

## PENDUGAAN KETEBALAN AQUIFER AIR TANAH UNTUK PENGEMBANGAN KAWASAN SOFIFI MALUKU UTARA

Hasbi Bakri\*, Emi Prasetyawati Umar

Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia

Email: hasbibakri008@gmail.com

### SARI

Pembangunan dan pengembangan kota erat kaitannya dengan ketersediaan sumberdaya airtanah guna menyokong laju pertumbuhan kawasan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi pemboran di daerah Sofifi Propinsi Maluku Utara. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode geolistrik tahanan jenis dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger. Adapun data-data yang diperoleh adalah nilai beda potensial (volt), kuat arus (ampere), panjang bentangan, dan spasi elektroda terkecil. Hasil penelitian geolistrik menunjukkan bahwa akuifer airtanah memiliki resistivitas yang bervariasi yaitu pada kedalaman antara 20 – 64,5 meter dengan tahanan jenis berkisar 50 – 150  $\Omega\text{m}$ ; batuan akuifer airtanah terdiri dari batupasir, tufa kasar dan tufa halus. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemboran untuk penyediaan sumberdaya airtanah disarankan di atas 50 meter.

**Kata kunci:** airtanah, akuifer, apparent resistivity, Schlumberger

### ABSTRACT

*Urban construction and development are closely related to the availability of groundwater resources in order to sustain the growth rate of the region. This study aims to provide drilling recommendations in Sofifi, North Maluku. The research using geoelectric resistivity method by Schlumberger configuration. The data obtained are voltages, current, a long stretch, and the smallest electrode spacing. The results indicate that the groundwater aquifer has a resistivity which is at a depth varying between 20 to 64.5 meters with resistivity ranges from 50-150  $\Omega\text{m}$ ; groundwater aquifer rocks consist of sandstones, coarse tuff and tuff fine. Based on these results, we can conclude that drilling for the supply of groundwater resources suggested above 50 meters.*

**Keyword:** fault, focal mechanism, strike, dip, rake

### PENDAHULUAN

Penerapan sistem Otonomi Daerah yang seluas-luasnya diawali dengan ditetapkannya UU No. 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah dan UU No. 25 Tahun 1999 tentang Perimbangan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Daerah. Pemekaran Propinsi Maluku Utara sebagai salah satu upaya untuk memaksimalkan pelaksanaan Otonomi Daerah dan diterbitkannya UU No. 1 Tahun 2003 tentang pembentukan Kabupaten-Kabupaten di Propinsi Maluku Utara,

merupakan tantangan kedepan bagi Pemerintah Propinsi Maluku Utara untuk berbenah sedini mungkin bagi propinsi dan kabupaten yang baru dalam mengembangkan segala aspek potensi daerah yang bernilai ekonomis.

Seiring dengan usaha memacu dan mengembangkan segala aspek yang ada di wilayah Propinsi Maluku Utara, pemerintah juga berupaya untuk memenuhi segala sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh masyarakat, dalam hal ini adalah penyediaan sarana air bersih (sumber baku

air minum). Dalam upaya untuk memenuhi sarana tersebut, maka dilakukan survei potensi air bawah tanah dengan pengamatan dan pengukuran geolistrik di beberapa lokasi di daerah tersebut.

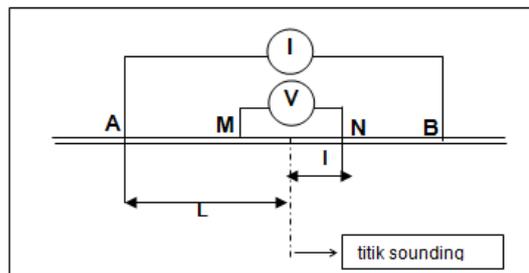
Metode geolistrik merupakan metode yang menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi kemudian sifat-sifat listriknya diamati di permukaan bumi, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektrode arus. Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektrode potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektrode yang berbeda kemudian dapat diturunkan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur. Kedalaman maksimum yang dapat dicapai dengan metode tahanan jenis antara 300 meter sampai 600 meter,

Oleh sebab itu metode ini lebih banyak dipakai untuk kepentingan geohidrologi terutama pencarian potensi lapisan pembawa air tanah, tapi bisa juga digunakan untuk penyelidikan dangkal seperti penyelidikan geologi teknik, misalnya menentukan kondisi struktur bawah tanah, mengidentifikasi intrusi air laut, menentukan gua bawah permukaan dan sebagainya. Panjang maksimal bentangan arus yang diinjeksikan, serta konfigurasi antara elektrode potensial dan arus elektrode disesuaikan dengan kebutuhan dalam penyelidikan tersebut, yaitu obyek yang akan diidentifikasi.

