

ANALISA SEBARAN AIR TANAH MENGGUNAKAN INVERSI ROBUST CONSTRAIN DATA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER DI DAERAH BUKIT LANTIAK KECAMATAN PADANG SELATAN

Silvia Dona Sari¹⁾, Akmam²⁾, Nofi Yendri Sudiar²⁾

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang, email: silviadonasari@ymail.com

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang, email: akmamdatuk@gmail.com
n_sudiar@yahoo.com

ABSTRACT

The aimed of this research are to determine the distribution, depth, and types of groundwater aquifers in Bukit Lantiak Padang Selatan area. Distribution of groundwater in Bukit Lantiak are important to know to anticipated landslide cause increase in soil water content in the slope. This research used resistivity geoelectric method of Wenner configuration. Data of this research taken four tracks using ARES (Automatic Resistivity). Interpretation data was done by with Robust Constraint inversion. The results of this research showed that distribution of soil water on Tracks 1, 3, and 4 tend to lead from the Northeast to the Southwest. Distribution of groundwater in track 2 leads from West to East. Into the ground water ranged from 5.76 to 30.2 m were obtained. Type aquifer is an aquifer that is found free and depressed. Free aquifers that can trigger landslides from on track 1.

Keywords : Groundwater, Resistivity, Wenner, Robust Constraint inversion

PENDAHULUAN

Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan merupakan salah satu daerah rawan longsor di Kota Padang. Daerah ini sering terjadi longsor dan menelan banyak korban. Longsor yang terjadi pada tahun 1999 mengakibatkan 67 orang meninggal dunia dan puluhan rumah hancur. Tahun 2000 dan 2001 longsor kembali terjadi yang menewaskan puluhan jiwa. Tahun 2005 longsor kembali terjadi di daerah ini^[9]. Longsor yang berulang kali terjadi seharusnya bisa diantisipasi agar kerugian yang ditimbulkan longsor tidak banyak. Longsor dapat diantisipasi dengan cara mengetahui faktor – faktor penyebab terjadinya longsor. Salah satu faktor penyebab longsor adalah peningkatan kandungan air tanah.

Air tanah merupakan air yang mengisi ruang antar partikel tanah^[10]. Air yang mengisi ruang antar partikel tanah sangat tergantung dengan besarnya curah hujan dan besarnya air yang dapat meresap kedalam tanah. Air yang meresap kedalam tanah bergabung membentuk suatu formasi geologi yang disebut dengan akuifer.

Akuifer adalah suatu lapisan yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah yang banyak.. Kemampuan akuifer dalam menyimpan dan meloloskan air tergantung jenis batuan dan tanah dimana air terkumpul. Berdasarkan kemampuan meloloskan air akuifer dapat dibedakan menjadi dua yaitu akuifer tertekan dan akuifer bebas^[3]. Akuifer bebas merupakan suatu formasi batuan yang dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*) pada lapisan bawah dan bagian atas berupa muka air tanah. Akuifer bebas dapat memicu

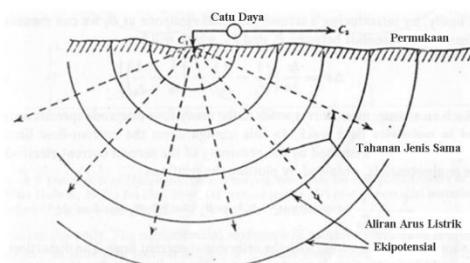
terjadinya longsor. Hal ini disebabkan air yang ada didalam akuifer bebas dapat merembes keluar melalui muka air tanah.

Kondisi material penyusun tanah sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang tersimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah sangat bergantung pada permeabilitas. Permeabilitas dapat digambarkan sebagai kemampuan batuan dalam meloloskan air^[2]. Jadi permeabilitas adalah kemampuan lapisan batuan untuk melewatkannya atau meloloskan air.

Nilai permeabilitas suatu bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi permeabilitas salah satunya adalah ukuran rata-rata pori. Secara garis besar ukuran butir suatu partikel sebanding dengan ukuran pori dan nilai permeabilitasnya. Lapisan tanah berbutir kasar memiliki ukuran pori yang besar dan nilai permeabilitas yang tinggi, contohnya kerikil dan pasir. Lapisan tanah berbutir halus memiliki ukuran pori kecil dan nilai permeabilitas yang rendah, contohnya lempung. Batuan yang mempunyai permeabilitas tinggi dengan sendirinya mempunyai porositas yang tinggi, tetapi batuan yang mempunyai porositas tinggi belum tentu mempunyai permeabilitas tinggi^[5]. Jadi sifat permeabilitas suatu batuan sangat mempengaruhi jumlah air tanah dalam suatu lapisan batuan. Porositas rendah biasanya menghasilkan permeabilitas yang rendah, tetapi porositas tinggi tidak selalu berarti permeabilitasnya tinggi. Hal ini disebabkan ruang antar pori yang sedikit atau tidak terkoneksi antar pori – pori material tersebut^[8]. Ruang antar pori yang terkoneksi antar

pori – pori sangat mempengaruhi nilai permeabilitas suatu material.

