

**PEMODELAN AKUIFER HASIL PENGUKURAN *RESISTIVITY*
STUDI KASUS KOTA PADANG**

JURNAL



Roro Rasi Putra

1302672

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN JURNAL

**PEMODELAN AKUIFER HASIL PENGUKURAN *RESISTIVITY*
STUDI KASUS KOTA PADANG**

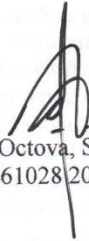
Jurnal ini dibuat berdasarkan tugas akhir oleh:

Nama : Roro Rasi Putra
Nim/BP : 1302672/2013
Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2018

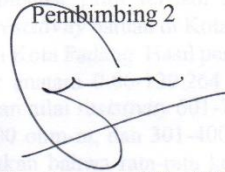
Telah diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing 1



Adree Octova, S.Si, M.T.
NIP. 19861028201202 1 003

Pembimbing 2



Mulya Gusman, S.T., M.T.
NIP. 19740808 200312 1 001

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Universitas Negeri Padang

Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

PEMODELAN AKUIFER HASIL PENGUKURAN *RESISTIVITY* STUDI KASUS KOTA PADANG

Roro Rasi Putra, Adree Octova, Mulya Gusman
Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
putra.roro21@gmail.com

RINGKASAN

Air merupakan salah satu aspek terpenting dalam kehidupan, hal ini dikarenakan seluruh makhluk hidup membutuhkan air untuk mempertahankan hidup. Sumber-sumber alternatif untuk memenuhi kebutuhan air bersih salah satunya adalah air tanah. Pertumbuhan penduduk di Kota Padang telah mengakibatkan perluasan pembangunan perumahan yang menyebabkan peningkatan permintaan air, sehingga dapat mengakibatkan penurunan muka air tanah akibat penarikan berlebihan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan akuifer dalam rangka meningkatkan kemampuan untuk memahami fluktuasi kedalaman muka air akibat ekstraksi dan hidrogeologi akuifer. Salah satu cara identifikasi akuifer adalah dengan menggunakan geolistrik. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode geolistrik satu dimensi yaitu *vertikal electrical sounding* (VES). Metode ini digunakan untuk pengambilan data *resistivity* batuan di Kota Padang. Pengambilan data sounding geolistrik tersebar sebanyak 36 titik di Kota Padang. Hasil pengukuran menunjukkan nilai *resistivity* batuan di Kota Padang berkisar antara 0.86-129.264 Ohm-m. Sebagian besar nilai *resistivity* batuan, tersusun atas batuan dengan nilai *resistivity* 601-700 ohm-m, setelah itu batuan dengan *resistivity* 701-800 ohm-m, 401-500 ohm-m, dan 301-400 ohm-m. Berdasarkan hasil pengolahan model *resistivity* batuan, didapatkan bahwa rata-rata kedalaman akuifer di Kota Padang adalah 1,48m dan rata-rata ketebalan akuifer adalah 5,41m. Dengan elevasi ditemukan akuifer pada daerah tepi pantai adalah pada elevasi 0m hingga -80m dan pada daerah menjauhi pantai yaitu pada elevasi +320m hingga +120m.

Katakunci: Akuifer, *Resistivity*, Geolistrik, *Vertikal Electrical Sounding*

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu aspek terpenting dalam kehidupan, hal ini dikarenakan seluruh makhluk hidup membutuhkan air untuk mempertahankan hidup (Kodoatie 2012: 35). Manfaat air macam-macam misalnya untuk diminum, untuk zat makanan pada tumbuhan, zat pelarut, pembersih dan sebagainya. Oleh karena itu penyediaan air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia untuk kelangsungan hidupnya dan menjadi faktor penentu dalam kesehatan dan kesejahteraan manusia. Air yang bersih mutlak diperlukan, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit, terutama penyakit-penyakit perut.

Di Indonesia kebutuhan air bersih bagi masyarakat setiap tahun selalu meningkat sesuai dengan dinamika pembangunan baik peruntukannya sebagai air minum dan rumah tangga, industri, pertanian maupun menunjang usaha komersial lainnya (Heru, 2007). Menurut Gheeta, dkk (2009: 169)

industrialisasi dan urbanisasi yang cepat, menyebabkan konsumsi air meningkat secara drastis.

Sumber-sumber alternatif untuk memenuhi kebutuhan air bersih salah satunya adalah air tanah. Untuk melayani kebutuhan air bersih yang bersumber dari air tanah tersebut, perlu diketahui potensi air tanah baik secara kuantitas maupun secara kualitas (Bayu dkk, 2012).