Berdasarkan hal di atas, penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi pemboran untuk pengembangan kawasan daerah Sofifi, Maluku Utara.

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode geolistrik tahanan jenis. Dalam pengambilan data menerapkan konfigurasi Schlumberger.



Gambar 1. Susunan elektrode konfigurasi Schlumberger (Amiruddin, 2011)

Sehingga:

$$\rho_s = K_s \frac{\Delta V}{I}$$

Dengan

$$K_s = \frac{\pi(L^2 - l^2)}{2l}$$

Proses penentuan akuifer berdasarkan nilai resistivity didasarkan dengan analisa geologi meliputi kondisi morfologi, kondisi batuan/ litologi, dan struktur geologi. Selain itu, aspek analisis hidrogeologi daerah penelitian pun dipertimbangkan yang meliputi pengamatan geomorfologi, sifat-sifat fisik batuan terutama dalam hubungannya mengenai kemampuan meloloskan air.

### HASIL PENELITIAN

Pengukuran geolistrik yang dilakukan adalah 10 titik duga (sounding). Kesepuluh titik sounding dibuat dalam tiga korelasi antar titik sounding tersebut dengan mempertimbangkan aspek kondisi geologi dan hidrogeologi

#### Korelasi Titik Duga (Gtj-01 – Gtj-02 – Gtj - 03) Lokasi: Kelurahan Sofifi

Jarak antara titik duga GTJ-01 dan GTJ-02 adalah 200 m, jarak antara titik duga GTJ-02 dan GTJ-03 adalah 300 m, sehingga panjang total antara ketiga titik duga adalah 500 m.

Berdasarkan hasil korelasi antara ketiga titik duga diperoleh hasil inversi (Gambar 6.1): Diperoleh 6 lapisan, kedalaman hingga 105 meter, dengan rincian sebagai berikut :



Gambar 2. Peta lokasi titik duga penelitian

- a. Lapisan 1 (top lapisan) adalah **Soil**, tahanan jenis ( $> 5,00 \Omega m$ ), kedalam lapisan hingga 2,5 meter.
- b. Lapisan 2 **Batupasir** yang tidak kompak, tahanan jenis ( $5 - 50 \Omega m$ ), kedalam lapisan hingga 15 meter, ketebalan 5 - 15 meter.
- c. Lapisan 3 **Tufa Kasar** tahanan jenis ( $50 - 150 \Omega m$ ), kedalam lapisan hingga 2,5 - 38 meter, ketebalan 17,5 meter.
- d. Lapisan 4 **Batulempung**, tahanan jenis ( $150 - 1000 \Omega m$ ), kedalam lapisan hingga 38 - 55 meter, ketebalan 17 meter.
- e. Lapisan 5 **Tufa Halus**, tahanan jenis ( $1000 - 2000 \Omega m$ ), kedalam lapisan

- f. Lapisan 6 **Breksi Vulkanik**, tahanan jenis ( $2000 - 1000 \Omega m$ ), kedalam lapisan hingga 55 - 105 meter, ketebalan diatas 50 meter.

Dari hasil inversi menunjukkan bahwa lapisan tufa kasar yang produktif sebagai aquifer (aquifer terbuka/bebas) sehingga sehingga produktivitas serta kualitasnya sangat ditentukan oleh musim (Hujan atau kemarau), jika hujan meningkat maka muka airtanah akan mendekati permukaan tanah sehingga lebih mudah terkontaminasi dengan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi kualitas airtanah, Di bawah lapisan ini terdapat lapisan Batulempung yang impermeable, sehingga ketika musim

hujan terjadi maka lapisan aquifer akan jenuh air karena akan tertahan di lapisan ini. Dibagian lapisan Batulempung merupakan Tufa Halus yang juga merupakan lapisan impermeabel. Lapisan terbawah adalah Breksi Vulkanik. Semua lapisan menerus dari masing-masing titik duga kecuali lapisan Batupasir yang berbentuk lensa.

