

SURVEY ZONA LAPUK MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS PADA KILOMETER 37 MEDAN BERASTAGI

Analiser Halawa¹⁾, Lismawaty²⁾ dan Hamka Kasra Tanjung²⁾

Fakultas Teknologi Mineral,
Institut Sains Teknologi T.D Pardede, Jl. DR. TD. Pardede No. 8, Medan

email: ¹⁾analiserhalawa@istp.ac.id, ²⁾liz_geoitm@yahoo.com, ³⁾hamkakasratjq@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Deli Serdang Kecamatan Sibolangit merupakan jalan utama untuk menuju tempat wisata, sering terjadi gerakan tanah yang menyebabkan jalan utama disepanjang jalan selalu rusak walaupun sudah beberapa kali diperbaiki. Demi keamanan dan kelancaran para pengguna jalan, hal ini mengharuskan pemerintah menyiapkan jalan yang baik dan luas sehingga para pengendara lebih leluasa untuk melewati melalui jalan tersebut. Tujuan penelitian yaitu Mengetahui letak zona lapuk tanah atau zona lapuk di Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang. Mengetahui Lapisan manakah yang menjadi zona lapuk, berapakah ketebalan, kedalaman dan zona lapuk. Metodologi yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah melakukan survey geolistrik. Survei Geolistrik pada dasarnya dimaksudkan untuk mengetahui kondisi stratigrafi lapisan batuan atau sedimen mulai dari tanah permukaan (soil) sampai kedalaman tertentu. Hasil penelitian yakni Lokasi pengukuran I (KM 37) memiliki litologi yang seragam berupa Tufa terselingi Andesit. dari pengukuran tersebut dapat disimpulkan ada beberapa zona lapuk yang dapat menyebabkan terjadinya pergeseran tanah atau biasa yang kita sebut longsor. Pada Titik 01, Titik 02, Titik 03, dan Titik 05 memiliki zona lapuk yang cukup rawan sehingga kemungkinan dampak terjadinya pergeseran tanah atau longsor cukup besar, sedangkan Titik 04 masih aman atau tidak ada zona lapuk

Kata Kunci: *Geolistrik Resistivitas, Litologi, Zona lapuk.*

Abstract

Deli Serdang Regency, Sibolangit District is the main road to get to tourist attractions, there are frequent ground movements that cause the main road along the road to always be damaged even though it has been repaired several times. For the sake of the safety and smooth running of road users, this requires the government to prepare good and wide roads so that motorists are more free to pass through these roads. The purpose of the study was to determine the location of the weathered soil zone or weathered zone in Sibolangit Village, Sibolangit District, Deli Serdang Regency. To find out which layer is the weathered zone, what is the thickness, depth and weathered zone. The methodology used in this activity is to conduct a geoelectric survey. Geoelectric surveys are basically intended to determine the stratigraphic conditions of rock or sediment layers starting from the soil surface (soil) to a certain depth.

The results of the study are that the measurement location I (KM 37) has a uniform lithology in the form of Tufa interspersed with Andesite. From these measurements it can be concluded that there are several weathered zones that can cause soil shifts or what we call landslides. At Point 01, Point 02, Point 03, and Point 05 has a weathered zone that is quite vulnerable so that the possibility of the impact of landslides or landslides is quite large, while Point 04 is still safe or there is no weathered zone

Keywords: *Geoelectric Resistivity, Lithology, Weathered Zone.*

I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kabupaten Deli Serdang Kecamatan Sibolangit merupakan jalan utama untuk menuju tempat wisata, sering terjadi gerakan tanah yang menyebabkan jalan utama disepanjang jalan selalu rusak walaupun sudah beberapa kali diperbaiki. Hal ini terjadi karena kondisi topografi kecamatan sibolangit yang merupakan daerah dataran tinggi berbukit dengan lereng yang curam, sehingga daerah ini dapat terjadi gerakan tanah yang mengakibatkan terjadinya longsor. Demi keamanan dan kelancaran para pengguna jalan, hal ini mengharuskan pemerintah menyiapkan jalan yang baik dan luas sehingga para pengendara lebih leluasa untuk melewati melalui jalan tersebut. Seperti yang terjadi pada Kilometer 37 Medan-Berastagi, dimana jalan tersebut banyak yang sudah rusak, tikungan kecil dan longsor pada sebagian lokasi, sehingga pemerintah mengharuskan untuk memperbaiki dan, meluaskan badan jalan, penyiapan lahan ini tidak lepas dari perubahan bentuk lahan yang membutuhkan eksplorasi dangkal.

1.2 Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui letak zona lapuk tanah longsor di Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang.
2. Mengetahui Lapisan manakah yang menjadi zona lapuk.
3. Mengetahui Berapakah ketebalan, kedalaman dan zona lapuk.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Terdapatnya bidang miring yang memungkinkan terjadinya longsor di daerah tersebut.
2. Perbedaan lapisan pada kedalaman berbeda
3. Terdapatnya bidang atau kedudukan yang dimungkinkan bidang lemah yang menyebabkan adanya gelincir.

1.4 Rumusan Masalah

1. Apakah pada lokasi pada kilometer 37 terdapat zona lapuk?
2. Lapisan manakah yang menjadi zona lapuk?
3. Berapakah ketebalan, kedalaman dan zona lapuk?

1.5 Batasan Masalah

1. Jumlah lintasan 5 dengan panjang bentangan minimal 150 meter.
2. Pengolahan data litologi menggunakan perangkat Res2dinv Konfigurasi yang digunakan adalah Wenner Schlumberger

3. Jarak antara lintasan titik 01 dengan titik 02 adalah 15 meter, dan arah yang relative sama yaitu 15 meter, mengikuti arah benda jalan.

1.6 Metodologi Penelitian

Survei Geolistrik Resistivitas pada dasarnya dimaksudkan untuk mengetahui kondisi stratigrafi lapisan batuan atau sedimen mulai dari tanah permukaan (soil) sampai kedalaman tertentu. Total kedalaman yang dapat diukur tergantung dengan kondisi jalur (panjang bentangan) pengukuran.

Pelaksanaan survei yang dilakukan, yaitu dengan mengalirkan arus listrik searah (DC) ke dalam tanah, melalui sepasang elektroda positif dan negatif. Selisih potensial dari kedua titik elektroda yang dipengaruhi akan dapat diketahui, sehingga diperoleh harga tahanan jenis semu (*Resistivity Semu*) dari lapisan bawah permukaan, selanjutnya dilakukan analisa untuk mendapatkan tahanan jenis sebenarnya yaitu sifat daya hantar listrik dari lapisan batuanannya. Survey dilakukan untuk mengambil data tahanan jenis batuan setempat. Data utama yang diperoleh dari kegiatan survey ini adalah nilai resistivitas masing-masing perlapisan. Nilai resistivitas yang diperoleh dari lapangan ini masih bersifat semu, oleh karenanya agar mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan software *res2dinv*. *Res2Dinv* adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data hasil survey geolistrik. Program ini dapat digunakan untuk survey menggunakan konfigurasi *Wenner, pole-pole, dipole-dipole, pole-dipole, Schlumberger, Wenner-Schlumberger* dan *array dipole-dipole ekuator*. Selain survey normal yang dilakukan dengan elektroda-elektroda di permukaan tanah, program ini juga mendukung *survey underwater* dan *cross-borehole*.