Kota Padang merupakan kota terbesar di pantai barat Pulau Sumatera sekaligus ibu kota dari provinsi Sumatera Barat. Jumlah penduduk kota Padang selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Padang (2017) jumlah penduduk kota Padang pada tahun 2013 sebesar 889.646 jiwa, pada tahun 2015 sebesar 902.413 jiwa dan akhir tahun 2016 sebesar 914. 968 jiwa.

Pertumbuhan penduduk di Kota Padang telah mengakibatkan perluasan pembangunan perumahan yang menyebabkan peningkatan permintaan air,

sehingga dapat mengakibatkan penurunan muka air tanah akibat penarikan berlebihan.

Ketika sebuah sumur ditempatkan dalam akuifer dapat menurunkan muka air yang berpengaruh pada ketebalan akuifer dan juga dapat menyebabkan air garam dari laut bergerak lebih jauh ke pedalaman. Pergerakan air laut tersebut bertindak sebagai kontaminan ke akuifer.

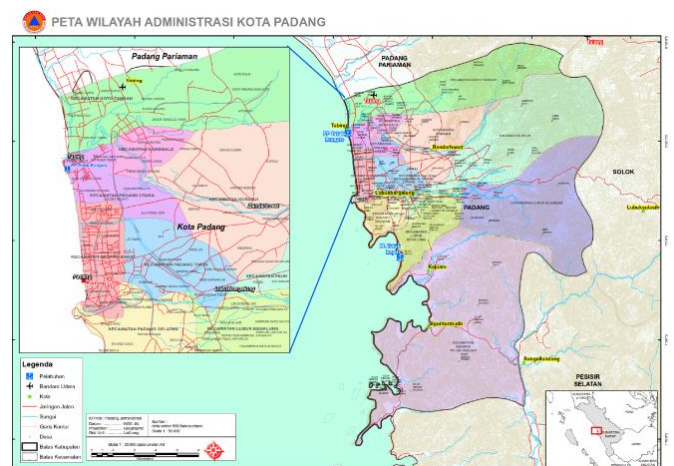
Oleh karena itu, sangat penting memperkirakan model parameter akuifer air tanah dalam rangka untuk meningkatkan kemampuan untuk memahami fluktuasi kedalaman muka air akibat ekstraksi dan hidrogeologi akuifer. Salah satu metode geofisika yang dapat mengetahui keberadaan akuifer ini adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode ini merupakan salah satu metode yang dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan, dengan mengukur sifat kelistrikan batuan. Survey geolistrik metode resistivitas mapping dan sounding menghasilkan informasi perubahan variasi harga

resistivitas baik arah lateral maupun arah vertikal.

Dengan adanya model persebaran akuifer, diharapkan dapat meningkatkan manajemen kualitatif dan kuantitatif sumber daya air di Kota Padang. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian “**Pemodelan Akuifer Hasil Pengukuran Resistivity Studi Kasus Kota Padang**”.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kawasan Kota Padang. Secara geografis, Kota Padang berada di antara $00^{\circ} 44' 00''$ LS - $1^{\circ} 08' 35''$ LS dan $100^{\circ} 05' 05''$ BT - $100^{\circ} 34' 09''$ BT.