Berdasarkan data ini maka direkomendasikan untuk dilakukan pemboran hingga kedalaman **37 m**, yakni berjarak sekitar 100 m dari GTJ-03 lihat Gambar 6.1

#### **Korelasi Titik Duga (Gtj-04 – Gtj-05) Lokasi : Desa Sumahode Dan Garajoun**

Jarak antara titik duga GTJ-04 dan GTJ-05 adalah 950 m, berdasarkan hasil korelasi antara ketiga titik duga diperoleh hasil inversi Diperoleh 6 lapisan, kedalaman hingga 91,2 meter, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Lapisan 1 (top lapisan) **Soil**, tahanan jenis ( $> 5,00 \Omega\text{m}$ ), kedalam lapisan hingga 1 meter.
- b. Lapisan 2 **Batupasir** yang tidak kompak, tahanan jenis ( $5 - 50 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 1-10 meter, ketebalan 9 meter.
- c. Lapisan 3 **Tufa Kasar** tahanan jenis ( $50 - 150 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 1 - 13,2 meter, ketebalan 12,5 meter.
- d. Lapisan 4 **Batulempung**, tahanan jenis ( $150 - 1000 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 13,2 - 22,5 meter, ketebalan 9,3 meter.
- e. Lapisan 5 **Tufa Halus**, tahanan jenis ( $1000 - 2000 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan 22,5 - 31 meter, ketebalan 8,5 meter.
- f. Lapisan 6 **Breksi Vulkanik**, tahanan jenis ( $>2000 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 31 - 91,2 meter, ketebalan diatas 60,2 meter.

Dari hasil inversi (Gambar 6.2), menunjukkan bahwa lapisan tufa kasar yang produktif sebagai aquifer (aquifer terbuka) sehingga sehingga produktivitas serta kualitasnya sangat ditentukan oleh musim (Hujan atau kemarau), jika hujan meningkat maka muka airtanah akan mendekati permukaan tanah sehingga lebih mudah terkontaminasi dengan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi kualitas

airtanah. Ketebalan lapisan aquifer 12,5 meter. Di bawah lapisan ini terdapat lapisan Batulempung yang impermeabel, sehingga ketika musim hujan terjadi maka lapisan aquifer akan jenuh air karena akan tertahan di lapisan ini. Dibagian lapisan Batulempung merupakan Tufa Halus yang juga merupakan lapisan impermeabel. Lapisan terbawah adalah Breksi Vulkanik. Semua lapisan menerus dari masing-masing titik duga.

#### **Korelasi Titik Duga (Gtj-05 – Gtj-06) Lokasi Desa Akokelano Dan Sumahode**

Jarak antara titik duga GTJ-04 dan GTJ-05 adalah 1160 m, berdasarkan hasil korelasi antara ketiga titik duga diperoleh hasil inversi diperoleh 6 lapisan, kedalaman hingga 67,5 meter, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Lapisan 1 (top lapisan) **Soil**, tahanan jenis ( $> 5,00 \Omega\text{m}$ ), kedalam lapisan hingga 1,25 meter.
- b. Lapisan 2 **Batupasir** yang tidak kompak, tahanan jenis ( $5 - 50 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan 10 meter, ketebalan sekitar 10 meter.
- c. Lapisan 3 **Tufa Kasar** tahanan jenis ( $50 - 150 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 1 1,25 - 46,5 meter, ketebalan 62,75 meter.
- d. Lapisan 4 **Batulempung**, tahanan jenis ( $150 - 1000 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 8 - 18 meter, ketebalan 5,2 meter.
- e. Lapisan 5 **Tufa Halus**, tahanan jenis ( $1000 - 2000 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan 18 - 66 meter, ketebalan 4 meter.
- f. Lapisan 6 **Breksi Vulkanik**, tahanan jenis ( $>2000 \Omega\text{m}$ ), kedalaman lapisan hingga 21 - 67,5 meter, ketebalan diatas 46,5 meter.