1.7 Lokasi Kesampaian Daerah

1. Kegiatan yang dilakukan adalah survey geolistrik di Jalan Medan-Berastagi Km-37, Kecamatan Sibolangit Kabupaten Deli Serdang. Jumlah titik pengukuran di Km-37 sebanyak lima titik, dengan arah bentangan yang disesuaikan dengan kondisi lapangan.
2. Secara administratif lokasi objek penelitian pertama terletak di Jalan Medan Berastagi Km-37, Kecamatan Sibolangit Kabupaten Deli Serdang, Jalan Medan Berastagi Km-37, yang menjadi lokasi survey pertama terletak sekitar Km 37.34.
3. Geologi Regional
Berdasarkan peta geologi lembar Medan, Sumatera Utara, yang disusun oleh N.R.

Cameron, dkk (1982). Satuan batuan yang tersingkap di daerah penyelidikan adalah Satuan Singkut (Qvbs), berumur plistosenterdiri dari batuan andesit, dasit, mikrodiorit, dan tufa. Satuan Mentar (Qtvm) yang terdiri piroklastika batupung bersusunan batuan andesit sampai dengan batuan dasit yang berumur miosen awal dan pliosen.

II DASAR TEORI

Penggunaan geolistrik Resistivitas ini pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger, 1912. Geolistrik Resistivitas merupakan salah satu metoda geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis pada batuan di bawah permukaan tanah (bumi), dengan cara mengalirkan arus listrik (direct current-DC) yang bertegangan tinggi. Injeksi arus kedalam bumi menggunakan dua buah elektroda arus (A-B) yang ditancapkan ke dalam tanah. Semakin besar jarak A-B maka menyebabkan arus listrik mengalir ke dalam lapisan batuan semakin dalam. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan dibawah permukaan tanah dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah. Selain resistivitas batuan, metode geolistrik juga dapat dipakai untuk menentukan sifat-sifat kelistrikan lain seperti potensial diri dan medan induksi. Geolistrik berguna untuk mengetahui karakteristik batuan bawah permukaan sampai kedalaman ≤ 500 m dan sangat berguna untuk mengetahui kemungkinan adanya lapisan akuifer yaitu batuan yang merupakan lapisan pembawa air. Umumnya yang dicari adalah "confined aquifer" yaitu lapisan yang tertekan atau diapit oleh lapisan batuan kedap air, misalnya; lempung berada pada bagian bawah dan atas. Biasanya "Confined aquifer" terbentuk jauh dibawah permukaan sehingga tidak terpengaruh pada cuaca.

2.1 Geolistrik Tahanan Jenis

Survey geolistrik resistivitas dapat memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. Untuk mengkonversi bentuk resistivitas ke dalam bentuk geologi diperlukan pengetahuan tentang tipikal dari harga resistivitas untuk setiap tipe material dan struktur geologi daerah penelitian. Keberadaan cairan atau air dalam sistem rekahan atau ruang antar butir batuan dapat menurunkan nilai resistivitas batuan. Survey geolistrik resistivitas memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. Untuk mengkonversi bentuk resistivitas ke dalam bentuk geologi diperlukan pengetahuan tentang tipikal dari harga resistivitas untuk setiap tipe material dan struktur geologi daerah penelitian.

Keberadaan cairan atau air dalam sistem rekahan atau ruang antar butir batuan dapat menurunkan nilai resistivitas batuan. Beberapa ahli memberikan nilai resistivitas beberapa jenis batuan.

Beberapa ahli memberikan nilai resistivitas beberapa jenis batuan. Resistivitas adalah kebalikan dari konduktivitas, tentu saja ini erat kaitannya dengan adanya arus dan potensial.

Teori persamaan Laplace menjadi dasar untuk menjelaskan arus yang masuk ke dalam tanah (bumi).

Dengan adanya arus yang masuk kedalam tanah, maka mengakibatkan terjadinya tegangan dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di atas permukaan dapat diukur dengan multimeter yang dihubungkan dengan elektroda tegangan M-N yang jaraknya lebih pendek dari elektroda arus A-B.

Bila jarak elektroda arus dirubah lebih besar maka besar tegangan yang terjadi pada elektroda M-N ikut berubah sesuai dengan informasi dan karakteristik kelistrikan batuan yang teraliri (terinjeksi) arus listrik pada suatu kedalaman yang lebih besar. Geolistrik ini dapat mendeteksi adanya lapisan yang prospek dengan bahan tambang, misalnya logam berdasarkan kontras resistivitas dengan lingkungan (lapisan dibawah maupun di atasnya, dan dapat juga digunakan untuk eksplorasi teknik misalnya untuk mengetahui posisi "Bed rock" untuk pondasi bangunan.

2.2 Sifat Kelistrikan Batuan dibawah permukaan

Aliran arus listrik di dalam batuan/mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik. Konduksi secara elektronik terjadi jika batuan/mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan/mineral tersebut oleh elektron-elektron bebas itu. Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan/mineral bersifat porus dan pori-pori tersebut terisi oleh cairan-cairan elektrolitik. Pada konduksi ini arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolit. Sedangkan konduksi dielektrik terjadi jika batuan/mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik yaitu terjadi polarisasi saat bahan dialiri listrik.

Berdasarkan harga resistivitas listriknnya, batuan/mineral digolongkan menjadi tiga yaitu (Rolia, 2011) :

1. Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan : $1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$

3. Isolator : $\rho > 10^7 \Omega m$

Hasil pengukuran di lapangan berupa nilai hambatan jenis dan jarak antar elektroda, sehingga diperlukan suatu proses agar diperoleh nilai hambatan jenis terhadap kedalaman.

Aliran arus listrik dalam batuan dapat digolongkan menjadi tiga yaitu:

1. Konduksi secara elektronik

Jika batuan mempunyai banyak elektron bebas hingga arus listrik dialirkan dalam batuan oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik dipengaruhi sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilalui. Tahanan jenis menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghambat aliran arus. Semakin besar nilai tahanan jenisnya maka semakin sulit hantaran arus listrik.

2. Konduksi secara elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Batuan biasanya memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida terutama air. Konduktivitas dan resistivitas batuan harus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah besar, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.