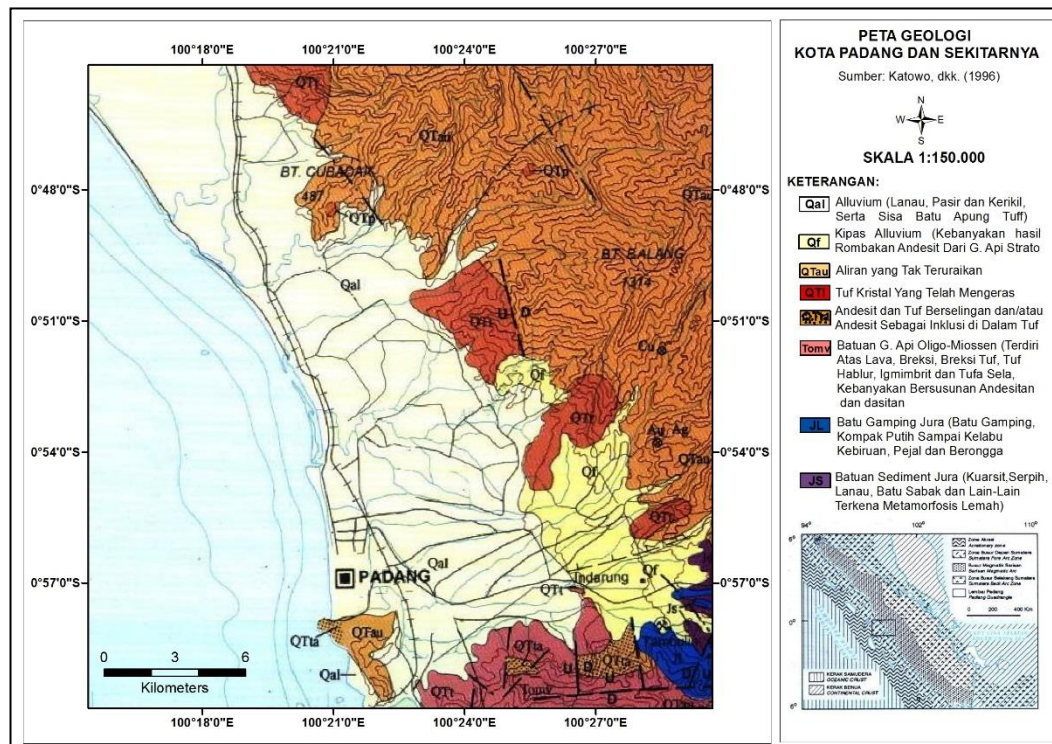


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3. Kondisi Geologi

Geologi Padang dan sekitarnya merupakan endapan dataran pantai Holosen yang berhadapan dengan endapan laut terbuka yang dibagian timur dibatasi oleh graben berupa patahan-patahan yang berarah hampir barat laut tenggara. Dicitrakan oleh endapan kuartar yang terdiri dari endapan pematang pantai, endapan *swamp*, dan endapan aluvial. Dataran tersebut terpisah oleh laut terbuka dan pematang pantai yang bagian belakangnya terbentuk rawa-rawa

pantai sebagai endapan *swamp*. Gambaran geologi pesisir ini dicirikan oleh endapan pasir yang lepas, kerikil dengan ketidakmenerusan lapisan lanau dan lempung dan beberapa tempat jenuh air, dimana sebaran pematang pantai sisi barat laut lebih dominan yang ditafsirkan sebagai zona sumber endapannya. Menurut Kastowo (1973), Silitonga (1975), dan Rosidi (1976) litologi daerah Padang dan sekitarnya terdiri dari batuan *pratersier*, *tersier* dan *kwarter*.



Gambar 2. Peta Geologi Kota Padang

4. Akuifer

Akuifer sendiri berasal dari kata *aqua* yang berarti air dan *fere* yang berarti mengandung. Jadi akuifer dapat juga diartikan sebagai lapisan pembawa air atau lapisan permeabel (Suharyadi 1984 : 12)

Menurut Todd (1980), batuan yang dapat berfungsi sebagai lapisan pembawa air terbaik adalah pasir, kerakal, dan kerikil. Sedangkan 90% dari akuifer terdiri dari batuan tidak terkonsolidasi, terutama kerikil dan pasir.

Jika ditinjau dari permeabilitas batumannya, lapisan pembawa air dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu:

- a. Lapisan permeabel (serap air) seperti kerikil, kerakal, dan pasir.
- b. Lapisan semi permeabel (semi menyerap air) seperti pasir argullasis, tanah los.
- c. Lapisan kedap air, seperti batuan kristalin, tanah liat.

5. Resistivitas Batuan Material Bumi

Secara umum faktor yang mempengaruhi sifat kelistrikan batuan adalah

konduksi elektronik, konduksi elektrolitik, dan konduksi dielektrik. Sifat kelistrikan disini adalah karakteristik batuan ketika dialirkan pada batuan tersebut. Konduksi elektronik terjadi pada material yang memiliki banyak elektron bebas di dalamnya sehingga arus listrik dialirkan dalam material oleh elektron bebas.

Konduksi elektrolitik banyak terjadi pada batuan atau mineral yang bersifat porus dan pada pori-pori tersebut terisi oleh larutan elektrolit sehingga memungkinkan arus listrik mengalir akibat dibawa oleh ion-ion larutan elektrolit. Konduktivitas dan resistivitas batuan pori bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak dan sebaliknya. Konduksi dielektrik terjadi pada batuan yang bersifat dielektrik artinya batuan tersebut mempunyai elektron sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Tetapi karena adanya pengaruh medan listrik dari luar, maka elektron-elektron dalam atom

batuan dipaksa berpindah dan berkumpul terpisah dengan intinya, sehingga terjadi polarisasi.

Berdasarkan harga resistivitas listriknnya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu konduktor baik ($10^{-6} < \rho < 10^0$ Ohm.m), konduktor pertengahan ($10^0 < \rho < 10^7$ Ohm.m), isolator ($\rho > 10^7$).