Dari hasil inversi, menunjukkan bahwa lapisan tufa kasar yang produktif sebagai aquifer (aquifer terbuka) sehingga produktivitas serta kualitasnya sangat ditentukan oleh musim (hujan atau kemarau), jika hujan meningkat maka muka airtanah akan mendekati permukaan tanah sehingga lebih mudah terkontaminasi dengan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi kualitas airtanah. Ketebalan lapisan aquifer 62,75 meter. Lokasi yang direkomendasikan untuk dilakukan pemboran pada lapisan diatas Tufa kasar terdapat lapisan Batulempung yang namun

tidak menerus. Di bawah lapisan ini terdapat lapisan Batulempung yang impermeable, sehingga ketika musim hujan terjadi maka lapisan aquifer akan jenuh air karena akan tertahan di lapisan ini. Dibagian lapisan Batulempung merupakan Tufa Halus yang juga merupakan lapisan impermeabel. Lapisan terbawah adalah Breksi Vulkanik. Semua lapisan menerus dari masing-masing titik duga.

#### **Korelasi Titik Duga (Gtj-08 – Gtj-10) Lokasi Keleurahan Guraping**

Jarak antara titik duga GTJ-08 dan GTJ-010 adalah 460 m, berdasarkan hasil korelasi antara ketiga titik duga diperoleh hasil inversi:

Diperoleh 6 lapisan, kedalaman hingga 67,5 meter, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Lapisan 1 (top lapisan) **Soil**, tahanan jenis ( $> 5,00 \Omega m$ ), kedalam lapisan 0 - 2,5 meter.
- b. Lapisan 2 **Batupasir** yang tidak kompak, tahanan jenis ( $5 - 50 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 25 - 58,87 meter, ketebalan sekitar bervariasi antara 5 - 56,37 meter.
- c. Lapisan 3 **Tufa Kasar** tahanan jenis ( $50 - 150 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 13 - 67,5-meter, ketebalan sekitar 37,25 meter.
- d. Lapisan 4 **Batulempung**, tahanan jenis ( $150 - 1000 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 13 - ? meter, ketebalan 10 - 17,25 meter.
- e. Lapisan 5 **Tufa Halus**, tahanan jenis ( $1000 - 2000 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 23 - ? meter, ketebalan 2,5 - 10 meter
- f. Lapisan 6 Breksi Vulkanik, tahanan jenis ( $> 2000 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 33 - 67,5 meter, ketebalan diatas 34,5 meter.

Dari hasil inversi, menunjukkan bahwa lapisan tufa kasar yang produktif sebagai aquifer (aquifer terbuka) sehingga produktivitas serta kualitasnya sangat ditentukan oleh musim (Hujan atau kemarau), jika hujan meningkat maka muka airtanah akan mendekati permukaan tanah sehingga lebih mudah terkontaminasi dengan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi kualitas airtanah. Ketebalan lapisan aquifer 37,25. Di bawah lapisan ini terdapat lapisan Batulempung yang impermeable, sehingga ketika musim hujan terjadi maka lapisan aquifer akan jenuh air karena akan tertahan di lapisan ini.

Dibagian lapisan Batulempung merupakan Tufa Halus yang juga merupakan lapisan impermeabel. Lapisan terbawah adalah Breksi Vulkanik.. Dari hasil inversi diatas diduga terjadi sesar normal yang menembus hingga lapisan Batupasir. Untuk mengetahui hal ini lebih jauh perlu dilakukan kajian yang mendalam tentang struktur geologi daerah penyelidikan.

#### **Titik Duga (Gtj-09) Lokasi Desa Gosale Kantor Gubernur Maluku Utara**

Jarak Bentangan maksimum 320 meter. Diperoleh 6 lapisan, kedalaman hingga 67,5 meter, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Lapisan 1 (top lapisan) **Breksi Vulkanik Bercampur Tufa**, tahanan jenis ( $> 2190 \Omega m$ ), kedalam lapisan 0 - 12,8 meter.
- b. Lapisan 2 **Tufa Kasar** yang tahanan jenis ( $24,9 - 73,9 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 12,8 - 30.9 meter, ketebalan sekitar bervariasi antara 19.1 meter.
- c. Lapisan 3 Batulempung yang tidak kompak tahanan jenis ( $0,9 - 24.9 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 31,9- 43 meter, ketebalan sekitar 11 meter.
- d. Lapisan 4 Tufa Kasar, tahanan jenis ( $24,9 - 73,9 \Omega m$ ), kedalaman lapisan 43 - 57,3 meter, ketebalan 14,3 meter.