Sebaran air tanah dapat diperkirakan dengan menggunakan metode Geolistrik tahanan jenis. Metode Geolistrik tahanan jenis mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik pada lapisan batuan di bawah permukaan bumi^[12]. Metode ini mengasumsikan bumi sebagai medium homogen isotropis, ketika arus dialirkan dalam bumi, arus listrik akan mengalir ke segala arah dan membentuk bidang equipotensial setengah bola. Aliran arus listrik di dalam bumi ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 1. Titik Arus pada Permukaan dari Medium Homogen Isotropis^[13]

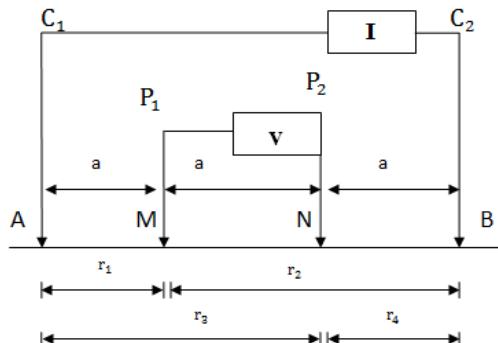
Arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui elektroda arus dan mengukur beda potensial listrik yang ditimbulkan di permukaan bumi melalui elektroda potensial, sehingga didapatkan nilai tahanan jenis. Tahanan jenis bumi secara umum tidaklah homogen, berarti nilai tahanan jenis yang terhitung adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity*)^[1]. Nilai tahanan jenis semu dapat dihitung menggunakan Persamaan (1)

dimana

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

ΔV dan I menyatakan beda potensial dan arus listrik yang terukur, sementara K menyatakan faktor Geometri yang bergantung pada konfigurasi elektroda.

konfigurasi yang cocok untuk penelitian ini adalah konfigurasi Wenner. Konfigurasi Wenner mempunyai resolusi vertikal yang bagus, sensitif terhadap perubahan lateral. Alat interpretasi tersedia dalam jumlah yang banyak^[11]. Tingkat sensitif yang baik terhadap perubahan lateral tersebut menyebabkan konfigurasi ini baik digunakan dalam pemetaan (*mapping*). Konfigurasi Wenner menggunakan empat elektroda, yaitu dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Jarak antar elektroda dibuat sama panjang, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Susunan Elektroda Wenner

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa susunan elektroda Wenner menggunakan empat elektroda (C_1 P_1 P_2 C_2), dengan jarak spasi sama panjang ($r_1 = r_4 = a$ dan $r_2 = r_3 = 2a$). Harga masing-masing jarak elektroda disubstitusi ke Persamaan (2), sehingga didapatkan besar faktor Geometri untuk konfigurasi Wenner, yaitu:

dengan demikian persamaan (1) dapat ditulis menjadi:

Data hasil pengukuran pada penelitian ini dianalisis menggunakan inversi *Robust Constraint*. Persamaan inversi *Robust* pada Persamaan (5)^[6].

dimana $u = \hat{\theta}^{-1}(x, \sigma)$ adalah pengontrol inversi dan x merupakan *vektor state*, yaitu vektor keadaan yang menggambarkan model data dalam n pengukuran dan y merupakan output yang mengandung dua parameter yaitu kedalaman dan tahanan jenis. σ menyatakan input pengontrol *pseudo* dari sistem inversi. Pengontrol inversi u dari persamaan (5) dapat dinyatakan dengan Persamaan (6).

dimana $A(x)$ dan $B(x)$ adalah fungsi nonlinier dari x . Kesalahan inversi dari Δ_{inv} dapat dinyatakan dengan Persamaan (7).

Penelitian ini dilakukan di daerah Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan. Berdasarkan kondisi Geologi diketahui bahwa daerah penelitian ini disusun oleh 2 batuan utama, yaitu *Andesite* dan

Tufa. Batuan ini berasal dari batuan gunung berapi yang masih aktif bewarna hitam keabu-abuan hingga putih^[4].

METODE PENELITIAN

Penelitian dasar bersifat deskriptif ini menggunakan instrumen *ARES Main Unit*. Penelitian ini dilakukan di daerah Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan. Parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu kuat arus listrik (I), beda potensial (V) dan spasi jarak elektroda. Parameter yang dihitung pada penelitian ini adalah tahanan jenis semu. Tahanan jenis semu diinterpretasikan menggunakan metode inversi *Robust 2D*, sehingga didapatkan tahanan jenis sesungguhnya dan kedalamannya. Nilai tahanan jenis yang diperoleh diestimasi dengan cara membandingkan nilai tahanan jenis sebenarnya dengan geologi daerah Bukit Lantiak dan tabel tahanan jenis.