Tabel 1. Resistivity Batuan Sedimen (Telford, dkk., 1976)

Jenis Batuan	Kisaran Resistivity (Ω m)
Consolidated Shales	$20 - 2 \times 10^3$
Argillites	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^8$
Limestones	$50 - 10^7$
Dolomite	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidated Wet Clay	20
Clay	3 - 70
Marls	1 - 100
Clays	10 - 800
Alluvium and Sands	4 - 800
Oil Sands	

Tabel 2. Harga Resistivity Spesifik Batuan (Suyono, 1978)

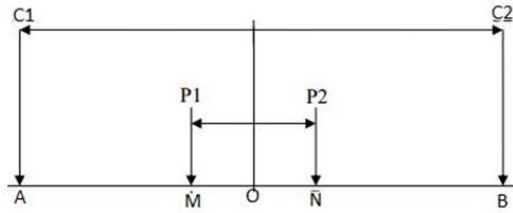
Material	Resistivity (Ω m)
Air Pemasukan	80 - 200
Airtanah	30 - 100
Silt - Lempung	10 - 200
Pasir	100 - 600
Pasir dan kerikil	100 - 1000
Batu Lumpur	20 - 200
Batu pasir	50 - 500
Konglomerat	100 - 500
Tufa	20 - 200
Kelompok Andesit	100 - 2000
Kelompok Granit	1000 - 10000
Kelompok Chert, Slate	

6. Vertical Electrical Sounding (VES)

Vertical Electrical Sounding (VES) merupakan metode yang ditemukan oleh Schlumberger bersaudara pada 1920an. Metode ini menghasilkan data resistivitas 1D. Pada penggunaan metode ini, titik tengah dari suatu pengukuran tetap pada suatu titik, tetapi spasi antar elektroda ditambah untuk mendapatkan informasi mengenai lapisan bawah permukaan yang lebih dalam (Loke, 2004).

Pada metode ini jarak antara elektroda C1 ke titik tengah dan elektroda C2 ke titik tengah sama besarnya (Gambar 12). Begitu

pula dengan jarak elektroda P1 dan elektroda P2.

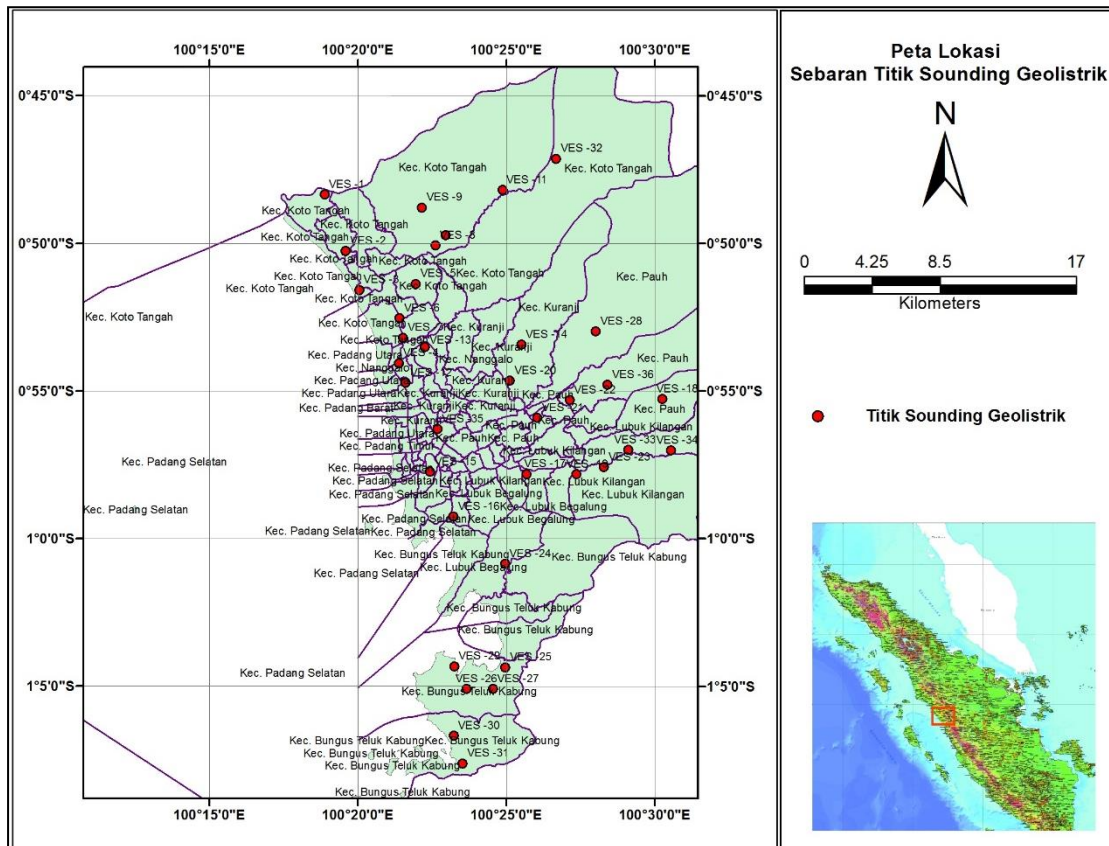


Gambar 3. Konfigurasi Elektroda Schlumberger, dengan $A=C1$, $B=C2$, $M=P1$, $N=P2$, jarak $C1-C2=AB$, jarak $P1-P2=MN$, jarak elektroda arus dengan titik tengah= $AB/2$, dan jarak elektroda potensial dengan titik tengah= $MN/2$.

keterbatasan waktu, tenaga, biaya dan kondisi medan yang memang sulit untuk ditempuh.