#### **Hidrogeologi Daerah Penyelidikan**

Hidrogeologi daerah penyelidikan dianalisis berdasarkan data penyelidikan langsung dilapangan dan hasil-hasil penyelidikan terdahulu. Penyelidikan langsung berupa survey geolistrik tahanan jenis untuk mengetahui kedalaman, ketebalan dan potensi air tanah/aquifer. Selain itu juga dilakukan analisa sampel airtanah untuk mengetahui kualitasnya yang kemudian dibandingkan dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI. No.907 tentang Kualitas Air Minum Tahun 2002) dan Permenkes RI NO. 416 tahun 1990 tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih).

Aliran permukaan berlangsung dominan pada bagian puncak-puncak gunungapi strato atau perbukitan, serta daerah lainnya yang dibentuk oleh batuan padu, sehingga dikelompokkan dalam daerah airtanah langka.

Akuifer di daerah perbukitan bergelombang umumnya mempunyai produktivitas rendah dan sifatnya setempat. Artinya, airtanah dengan jumlah terbatas masih dapat diperoleh di daerah lembah-lembah. Kelompok batuan vulkanik yang tak teruraikan dapat diharapkan bertindak sebagai akuifer produktif dengan kelulusan sedang.

Produktifitas akuifer dangkal di daerah dataran tergolong rendah hingga sedang dengan litologi akuifer utamanya berupa Tufa kasar, umumnya tipis. Dijumpainya mata air di daerah dataran diduga berasal dari batuan lain yang ditutupi oleh aluvium tersebut. Pada kedalaman-kedalaman tertentu ditemukan aquifer dengan kondisi air yang beragam dari payau hingga tawar.

Secara umum hasil analisis percontonya airtanah terpilih dari akuifer Tufa Kasar dan batuan lain dari medan pedataran menunjukkan alkalinitas sekunder lebih dari 50 %, yaitu sifat kimianya didominasi oleh alkali tanah dan asam lemah. Sedangkan yang berasal dari akuifer batuan vulkanik dan aluvium sangat beragam, yaitu alkalinitas sekunder lebih dari 50 % tidak ada kation-kation lebih dari 50 %, serta salinitas primer lebih dari 50 % (sifat kimia airtanah didominasi oleh alkali dan asam kuat). Secara umum kondisi kualitas airtanah di daerah ini cukup untuk keperluan air minum.

## KESIMPULAN

Hasil pengukuran Pendugaan Geolistrik di Daerah Sofifi, dilakukan pada 5 lokasi titik pengukuran (dengan 10 titik duga) yang berada di daerah Sofifi, Ake kolano-Sumahode, Guraping dan Gosale, secara umum daerah ini menunjukkan adanya enam tipe lapisan tanah kecuali GTJ-09 (Gosale) dan batuan yang teridentifikasi, dengan posisi akuifer berada pada kedalaman antara 20 – 64.5 meter dengan tahanan jenis berkisar (50 – 150  $\Omega$ m)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala BMKG Wilayah IV Makassar dan Bapak Muh Karnaen, ST.MT atas kesempatan dan bimbingan yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cronin, V. 2004. *A Draft Primer on Focal Mechanism Solution for Geologists*. Texas. Baylor University.
- Fowler, C.M.R. 1990. *The Solid Earth*. United Kingdom. Cambridge University Press.
- Gunawan, M.T. 2006. *Pendahuluan Seismologi*. Jakarta. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Ibrahim, G dan Subardjo. 2005. *Seismologi*. Jakarta. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Kearey, P dan Vine, F.J. 1990. *Global Tectonics*. Melbourne. Black Well Scientific Publications.
- Murti, A. 2005. *Analisis Pola Tektonik dan Karakteristik Gempa Lokal di Wilayah Sulawesi Tengah*. Makassar. Program Sarjana, Jurusan Fisika FMIPA UNHAS.
- Paotonan, S. 2000. *Penentuan Pusat Gempabumi Dengan Metode Waktu Tempuh Gelombang*. Makassar. Program Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Santoso, Dj. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung. Penerbit ITB.
- Sulaiman, I. 2005. *Pendahuluan Seismologi II*. Jakarta. Akademi Meteorologi dan Geofisika Jakarta.