunakan tiga lintasan yang tersebar di beberapa titik pengukuran seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Lintasan pengukuran.

Sumber : (Google Earth)

Data hasil pengukuran secara otomatis tersimpan pada ARES *main unit* berupa kuat arus, beda potensial, dan tahanan jenis semu. Tahanan jenis semu yang didapat pada saat pengukuran tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis dari suatu medium, namun mencerminkan distribusi nilai tahanan jenis medium tersebut. Nilai tahanan jenis semu diinterpretasi menggunakan metode inversi untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya.

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. Data untuk mendapatkan bentuk penampang 3D didapatkan

melalui gabungan data 2D menggunakan *notepad*. Gabungan data tersebut diexport menggunakan *Res2dinv* agar dapat dibaca pada *Res3dinv*, sehingga sebaran Batuan Dasar per-sayatan dapat diketahui. Nilai tahanan jenis dari hasil interpretasi data kemudian disesuaikan dengan Tabel tahanan jenis Batuan Beku, Metamorf dan Sedimen [10].

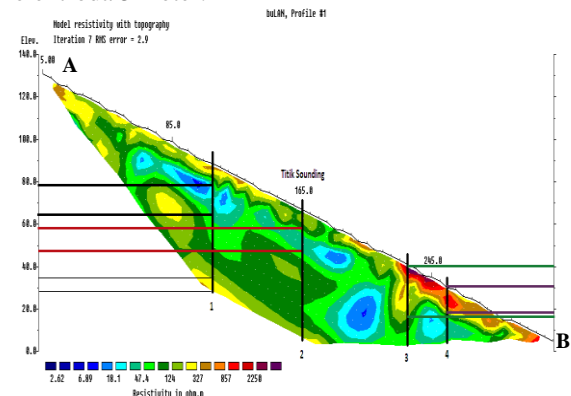
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pemodelan dan Interpretasi 2D

a. Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang Lintasan 315 m, dimulai pada koordinat $00^{\circ} 57' 54,0''$ LS dan $100^{\circ} 22' 09,10''$ BT dengan ketinggian 138 mdpl (A) sampai koordinat $00^{\circ} 58' 2,54''$ LS dan $100^{\circ} 22' 06,29''$ BT dengan ketinggian 29 mdpl (B) dan spasi elektroda 5 meter.



Gambar 3. Penampang model 2D Lintasan 1

Gambar 3 memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 1 dengan kedalaman yang dicapai adalah 62,1 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari $9,8 \Omega m$ – $1410 \Omega m$ dengan presentasi kesalahan 2,9 % pada iterasi ke 7.

Batuan penyusun pada Lintasan 1 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding 1* diambil pada jarak 110 m dari titik awal (A) pengukuran dikarenakan pada jarak tersebut memiliki variasi nilai tahanan jenis. Pada *Sounding 1* teridentifikasi batuan dengan tahanan jenis yang besar. Batuan dengan tahanan jenis yang besar, diestimasi sebagai *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai nilai tahanan jenis $170 \Omega m$ – $4,5 \times 10^4 \Omega m$ terdapat pada permukaan sampai kedalaman 5 m kemudian dikedalaman 56 m – 62 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis $82,5 \Omega m$ – $168 \Omega m$ terdapat pada kedalaman 5 m – 8 m dengan ketebalan 3 m dan pada kedalaman 36 m – 56 m dengan ketebalan 20 m. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis $40,5 \Omega m$ – $82,5 \Omega m$ terdapat pada kedalaman 8 m – 13 m dengan ketebalan 5 m dan pada kedalaman 26 m – 36 m dengan ketebalan 10 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis $40,5$

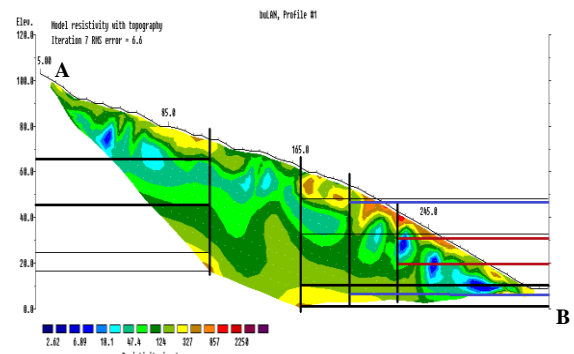
$\Omega\text{m} - 82.5 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 13 m – 26 m dengan ketebalan 13 m.