7. Data Penelitian

Total pengambilan data *resistivity* pada penelitian ini adalah sebanyak 36 titik sounding seperti yang ditunjukkan pada gambar 29. Pada perencanaan awal, direncanakan pengambilan data sounding adalah sebanyak 50 titik sounding. Tidak tercapainya rencana awal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya



Gambar 4. Distribusi Lokasi Titik Sounding VES

8. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Survey *Resistivity* Pengukuran Sounding di Kota Padang

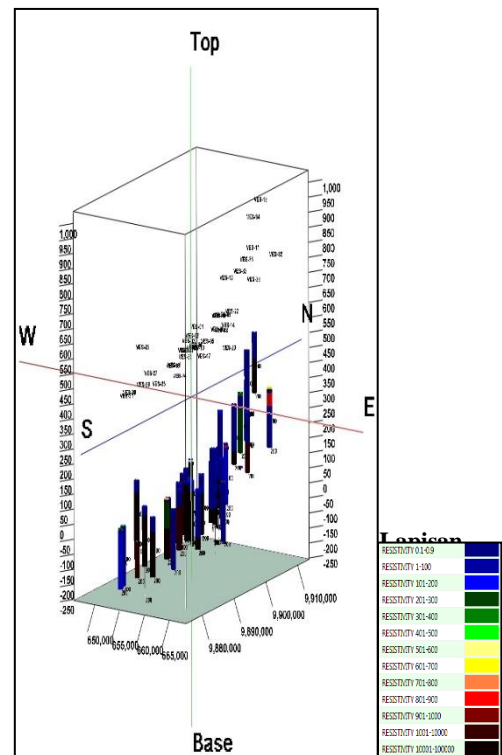
36 titik sounding geolistrik tersebar pada beberapa jenis lithologi batuan yang berbeda. Perbedaan lithologi batuan ini dilihat pada peta geologi lembar Padang. Perbedaan jenis batuan menyebabkan berbeda nilai *resistivity* batuan. Dari hasil pengukuran survey sounding geolistrik menunjukkan bahwa *resistivity* batuan di Kota Padang berkisar antara 0.86-129.264 Ohm-m.

b. Model *Resistivity* Batuan di Kota Padang

Dari *resistivity* masing-masing titik sounding dilakukan pengolahan pada program Rockworks16 untuk menampilkan lithologi *resistivity* batuan hasil pengukuran geolistrik. Berikut hasil pengolahan nilai *resistivity* batuan pada program Rockworks16.

Dari hasil pemodelan *resistivity* menunjukkan bahwa penyusun batuan di Kota Padang terdiri dari batuan dengan nilai *resistivity* 0.1-0.9 ohm-m, 401-500 ohm-m,

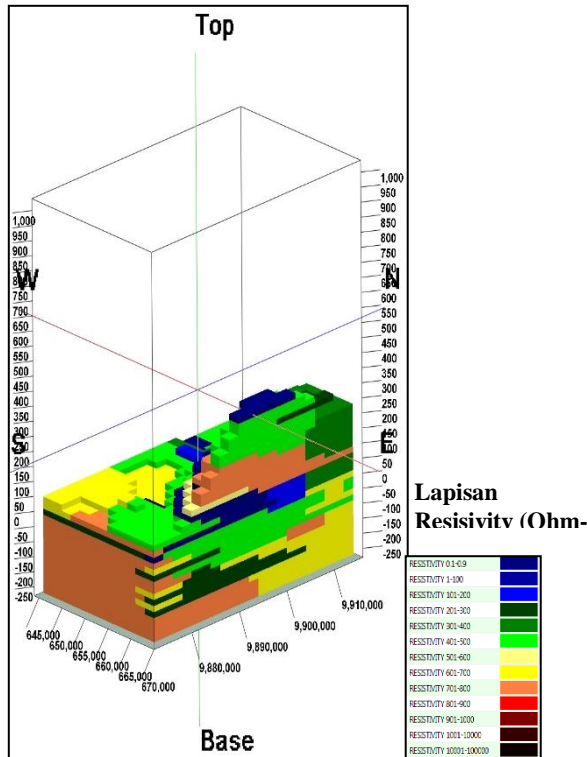
301-400 ohm-m, 701-800m, 601-700m, 201-300 ohm-m, dan 1001-10.000 ohm-m serta 10.000-100.000 Ohm-m. Sebagian besar batuan tersebut tersusun atas batuan dengan nilai *resistivity* 601-700 ohm-m, setelah itu *resistivity* 701-800 ohm-m, 401-500 ohm-m, dan 301-400 ohm-m.



