

STRUKTUR BATUAN PASCALONGSOR MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER

Nizamullah¹⁾, Akmam²⁾, Syafriani²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP
nizamullah18@gmail.com

ABSTRACT

Malalak was located in Sumatra active fault segment that Sianok Segment. This condition caused Malalak prone to landslide hazard. Landslides a natural disasters which can lead to loss of either life or property. Based on local conditions, it need to do research the geological rock types making up Malalak. The objective this research was to find resistivity and structure of rock. The research that used was basic research descriptively. Measurements were made using the Geoelectrical resistivity method Wenner configuration. The interpretation of the data was used Software Res2dinv to get resistivity and depth of rocks in 2D model cross section below the earth surface. Result of this research indicated the type of rocks in Malalak were Clay, Porphyrite, Limestone, Andesite, and Granite. Resistivity approach was derived from the five tracks were, Clay haved resistivity 9,93 Ωm – 77,3 Ωm , Porphyrite 77,4 Ωm – 216 Ωm , Limestone 216,1 Ωm – 1050 Ωm , Andesite 1050,1 Ωm – 3533 Ωm and Granite 3533,1 Ωm – 5217 Ωm .

Keywords : *Structure of rock, Resistivity, Wenner Configuration*

PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan daerah yang memiliki 4 segmen patahan yaitu segmen Sianok, segmen Sumpur, segmen Sumani dan segmen Suliti yang masing – masing segmen terletak di daerah Kabupaten Agam, Tanah Datar, Solok dan Solok Selatan. Patahan terjadi karena suatu bidang rekahan yang di sertai pergeseran relatif (displacement) satu blok terhadap blok batu lainnya^[1]. Hal ini menyebabkan Sumatera Barat memiliki topografi yang tidak merata. Topografi daerah yang berbukit terjal dan kondisi tanah kurang stabil berpotensi terjadinya bencana longsor. Salah satu daerah yang rawan terjadi longsor tersebut adalah Kecamatan Malalak yang berada pada segmen Sianok.

Kecamatan Malalak terbagi menjadi 4 Nagari yaitu Malalak Utara, Malalak Selatan, Malalak Timur dan Malalak Barat. Kecamatan Malalak merupakan daerah pemukiman penduduk dan perbukitan kaki gunung Singgalang yang memiliki luas $\pm 103,21 \text{ km}^2$ dengan jumlah penduduk 10.635 jiwa yang secara geografis berada pada ketinggian 800 – 1300 mdpl. Menurut Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (2017), secara umum Topografi gerakan tanah di sekitar daerah ini berupa perbukitan bergelombang dengan ketinggian lebih dari 850 mdpl dan lokasi jalur jalan tersebut berupa tebing terjal^[2]. Hal ini menyebabkan Kecamatan Malalak sering mengalami bencana tanah longsor karena belum diketahui struktur batuan didaerah tersebut.

Struktur batuan terbentuk di atas landasan yang disusun oleh beberapa jenis batuan. Batuan yang berperan sebagai landasan bagi jenis batuan lainnya disebut dengan batuan dasar. Menurut Jurnal Sircar, Anirbid menyatakan bahwa batuan dasar sebagai batuan memiliki nilai permeabilitas dan porositas yang rendah. Rendahnya nilai porositas batuan dasar memungkinkan terjadinya porositas sekunder^[3]. Nilai porositas dan permeabilitas yang rendah menyebabkan batuan kurang memiliki pori dan kurang menyerap air sehingga arus listrik sedikit mengalir melalui batuan dasar yang mengakibatkan tanah longsor.

Longsor merupakan bencana alam yang dapat menimbulkan korban jiwa dan mengganggu aktivitas perekonomian masyarakat. Contohnya, longsor yang terjadi di Jorong Limo Badak, Nagari Malalak Timur, Kecamatan Malalak pada tahun 2016. Longsor tersebut menimbulkan tumpukan material dengan ketinggian 6 meter dan menutupi ruas jalan sepanjang 35 meter. Akibatnya kebutuhan bahan pokok yang dipasok dari Bukit Tinggi terganggu, sehingga menyebabkan kenaikan harga bahan pokok. Pada tahun 2017 longsor kembali terjadi di ruas jalan alternatif Sicincin-Malalak menuju Balingka (SIMAKA) dan Bukit Tinggi dengan ketinggian material 1,5 meter dengan panjang badan jalan yang tertutupi sekitar 15 meter. Bahkan longsor tersebut menyebabkan seorang camat meninggal dunia karena tertimbun material longsor.