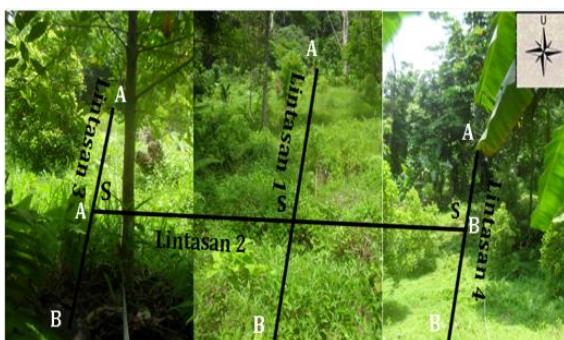
Pengukuran ini dilakukan di daerah Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan dengan jumlah lintasan sebanyak 4 lintasan. Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan

Tahap ini dilakukan persiapan melakukan kajian kepustakaan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian, survei ke daerah pengukuran atau lokasi pengambilan data untuk menentukan lintasan pengukuran yang akan dilakukan dan mengetahui struktur geologi daerah pengukuran. Selain itu, pada tahap ini juga mempersiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan pada saat pengukuran nantinya.

2. Tahap Perencanaan

Tahap ini dilakukan rancangan desain pengukuran yang akan dilakukan. Lintasan pengukuran terdiri dari 4 lintasan. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Desain Pengukuran di Daerah Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa terdapat 4 lintasan pengukuran yang akan diukur. Lintasan 1, lintasan 3, dan lintasan 4 didesain memanjang ke bawah dari puncak lereng ke bawah lereng. Lintasan 2 mengikat ketiga lintasan tersebut. A merupakan titik nol lintasan pengukuran. B merupakan titik akhir lintasan

pengukuran. S merupakan titik *sounding* lintasan pengukuran.

Lintasan 1 titik A terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'16''$ LS dan $100^{\circ}22'8''$ BT, sedangkan titik B terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'5,4''$ LS dan $100^{\circ}22'10,3''$ BT. Pada Lintasan 2 titik A terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'8,7''$ LS dan $100^{\circ}22'10,3''$ BT, sedangkan titik B terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'9,1''$ LS dan $100^{\circ}22'13,6''$ BT. Pada Lintasan 3 titik A terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'08,3''$ LS dan $100^{\circ}22'7,0''$ BT, sedangkan titik B terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'9,1''$ LS dan $100^{\circ}22'13,6''$ BT. Pada Lintasan 4 titik A terdapat pada koordinat $00^{\circ}58'0,4''$ LS dan $100^{\circ}22'6,5''$ BT, sedangkan titik B terdapat pada koordinat $0^{\circ}57'55,9''$ LS dan $100^{\circ}22'12,1''$ BT

3. Tahap Pelaksanaan

Tahap ini dilakukan pengukuran atau pengambilan data sesuai dengan rancangan pengukuran yang telah dibuat. Berikut ini langkah kerja yang akan dilakukan saat pengukuran :

1. Menentukan lintasan pengukuran yang akan dilakukan pada daerah pengukuran.
2. Menentukan spasi elektroda yang akan dibuat pada lintasan pengukuran.
3. Mengukur lintasan pengukuran sesuai dengan panjang lintasan dan spasi elektroda yang telah ditentukan.
4. Menanam elektroda pada setiap spasi elektroda yang telah ditentukan.
5. Menghubungkan kabel elektroda pada lintasan tadi dan aki dengan *ARES Multielectrode*.
6. Mengaktifkan *ARES Multielectrode*.
7. Memastikan kondisi aki terisi minimal 85%.
8. Mengkalibrasi alat *ARES Multielectrode*.
9. Memilih metoda pengukuran yang tersedia beserta konfigurasinya, dalam hal ini metoda geolistrik tahanan jenis (*resistivity*) dan konfigurasi *wenner*.
10. Melakukan pengukuran.
11. Data yang diperoleh langsung tersimpan pada *ARES Main unit*.

Data yang tersimpan pada *ARES Main unit* didownload dengan cara menghubungkan *ARES Multielectrode* dengan komputer windows XP. Data tersebut disimpan dengan tipe file *.dat. Data yang tersimpan pada komputer windows XP merupakan data mentah yang terdiri dari beda potensial (V), kuat arus listrik (I), tahanan jenis semu (ρ_a) dan standar deviasi ($st-dev$).

Nilai tahanan jenis semu yang didapat pada saat pengukuran selanjutnya diinterpretasikan menggunakan metode inversi *Robust Constraint* dengan bantuan *software Res2dinv*. Hasil interpretasi data berupa penampang 2D Daerah Bukit Lantiak. Berdasarkan penampang 2D dapat diketahui nilai tahanan jenis sebenarnya dan kedalamannya.