Sounding utama berada pada jarak 165 m dari titik awal pengukuran (A). Titik ini diidentifikasi memiliki 2 jenis lapisan batuan yaitu *Clay* dan *Limestone*. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis $40.5 \Omega\text{m} - 82.5 \Omega\text{m}$ terdapat pada permukaan sampai kedalaman 10 m dengan ketebalan 10 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis $82.5 \Omega\text{m} - 168 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 10 m – 39 m dengan ketebalan 29 m. *Sounding* 3 yang berada pada jarak 235 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu yaitu *Clay*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai nilai tahanan jenis $170 \Omega\text{m} - 4,5 \times 10^4 \Omega\text{m}$ terdapat pada permukaan sampai kedalaman 9 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis $82.5 \Omega\text{m} - 168 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 9 m – 17 m dengan ketebalan 8 m. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis $40.5 \Omega\text{m} - 82.5 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 17 m – 29 m dengan ketebalan 12 m. *Sounding* 4 yang berada pada jarak 255 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu yaitu *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai nilai tahanan jenis $170 \Omega\text{m} - 4,5 \times 10^4 \Omega\text{m}$ terdapat pada permukaan sampai kedalaman 22 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis $82.5 \Omega\text{m} - 168 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 22 m – 26 m dengan ketebalan 4 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis $40.5 \Omega\text{m} - 82.5 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 26 m – 31 m dengan ketebalan 4 m.

Batuan Dasar diestimasi berupa batuan Beku, yaitu *Andesite*. *Andesite* pada daerah penelitian terdapat pada permukaan dan pada kedalaman lebih dari 30 m. *Andesite* yang merupakan Batuan Dasar, adalah *Andesite* yang terdapat pada kedalaman lebih dari 30 m. Pada Lintasan 1, Batuan Dasar teridentifikasi di *Sounding* 1 dan *Sounding* utama.

b. Lintasan 2

Lintasan 2 dengan panjang Lintasan 315 m, dimulai pada koordinat $00^{\circ} 57' 58''$ LS dan $100^{\circ} 22' 12,16''$ BT dengan ketinggian 76 Mdpl (A) sampai koordinat $00^{\circ} 58' 50,5''$ LS dan $100^{\circ} 22' 06,26''$ BT dengan ketinggian 23 Mdpl (B) dan spasi elektroda 5 meter. Gambar 4 menunjukkan penampang 2D Lintasan 2.



Gambar 4. Penampang model 2D Lintasan 2

Gambar 4 memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 2 dengan kedalaman yang dicapai adalah 54,6 m. Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari $5,16 \Omega\text{m} - 583 \Omega\text{m}$ dengan presentasi kesalahan 2,8 %, hal ini menunjukkan bahwa tingkat keakuratan hasil penelitian sekitar 97,2 % pada iterasi ke 7.

Identifikasi jenis batuan, kedalaman, dan ketebalan lapisan batuan sepanjang Lintasan 2 diambil pada 4 titik *sounding*. Titik *sounding* yang diambil terdiri dari 1 *sounding* utama dan 3 *sounding* lainnya yang memiliki variasi nilai resistivity mewakili jenis batuan pada Lintasan 2. *Sounding* 1 diambil pada jarak 110 m dari titik awal pengukuran (A) dikarenakan pada jarak tersebut memiliki variasi nilai tahanan jenis. Pada *Sounding* 1 teridentifikasi batuan dengan tahanan jenis yang besar. Batuan dengan tahanan jenis yang besar, diestimasi sebagai *Andesite*. Titik ini diidentifikasi memiliki 3 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis $260 \Omega\text{m} - 583 \Omega\text{m}$ terdapat pada permukaan sampai kedalaman 8 m dan Pada kedalaman 52 m – 60 m dengan ketebalan 8 m. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis $40,5 \Omega\text{m} - 82,5 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 12 m – 32 m dengan ketebalan 20 m Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis $82,5 \Omega\text{m} - 260 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 32 m – 52 m dengan ketebalan 20 m. *Sounding* utama berada pada jarak 165 m dari titik awal pengukuran (A). Titik ini diidentifikasi memiliki 3 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis $260 \Omega\text{m} - 583 \Omega\text{m}$ terdapat pada permukaan sampai kedalaman 11 m dan Pada kedalaman 48 m – 57 m dengan ketebalan 9 m. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis $40,5 \Omega\text{m} - 82,5 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 11 m – 28 m dengan ketebalan 17 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis $82,5 \Omega\text{m} - 260 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 28 m – 48 m dengan ketebalan 20 m.