Struktur batuan di Kecamatan Malalak yang belum di ketahui menimbulkan polemik, apakah akan terjadi bencana longsor dalam waktu dekat, hal ini

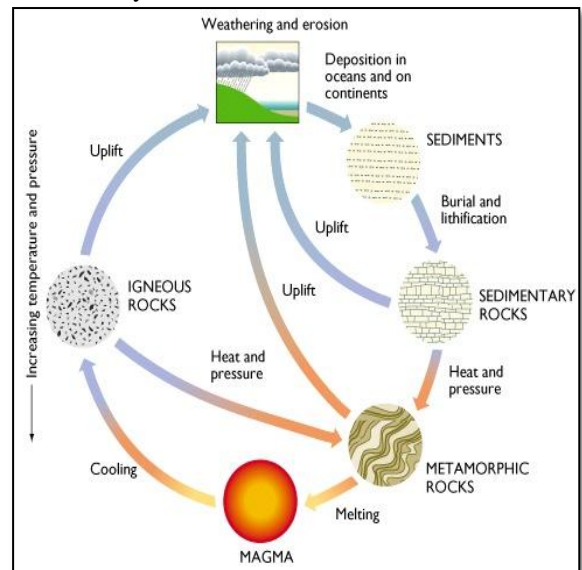
yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian di Jorong Limo Badak Nagari Malalak Timur, Kecamatan Malalak setelah longsor agar dapat memberikan gambaran mengenai struktur batuan sebagai acuan pemerintah untuk siaga bencana tanah longsor di daerah ini. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengetahui jenis dan struktur batuan yang ada di bawah permukaan bumi. Salah satunya adalah metode Geofisika.

Metode Geofisika yang digunakan untuk memperkirakan jenis batuan di bawah permukaan bumi adalah metode Geolistrik tahanan jenis. Metode ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui elektroda arus dan mengukur beda potensial listrik yang ditimbulkan di permukaan bumi melalui elektroda potensial. Nilai tahanan jenis batuan dapat diketahui dari pengukuran arus listrik dan beda potensial, kemudian berdasarkan nilai tahanan jenis batuan dapat di estimasi struktur batuan di daerah penelitian. Konfigurasi *Dipole-dipole* kurang baik untuk menentukan resolusi secara vertikal namun memiliki penetrasi terhadap kedalaman yang bagus. Kondisi ini menyebabkan konfigurasi *Dipole-dipole* cocok digunakan untuk penyelidikan batuan dasar, namun kurang cocok digunakan dalam pemetaan jenis batuan karena tidak memiliki resolusi vertikal yang bagus. Konfigurasi *Schlumberger* memiliki kelemahan dalam tingkat sensitivitas terhadap pengaruh ketidakhomogenan material di bawah permukaan bumi secara lateral. Hal ini menyebabkan konfigurasi *Schlumberger* kurang cocok digunakan untuk mengidentifikasi sebaran jenis batuan.

Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Wenner* untuk mengidentifikasi jenis batuan. Konfigurasi *Wenner* sangat sensitif dalam mendeteksi ketidakhomogenan lapisan yang ada dibawah permukaan bumi secara lateral dan memiliki resolusi vertikal yang tinggi. Konfigurasi *Wenner* merupakan konfigurasi yang tepat untuk mendapatkan informasi perubahan harga resistivitas baik arah lateral maupun vertikal, jadi konfigurasi *Wenner* baik digunakan untuk pemetaan jenis batuan dan struktur batuan berdasarkan tahanan jenisnya.

Struktur adalah penyusun atau pengaturan unsur benda sedangkan batuan adalah benda padat yang terdiri atas satu atau gabungan beberapa mineral, Jadi struktur batuan adalah suatu penyusun benda padat yang terdiri dari satu atau gabungan beberapa mineral^[4]. Mineral adalah benda padat yang mengandung beberapa senyawa unsur-unsur kimia tertentu^[5]. Secara umum batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu Batuan Beku, Batuan Sedimen, dan Batuan Metamorf. Proses

perubahan dari satu kelompok batuan ke kelompok batuan lainnya disebut siklus batuan.



Gambar 1. Daur batuan

Berdasarkan Gambar 1 batuan beku terbentuk dari pendinginan dan pembekuan magma gunung berapi dengan atau tanpa melalui proses kristalisasi. Proses pembekuan dan pendinginan tersebut bisa terjadi di bawah permukaan bumi maupun di atas permukaan bumi.

Proses selanjutnya terjadinya perubahan dari sedimen yang bersifat lepas, menjadi batuan yang keras, melalui pembebanan dan perekatan oleh senyawa mineral dalam larutan yang kemudian disebut batuan sedimen. Apabila pada batuan sedimen terjadi peningkatan tekanan dan suhu akibat dari penimbunan dan pembentukan pegunungan, sehingga terbentuk batuan metamorf. Apabila batuan metamorf ini masih mengalami peningkatan tekanan dan suhu, maka ia akan kembali leleh dan berubah menjadi magma^[5].

Batuan Beku merupakan batuan yang terbentuk melalui proses pendinginan dan pembekuan oleh material-material bumi. Batuan beku terbentuk dari magma yang keluar dari dapur magma dalam bentuk lava^[6]. Batuan Beku *intrusive* terbentuk ketika massa magma mendingin dan mengeras jauh di bawah tanah^[7]

Batuan Metamorf adalah batuan yang berasal dari batuan sebelumnya. Metamorfosis merupakan proses yang dialami batuan sebelumnya untuk menjadi batuan Metamorf. Metamorfosis umumnya terjadi pada suhu dan kondisi tekanan yang lebih tinggi^[8]. Sifat mineral batuan dan susunan tekstur batuan menunjukkan bahwa rekristalisasi terjadi pada kedalaman tertentu di bawah permukaan bumi, oleh karena itu dibutuhkan suhu dan tekanan yang relatif tinggi.