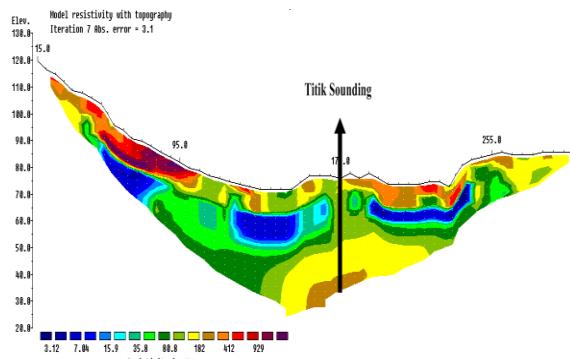
Nilai tahanan jenis yang diperoleh diestimasi dengan cara membandingkan nilai tahanan jenis sebenarnya dengan geologi daerah Bukit Lantiak dan tabel tahanan jenis Berdasarkan nilai tahanan jenis, diperoleh material penyusun daerah penelitian. Hasil akhir dari peneltian ini diketahui sebaran dan kedalaman air tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Lintasan 1

Lintasan 1 terletak pada koordinat $00^{\circ} 58' 0,54''$ LS dan $100^{\circ} 22' 14,5''$ BT sampai koordinat $00^{\circ} 58' 3,7''$ LS dan $100^{\circ} 22' 10,3''$ BT. Gambar 4 menunjukkan penampang model 2D Lintasan 1 dengan *Constraint inversi Robust* 0,001.

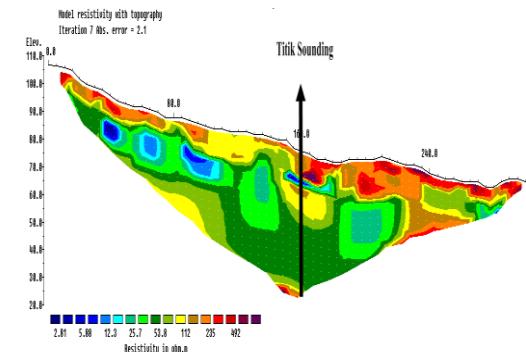


Gambar 4. Penampang Model 2D Lintasan 1

Gambar 4 memperlihatkan profil 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 1 dengan ketinggian antara 82-117 mdpl dan kedalaman maksimum yang dicapai dalam pengukuran adalah 49,167 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 1,56 – 1446 Ωm dengan persentase kesalahan 3,1% pada iterasi ke 7. Nilai error 3,1 % menunjukkan kesalahan dalam pengukuran sebesar 3,1 % dan tingkat keabsahan data pengukuran sebesar 96,9 %. Warna - warna pada Gambar 14 menunjukkan batuan penyusun lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai tahanan jenis. Lapisan berwarna biru tua sampai berwarna biru muda diinterpretasikan sebagai lapisan air tanah dengan rentangan nilai tahanan jenis, yaitu 2,6 – 20 Ωm..

Lintasan 2

Lintasan 2 terletak pada koordinat $00^{\circ} 58' 08,7''$ LS dan $100^{\circ} 22' 10,3''$ BT sampai koordinat $00^{\circ} 57' 58,9''$ LS dan $100^{\circ} 22' 10,2''$ BT. Titik sounding terletak pada koordinat $00^{\circ} 58' 3,7''$ LS dan $100^{\circ} 22' 10,3''$ BT. Lintasan 2 merupakan lintasan pengikat antara lintasan 1, lintasan 3 dan lintasan 4. Gambar 5 menunjukkan penampang model 2D Lintasan 2 menggunakan *Constraint inversi Robust* 0,001.

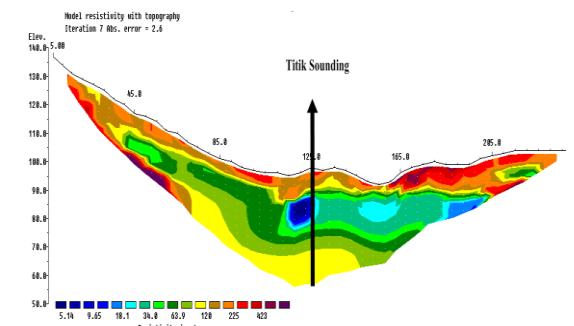


Gambar 5. Penampang Model 2D Lintasan 2

Gambar 5 memperlihatkan profil 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 2 dengan ketinggian antara 60-105 mdpl dan kedalaman maksimum yang dicapai dalam pengukuran adalah 50,8 m. Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 1,405 – 749 Ωm dengan persentase kesalahan 2,1% pada iterasi ke 7. Nilai error 2,1 % menunjukkan kesalahan dalam pengukuran sebesar 2,1 % dan tingkat keabsahan data pengukuran sebesar 97,9 %. Lapisan berwarna biru tua sampai berwarna biru muda diinterpretasikan sebagai lapisan air tanah dengan rentangan nilai tahanan jenis, yaitu 2,6 – 20 Ωm.

Lintasan 3

Lintasan 3 terletak pada koordinat $00^{\circ} 58' 08,3''$ LS dan $100^{\circ} 22' 07,0''$ BT sampai koordinat $00^{\circ} 58' 09,1''$ LS dan $100^{\circ} 22' 13,6''$ BT. Titik sounding lintasan 3 terletak pada koordinat $00^{\circ} 58' 08,2''$ LS dan $100^{\circ} 22' 10,0''$ BT. Lintasan ini memiliki panjang 235 m dengan jarak elektroda 5 m. Gambar 6 menunjukkan penampang model 2D hasil pengolahan data Lintasan 3 menggunakan *software Res2dinv* dengan inversi *Robust Constraint* 0,001.