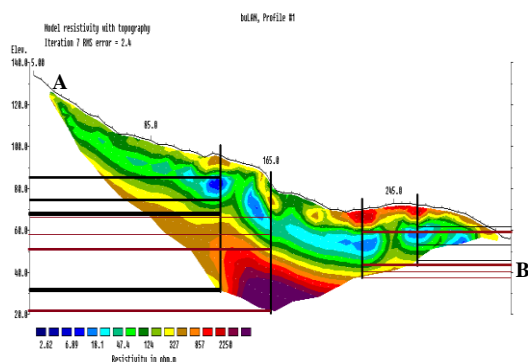
Sounding 3 yang berada pada jarak 195 m diidentifikasi memiliki 2 jenis batuan yaitu yaitu

Limestone, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 260 Ωm – 583 Ωm terdapat pada permukaan sampai kedalaman 7 m dan Pada kedalaman 46 m – 50 m dengan ketebalan 4 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis 82,5 Ωm – 260 Ωm terdapat pada permukaan sampai kedalaman 7 m – 46 m sampai 39 m. *Sounding* 4 yang berada pada jarak 225 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 260 Ωm – 583 Ωm terdapat pada permukaan sampai kedalaman 9 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis 7,69 Ωm – 40,5 Ωm dengan rentang tahanan jenis 5,16 Ωm – 40,5 Ωm terdapat pada kedalaman 9 m – 21 m dengan ketebalan 12. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis 40,5 Ωm – 82,5 Ωm terdapat di kedalaman 21 m – 25 m dengan ketebalan 4 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis 82,5 Ωm – 260 Ωm terdapat pada kedalaman 25 m – 35 m dengan ketebalan 10 m.

Batuan Dasar diestimasi berupa batuan Beku, yaitu *Andesite*. *Andesite* pada daerah penelitian terdapat pada permukaan dan pada kedalaman lebih dari 30 m. *Andesite* yang merupakan Batuan Dasar, adalah *Andesite* yang terdapat pada kedalaman lebih dari 30 m. Pada Lintasan 1, Batuan Dasar teridentifikasi di *Sounding* 1, *Sounding* utama dan *Sounding* 3.

c. Lintasan 3

Lintasan 3 memiliki panjang 315 m, dimulai pada koordinat 00 58'08,4" LS dan 100 22' 07,9" BT dengan ketinggian 134 Mdpl (A) sampai pada koordinat 00⁰ 58' 02" LS dan 100⁰ 22' 06,26" BT dengan ketinggian 56 Mdpl (B) dan spasi elektroda 5 meter. Gambar 5 menunjukkan penampang 2D Lintasan 3.



Gambar 5. Penampang model 2D Lintasan 3

Gambar 5 memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 3 dengan kedalaman yang dicapai adalah 62,1 m. Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 7,69 Ωm – 939 Ωm

dengan presentasi kesalahan 2,4 %, hal ini menunjukkan bahwa tingkat keakuratan hasil penelitian sekitar 97,6 %.