3. Konduksi secara dielektrik

Konduksi terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik artinya batuan memiliki elektron bebas sedikit atau tidak sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karna adanya pengaruh medan listrik luar sehingga terjadi polarisasi. Peristiwa ini tergantung pada konduksi dielektrik batuan yang bersangkutan.

2.3 Resistivitas Batuan

Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, tahanan jenis memperlihatkan variasi nilai yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, nilainya berkisar pada $10^{-8} \Omega m$ hingga $10^7 \Omega m$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range tahanan jenis yang bervariasi pula (Telford, 1982). Konduktor biasanya didefinisikan sebagai bahan yang memiliki tahanan jenis kurang dari $10^{-8} \Omega m$, sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari $10^7 \Omega m$. Dan diantara keduanya adalah bahan semikonduktor. Di dalam konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Sedangkan pada semikonduktor, jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Isolator dicirikan oleh ikatan ionik sehingga elektron-elektron valensi tidak bebas bergerak (Telford, 1982).

Kebanyakan mineral membentuk batuan penghantar listrik yang tidak baik walaupun beberapa logam asli dan grafit menghantarkan listrik Resistivitas yang terukur pada material bumi utamanya ditentukan oleh pergerakan ion-ion bermuatan dalam pori-pori fluida. Air tanah secara umum berisi campuran terlarut yang dapat menambah kemampuannya untuk menghantar listrik, meskipun air tanah bukan konduktor listrik yang baik. Harga tahanan jenis batuan tergantung macam-macam materialnya, densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori-pori batuan, kandungan air, kualitas dan suhu, dengan demikian tidak ada kepastian harga tahanan. Jenis untuk setiap macam batuan pada akuifer yang terdiri atas material lepas mempunyai harga tahanan jenis yang berkurang apabila makin besar kandungan air tanahnya atau makin besar kandungan garamnya (misal air asin). Mineral lempung bersifat menghantarkan arus listrik sehingga harga tahanan jenis akan kecil. Beberapa nilai tahanan jenis dari masing-masing batuan, Telford, 1982 dapat dilihat pada berikut 2.1

Tabel 2.1. Variasi Nilai Tahanan Spesifik Batuan (Telford, 1982)

Material	Nilai Tahanan Spesifik (Ωm)
Air permukaan	80-200
Air tanah	30-100
Air asin/payau	< 0,2
Silt-lempung	10-200
Tanah lempungan	< 20
Pasir	100-600
Pasir pasir dan kerikil	100-1000
Batu lumpur	20-200
Batu pasir	30-500
Konglomerat	100-500
Tufa/Tuff	20-200
Kelompok andesit	100-2000
Kelompok granit	1000-10000
Kelompok chert, slate	200-2000
Batu gamping kristalin	20-150
Batu gamping kalkarenit	7-19

Keterdapatn cairan (larutan) atau air dalam sistem rekahan atau ruang antar butir dapat menurunkan nilai tahanan jenis batuan tersebut. Jenis batuan beku, ubahan (metamorf), atau batuan sedimen termampatkan umumnya memiliki tahanan jenis yang tinggi, sebaliknya, jenis batuan lepas seperti pasir, kerikil, apabila jenuh air tawar akan memiliki tahanan jenis sedang, tahanan jenis itu akan lebih rendah lagi apabila air payau atau air asin didalamnya. Batu lempung yang mengandung air dan larutan berbagai ion di dalamnya mempunyai

tahanan jenis rendah. Batuan yang keras, padat dan kering akan menunjukkan nilai tahanan jenis yang tinggi sedangkan batuan yang lunak mempunyai porositas yang tinggi nilai tahanan jenisnya lebih rendah. (Soebagyo, 2001).

2.4 Survey Geolistrik Resistivitas

Survey geolistrik resistivitas memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. Untuk mengkonversi bentuk resistivitas ke dalam bentuk geologi diperlukan pengetahuan tentang tipikal dari harga resistivitas untuk setiap tipe material dan struktur geologi daerah penelitian. Keberadaan cairan atau air dalam sistem rekahan atau ruang antar butir batuan dapat menurunkan nilai resistivitas batuan. Beberapa ahli memberikan nilai resistivitas beberapa jenis batuan.

2.5 Resistivitas Semu

Asumsi yang selalu digunakan dalam metode geolistrik resistivitas adalah bumi bersifat homogen isotropis. Ketika arus diinjeksikan ke dalam bumi, pengaruh dalam bentuk beda potensial yang diamati secara tidak langsung adalah hambatan jenis suatu lapisan bumi tertentu. Namun nilai ini bukanlah nilai hambatan jenis yang sesungguhnya. Hambatan jenis ini merupakan besaran yang nilainya tergantung pada spasi elektroda. Padahal kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang diukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Hambatan jenis ini disebut hambatan jenis (resistivitas) semu. Resistivitas semu dirumuskan.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

ρ_a = Resistivitas semu (m),

K = faktor geometris (m),

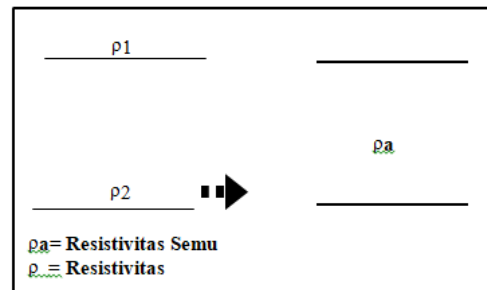
ΔV = beda potensial (V),

I = Kuat arus (A)

Bumi merupakan medium berlapis yang masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas berbeda-beda.

Resistivitas semu merupakan suatu konsep abstrak yang di dalamnya terkandung keterangan tentang kedalaman dan sifat suatu lapisan tertentu. Sebagaimana disajikan dalam Gambar 2.7 dimisalkan bahwa medium yang ditinjau terdiri dari 2 (dua) lapis dan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda (ρ_1 dan ρ_2). Dalam pengukuran, medium ini akan dianggap sebagai 1

lapisan yang homogen dan mempunyai 1 harga resistivitas yaitu ρ_a (*apparent resistivity*) atau resistivitas semu. Konsep resistivitas semu dapat dilihat pada Gambar berikut;



Gambar 2.1 Konsep resistivitas semu

Resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda, walaupun jarak antar elektrodanya sama, sehingga dikenal ρ_{aw} yaitu resistivitas semu untuk konfigurasi *Wenner* dan ρ_{as} untuk konfigurasi *Schlumberger*. Untuk medium berlapis, harga resistivitas semu ini merupakan fungsi jarak bentangan (jarak antar elektroda arus). Untuk jarak antar elektroda arus yang kecil akan memberikan ρ_a yang harganya mendekati ρ batuan di dekat permukaan. Sedangkan untuk jarak bentangan yang besar, ρ_a yang diperoleh akan mewakili harga ρ batuan yang lebih dalam.