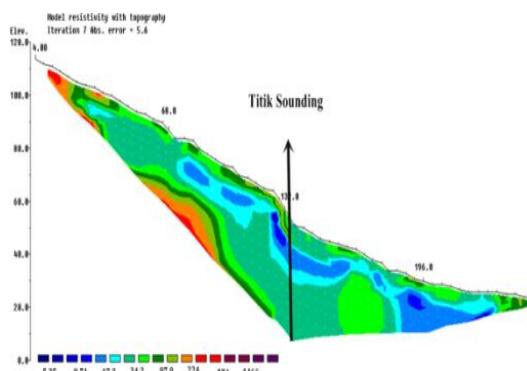
Gambar 6. Penampang Model 2D Lintasan 3

Gambar 6 memperlihatkan profil 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 3 dengan ketinggian antara 100 - 130 mdpl dan kedalaman maksimum yang dicapai dalam pengukuran adalah 39,17 m. Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 2,57 – 621 Ωm dengan persentase kesalahan 2,6 % pada iterasi ke 7. Nilai error 2,6 % menunjukkan kesalahan dalam pengukuran sebesar 2,6 % dan

tingkat keabsahan data pengukuran sebesar 97,4 %. Lapisan berwarna biru tua sampai berwarna biru muda diinterpretasikan sebagai lapisan air tanah dengan rentangan nilai tahanan jenis, yaitu 2,6 – 20 Ωm .

Lintasan 4

Lintasan 4 terletak pada koordinat $00^{\circ} 58' 00,4''$ LS dan $100^{\circ} 22' 06,5''$ BT sampai koordinat $00^{\circ} 57' 55,9''$ LS dan $100^{\circ} 22' 12,1''$ BT. Titik sounding lintasan 4 terletak pada $00^{\circ} 57' 58,6''$ LS dan $100^{\circ} 22' 09,3''$ BT. Panjang lintasan 4 adalah 244 m dengan spasi elektroda yang digunakan yaitu 4 m. Gambar 7 menunjukkan penampang model 2D hasil pengolahan data Lintasan 4 menggunakan software *Res2dinv* dengan inversi *Robust Constraint* 0,001.



Gambar 7. Penampang Model 2D Lintasan 4

Gambar 7 memperlihatkan profil 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 4 dengan ketinggian antara 20 - 130 mdpl dan kedalaman maksimum yang dicapai dalam pengukuran adalah 40,67 m. Lintasan 4 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 2,625 – 2358 Ωm dengan persentase kesalahan 5,6 % pada iterasi ke 7. Nilai error 5,6 % menunjukkan kesalahan dalam pengukuran sebesar 5,6 % dan tingkat keabsahan data pengukuran sebesar 94,6 %. Lapisan berwarna biru tua sampai berwarna biru muda diinterpretasikan sebagai lapisan air tanah.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil estimasi data pengukuran geolistrik di Daerah Bukit Lantiak, Kelurahan Seberang Palinggam, Kecamatan Padang Selatan, dapat disimpulkan bahwa, batuan yang terdapat di daerah penelitian ini adalah *Andesite*, *Limestones*, *Sandstone* dan *Clay*. Batuan yang didapat dari hasil penelitian sesuai dengan geologi daerah penelitian yang didominasi oleh *Andesite* berselingan dengan *Tufa*. Beberapa jenis batuan sedimen berupa *Limestones*, *Sandstone* dan *Clay* merupakan hasil pelupukan batuan *Andesite*.

Batuan sedimen yang menempati daerah penelitian ini merupakan formasi pengandung air berproduksi rendah sampai sedang. Formasi pengandung air produktif yang terdapat di daerah ini

adalah batu *Sandstone*. Kelulusan dan daya simpan batu *Sandstone* sangat baik, karena batu *Sandstone* memiliki kandungan poros yang lebih banyak dibandingkan batuan yang lain. Sehingga ketebalan batu *Sandstone* akan sangat menentukan sebaran air tanah.

Kondisi material penyusun tanah sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Batuan yang dapat dijadikan sebagai sumber air tanah adalah batuan yang mengandung ruang – ruang antar butir atau batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas tinggi, serta terdapat lapisan batuan *impermeable*^[5]. Batu *Sandstones* merupakan batuan sedimen yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi, hal ini terlihat pada Tabel 11^[7].

Tabel 11. Perkirakan Rata – Rata Porositas dan Permeabilitas Berbagai Bahan^[7].

Nama Bahan	Porositas %	Permeabilitas
Lempung	45	0,0005
Pasir	35	50
Kerikil	25	5000
Kerikil & Pasir	20	500
Batu Pasir	15	5
Batu Kapur,serpih	5	0,05
Kwarsit, granit	1	0,0005

Berdasarkan tabel 11 dapat diketahui bahwa batu *Sandstones* memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi dari pada batu *Limestones* dan *Clay*. Batu *Sandstones* dengan porositas dan permeabilitas yang lebih besar akan mudah menyimpan dan meloloskan air. *Clay* merupakan batuan yang memiliki nilai permeabilitas yang rendah, sehingga *Clay* tidak dapat mololoskan air. Batu *Clay* ini lah yang berfungsi sebagai lapisan *impermeable*, sehingga air tanah yang ada di dalam batu pasir tertahan oleh lapisan ini dan tidak dapat merembes keluar.