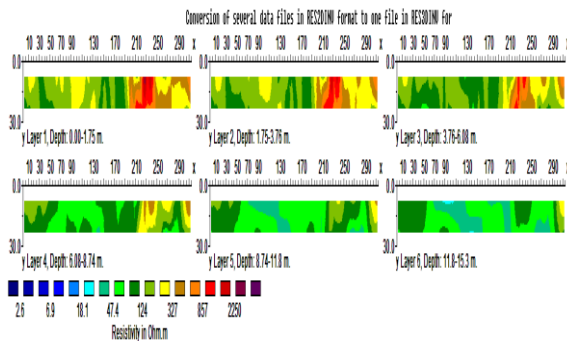
Identifikasi jenis batuan, kedalaman, dan ketebalan lapisan batuan sepanjang Lintasan 1 diambil pada 4 titik *sounding*. Titik *sounding* yang diambil terdiri dari 1 *sounding* utama dan 3 *sounding* lainnya yang memiliki variasi nilai tahanan jenis mewakili jenis batuan pada Lintasan 1. *Sounding* 1 berada pada jarak 130 m, titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 260 Ωm – 939 Ωm terdapat pada permukaan sampai kedalaman 6 m dan pada kedalaman 30 m – 67 m dengan ketebalan 37 m. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis 40,5 Ωm – 82,65 Ωm terdapat pada kedalaman 6 m – 12 m dengan ketebalan 6 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis dengan rentang 7,69 Ωm – 40,5 Ωm terdapat pada kedalaman 12 m – 21 m dengan ketebalan 9 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis 82,65 Ωm – 260 Ωm terdapat pada kedalaman 20 m – 30 m dengan ketebalan 10 m. *Sounding* utama berada pada jarak 165 m dari titik awal pengukuran (A). Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis 82,65 Ωm – 260 Ωm terdapat pada kedalaman 22 m – 27 m dengan ketebalan 5 m. Lapisan *Clay* dengan nilai tahanan jenis 40,5 Ωm – 82,65 Ωm terdapat pada kedalaman 19 m – 22 m dengan ketebalan 3 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis dengan rentang 7,69 Ωm – 40,5 Ωm terdapat pada kedalaman 11 m – 19 m dengan ketebalan 8 m. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 260 Ωm – 939 Ωm terdapat pada kedalaman 27 m – 55 m dengan ketebalan 28 m.

Sounding 3 yang berada pada jarak 235 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 260 Ωm – 939 Ωm terdapat pada permukaan sampai kedalaman 11 m dan pada kedalaman 29 m – 32 m dengan ketebalan 3 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis dengan rentang 7,69 Ωm – 40,5 Ωm terdapat pada kedalaman 11 m – 24 m dengan ketebalan 13 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis 82,65 Ωm – 260 Ωm terdapat pada kedalaman 24 m – 29 m dengan ketebalan 5 m. *Sounding* 4 yang berada pada jarak 260 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Andesite* dengan nilai tahanan jenis 260 Ωm – 939 Ωm terdapat pada permukaan sampai kedalaman 11 m. Lapisan *Sandstone* dengan nilai tahanan jenis dengan rentang 7,69 Ωm – 40,5 Ωm terdapat pada kedalaman 11 m – 18 m dengan ketebalan 7 m. Lapisan *Limestone* dengan nilai tahanan jenis 82,65

$\Omega\text{m} - 260 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman 18 m – 29 m dengan ketebalan 11 m. Batuan Dasar diestimasikan berupa batuan Beku, yaitu *Andesite*. *Andesite* pada daerah penelitian terdapat pada permukaan dan pada kedalaman lebih dari 30 m. *Andesite* yang merupakan Batuan Dasar, adalah *Andesite* yang terdapat pada kedalaman lebih dari 30 m. Pada Lintasan 1, Batuan Dasar teridentifikasi di semua *Sounding*.

2. Pemodelan dan Interpretasi 3D

Pemodelan 3D diinterpretasikan menggunakan metoda Inversi *Smoothness - Constraint Least-Square* dengan bantuan perangkat lunak *Res3dinv*, sehingga diperoleh bentuk sayatan horizontal setiap lapisan. Gambar 6 menunjukkan lapisan-lapisan bawah permukaan bumi dalam bentuk sayatan yang terdiri dari 6 sayatan.