2.6 Pola Konfigurasi Pada Pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda potensial dan elektroda arus, dikenal beberapa jenis konfigurasi metoda *resistivity* tahanan jenis, yaitu

1) Konfigurasi Wenner

Konfigurasi Wenner menggunakan jarak yang sama antar elektroda. Dalam konfigurasi ini $AM = MN = NB = a$, (perhatikan berikut).

Persamaan resistivity konfigurasi Wenner adalah :

$$\rho_w = K_w \frac{\Delta V}{I}, \text{ Dimana } K_w = 2\pi a \dots \dots \dots (2.2)$$

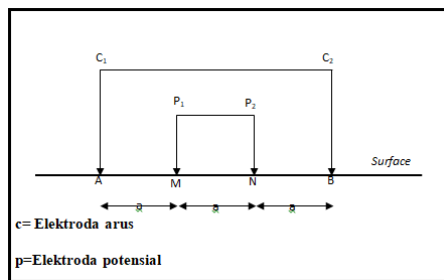
Dimana :

ρ_w : Tahanan jenis konfigurasi *Wenner* (ohm-meter)

ΔV : Beda potensial yang terukur (volt)

I : Kuat arus (ampere)

K_w : Faktor geometri yang tergantung pada susunan elektroda dengan konfigurasi *Wenner*



Gambar 2.2. Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner.

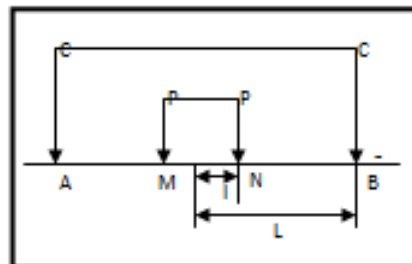
Konfigurasi *Wenner* relatif sensitif terhadap perubahan vertikal dan kurang sensitif terhadap perubahan horizontal dari tahanan jenis dibawah permukaan. Umumnya konfigurasi ini bagus untuk perubahan vertikal (struktur-struktur horizontal), tetapi relatif kurang bagus untuk mendeteksi perubahan horizontal (struktur-struktur vertikal). Dibandingkan dengan konfigurasi lain, *Wenner* mempunyai kedalaman investigasi yang khas yaitu setengah spasi elektroda maksimum. Kuat sinyal berbanding terbalik dengan faktor geometri yang digunakan. Faktor geometri untuk *Wenner* adalah $2\pi a$, yang lebih kecil dari faktor geometri konfigurasi lainnya. Diantara konfigurasi lainnya, *Wenner* mempunyai kuat sinyal yang paling besar, sehingga konfigurasi ini tidak dipengaruhi oleh *noise* yang tinggi. Kelemahan dari *Wenner 2-D* ini adalah kurang bagus untuk cakupan horizontal jika spasi elektroda diperbesar. Ini akan menjadi permasalahan jika digunakan pada sistem pengukuran dengan jumlah elektroda yang sedikit. Keuntungan dan keterbatasan metoda *Wenner* adalah sebagai berikut :

- Sensitif terhadap perubahan lateral setempat.
- Jarak elektroda arus dan elektroda potensial relatif pendek sehingga daya tembus baik.
- Tenaga dan waktu lebih banyak dibandingkan dengan metoda *Schlumberger*.

2) Konfigurasi *Schlumberger*

Aturan konfigurasi *Schlumberger* pertama kali diperkenalkan oleh *Conrad Schlumberger* dan banyak dipergunakan di Eropa. Konfigurasi ini juga dapat digunakan untuk resistivity *mapping* dan *sounding*. Perbedaan keduanya hanya terletak pada elektroda-elektrodanya. Sedangkan cara pelaksanaannya sama yaitu untuk resistivity *mapping*, jarak elektroda dibuat tetap untuk masing-masing titik pengamatan, sedangkan untuk tahanan jenis *sounding* jarak elektrodanya diubah-ubah secara gradual untuk suatu titik amat. Pada konfigurasi *Schlumberger* jarak elektroda potensial relatif jarang diubah-ubah meskipun jarak elektroda arus harus jauh lebih besar dibandingkan dengan jarak antara

elektroda potensial selama melakukan perubahan pada jarak elektrodanya. Untuk jarak elektroda *Schlumberger*, jarak elektroda arus jauh lebih besar dari pada jarak elektroda potensialnya. Secara garis besar aturan elektroda *Schlumberger* ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



$$AM = NB \neq MN$$

Gambar 2.3 Susunan Elektroda konfigurasi *Schlumberger*.

Bila jarak elektroda AB dibuat 10 kali elektroda MN untuk setiap jarak pengukuran, maka diperoleh persamaan resistivity konfigurasi *Schlumberger* sebagai berikut :

$$\rho_s = K_s \frac{\Delta V}{I}, \text{ Dengan } K_s = \frac{\pi(L^2 - l^2)}{2l(L^2 + l^2)} \dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- ρ_s : Tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger* (ohm-meter)
- ΔV : Beda potensial yang terukur (volt)
- I : Kuat arus (ampere)
- K_s : Faktor geometri yang tergantung pada susunan elektroda dengan konfigurasi *Schlumberger*

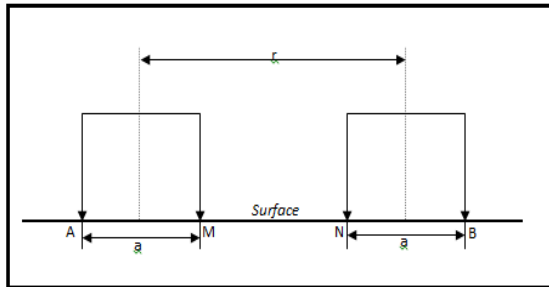
Keuntungan dan kerugian dari metoda *Schlumberger* adalah sebagai berikut :

- Tidak terlalu sensitif terhadap perubahan lateral setempat, dengan demikian baik untuk prediksi di kedalaman yang cukup besar.
- Elektroda potensial tidak terlalu sering dipindahkan sehingga mengurangi jumlah tenaga dan waktu.
- Perbandingan AB dan MN diantara $2,5 < AB / MN < 50$.

3) Konfigurasi *Dipole-dipole*

Konfigurasi ini lebih sensitif pada perubahan nilai tahanan jenis diantara elektroda-elektroda pasangan *dipole*. Pola kontur sensitivitas terlihat hampir vertikal, oleh karena itu konfigurasi ini sangat sensitif untuk perubahan tahanan jenis dalam arah vertikal. Konfigurasi ini sangat bagus untuk pemetaan struktur vertikal seperti *dike* dan rongga da relatif kurang baik untuk pemetaan struktur horizontal seperti lapisan-lapisan sedimen. Umumnya konfigurasi ini mempunyai kedalaman investigasi

lebih dangkaldibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*. Kelemahan dari konfigurasi ini adalah kuat sinyalnya sangat kecil untuk nilai faktor n yang besar. Ini artinya bahwa untuk arus yang sama, tegangan yang terukur jatuh sampai 200 kali, jika n ditingkatkan dari 1-6.