Sebaran air tanah pada Lintasan 1 di titik $y = 75$ m ditemui pada kedalaman 11,75 – 17,1 m dengan ketebalan 5,35 m. Pada titik $y = 150$ m ditemui sebaran air tanah pada kedalaman 9,08 – 22,6 m dengan ketebalan 13,52 m. Sebaran air tanah pada kedalaman 11,75 – 14,4 m dengan ketebalan 2,65 m ditemui pada titik $y = 225$ m. Dari keseluruhan panjang Lintasan 1, sebaran air tanah dengan kedalaman maksimum terdapat pada titik $y = 121$ – 152 m yaitu 9,08 – 22,6 m dengan ketebalan 13,52 m. Kedalaman minimum terdapat pada titik $y = 190$ – 245 m yaitu 11,75 – 14,4 m dengan ketebalan 2,65 m. Nilai tahanan jenis sebesar 2,6 – 20 Ωm diperkirakan merupakan lapisan dimana terkandung air tanah di dalamnya, hal ini disebabkan nilai tahanan jenisnya relatif rendah, dan terdapat dalam batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi. Arah gerakan air tanah pada Lintasan 1 mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Hal ini dipengaruhi oleh struktur batuan dasar penyusun

mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Sehingga pola aliran air bawah permukaan akan mengalir searah dengan struktur batuan dasar penyusun. Topografi juga mempengaruhi pola sebaran air tanah, hal ini terlihat sebaran air tanah pada Lintasan 1 mengikuti permukaan topografinya. Sebaran air tanah pada Lintasan 1 tersebar disepanjang pengukuran.

Lintasan 2 sebaran air tanah pada titik $y = 150$ diperkirakan terletak pada kedalaman $11,75 - 22,6$ m dengan ketebalan $10,85$ m. Dari keseluruhan panjang Lintasan 2, sebaran air tanah dengan kedalaman maksimum terdapat pada titik $y = 85 - 110$ m yaitu $9,08 - 17,1$ m dengan ketebalan $8,02$ m. Kedalaman minimum terdapat pada titik $y = 150 - 163$ m yaitu $11,75 - 14,4$ m dengan ketebalan $2,65$ m. Arah gerakan air tanah pada Lintasan 2 mengarah dari arah Barat ke Timur. Hal ini dipengaruhi oleh struktur batuan dasar penyusun mengarah dari Barat ke Timur. Sehingga pola aliran air bawah permukaan akan mengalir searah dengan struktur batuan dasar penyusun. Topografi juga mempengaruhi pola sebaran air tanah, hal ini terlihat sebaran air tanah pada Lintasan 2 mengikuti permukaan topografinya. Sebaran air tanah tersebar hanya pada bagian Barat saja, hal ini disebabkan bagian Timur didominasi oleh batuan yang memiliki permeabilitas yang rendah.

Lintasan 3 sebaran air tanah pada titik $y = 120$ m diperkirakan terdapat pada kedalaman $9,075 - 19,85$ m dengan ketebalan $10,775$ m. Dari keseluruhan panjang Lintasan 3, sebaran air tanah dengan kedalaman maksimum terdapat pada titik $y = 115 - 128$ m yaitu $9,075 - 19,85$ m dengan ketebalan $10,77$ m. Kedalaman minimum terdapat pada titik $y = 173 - 198$ m yaitu $5,76 - 8,14$ m dengan ketebalan $2,38$ m. Arah gerakan air tanah pada Lintasan 3 mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Hal ini dipengaruhi oleh struktur batuan dasar penyusun mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Sehingga pola aliran air bawah permukaan akan mengalir searah dengan struktur batuan dasar penyusun. Topografi juga mempengaruhi pola sebaran air tanah, hal ini terlihat sebaran air tanah pada Lintasan 3 mengikuti permukaan topografinya. Sebaran air tanah pada Lintasan 3 tersebar hanya pada bagian Barat Daya saja. Bagian Timur Laut tidak terdapat air tanah. Hal ini disebabkan pada bagian Timur Laut pengukuran didominasi oleh batuan *Limestones* yang dapat menyerap air, namun tidak dapat meloloskannya, dan batuan *Limestones* tersebut dilapis oleh lapisan *impermeable*, sehingga air tidak dapat mengalir.