Gambar 5. Model Sebaran Log *Resistivity* Batuan di Kota Padang

c. Model Akuifer di Kota Padang

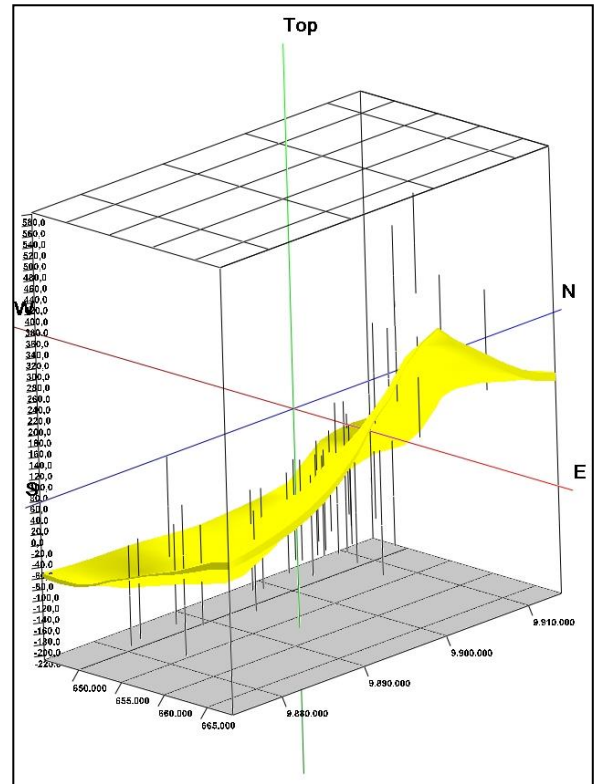
Berdasarkan nilai log *resistivity* masing-masing sounding geolistrik dilakukan interpretasi kedalaman dan ketebalan akuifer.



Gambar 6. Model 3D Resistivity Batuan di Kota Padang

Menurut Todd (1980), batuan yang dapat berfungsi sebagai lapisan pembawa air terbaik adalah pasir, kerakal, dan kerikil. Sedangkan 90% dari akuifer terdiri dari batuan tidak terkonsolidasi, terutama kerikil dan pasir. Telford (1990) menjelaskan bahwa material pasir memiliki harga resistivitas 100-600 serta pasir dan kerikil memiliki harga resistivitas 100-1000. Material pasir serta pasir dan kerikil inilah yang menjadi landasan interpretasi akuifer.

Berikut gambaran 3D sebaran akuifer berdasarkan hasil permodelan pada program Rockworks16.