Batuan Sedimen adalah batuan yang terjadi akibat pengendapan material yang berasal dari pecahan yang hancur karena proses alam dan terdampar pada suatu tempat, batuan Sedimen sebagian besar ditemukan di permukaan bumi. Batuan Sedimen merupakan hasil pengendapan dari batuan Beku, batuan Metamorf dan batuan Sedimen lainnya yang mengalami pengikisan yang berujung diagenesis. Diagenesis merupakan perubahan yang terjadi pada karakter dan komposisi sedimen, mulai dari ketika pengendapan berlangsung sampai batuan yang dihasilkan bermetamorfosis atau mengalami pelapukan akibat pengaruh atmosfer^[9].

Berdasarkan daya hantar dan daya hambat yang dimilikinya material dibedakan menjadi 3 jenis, konduktor memiliki nilai tahanan jenis kecil yaitu ($10^{-8} < \rho < 1 \Omega m$), semikonduktor memiliki nilai tahanan jenis ($1 < \rho < 10^7 \Omega m$), dan isolator memiliki nilai tahanan jenis besar ($\rho > 10^7 \Omega m$). Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuannya dalam menghambat aliran arus listrik. Tahanan jenis batuan dipengaruhi oleh kehadiran air tanah yang bertindak sebagai elektrolit, terutama pada sedimen berpori^[10]. Tabel 1 menunjukkan nilai tahanan jenis batuan beku dan batuan metamorf, sedangkan Tabel 2 menunjukkan nilai tahanan jenis batuan sedimen.

Jenis dan sebaran batuan diidentifikasi menggunakan metoda Geolistrik Tahanan Jenis. Prinsip kerja metode Geolistrik tahanan jenis adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan mengukur beda potensial listrik yang ditimbulkan melalui dua buah elektroda potensial^[12]. Berdasarkan hasil pengukuran arus listrik dan beda potensial akan dihitung nilai tahanan jenis pada lapisan bawah permukaan bumi.

Tahanan jenis yang diperoleh dari pengukuran metode Geolistrik Tahanan Jenis merupakan tahanan jenis semu, dengan mengasumsikan bumi sebagai medium homogen dan isotropis. Tahanan jenis semu tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis medium, namun mencerminkan distribusi nilai tahanan jenis medium. Tahanan jenis semu dilambangkan dengan ρ_a , dirumuskan pada Persamaan (1)

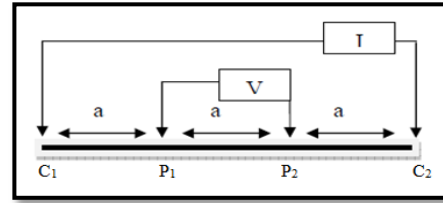
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

nilai K pada persamaan (1) adalah:

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

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

Salah satu susunan elektroda yang umum digunakan dalam pengukuran resistivitas adalah konfigurasi *Wenner*. Susunan elektroda konfigurasi *Wenner* dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi Konfigurasi *Wenner*^[9]

Gambar 2 menunjukkan susunan elektroda Konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi *Wenner* memiliki jarak antar elektroda yang sama. Berdasarkan jarak spasi elektroda maka diperoleh faktor geometri Konfigurasi *Wenner* adalah:

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)} \quad (3)$$

karena $r_1 = a$, $r_2 = 2a$, $r_3 = 2a$, dan $r_4 = a$, maka:

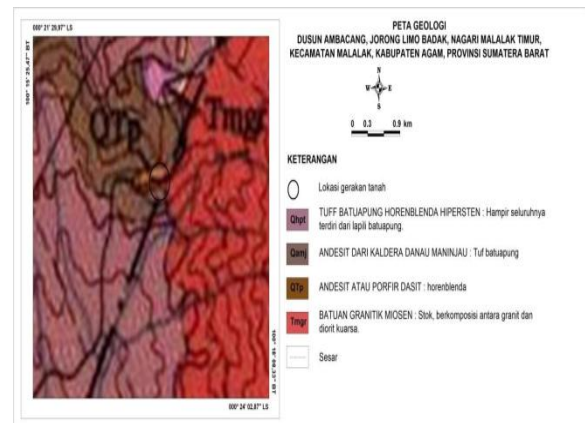
$$K = 2\pi a \quad (4)$$

dengan demikian persamaan (1) dapat di tulis:

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (5)$$

Konfigurasi *Wenner* mempunyai keunggulan dalam tingkat sensitivitas terhadap pengaruh nonhomogenitas benda di bawah permukaan bumi secara lateral dan memiliki resolusi vertikal yang bagus^[11]. Keunggulan konfigurasi *Wenner* menyebabkan konfigurasi ini cocok digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan struktur batuan dibawah permukaan bumi pada setiap lapisan.