Lintasan 4 sebaran air tanah pada titik $y = 120$ m diperkirakan terletak pada kedalaman $5,76 - 25,8$ m dengan ketebalan $20,04$ m. Pada titik $y = 180$ m ditemukan sebaran air tanah pada kedalaman $8,14 - 17,8$ m dengan ketebalan $9,66$ m. Dari keseluruhan panjang Lintasan 4, sebaran air tanah dengan

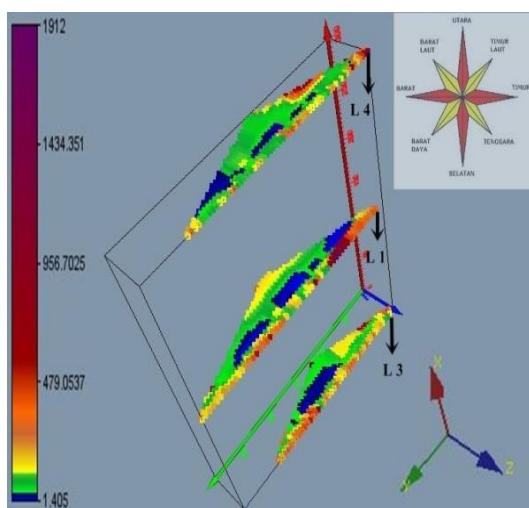
kedalaman maksimum terdapat pada titik $y = 180 - 196$ m yaitu $8,14 - 30,2$ m dengan ketebalan $22,06$ m. Kedalaman minimum terdapat pada titik $y = 28 - 42$ m yaitu $5,76 - 8,14$ m dengan ketebalan $2,38$ m. Arah gerakan air tanah pada Lintasan 4 mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Hal ini dipengaruhi oleh struktur batuan dasar penyusun mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Topografi juga mempengaruhi pola sebaran air tanah, hal ini terlihat sebaran air tanah pada Lintasan 4 mengikuti permukaan topografinya. Sebaran air tanahnya yang tersebar rata dari Timur Laut ke Barat Daya.

Umumnya pola sebaran air tanah di daerah penelitian mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya. Lintasan 1 pola sebaran air tanahnya mengarah dari Timur Laut ke Barat Daya pada jarak $50 - 87,5$ m dari titik awal pengukuran. Air tanah pada lapisan ini merupakan air tanah (akifer) bebas. Air tanah ini dapat merembes ke lapisan atas karena dilapisi oleh lapisan *permeable* pada bagian atasnya, sehingga dapat menambah bobot tanah pelapukan yang dapat memicu terjadinya longsor. Jarak $121 - 152$ m dijumpai sebaran air tanah. Air tanah pada lapisan ini merupakan air tanah tertekan. Air tanah pada lapisan ini tidak dapat merembes ke lapisan atas maupun bawah, karena dilapisi oleh lapisan *impermeable* pada bagian atas dan bawahnya. Air tanah pada lapisan ini tidak bisa memicu terjadinya longsor. Pada jarak $190 - 245$ m terdapat lagi lapisan yang mengandung air tanah. Air tanah pada lapisan ini merupakan air tanah bebas. Air tanah ini dapat merembes ke lapisan atas karena dilapisi oleh lapisan *permeable*. Air tanah pada lapisan ini dapat memicu terjadinya longsor.

Lintasan 2 pada jarak $40 - 47,5$ m, $57,5 - 72,5$ m, $85 - 110$ m, dan $150 - 163$ m dari titik awal pengukuran ditemui lapisan yang mengandung air tanah. Lapisan atas dan bawah dari masing-masing lapisan ini dibatasi oleh lapisan *impermeable*, lapisan ini tidak dapat meloloskan air tanah, sehingga air tanah tidak dapat merembes keluar dan tidak dapat memicu terjadinya longsor. Lintasan 3 pada jarak $115 - 127$ m, $145 - 165$ m, dan $173 - 198$ m dari titik awal pengukuran ditemui lapisan yang mengandung air tanah. Lapisan ini masing-masing dibatasi oleh lapisan *impermeable*, baik pada lapisan atas maupun lapisan bawahnya. Air tanah pada lapisan ini tidak dapat merembes keluar, sehingga bobot tanah pelapukan tidak bertambah akibatnya tidak dapat memicu terjadinya longsor.

Lintasan 4 pada jarak $28 - 42$ m dan $76 - 228$ m dari titik awal pengukuran ditemui lapisan yang mengandung air tanah. Lapisan ini masing-masing dibatasi oleh lapisan *impermeable*, baik pada lapisan atas maupun lapisan bawahnya. Lapisan *impermeable* tidak dapat meloloskan air tanah, sehingga air tanah tidak dapat merembes keluar. Air tanah pada lintasan ini tidak dapat memicu terjadinya longsor.

Penampang model 2D bawah permukaan dapat ditampilkan dalam bentuk 3D. *Software* yang digunakan dalam pemodelan bentuk 3D adalah *software voxler*. *Software voxler* ini bertujuan untuk menggabungkan beberapa lintasan. Lintasan yang dapat digabungkan pada *software* ini adalah lintasan yang sejajar. Berikut adalah gambar bentuk penampang model 3D pada Lintasan 1, 3, dan 4 yang diolah menggunakan *software voxler*. Hasil pengolahan data menggunakan *software voxler* mendekati hasil pengolahan data dengan *software Res2dinv*. Warna – warna yang ada pada penampang model 3D mewakili nilai tahanan jenis batuan penyusun. Warna biru mempunyai tahanan jenis paling rendah dan warna ungu menunjukkan nilai tahanan jenis tertinggi.