Gambar 6 Penampang 3-D

Pada sayatan pertama yang merupakan penampang pada kedalaman 1,75 m diidentifikasi terdapat *Limestone*, *Clay* dan *Andesite*. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $40,5 \Omega\text{m} - 82,5 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Clay*. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $82,5 \Omega\text{m} - 260 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Limestone*. Batuan berikutnya dengan nilai tahanan jenis $260 \Omega\text{m} - 583 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Andesite*. Sebaran *Andesite* diperkirakan terdapat pada disepanjang 10 m – 15 m pada, kemudian disepanjang 80 m – 115 m dengan lebar maksimal diperkirakan sampai 30 m dan pada jarak 200 m sampai 300 m dihitung dari pengukuran awal dengan lebar rata-rata diperkirakan sepanjang 30 m.

Sayatan kedua merupakan penampang pada kedalaman 3,76 m diidentifikasi terdapat *Limestone*, *Clay* dan *Andesite*. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $40,5 \Omega\text{m} - 82,5 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Clay*. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $82,5 \Omega\text{m} - 260 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Limestone*. Batuan berikutnya dengan nilai tahanan jenis $260 \Omega\text{m} - 583 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Andesite*. Sebaran *Andesite* diperkirakan masih hampir sama dengan sayatan pertama. Perbedaannya terdapat pada lebar rata-rata pada jarak 80 m - 115 m, yaitu diperkirakan sepanjang 28 m.

Sayatan ketiga merupakan penampang pada kedalaman 6,08 m diidentifikasi terdapat *Limestone*, *Clay* dan *Andesite* berdasarkan rentangan

nilai tabel tahanan jenis batuan dalam Lapisan dengan nilai tahanan jenis $40,5 \Omega\text{m} - 82,5 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Clay*. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $82,5 \Omega\text{m} - 260 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Limestone*. Batuan berikutnya dengan nilai tahanan jenis $260 \Omega\text{m} - 583 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Andesite*. Sebaran *Andesite* diperkirakan terdapat pada disepanjang 0 m sampai 100 m, dengan lebar maksimal diperkirakan sampai 300 m. Namun pada sebaran tersebut, terdapat dengan lebar 100 m dari 80 m sampai 84 m yang diidentifikasi sebagai batuan *Limestone*. Pada jarak 200 m sampai 215 m dan 290 m sampai 315 m dihitung dari pengukuran awal dengan lebar rata-rata diperkirakan sepanjang 50 m sampai 80 m nilai terdapat *Andesite*.

Sayatan keempat merupakan penampang pada kedalaman 8,74 m diidentifikasi terdapat *Limestone*, *Clay* dan *Andesite*. *Andesite* dapat diestimasikan antara nilai $327 \Omega\text{m} - 2250 \Omega\text{m}$. Sebaran *Andesite* yang terdapat tidak terlalu banyak. Sayatan kelima pada 8,74 m – 11,8 m diidentifikasi terdapat *Limestone*, *Clay*, *Sandstone* dan *Andesite*. Namun *Andesite* hanya terdapat pada rentang 295 m – 315 m. Begitu juga pada sayatan keenam pada kedalaman 15,3 m.

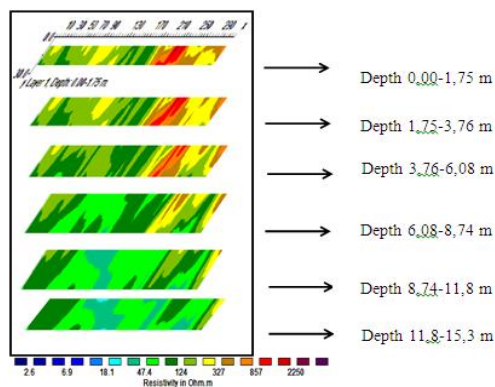
B. Pembahasan

Berdasarkan hasil interpretasi data pengukuran Geolistrik tahanan jenis tentang estimasi kedalaman Batuan Dasar menggunakan metoda inversi *Smoothness-Constrained Least-Squared* konfigurasi *Dipole-dipole* di Bukik Lantiak Kecamatan Padang Selatan diidentifikasi terdiri atas 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Batuan yang dianggap merupakan Batuan Dasar adalah *Andesite* karena, Batuan Dasar memiliki nilai porositas mendekati nol sehingga menyebabkan Batuan Dasar memiliki nilai tahanan jenis cukup tinggi^[8].