PETA GEOLOGI PENELITIAN



Gambar 3. Peta Geologi Kecamatan Malalak Agam^[2]

Berdasarkan gambar diatas diketahui berdasarkan warnanya bahwa batuan yang mendominasi di wilayah Kecamatan Malalak adalah tuff batu apung, andesit dan batuan granitik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bersifat deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan di Jorong Limo Badak Kecamatan Malalak. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah kuat arus listrik (I), beda potensial (V) dan spasi jarak elektroda (a) menggunakan Konfigurasi Wenner. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ARES (*Automatic Resistivitymeter*) *Multielectrode*. Prinsip kerja dari ARES adalah menginjeksikan arus listrik (I) kedalam permukaan bumi sehingga menghasilkan beda potensial (V) dengan sumber *accu*.

Parameter yang dihitung pada penelitian ini adalah tahanan jenis semu (ρ_a). Cara menghitung tahanan jenis semu menggunakan persamaan (5). Tahanan jenis semu yang didapat pada saat Pengukuran tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis dari suatu medium, namun mencerminkan distribusi nilai tahanan jenis medium tersebut.

Parameter yang diinterpretasikan pada penelitian ini adalah tahanan jenis sesungguhnya dan kedalaman struktur batuan. Tahanan jenis sesungguhnya didapatkan dengan cara inversi *Smoothness - Constraint Least Squares* menggunakan software *Res2dinv*. Kedalaman setiap lapisan dapat dihitung dengan mengukur penampang 2D tanpa topografi, kedalaman dihitung pada 4 titik *sounding*. Setiap *sounding* memiliki jarak yang sama masing - masing *sounding*. Cara menghitung kedalaman masing - masing *sounding* adalah menarik garis lurus dari warna tahanan jenis yang dicari dan didapat kedalaman dan ketebalan dari batuan.

Parameter yang diestimasi pada penelitian ini adalah struktur batuan yang ada pada daerah tersebut. Struktur batuan diestimasikan dengan cara melihat nilai tahanan jenis sebenarnya dengan peta geologi pada daerah tersebut dan skala nilai tahanan jenis batuan.

Penelitian ini menggunakan tiga Lintasan yang tersebar di beberapa titik pengukuran pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Lintasan pengukuran.

Sumber : (Google map)

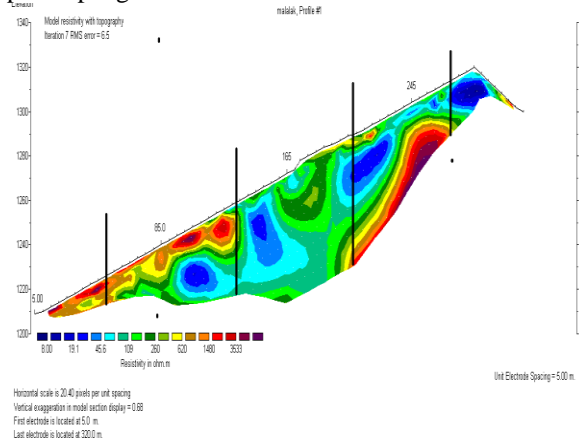
Gambar 4 menunjukkan titik pengukuran pada penelitian ini, dapat dilihat pada gambar dua lintasan berada sangat berdekatan dan satu lintasan memiliki jarak yang sangat jauh, hal ini diakibatkan oleh struktur geologi daerah penelitian yang ekstrim dimana daerah dari penelitian memiliki bukit sangat terjal yang menyebabkan penelitian yang seharusnya diberikan jarak perlintasan kurang lebih 200 m tidak bisa dilakukan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang Lintasan 315 m, dimulai pada koordinat $00^{\circ}22' 21,25''$ LS dan $100^{\circ}17' 14,53''$ BT dengan ketinggian 1225 mdpl sampai koordinat $00^{\circ} 22' 15,52''$ LS dan $100^{\circ}17' 18,03''$ BT dengan ketinggian 1256 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 5 menunjukkan penampang model 2D Lintasan 1.



Gambar 5. Penampang model 2D Lintasan 1

Gambar 5 memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 1 dengan kedalaman yang dicapai adalah 52,4 m. Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari $9,93 \Omega m$ – $5217,35 \Omega m$ dengan persentase kesalahan 6,5 % pada iterasi ke 7.

Batuan penyusun pada Lintasan 1 diidentifikasi memiliki 5 jenis batuan penyusun bawah permukaan. Nilai tahanan jenis dengan rentang $9,93 \Omega\text{m} - 77,3 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Clay*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis pada Tabel 2, dimana *Clay* memiliki rentangan nilai tahanan jenis $1 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$. Nilai tahanan jenis dari $77,3 \Omega\text{m} - 216 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Porphyrite*. *Porphyrite* memiliki nilai tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf berkisar $10 \Omega\text{m} - 5 \times 10^4 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $216 \Omega\text{m} - 1050 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Limestone*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis batuan Sedimen, dimana lapisan *Limestone* memiliki nilai tahanan jenis $50 \Omega\text{m} - 10^7 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $1050 \Omega\text{m} - 3533 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Andesite*. Berdasarkan harga tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf, *Andesite* memiliki nilai tahanan jenis $170 \Omega\text{m} - 4,5 \times 10^4 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis lebih besar yaitu $3533 \Omega\text{m} - 5217,35 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Granite*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf, dimana lapisan *Granite* $300 \Omega\text{m} - 10^6 \Omega\text{m}$.