Gambar 2.4. Konfigurasi Metoda *Dipole-dipole*.

Keuntungan dan kelemahan dari metoda *Dipole-dipole*

- Cukup sensitif terhadap perubahan lateral setempat.
- Baik untuk pencarian air tanah didaerah pantai.
- Prosesing data dan kerja lapangan cukup sulit.

4) Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Konfigurasi *Schlumberger* banyak digunakan dalam survey tahanan jenis untuk prosedur *Vertical Sounding*. Faktor r untuk konfigurasi ini adalah rasio jarak antara elektroda $C_1 - P_1$ atau $P_2 - C_2$ dengan spasi antara pasangan elektroda potensial $P_1 - P_2$. Pada saat interpretasi geolistrik *Sounding* yang menggunakan metoda *Schlumberger* lebih efektif untuk arah vertikal. Konfigurasi *Wenner* yang mempunyai lengkungan vertikal kecil dibawah pusat bentangan elektroda konfigurasi dan mempunyai nilai sensitivitas yang agak rendah pada daerah antara elektroda-elektroda C_1 dan P_1 (dan juga untuk C_2 dan P_2). Konfigurasi *Wenner* lebih efektif untuk arah horizontal (*Lateral Sounding*).

Konfigurasi ini merupakan gabungan antara konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner*. Konfigurasi ini terdapat konsentrasi nilai-nilai sensitivitas yang tinggi dan besar dibawah elektroda P_1 dan P_2 . Ini berarti bahwa konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ini lebih cocok digunakan dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner* dan *Dipole-dipole*. Penetrasi kedalam dari konfigurasi ini sekitar 10 % lebih besar dari konfigurasi *Wenner* untuk jarak antara elektroda-elektroda disebelah luar (C_1 dan C_2) yang sama. Kuat sinyal konfigurasi ini lebih kecil dibandingkan konfigurasi *Wenner*, tetapi lebih tinggi dari konfigurasi *Dipole-dipole*.

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki cakupan data horizontal yang lebih baik dibanding konfigurasi *Wenner*. Faktor geometri adalah besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Hasil gabungan *Wenner* dan *Schlumberger*, menyebabkan nilai K faktor geometrinya juga berubah yaitu :

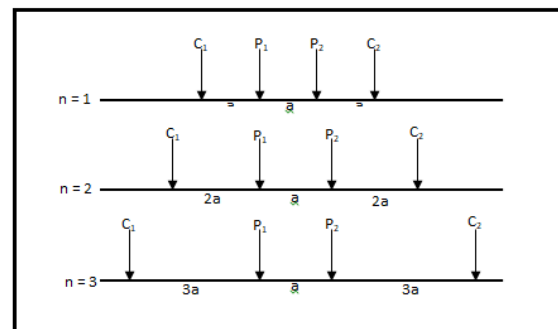
$$K = \pi n(n+1)a \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana: K = Faktor geometri

$\pi = 3.14$

n = Faktor spasi

a = Jarak antar elektroda



Gambar 2.5. Susunan Elektroda *Wenner-Schlumberger*.

2.7 Hubungan Resistivitas Dengan Litologi.

Metoda resistivitas memperlihatkan distribusi resistivitas gambaran bawah permukaan. Untuk mengubah gambaran dari nilai resistivitas kedalam geologi, berdasarkan ilmu pengetahuan nilai-nilai resistivitas berbeda untuk tiap material yang terdapat pada bawah permukaan. Batuan *metamorf* yang lebih keras adalah salah satu tipe yang memiliki nilai resistivitas yang tinggi. Resistivitas dari batuan ini sangat bergantung pada tingkat porositasnya dan persentase dari pori-pori yang diisi dengan air tanah. Batuan sedimen biasanya lebih berpori dan memiliki kadar air lebih besar, biasanya mempunyai nilai resistivitas yang rendah.

Tanah yang basah dan air permukaan rata-rata memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah. Bagaimana pun setiap batuan dan tanah memiliki tingkatan nilai resistivitas yang berbeda-beda (Tabel 2.3). Hal ini karena resistivitas dari partikel batuan atau contoh dari tanah dipengaruhi oleh faktor porositas, kadar dari kejenuhan air dan konsentrasi kadar garam. Resistivitas air tanah yang bergantung pada konsentrasi kadar garam yang berkisar pada 10 – 100 ohm meter (referensi resistivity rendah berkisar 0,2 ohm-meter pada air laut dimana kandungan kadar

garamnya yang relatif tinggi). Metoda seperti ini dilakukan untuk pengukuran pada permukaan yang mengandung kadar garam dan air yang ada di permukaan daerah penelitian. Nilai resistivitas yang diperoleh dengan menggunakan metoda ini harus dibandingkan dengan nilai-nilai yang diperoleh dengan menggunakan metoda geofisika lainnya.

Secara teoritis setiap batuan memiliki daya hantar listrik dan harga tahanan jenisnya masing-masing. Batuan yang sama belum tentu mempunyai nilai tahanan jenis yang sama. Sebaliknya harga tahanan jenis yang sama bisa dimiliki oleh batuan yang berbeda jenis.

Tabel 2.2. Nilai Tahanan Jenis Untuk Lapisan Batuan Pembawa Air Dalam Berbagai Jenis (Deller, 1966)

Geologic Age	Marine Sand, Shale, Graywacke	Terrestrial Sands, Claystone, Arkose	Volcanic Rocks (Basalt, Rhyolite, Tuffs)	Granite, Gabbro	Limestone, Dolomite, Anhydrite, Salt
Quaternary, Tertiary	1 – 10	15 – 50	10 – 200	500 – 2000	50 – 5000
Mesozoic	5 – 20	25 – 100	20 – 500	500 – 2000	100 – 1000
Carboniferous	10 – 40	50 – 300	50 – 1000	1000 – 5000	200 – 100000
Pre-Carboniferous Paleozoic	40 – 200	100 – 500	100 – 2000	1000 – 5000	10000 – 100000
Precambrian	100 – 2000	300 – 5000	200 – 5000	5000 – 20000	10000 – 100000

Sumber : Deller, 1966

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai tahanan jenis antara lain : komposisi mineral pada batuan, kondisi batuan, komposisi benda cair pada batuan, dan faktor eksternal lainnya. Beberapa aspek yang berpengaruh pada tahanan jenis terhadap suatu batuan, misalnya seperti berikut :

- Batuan sedimen yang bersifat lepas (urai) mempunyai nilai tahanan jenis lebih rendah bila dibandingkan dengan batuan sedimen padat dan kompak.
- Batuan beku dan metamorf (ubahan) mempunyai nilai tahanan jenis yang tergolong tinggi.
- Batuan yang basah dan mengandung air, nilai tahanan jenisnya rendah, dan semakin lebih rendah lagi bila air yang dikandungnya bersifat payau atau asin.