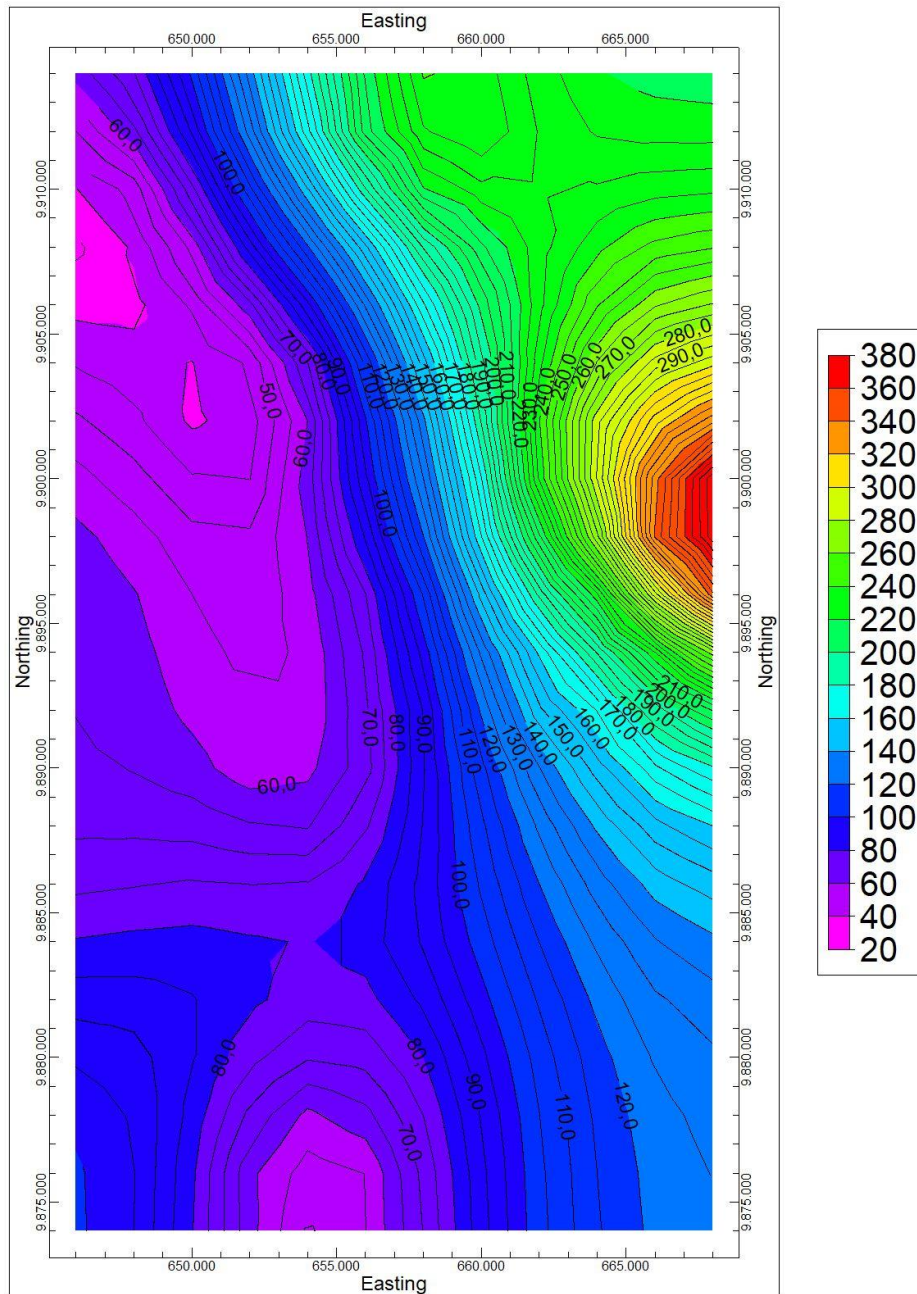


Gambar 7. Model 3D Penyebaran Akuifer

Hasil model 3 dimensi akuifer di Kota Padang dari nilai *resistivity* batuan hasil pengukuran sounding geolistrik menunjukkan bahwa rata-rata ketebalan akuifer adalah 5,41m. Sedangkan rata-rata kedalaman ditemukan akuifer di Kota Padang adalah 1,48m. Elevasi ditemukan akuifer pada daerah tepi pantai adalah pada elevasi 0m hingga -80m dan pada daerah menjauhi

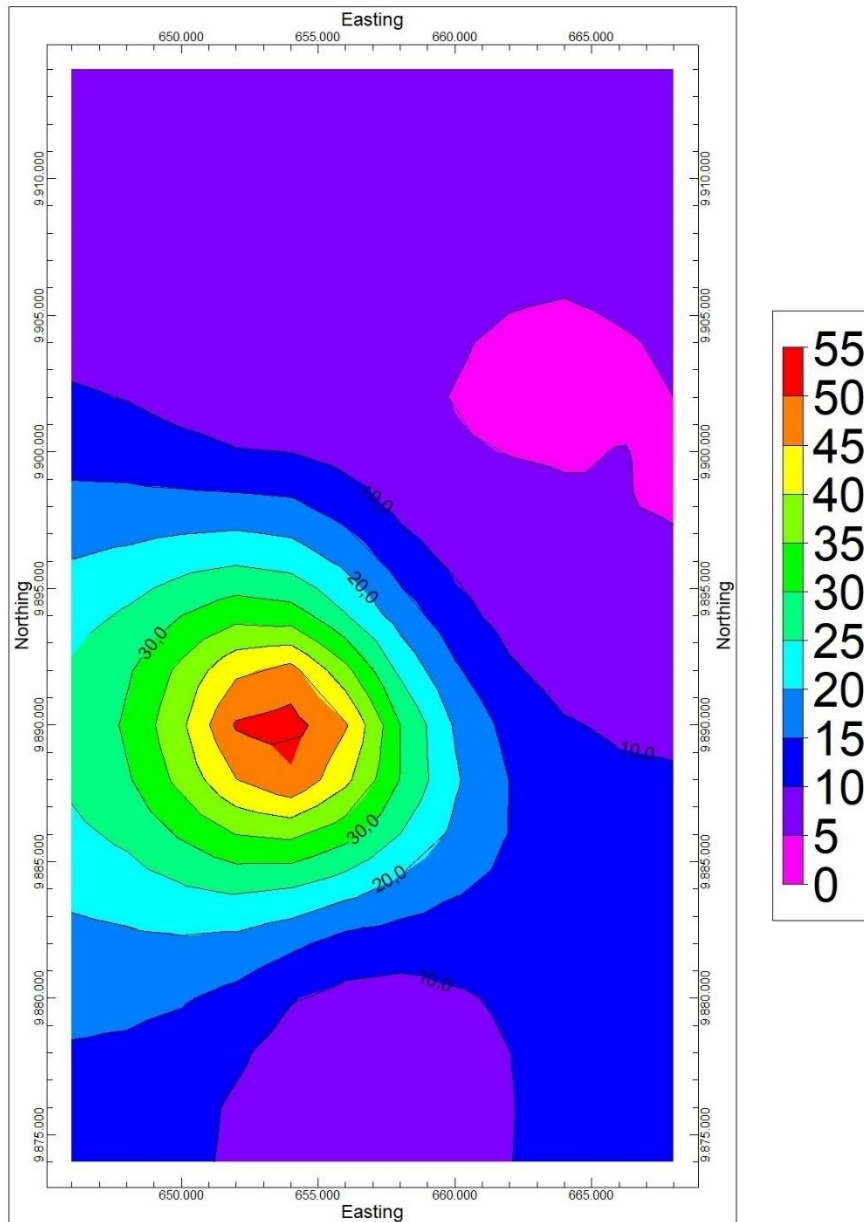
pantai yaitu pada elevasi +320m hingga +120m. Dari hasil interpretasi kedalaman dan ketebalan akuifer dilakukan pemetaan