Lintasan 1 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 85 m, titik ini diidentifikasi memiliki 2 jenis lapisan batuan yaitu *Porphyrite* dan *Limestone*. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 12,58 m sampai kedalaman 13,45 m dengan ketebalan 0,91 m dan pada kedalaman 14,76 m sampai kedalaman 15,07 m dengan ketebalan 0,31 m.

Sounding utama berada pada jarak 105 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 5 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone*, *Andesite* dan *Granite*. Lapisan *Clay* terdapat di kedalaman 13,98 sampai kedalaman 29,04 m. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 9,89 m sampai kedalaman 13,98 m dengan ketebalan 4,09 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 8,57 m sampai kedalaman 9,89 m dengan ketebalan 1,32 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 6,96 m sampai kedalaman 8,57 m dengan ketebalan 1,61 m dan pada kedalaman 6,67 m sampai kedalaman 6,96 m dengan ketebalan 0,29 m. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 2,87 m sampai kedalaman 6,67 m dengan ketebalan 3,8 m.

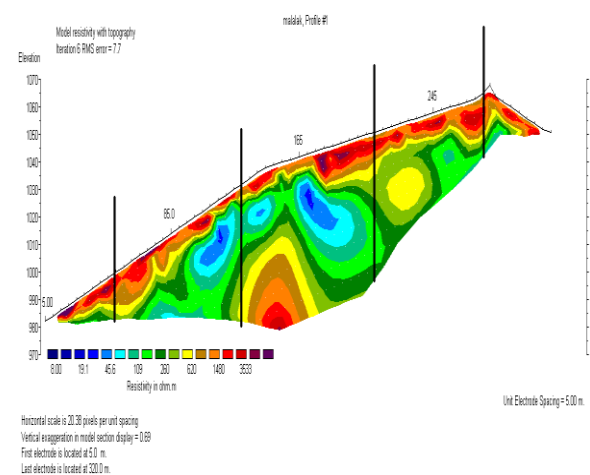
Sounding 3 yang berada pada jarak 212 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone* dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 3,85 m sampai kedalaman 22,95 m dengan ketebalan 19,1 m. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 22,96 m sampai pada kedalaman 26,87 m dengan ketebalan 3,91 m.

Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 29,04 m sampai kedalaman 35,54 m dengan ketebalan 6,5 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 35,56 m sampai kedalaman 39,23 m dengan ketebalan 3,67 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 273 m diidentifikasi memiliki jenis batuan yaitu *Clay*, *Limestone*, *Porphyrite*, *Granite* dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 1,28 m sampai kedalaman 4,89 m dengan ketebalan 3,61 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 8,87 m sampai pada kedalaman 10,67 m dengan ketebalan 1,8 m dan pada kedalaman 10,76 sampai pada kedalaman 12,34 m dengan ketebalan 1,58 m. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 5,57 m sampai kedalaman 6,77 m dengan kedalaman 1,2 m dan pada kedalaman 6,78 m sampai kedalaman 8,75 m dengan ketebalan 1,97 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 12,56 sampai kedalaman 14,89 m dengan ketebalan 2,33 m. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 14,98 m sampai kedalaman 15,23 m dengan ketebalan 0,25 m.

2. Lintasan 2

Lintasan 2 memiliki panjang Lintasan 315 m, dimulai pada koordinat $00^\circ 22' 23,15''\text{LS}$ dan $100^\circ 17' 12,36''\text{BT}$ dengan ketinggian 1217 mdpl sampai koordinat $00^\circ 22' 17,29''\text{LS}$ dan $100^\circ 17' 9,00''\text{BT}$ dengan ketinggian 1307 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 6 menunjukkan penampang 2D Lintasan 2.



Gambar 6. Penampang model 2D Lintasan 2

Kedalaman yang dicapai adalah 52,4 m. Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari $28,3 \Omega\text{m} - 5122,84 \Omega\text{m}$ dengan persentase kesalahan 7,7 %, hal ini menunjukkan bahwa tingkat keakuratan hasil penelitian sekitar 92,3% pada iterasi ke 6.