Dalam pengambilan data lapangan perlu diperhitungkan faktor luar yang sering berpengaruh seperti : kabel, tiang listrik, dan saluran pipa logam dapat mempengaruhi akurasi data lapangan. Dalam interpretasi sangat diperlukan perolehan gambaran tentang besarnya tahanan jenis untuk berbagai macam air dan batuan, maupun kombinasi antaranya secara umum seperti yang telah dibuat pendekatan nilai tahanan jenis oleh **Astier (1971)**. Dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 2.3. Besar Tahanan Jenis (Astier, 1971).

Air atau Batuan	Tahanan (Ωm)
Air laut	0,2
Air dalam akuifer alluvial	10 – 30
Air sumber	50 – 100
Pasir dan kerikil kering	1000 – 10000
Pasir dan kerikil terendam air tawar	50 – 500
Pasir dan kerikil terendam air laut	0,5 – 5
Lempung	2 – 20
Marl (napal)	20 – 100
Batu gamping	300 – 10000
Batu pasir berlempung	50 – 300
Batu pasir berkwarsa	300 – 10000
Tuf vulkanik	20 – 100
Lava	300 – 10000
Skis grafit	0,5 – 5
Skis berlempung atau lapuk	100 – 300
Skis tidak lapuk	300 – 3000
Gneis, granit lapuk	100 – 1000
Gneis, granit tidak lapuk	1000 – 10000

Faktor litologi dan struktur geologi sangat berpengaruh terhadap tipe dan karakteristik akuifer suatu wilayah. Tidak mengabaikan aspek klimatologi, kondisi akuifer tertentu jelas akan berpengaruh terhadap karakteristik, potensi dan dinamika atau gerakan air tanah didalam akuifer tersebut. Berbagai metode yang diterapkan untuk penelusuran kondisi akuifer telah banyak dilakukan.

Menurut **Todd (1959)** dalam **Walton (1970)**, faktor litologi, struktur geologi dan stratigrafi merupakan informasi penting dalam evaluasi sumber daya air tanah. Informasi ini penting dalam geomorfologi untuk mengkaji akuifer dan air tanah yang menekankan pada satuan geomorfologi sebagai dasar analisisnya. Sementara untuk dapat menentukan ketebalan dan jenis akuifer pada suatu daerah dapat digunakan metode survei geolistrik. Survei geolistrik merupakan salah satu cara penelitian dari permukaan

tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material penyusun akuifer. Survei geolistrik menggunakan prinsip bahwa setiap materi atau bahan mempunyai tahanan jenis (resistivity) yang berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh jenis material, kandungan air dalam batuan, sifat kimi air dan porositas batuan (Todd, 1980 dan Zohdi, 1974). Di Tabel 3.4 bisa dilihat nilai tahanan jenis batuan.

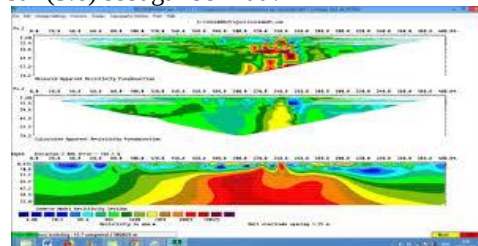
Tabel 2.4. Nilai Tahanan Jenis Batuan Menurut (Zohdy, 1974).

No.	Nama Batuan	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)
1	Tanah Lempungan Basah Lembek	1.5 – 3.0
2	Lempung Lanauan dan Tanah Lanau Basah Lembek	3 – 15
3	Tanah Lanauan, Pasiran	15 – 150
4	Batuan Dasar Berkekar Terisi Tanah Lembab	150 – 300
5	Pasir kerikil Bercampur Lanau	300
6	Batuan Dasar Berkekar Terisi Tanah Kering	300 – 2400
7	Pasir Kerikil terdapat Lapisan Lanau	300 – 2400
8	Endapan Pasir dan Kerakal berbutir Kasar dan Kering	2400
9	Batuan Dasar Tak Lapuk	20 – 60
10	Air Tawar	20 – 60
11	Air Laut	0.18 – 0.24

2.8 Res2 Dinv

Res2Dinv adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data hasil survey geolistrik. Program ini dapat digunakan untuk survey menggunakan konfigurasi *Wenner*, *pole-pole*, *dipole-dipole*, *pole-dipole*, *Schlumberger*, *Wenner-Schlumberger* dan *array dipole-dipole ekuator*. Selain survey normal yang dilakukan dengan elektroda-elektroda di permukaan tanah, program ini juga mendukung suvey *underwater* dan *cross-borehole*. Pengerjaan dalam *inverse modeling* pada software *Res2Dinv* ini pada umumnya hanya dua, yaitu inversi secara otomatis dan menghilangkan efek yang jauh dari datum (titik-titik hasil pengukuran yang tidak sesuai). (Loke, 1990).

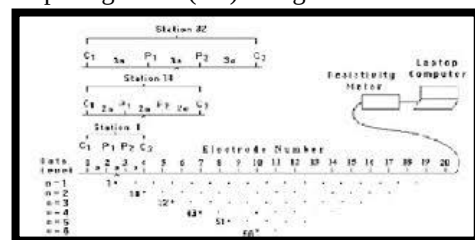
Model 2D yang digunakan oleh program *inversion*, yang terdiri dari sejumlah blok segi-empat, dimana pengaturan dari setiap blok adalah hubungan/distribusi dari titik data. Distribusi dan ukuran dari blok secara otomatis dihasilkan oleh program mempergunakan distribusi dari titik data sebagai titik acuan. Kedalaman dari baris bawah dari blok mulai menjadi kira-kira sama dengan kedalaman yang lainnya pada penelitian dari titik data dengan elektroda paling besar pada pengaturan jarak. Survei biasanya kebanyakan dilakukan dengan sistem dimana elektroda disusun sepanjang satu baris dengan satu pengaturan jarak yang telah tetap di antara elektroda berdekatan. Walaupun begitu program ini juga tidak hanya mengolah sebuah data tetapi kumpulan data dengan beberapa pengaturan jarak elektroda (Loke, 1990), dapat dilihat pada gambar (3.6) sebagai berikut :