Hasil interpretasi data Lintasan 1 menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdapat lapisan *Andesite* yang diselingi *Clay*. Lapisan berikutnya didominasi oleh *Sandstone* yang diselubungi *Limestone* dan *Clay*. Batuan Dasar diestimasikan sebagai *Andesite* yang terletak pada kedalaman lebih dari 50 m. Hasil interpretasi data Lintasan 2 menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdapat sebaran lapisan *Andesite* dan *Clay*. Lapisan berikutnya didominasi oleh *Sandstone* diselubungi *Limestone* dan *Clay*. Lapisan paling bawah yang teridentifikasi adalah lapisan *Andesite*. Batuan Dasar diestimasikan sebagai *Andesite* yang terletak pada kedalaman lebih dari 30 m. Hasil interpretasi data Lintasan 3 menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdapat sebaran lapisan *Andesite* dan *Clay*. Lapisan paling bawah yang teridentifikasi adalah lapisan *Andesite*. Batuan Dasar diestimasikan sebagai *Andesite* yang terletak pada kedalaman lebih dari 30 m. *Andesite* yang

diestimasi sebagai Batuan Dasar adalah *Andesite* dengan kedalaman lebih dari 20 m. Hal ini dikarenakan Batuan Dasar merupakan batuan keras dengan nilai tahanan jenis yang besar. Selain itu Batuan Dasar merupakan batuan yang kompak dan padu, sehingga terdapat pada kedalaman yang dalam. Batuan Dasar yang secara tidak langsung diestimasi pada penelitian sebelumnya, umumnya terdapat pada kedalaman 20 m^{[2][3][4][5][6]}. Estimasi Batuan Dasar menggunakan *Inversi Smoothness-Constraint Least-Square* data Geolistrik Tahanan Jenis *Dipole-dipole* didapatkan hingga kedalaman 50 m – 60 m.

Perbedaan hasil gambaran antara penampang 2D dan 3D adalah pada distribusi *resistivitas*-nya. Kelebihan gambaran distribusi *resistivitas* pada penampang 3D adalah mampu menampilkan penyebaran *resistivitas* yang baik. Sebagaimana terlihat pada Gambar 7 :



Gambar 7 Sayatan penampang horizontal lapisan bawah tanah

Gambar 7 merupakan penampang 3-D yang disusun menggunakan bantuan perangkat lunak *Coreldraw*. Berdasarkan interpretasi 3-D dari hasil penggambaran menggunakan *Inversi Smoothness – Constraint Least Square* dengan bantuan perangkat lunak *Res3dinv*, maka sebaran batuan dapat dilihat untuk tiap sayatan di beberapa kedalaman. Pada sayatan pertama, *Andesite* memiliki sebaran disepanjang 10 m – 15 m, 80 m – 115 m dengan lebar maksimal diperkirakan sampai 30 m. Sayatan ini mewakili kedalaman 1,75 m.

Pada sayatan kedua kedalaman 3,76 m lokasi terdapat *Andesite* hampir sama dengan sayatan pertama, begitu juga pada sayatan ketiga yang mewakili kedalaman 6,08 m. Pada sayatan kelima yaitu sayatan yang mewakili kedalaman 11,8 m diidentifikasi terdapat juga *Sandstone* disamping *Limestone*, *Clay* dan *Andesite*. Pada penampang 2D, Batuan Dasar ditemukan terletak pada kedalaman lebih dari 30 m, sedangkan penampang 3D sebaran tahanan jenis hanya teridentifikasi hingga kedalaman 15,3 m. Sehingga untuk sebaran Batuan Dasar tidak dapat dilihat dari penampang 3D. Penampang 3D dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan hingga kedalaman 15,3 m.