Batuan penyusun pada Lintasan 2 diidentifikasi memiliki 5 jenis batuan penyusun bawah permukaan. Nilai tahanan jenis dengan rentang $9,93 \Omega\text{m} - 77,3 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Clay*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis pada Tabel 2, dimana *Clay* memiliki rentangan nilai tahanan jenis $1 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$. Nilai tahanan jenis dari $77,3 \Omega\text{m} - 216 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Porphyrite*. *Porphyrite* memiliki nilai tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf berkisar $10 \Omega\text{m} - 5 \times 10^4 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $216 \Omega\text{m} - 1050 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Limestone*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis batuan Sedimen, dimana lapisan *Limestone* memiliki nilai tahanan jenis $50 \Omega\text{m} - 10^7 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis $1050 \Omega\text{m} - 3533 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Andesite*. Berdasarkan harga tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf, *Andesite* memiliki nilai tahanan jenis $170 \Omega\text{m} - 4,5 \times 10^4 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis lebih besar yaitu $3533 \Omega\text{m} - 5217,35 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai *Granite*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf, dimana lapisan *Granite* $300 \Omega\text{m} - 10^6 \Omega\text{m}$.

Lintasan 2 diidentifikasi menggunakan 4 sounding. Sounding 1 berada pada jarak 115 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Andesite* dan *Granite*. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 14,56 sampai kedalaman 20,73 m dengan ketebalan 6,17 m. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 4,85 m sampai kedalaman 13,51 m dengan ketebalan 8,66 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 0,00 sampai kedalaman 1,24 m dengan ketebalan 1,24 m. Lapisan *Granite* terdapat pada kedalaman 1,25 m sampai kedalaman 1,82 m dengan ketebalan 0,57 m.

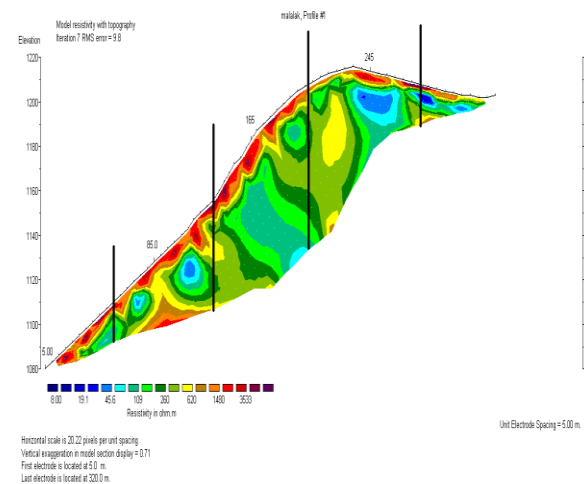
Sounding 2 berada pada jarak 140 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone*, dan *Granite*. Lapisan *Clay* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 6,98 m sampai kedalaman 13,02 m dengan ketebalan 6,04 m. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 13,05 m sampai 15,11 m dengan ketebalan 2,06 m dan pada kedalaman 15,14 m sampai kedalaman 17,57 m dengan ketebalan 2,45 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 17,59 m sampai 26,02 m dengan ketebalan 8,43 m dan pada kedalaman 26,07 m sampai 33,43 m dengan ketebalan 7,41 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada kedalaman 33,65 m sampai 45,54 m dengan ketebalan 11,89 m dan pada kedalaman 45,58 m sampai 49,23 m dengan ketebalan 3,65 m.

Sounding utama berada pada jarak 170 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite* dan *Limestone*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 7,06 m sampai kedalaman 24,97 m dengan ketebalan 17,91 m. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 24,99 m sampai 38,56 m dengan ketebalan 13,57 m dan pada kedalaman 38,59 m sampai kedalaman 47,50 m dengan ketebalan 8,91 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 47,55 m sampai 47,98 m dengan ketebalan 0,43 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 237 m diidentifikasi memiliki 3 jenis batuan yaitu *Porphyrite*, *Limestone*, dan *Andesite*. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 33,91 m sampai kedalaman 34,95 m dengan ketebalan 1,04 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 8,76 m sampai 28,78 m dengan ketebalan 28,02 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada permukaan sampai 8,72 m.

3. Lintasan 3

Lintasan 3 memiliki panjang 315 m, dimulai pada koordinat $00^\circ 22' 48,88'' \text{LS}$ dan $100^\circ 16' 14,76'' \text{BT}$ dengan ketinggian 993 mdpl sampai koordinat $00^\circ 22' 42,45'' \text{LS}$ dan $100^\circ 16' 19,04'' \text{BT}$ dengan ketinggian 1049 mdpl dengan spasi elektroda 5 meter. Gambar 7 menunjukkan penampang 2D Lintasan 3.



Gambar 7. Penampang model 2D Lintasan 3

Kedalaman yang dicapai adalah 54,2 m. Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari $18,7 \Omega\text{m} - 3385 \Omega\text{m}$ dengan persentase kesalahan 9,8 %, hal ini menunjukkan bahwa tingkat keakuratan hasil penelitian sekitar 90,2% pada iterasi ke 7.