Gambar 8. Penampang Model 3D Lintasan 1, 3, dan 4

Berdasarkan interpretasi di atas pola sebaran air tanah di Daerah Bukit Lantiak, Kelurahan Seberang Palinggam, Kecamatan Padang Selatan cenderung mengarah dari arah Timur Laut ke Barat Daya. Lintasan 1 pada jarak 50 – 87,5 m dan 190 – 245 m dari titik awal pengukuran ditemui lapisan air tanah yang dapat menambah bobot tanah pelapukan, sehingga dapat memicu terjadinya longsor.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa, sebaran air tanah dengan rentangan nilai tahanan jenis 2,6 - 20 Ω m dapat ditemukan pada Lintasan 1, Lintasan 2, Lintasan 3 dan Lintasan 4. Pola sebaran air tanah pada Lintasan 1 mengarah dari arah Timur Laut ke Barat Daya. Lintasan 2 pola sebaran air tanahnya mengarah dari Barat ke Timur. Pola sebaran air tanah pada Lintasan 3 mengarah dari arah Timur Laut ke Barat Daya. Pola sebaran air tanah pada Lintasan 4 mengarah dari arah Timur Laut ke Barat Daya. Lintasan paralel yaitu Lintasan 1, 3, dan

4 masing – masing cenderung mengarah dari arah Timur Laut ke Barat Daya, sedangkan pola sebaran air tanah pada lintasan pengikat yaitu Lintasan 2 mengarah dari Barat ke Timur.

Sebaran air tanah pada Lintasan 1 dapat ditemukan pada kedalaman 9,08 – 22,6 m. Lintasan 2 sebaran air tanahnya dapat ditemukan pada kedalaman 11,75 – 22,6 m. Lintasan 3 sebaran air tanahnya pada kedalaman 9,075 – 19,85 m. Sebaran air tanah pada Lintasan 4 ditemukan pada kedalaman 8,14 – 30,2 m.

Jenis akuifer sebaran air tanah pada Lintasan 1 berupa akuifer bebas pada jarak 50 – 87,5 m dan 190 – 245 m. Jarak 121 – 151 m jenis akuifernya adalah akuifer tertekan. Lintasan 2, 3, dan 4 jenis akuifernya didapatkan berupa akuifer tertekan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Mahrizal, M.Si sebagai Kepala Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, FMIPA, UNP. Terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah mendanai penelitian ini dengan judul Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik *Tajirs* di Bulan Padang Selatan melalui Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2014. Terima kasih juga kepada Irepia Refa Dona, Rahmi Kurnia Putri, Risaldi Putra, Jemmy Rohmana, Edi Kurnia, S.Si, Basra Kurniawan, S.Si, tim geolistrik 2011, dan rekan - rekan atas bantuan teknis selama pengambilan data. Terima kasih kepada Bapak Ir. Nuzuwir yang telah memberikan ilmunya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akmm. 2004. "Existence of Spring in Batulimbak Village Simawang Kecamatan Rambatan Kabupaten Tanah d€€atar". *Jurnal Prosiding Seminar PPD Forum HEDS 2004 Bidang MIPA*, ISBN 979-95726-7-3. Hlm 593-608.
- [2]. Andius, D.P dan Setyanto. 2012. *Model Alat Uji Permeabilitas Lapangan Untuk Jenis Tanah Lempung*. *Jurnal Rekayasa*, Vol. 16 No. 1.
- [3]. Chay. A. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta Gadjah Mada University Press.
- [4]. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat. 2012. *Peta Geologi Kota Padang*. Padang.
- [5]. Harry, Jusron. dkk. (2002). *Pelacakan Anliran Air Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik Di Imogiri Daerah Isitimewa Yogyakarta*. Prosiding – ISBN 979 – 8769 – 11 – 2.
- [6]. Li, Chuanfeng. Wang, Yongji. Deng, Zhixiang dan Wu, Hao. 2009. *Adaptive Dynamic*

- Inversion Robust for BTT Missile Based on Wavelet Neural Network). Jurnal. Proc of SPIE Vol. 7496. Hlm 1-10.*
- [7]. Linsley, Ray K. Franzini, Joseph B dan Djoko S (ed). 1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga.
- [8]. Nelson, Stephen A. 2012. *Groundwater*. Tulane University. EENS 1110.
- [9]. Nuzuwr. 2012. *Potensi dan Mitigasi Bencana Alam Geologi Di Sumatera Barat*. Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Pemerintah Provinsi Sumatera Barat.
- [10]. Ogungbe A.S. Onori E.O. and Olaoye M.A. 2012. *Application of electrical resistivity techniques in the investigation of groundwater contamination: A case study of Ile – Epo Dumpsite, Lagos, Nigeria*. International Journal Of Geomatics And Geosciences. Volume 3, No 1, 2012. ISSN 0976 – 4380.
- [11]. Reynold, John M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Reynold Geo - Science Ltd. UK.
- [12]. Singarimbun, Alamta. Widyapuri, Asri. (2011). "Studi Metode Hambatan Jenis Untuk Analisa Distribusi Polutan di Dalam Tanah". Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011. Bandung.
- [13]. Telford, W.M., Geldart, L.P and Sheriff, R.E. 1976. *Applied Geophysics. Second Edition*. Cambridge University Press, New York.