Gambar 3.6. Contoh Model Software 2D

2.9. Teknik Survei Metoda Geolistrik

Metode ini disebut juga dengan metoda mapping, digunakan untuk menentukan distribusi resistivitas semu secara vertikal per kedalaman. Pengukurannya dilakukan dengan cara memasang elektroda arus dan potensial pada satu garis lurus dengan spasi tetap, kemudian semua elektroda dipindahkan atau digeser sepanjang permukaan sesuai dengan arah yang telah ditentukan sebelumnya (Gambar 10). Untuk setiap posisi elektroda akan didapatkan harga tahanan jenis semu. Dengan membuat peta kontur tahanan jenis semu akan diperoleh pola kontur yang menggambarkan adanya tahanan jenis (Loke, 2000). Konfigurasi elektroda yang dipakai pada metoda ini adalah konfigurasi *Wenner* maupun konfigurasi *Schlumberger*, dapat dilihat pada gambar (2.7) sebagai berikut :



Gambar 3.7. Susunan elektroda dan urutan pengukuran geolistrik tahanan jenis 2-D (Loke, 2000)

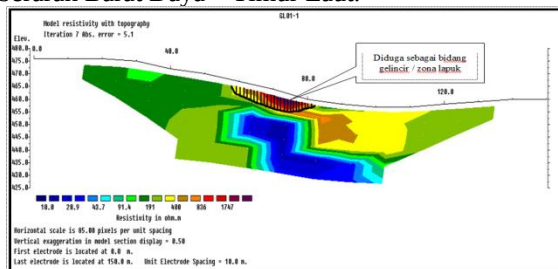
III. HASIL PENELITIAN

Pengukuran dilakukan di jalan lintas Medan – Berastagi. Titik pengukuran dinotasikan dengan GL (geolistrik). Jarak dan panjang lintasan antar titik ukur berfluktuatif, hal ini tergantung pada space yang tersedia, namun arah lintasan relatif sama, yaitu se-arah badan jalan. Untuk membedakan antar titik ukur, digunakan notasi yang sama, namun angkanya berbeda. Sebagai contoh GL 1-1-, bermakna Lokasi pertama (KM 37) pada lintasan kesatu, demikian seterusnya, begitu juga untuk GL 2-1, yang berarti pengukuran dilakukan di lokasi ke dua (KM 50) pada lintasan yang pertama.

Seluruh titik pengukuran (5 titik), terletak di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang yang meliputi 1 Desa yaitu : Desa Sibolangit. Pengukuran dilakukan selama 5 hari, dalam kondisi cuaca cerah (tidak hujan) . Pengukuran dilakukan secara 2 dimensi menggunakan susunan elektroda (konfigurasi) Wenner Schlumberger.

PENGUKURAN DATA RESISTIVITAS DI TITIK 01

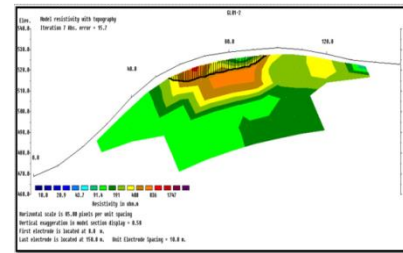
Pengukuran dilakukan pada saat siang hari, dengan kondisi cuaca cerah. Morfologi lokasi pengukuran dan sekitarnya berundulasi, dimana titik pengukuran berada pada satuan mendatar hingga menanjak, yang berada pada elevasi sekitar 485 mdpl. Lintasan berarah Barat Daya – Timur Laut.



Gambar 3.1: Citra Resisstivas dibawah permukaan

Dari hasil interpretasi diperoleh Nilai resistivitas yang tinggi tersebut diduga sebagai bongkahan Andesit yang dimensinya sekitar 10 meter. Fenomena tersebut ditemui pada elevasi 454 sampai 465 mdpl, artinya ketebalannya sekitar 11 meter. Pada sisi kanan dan kiri relatif memiliki nilai resistivitas yang homogen. Litologi tersebut diduga sebagai Tufa. Kedua jenis litologi ini (Tufa dan Andesit) terkonfirmasi dalam peta geologi lokasi pengukuran. Berdasarkan peta geologi, lokasi pengukuran termasuk dalam satuan singkut (Qvbs) dengan jenis litologi : Andesit, Dasit, Mikrodiorit dan Tufa (lihat peta geologi).

PENGUKURAN DATA RESISTIVITAS DI TITIK 02



Gambar 3.2: Penampang Citra resistivitas di bawah permukaan.

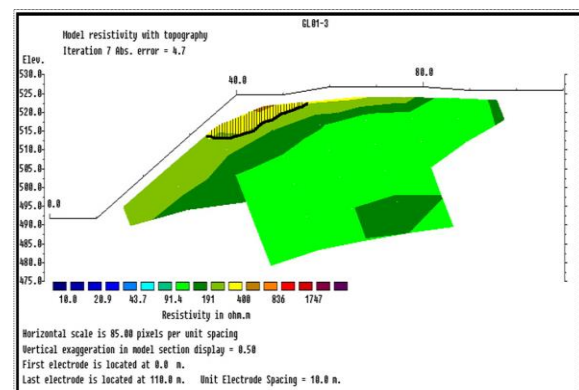
Lintasan di titik 02 terletak persis di depan gerbang masuk kantor PDAM Tirtanadi. Jika dari kota Medan mengarah ke Berastagi lintasan terletak disisi kanan jalan. Titik pengambilan terletak pada kordinat: 4° 5' 31,91" Lintang Utara, dan 03° 7' 7,07" Bujur Timur.

Dari hasil interpretasi diperoleh Nilai resistivitas yang tinggi tersebut dapat dilihat pada elektroda 6 sampai 9, yang langsung terpapar kepermukaan. Jika dikaitkan dengan jarak, posisi tersebut berada pada jarak 60 sampai 90 meter dari posisi alat ukur.

Nilai resistivitas yang tinggi tersebut diduga sebagai bongkahan andesit yang dimensinya cukup besar. Fenomena tersebut ditemui pada elavasi 500 sampai 520 mdpl, artinya ketebalannya sekitar 20 meter. Pada sisi kanan dan kirinya relatif memiliki nilai resistivitas yang homogen.

PENGUKURAN DATA RESISTIVITAS DI TITIK 03

Lintasan di titik 03 berada pada kordinat N : 4° 5' 31.78" ; E : 3° 6' 6,09". Pengukuran dilakukan diatas lereng, ditepi jalan. Dibawahnya merupakan kantor PDAM Tirtanadi. Bentangan berarah Barat Daya – Timur Laut searah dengan badan jalan, dimana elevasi 485 MDPL, dengan morfologi miring bergelombang.