Batuan penyusun pada Lintasan 3 1 diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan penyusun bawah permukaan. Nilai tahanan jenis dengan rentang $9,93 \Omega\text{m} - 77,3 \Omega\text{m}$ diidentifikasi sebagai

Clay. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis pada Tabel 2, dimana *Clay* memiliki rentangan nilai tahanan jenis 1 Ωm - 100 Ωm . Nilai tahanan jenis dari 77,3 Ωm - 216 Ωm diidentifikasi sebagai *Porphyrite*. *Porphyrite* memiliki nilai tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf berkisar 10 Ωm - $5 \times 10^4 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis 216 Ωm - 1050 Ωm diidentifikasi sebagai *Limestone*. Hal ini sesuai dengan nilai tahanan jenis batuan Sedimen, dimana lapisan *Limestone* memiliki nilai tahanan jenis 50 Ωm - $10^7 \Omega\text{m}$. Lapisan dengan nilai tahanan jenis 1050 Ωm - 3533 Ωm diidentifikasi sebagai *Andesite*. Berdasarkan harga tahanan jenis batuan Beku dan Metamorf, *Andesite* memiliki nilai tahanan jenis 170 Ωm - $4,5 \times 10^4 \Omega\text{m}$.

Lintasan 4 diidentifikasi menggunakan 4 *sounding*. *Sounding* 1 berada pada jarak 75 m, titik ini diidentifikasi memiliki 3 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite* dan *Limestone*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 4,83 sampai kedalaman 12,02 m dengan ketebalan 7,19. Lapisan *porphyrite* terdapat pada kedalaman 12,04 m sampai 14,38 m dengan ketebalan 2,34 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 14,40 m sampai kedalaman 22,41 m dengan ketebalan 8,01 m.

Sounding utama berada pada jarak 110,5 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone* dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 12,67 m sampai kedalaman 21,47 m dengan ketebalan 8,8 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 4,22 m sampai 4,76 m dengan ketebalan 0,54 m dan pada kedalaman 28,59 sampai kedalaman 28,97 m dengan ketebalan 0,38 m. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 21,49 m sampai kedalaman 28,56 m dengan ketebalan 7,07 m.

Sounding 3 berada pada jarak 200 m dari titik awal pengukuran. Titik ini diidentifikasi memiliki 4 jenis lapisan batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone* dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 46,71 m sampai kedalaman 52,4 m dengan ketebalan 5,69 m. Lapisan *Limestone* terdapat pada kedalaman 23,47 m sampai kedalaman 29,06 m dengan ketebalan 5,59 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada permukaan sampai 2,35 m.

Sounding 4 yang berada pada jarak 250 m diidentifikasi memiliki 4 jenis batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone* dan *Andesite*. Lapisan *Clay* terdapat pada kedalaman 9,59 m sampai kedalaman 22,37 dengan ketebalan 12,78. Lapisan *Porphyrite* terdapat pada kedalaman 22,39 m sampai 24,31 m dengan ketebalan 1,92 m. Lapisan *Limestone* terdapat

pada kedalaman 8,23 m sampai kedalaman 8,78 m dengan ketebalan 0,55 m. Lapisan *Andesite* terdapat pada permukaan sampai kedalaman 2,54 m.

B. Pembahasan

Interpretasi data dilakukan menggunakan data Geolistrik konfigurasi *Wenner* Berdasarkan interpretasi data yang telah dilakukan, daerah Jorong Limo Badak Kecamatan Malalak terdiri atas 5 jenis lapisan batuan yaitu, *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone*, *Andesite* dan *Granite*.

Lintasan 1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 9,93 Ωm - 5217,35 Ωm dengan persentase kesalahan 6,5 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdiri dari lapisan macam - macam lapisan seperti lapisan *Andesite* dan *Porphyrite*. Lapisan berikutnya di dominasi oleh lapisan *Clay* yang diselubungi *Limestone* dan *Granite*.

Lintasan 2 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 28,3 Ωm - 5122,84 Ωm dengan persentase kesalahan 7,7 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan bumi terdiri dari lapisan macam - macam lapisan seperti lapisan *Andesite* dan *Porphyrite*. Lapisan berikutnya di dominasi oleh lapisan *Clay* yang diselubungi *Limestone* dan *Granite*.

Lintasan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 18,7 Ωm - 3385 Ωm dengan persentase kesalahan 9,8 %. Hasil interpretasi data menunjukkan pada lapisan dekat permukaan terdapat *Andesite* yang mendominasi. Lapisan berikutnya di dominasi oleh lapisan *Limestone*. Batuan *Andesite* hanya sedikit pada Lintasan 3.

Hasil di atas nilai tahanan jenis yang diperoleh 5 struktur batuan yaitu *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone*, *Andesite* dan *Granite* dimana setiap batuan memiliki nilai tahanan jenis berbeda-beda. Nilai tahanan jenis dari *Clay*, 1-100 Ωm , *Porphyrite* 10- $5 \times 10^4 \Omega\text{m}$, *Limestone* 50- $10^7 \Omega\text{m}$, *Andesite* 170- $4,5 \times 10^4 \Omega\text{m}$, *Granite* 300- $10^6 \Omega\text{m}$ ^[9]. Nilai tahanan jenis di atas menunjukkan kriteria dari daya hantar listriknya, semakin besar nilai tahanan jenisnya, maka semakin kecil daya hantar listriknya dan sebaliknya, semakin kecil nilai tahanan jenisnya maka semakin besar daya hantar listriknya karena konduktivitasnya yang lebih besar.