kedalaman akuifer dengan metode kriging. Hasil Pemetaan dapat dilihat pada gambar berikut.



.Gambar 8. Peta Kedalaman Akuifer

Sedangkan pemetaan ketebalan akuifer dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 9. Peta Ketebalan Akuifer

9. Kesimpulan

1. Hasil pengukuran geolistrik di Kota Padang dengan sebaran titik sounding sebanyak 36 titik menunjukkan bahwa

nilai *resistivity* berkisar antara 0.86-129.264 Ohm-m.

2. Sebagian besar nilai *resistivity* batuan di Kota Padang, tersusun atas batuan dengan nilai *resistivity* 601-700 ohm-m, setelah itu

batuan dengan *resistivity* 701-800 ohm-m, 401-500 ohm-m, dan 301-400 ohm-m.

3. Hasil pemodelan akuifer menunjukkan bahwa rata-rata kedalaman akuifer di Kota Padang adalah 1,48m dan rata-rata ketebalan akuifer adalah 5,41m. Dengan elevasi ditemukan akuifer pada daerah tepi pantai adalah pada elevasi 0m hingga -80m dan pada daerah menjauhi pantai yaitu pada elevasi +320m hingga +120m.

10. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang, serta rekan-rekan tim geolistrik yang telah banyak berkontribusi dalam penelitian ini

11. Daftar Pustaka

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2017. Peta Administratif Kota Padang. Online, <http://geospasial.bnpb.go.id/2009/10/13/peta-administrasi-kota-padang/>, Di-akses 11 Juni 2017.

Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang. 2017. Banyaknya Hari Hujan dan Curah Hujan Menurut Bulan. Online, <https://padangkota.bps.go.id/>, Di-akses 11 Juni 2017.

Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang. 2016. Kota Padang Dalam Angka 2016. Padang: BPS Kota Padang.

Bayu, A. S., As'ari, Adey, T. 2012. Pemetaan Akuifer Air Tanah Di Sekitar Candi Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal MIPA UNSRAT* 1: 37-44.

Gheeta, A. 2009. Evaluation of Groundwater Quality In And Around Ariyalur District, Tamil Nadu-A Statistical Approach. *Sciencedirect: Jr. of Industrial Pollution Control* 25 (2) (2009) pp 169-173.

Hendrayana, Heru. 2007. Pengelolaan Air Tanah di Indonesia. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada (UGM).

Kastowo, Gerhard W. Leo, S. Gafoer dan T.C. Amin. Peta geologi lembar Padang, Sumatera. Bandung, 1996.

Robert J. Kodoatie. 1996. *Pengantar Hidrologi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Todd, D.K., et al.2005. *Groundwater Hydrology*, Third Edition. New York: John Wiley & Sons

Telford, M. W., L. P. Geldard, R. E. Sheriff, dan A. Keys. 1982. *Applied Geophysic*. London: Cambridge University Press.

Wahono, G. (2003). *Kajian Dinamika Spatial Zat Pencemar Udara (Studi Kasus di Lokasi PT. National Gobel)*. Skripsi. Depok: Departemen Geografi FMIPA UI.