KESIMPULAN

Estimasi Batuan Dasar di Bukik Lantiak Kecamatan Padang Selatan Kota Padang menggunakan Metoda *Inversi Smoothness-Constraint Least Squares* Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Dipole-dipole* menyatakan bahwa jenis batuan yang terdapat Bukik Lantiak terdiri dari batuan *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, dan *Andesite*. Batuan Dasar diidentifikasi berupa *Andesite*, pada Lintasan 1 dikedalaman lebih dari 50 m, pada Lintasan 2 dikedalaman lebih dari 30 m, dan pada Lintasan 3 dikedalaman lebih dari 30 m. Bentuk penampang dan sebaran pendekatan jenis batuan jika dilihat dengan pemodelan 3-D menggunakan metode *Inversi Smoothness Counstraint Least Square* dengan bantuan perangkat lunak *Res3dinv* di Bukik Lantiak kecamatan Padang Selatan, terdapat sampai pada sayatan keenam. Pada sayatan pertama sampai sayatan terakhir telah diidentifikasi terdapat 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Limestone*, *Sandstone* dan *Andesite*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan dalam melakukan penelitian berikutnya untuk menggunakan Metode yang lain sehingga didapatkan pemodelan 3D lebih baik dan sebaiknya jumlah lintasan ditambah agar interpretasi data semakin akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Mahrizal, M.Si telah memberikan kesempatan mengikuti penelitian Hibah Bersaing beliau dan Kemdikbud yang telah mendanai penelitian ini melalui Skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2015. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian ini dan teman-temanyang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir dan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dedi Hermon. 2010. *Prediksi Erosi yang Diperbolehkan (Edp) dan Degradasi Fisik Tanah Daerah Gunung Padang Sumatera Barat*. J. Hidrolitan., Vol 1 : 1 : 18 – 25 . 2010 ISSN 2086 – 4825. Hal 1-8
- [2]. Akmam, Irefia, R., D., Silvia D., S., Jemmy, R. 2015. *Optimition of Least Squares Methods Smooth Constrain Using Occam's Inversion Geoelectric Resistivity Dipole-Dipole Consfiguration For Estimation Slip Surface*. Jurnal ICOMSET ISBN 978-602-19877-3-5. Hlm 178-185
- [3]. Silvia Dona Sari, Akmam dan Nofi Yendri Sudiar. 2014. *Analisa Sebaran Air Tanah Menggunakan Inversi Robust Constraint Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner di Daerah Bukit Lantiak Kecamatan Padang*

- Selatan*. Phylar of Physics, Vol. 4 November 2014
- [4]. Irepia Refa Dona, Akmam dan Nofi Yendri Sudiari. 2015. *Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Padang Selatan*. Phylar of Physics, Vol. 5 April 2015
- [5]. Rahmi Kurnia Putri, Akmam dan Harman Amir. 2014. *Estimasi Struktur Batuan Menggunakan Smoothness-Constraint Least-Squares Inversion Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Padang Selatan*. Phylar of Physics, Vol. 4 November 2014
- [6]. Jemmy Rohmana, Akmam dan Mahrizal. 2015. *Identifikasi Jenis Batuan Menggunakan Metode Inversi Marquardt Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipole-Dipole Bukit Lantiak Padang Selatan*. Phylar of Physics, Vol. 6. Oktober 2015
- [7]. Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [8]. Sircar, Anirbid. 2004. *Hydrocarbon Production from Fractured Basement Formations*. Jurnal. Current Science. Vol.87. No.2. Hlm 147-151
- [9]. Gutmanis, Jon. (2010). *Hydrocarbon Production From Fractured Basement Formation*. Jurnal. Geoscience Limited Versi 9. Hlm. 1-40.
- [10]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics*. USA: Cambridge University Press.
- [11]. Marescot, Laurent. 2009. *Electrical Surveying*. Swiss: University of Fribourg.
- [12]. Akmam dan Nofi Yendri Sudiari. 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.
- [13]. Koefoed, O., A. 1970. *fast method for determining the layer distribution from the raised kernel function*: Geophys. Prospecting, Volume 18, 564 570. 1970.
- [14]. Gupta, Previn K. 1996. *Straightforward Inversion of Vertical Electrical Sounding Data*. Departement received of Eart Scienties. University of Roorkee, India 247 667.
- [15]. Akmam. 2006. *Studi Terhadap Air Tanah Padang Simawang Kecamatan Rambatan dengan Metoda Inversi Least-Square Dua Dimensi*. SAINTEK Vol. VIII. Nomor 2, Maret 2006.