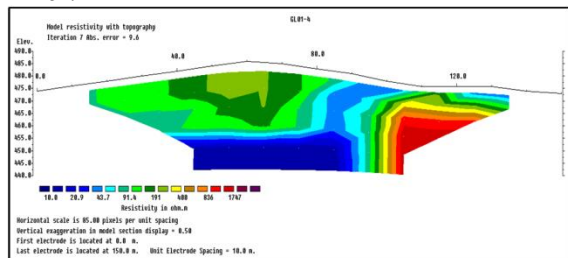
Gambar 3.3: Penampang Citra Resistivitas di bawah Permukaan

Dari hasil interpretasi diperoleh Nilai resistivitas yang tinggi tersebut dapat dilihat pada elektroda 3 sampai 7, yang langsung terpapar kepermukaan. Jika dikaitkan dengan jarak, posisi tersebut berada pada

jarak 30 sampai 70 meter dari posisi alat ukur. Nilai resistivitas yang terwakili oleh warna hijau hingga kuning ini diinterpretasikan sebagai tufa. Jenis litologi ini (Tufa) terkonfirmasi dalam peta geologi lokasi pengukuran. Berdasarkan peta geologi, lokasi pengukuran termasuk dalam satuan singkut (Qvbs) dengan jenis litologi : Andesit, Dasit, Mikrodiorit dan Tufa (lihat peta geologi).

PENGUKURAN DATA RESISTIVITAS DI TITIK 04

Lintasan di titik 04 terletak persis di lereng, dengan kemiringan yang tinggi. Jika dari kota Medan mengarah ke Berastagi lintasan terletak disisi kanan jalan. Titik pengukuran terletak pada kordinat: $4^{\circ} 5' 31,18''$ Lintang Utara, dan $03^{\circ} 7' 6,09''$ Bujur Timur.

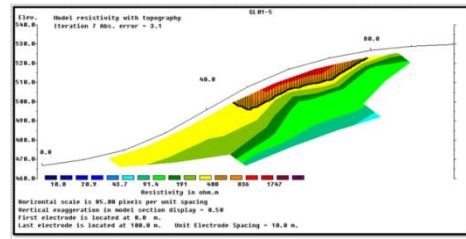


Gambar 3.4: Penampang citra resistivitas di bawah Permukaan

Dari hasil interpretasi diperoleh nilai resistivitas yang tinggi tersebut dapat dilihat pada elektroda 10 sampai 13, namun tidak langsung terpapar kepermukaan. Jika dikaitkan dengan jarak, posisi tersebut berada pada jarak 100 sampai 130 meter dari posisi alat ukur. Nilai resistivitas yang tinggi tersebut diduga sebagai bongkahan andesit yang dimensinya cukup besar dan tebal. Dengan memanfaatkan informasi skala elevasi, keterdapatn batuan Andesit tersebut berada pada kedalaman sekitar 17 meter dari permukaan, dimana ketebalannya menerus hingga kebatas penetrasi arus. Pada bagian bawah sisi kiri, memiliki nilai resistivitas yang cukup kecil yang diwakili dengan warna biru. Fenomena tersebut dapat dilihat pada elektroda ke 4 sampai 8. Layer berwarna biru tersebut diduga sebagai batuan berporos yang mungkin terisi air yang dijumpai pada kedalaman sekitar 20 meter dari permukaan.

PENGUKURAN DATA RESISTIVITAS DI TITIK 05

Lintasan di titik 05 terletak di dibawah pos satpam (pintu masuk utama) PDAM Tirtanadi. Pengukuran dilakukan pada titik kordinat : $4^{\circ} 5' 32''$ Lintang Utara, dan $03^{\circ} 6' 0,7''$ Bujur Timur. Disekelilingnya merupakan lereng jalan yang memiliki kemiringan sedang. Pengukuran dilakukan pada saat siang hari, dengan kondisi cuaca cerah.



Gambar 3.5: Penampang citra Resistivitas di bawah permukaan

Dari hasil interpretasi diperoleh nilai resistivitas yang tinggi tersebut dapat dilihat pada elektroda 5 sampai 7, yang langsung terpapar kepermukaan. Jika dikaitkan dengan jarak, posisi tersebut berada pada jarak 50 sampai 70 meter dari posisi alat ukur. Nilai resistivitas yang tinggi tersebut diduga sebagai bongkahan andesit yang dimensinya cukup besar. Fenomena tersebut ditemui pada elavasi 490 sampai 520 mdpl, artinya ketebalannya sekitar 30 meter. Pada sisi kanan dan kirinya relatif memiliki nilai resistivitas yang homogen yang diwakili oleh warna hijau sampai kuning. Litologi tersebut diduga sebagai tufa.

Kedua jenis litologi ini (tufa dan andesit) terkonfirmasi dalam peta geologi lokasi pengukuran. Berdasarkan peta geologi, lokasi pengukuran termasuk dalam satuan singkut (Qvbs) dengan jenis litologi : Andesit, Dasit, Mikro Diorit dan Tufa (lihat peta geologi).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Lokasi pengukuran pertama Titik 01 terdapat zona lapuk / zona lapuk pada kedalaman 465 Mdpl dan pada bentangan 60-80 Meter dan nilai resistivitas berkisar 400-1747 Ω .
2. Lokasi pengukuran kedua Titik 02 terdapat zona lapuk / zona lapuk pada kedalaman 510 Mdpl dan pada bentangan 55-70 Meter dengan nilai resistivitas berkisar 400-836 Ω .
3. Lokasi pengukuran ketiga Titik 03 hanya terdapat zona lapuk pada kedalaman 515 Mdpl dan pada bentangan 40-55 Meter dengan nilai resistivitas berkisar 300-400 Ω .
4. Lokasi pengukuran Titik 04 sama sekali tidak memiliki zona lapuk / zona lapuk.
5. Lokasi pengukuran kelima Titik 05 terdapat zona lapuk / zona lapuk pada kedalaman 490 Mdpl dan pada bentangan 45-80 Meter dengan nilai resistivitas berkisar 400-836 Ω .
6. Dari hasil skala kedalaman, rata-rata ketebalan zona lapuk 5-10 meter dari permukaan.

6.2 Saran.

Dari hasil citra resistivitas yang terlihat kelihatan jelas batasa-batas antar litologi yang jelas sehingga untuk kegunaan

berikutnya dapat dilakukan dengan jelas dan dikembangkan untuk keperluan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, F.G., 2007, *Engineering Geology Second Edition*. Elsevier: Amsterdam.
- Brace, W. F. B. W. Paulding, Jr. dan C. Scholz, 1966. *Dilatancy in the Fracture of Crystalline Rock*. *Journal of Geophysical Research*.
- Cameron, N.R., Clarke, M.C.G., Aldiss, D.F., Aspden, J.A., & Djunuddin, A., 1981. *The Geological Evolution of Northern Sumatra*, Indonesian Petroleum Association, Proceedings 9th annual convention, /Jakarta, 1981.
- Goodman, Richard E. 1993. *Engineering Geology*. New York: John & Sons, Inc.
- Hazell, J. R. T. Cratchley, C. R., and Preston, A. M. 1988. *The Location of Aquifer in Crystalline Rocks and Alluvium in Northern Nigeria Using Combined Electromagnetic and Resistivity*. Q. Jeng. Geol.
- Telford et al. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. United States of America.