Berdasarkan hasil penelitian di Kecamatan Malalak di peroleh hasil nilai tahanan jenis berkisar 9,93 Ωm - 77,3 Ωm diidentifikasi sebagai *Clay*, dimana *Clay* memiliki rentangan nilai tahanan jenis 1 Ωm - 100 Ωm berbanding lurus dengan penelitian Laode Ngkoimani et al di Desa Tangawa, Kabupaten Kolaka Timur, Sulawesi Tenggara diperoleh hasil nilai tahanan jenis berkisar 1,03 Ωm - 38,9 Ωm diidentifikasi sebagai *Clay*^[14], sedangkan pada

penelitian Antony Ravindran et al nilai tahanan jenis berkisar 10 Ωm – 100 Ωm diidentifikasi sebagai *Groundwater* (Air tanah)^[15]. Nilai tahanan jenis di Kecamatan Malalak yang berkisar 77,4 Ωm – 216 Ωm diidentifikasi sebagai *Porphyrite* berbeda dengan penelitian Laode Ngkoimani et al dengan nilai tahanan jenis 130 Ωm – 438 Ωm diidentifikasi sebagai *Coal* (batubara)^[14], sedangkan pada penelitian Antony Ravindran et al nilai tahanan jenis berkisar 100 Ωm – 1000 Ωm diidentifikasi sebagai *Alluvium*^[15]. Perbedaan ini disebabkan oleh struktur geologi pada satu daerah dengan daerah lain tidak sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi data pada setiap lintasan maka diperoleh jenis batuan penyusun geologi Jorong Limo Badak Kecamatan Malalak terdiri dari *Clay*, *Porphyrite*, *Limestone*, *Andesite* dan Batuan *Granite*. Nilai tahanan jenis batuan antara lain *Clay* nilai berkisar 9,93 Ωm – 77,3 Ωm , *Porphyrite* 77,4 ohm.m – 216 ohm.m, *Limestone* 216,1 Ωm – 1050 Ωm , *Andesite* 1050,1 Ωm – 3533 Ωm , *Granite* 3533,1 Ωm – 5217 Ωm . Saran dari penulis adalah hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan pemerintah sebagai mitigasi bencana tanah longsor di Jorong Limo Badak, Nagari Malalak Timur, Kecamatan Malalak dan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut didaerah tersebut dengan metode yang berbeda sebagai perbandingan hasil penelitian yang telah dicapai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UNP yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2017. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian ini dan teman-temanyang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir dan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ragan, D.M. 1973. *An Introduction Geometrical Techniques and Structural Geology*: John Wiley and Sons Inc.
- [2]. Kementerian Sumber Daya Mineral. *Tanggapan Bencana Gerakan Tanah*. 2017. Padang.
- [3]. Sircar, Anirbid. 2004. *Hydrocarbon Production from fractured basement formations*. Jurnal. Current Science. Vol 87. No.2. Hlm. 147-151
- [4]. Munir, Moch. (1995). *Geologi dan Mineralogi Tanah*. Malang: Pustaka Jaya
- [5]. Noor, Djauhari (2012). *Pengantar Geologi Edisi Kedua*. Bogor: Universitas Pakuan
- [6]. Crawford, MS, Mark J. (1998), *Physical Geology*. USA: Lincoln, Nebraska. ISBN: - 8220-5335-7 Education. *Geologi, Vol. 56, No. 2*. hal 118-129.
- [7]. Skinner, B.J. dan Porter, S.C., 1989, *The Dynamic Earth*, John Wiley & Sons, Toronto.
- [8]. Kornprobit, Jacques (2003). *Metamorphic Rocks and Their Geodynamics*. New York. Kluwer Academic Publisher.
- [9]. Larsen, Gunner and George V. Chilingar. (1979). *Diagenesis in Sediment and Sedimentary Rocks*. New York : Elsevier Publisher Company
- [10]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics*. USA : Cambridge University Press.
- [11]. Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [12]. Akmam dan Nofi Yendri Sudiar. 2013. Analisis Struktur Batuan Dengan Metoda Inversi Smoothness-Constrained Least-Squares Data Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013*. Hlm 1-6.
- [13]. Akmam. et al. 2015. “Optimition Of Least Squares Methods Smooth Constrain Using Occam’s Inversion Geoelectric Resistivity Dipole-Dipole Configuration For Estimation Slip Surface”. *Jurnal ICOMSET* ISBN 978-602-19877-3-5.
- [14]. Laode Ngkoimani et al. 2015. “Estimation of Coal Distribution in Tawang Village, East Kaloka Regency, Southeast Sulawesi by using DC Resistivity Method”. *Journal of Physics Conference Series* 846-012015.
- [15]. Antony Ravindran A et al. 2012. “Groundwater exploration study using Wenner – Schlumberger electrode array through W-4 2D Resistivity Imaging Systems at Mahapallipuram, Chennai, Tamilnadu, India”. *Research Journal of recent Sciences* Vol 1(11), 36-40.