



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



## Eksplorasi Metode Geolistrik Resistivitas: Studi Kasus Zona Sesar Utama Manado dan Akuifer Air Tanah Di Kabupaten Minahasa Utara

As'ari As'ari<sup>a\*</sup>, Seni Herlina Juita Tongkukut<sup>a\*</sup>, Verna Albert Suoth<sup>a\*</sup>, Sarmaria Panjaitan<sup>a\*</sup>, Iftita Anugraini Akasia<sup>a\*</sup>, Meidy Rosalie Pulu<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Jurusan/Prodi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sam Ratulangi

### KATA KUNCI

Patahan Manado  
Potensi air tanah

### ABSTRAK

Sesar Manado merupakan satu patahan yang terdapat di Sulawesi Utara melewati Kabupaten Minahasa Utara. Daerah patahan merupakan zona lemah yang terbentuk ketika terjadi retakan pada permukaan bumi terbentuk celah dengan kedalaman dan lebar tertentu, oleh karena proses alami celah terisi oleh material tanah disekitarnya. Zona lemah ini sangat berpotensi menjadi wadah tertampungnya air hujan, yang dapat menjadi akuifer air tanah. Terbentuknya rekahan bergantung pada geologi suatu daerah, karakteristik rekahan seperti lebar dan kedalaman rekahan mempengaruhi potensi besarnya air tanah yang tersimpan sebagai akuifer. Penelitian bertujuan mengidentifikasi pengaruh geologi terhadap parameter fisis patahan yang menentukan potensi keberadaan akuifer air tanah di Kabupaten Minahasa Utara. Sesar yang teridentifikasi sebagai rekahan di Desa Watutumou II Kecamatan Kalawat dan Kelurahan Rap Rap Kecamatan Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara berasosiasi dengan fluida dan membentuk akuifer air tanah. Besar potensi penyimpanan air tanah berkaitan dengan kondisi geologi mengikuti tren kedalaman terhadap lebar rekahan dengan gradien sebesar - 0,0588.

### KEYWORDS

Manado Fault  
Groundwater potential

### ABSTRACT

The Manado Fault is a fault located in North Sulawesi which is through the North Minahasa Regency. The fault area is a weak zone that is formed when a crack occurs on the earth's surface, a gap with a certain depth and width is formed, because the natural process of the gap is filled by the surrounding soil material. This weak zone has the potential to become a reservoir for rainwater, which can become a groundwater aquifer. The formation of fractures depends on the geology of an area, fracture characteristics such as the width and depth of the fracture affect the potential for groundwater stored as aquifers. This study aims to identify the influence of geology on the physical parameters of the fault that determine the potential presence of groundwater aquifers in North Minahasa Regency. The faults identified as fractures in Watutumou II Village, Kalawat District and Rap Rap Village, Airmadidi District, North Minahasa Regency are associated with fluids and form groundwater aquifers. The potential for groundwater storage is related to geological conditions following the trend of depth to fracture width with a gradient of -0.0588.

### TERSEDIA ONLINE

01 Februari 2022

### Pendahuluan

Wilayah Sulawesi Utara sebagai daerah rawan gempa bumi berada pada lokasi dengan ancaman yang bersumber dari tiga sumber utama yaitu dari subduksi lempeng Laut Maluku, subduksi lempeng Laut Sulawesi (*North Sulawesi Trench*) dan subduksi lempeng bagian selatan Pulau Mindanao Filipina (Bird, 2003). Selain itu, terdapat beberapa patahan lokal atau sesar yang melintasi tepat di daerah Sulawesi Utara yang belum teridentifikasi dengan

baik namun perlu diwaspadai suatu saat dapat aktif dan berpotensi menimbulkan gempa bumi. Adapun, patahan-patahan tersebut adalah patahan Gorontalo, patahan Amurang, patahan Bolaang Mongondow dan patahan Manado (Efendi dan Bawono, 1997). Aktivitas tektonik regional tersebut sebagai generator (penggerak) terjadinya berbagai bencana alam seperti fenomena gempabumi, erupsi vulkanik, tsunami, dan longsoran tanah.

Berdasarkan lembaran peta geologi yang bersumber dari Pusat Survei Geologi Bandung tahun

\*Corresponding author:

Email address: as.ari2222@unsrat.ac.id

Published by FMIPA UNSRAT (2022)

2007, menunjukkan bahwa kawasan Kecamatan Airmadidi merupakan daerah yang dilalui Sesar Manado yang berorientasi pada arah strike Timur Laut-Barat Daya. Selain itu terdapat sesar penyerta disekitar lokasi tersebut. Daerah patahan merupakan zona lemah yang terbentuk ketika terjadi retakan pada permukaan bumi terbentuk celah dengan kedalaman dan lebar tertentu, oleh karena proses alami celah terisi oleh material tanah disekitarnya. Sebagian terbentuk aliran air disepanjang celah yang membentuk sebuah sungai.

Zona lemah ini sangat berpotensi menjadi wadah tertampungnya air hujan, yang dapat menjadi akuifer air tanah. Terbentuknya akuifer tergantung pada jenis material batuan yang mengisi celah retakan, jika diisi material yang berpori (misal: pasir) maka akan terbentuk akuifer air tanah. Zona lemah ini jika diisi oleh material yang tidak berpori atau berpori kecil maka tidak akan terbentuk akuifer. Akuifer ini merupakan tempat tersimpannya air tanah.

Air merupakan sumberdaya yang sangat penting dalam kehidupan, peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan kebutuhan air juga bertambah. Ketersediaan air tanah dipengaruhi oleh kondisi geologi pada masing - masing daerah. Kondisi geologi berhubungan dengan karakteristik cekungan atau non - cekungan air tanah yang menjadi media menyimpan air tanah (Kristianto, et al., 2019). Air tanah disimpan dalam lapisan pembawa air yang disebut akuifer. Air di akuifer mungkin merupakan salah satu hasil air terpenting, yang dapat memenuhi kebutuhan air di bumi. Untuk mendapatkan struktur strata tersebut, kita harus melakukan kegiatan penelitian bawah tanah. Melewati lapisan-lapisan di bawah permukaan dapat digunakan untuk menentukan keberadaan air (akuifer) (Sulu et al., 2015).

Pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat menyebabkan perkembangan kawasan pemukiman, dan karena kurangnya informasi dan kesadaran penduduk daerah sesarpun dijadikan area perumahan. Eksploitasi air tanah guna memenuhi kebutuhan berlangsung secara terus menerus. Pemanfaatan yang berlebihan potensi air tanah dapat mengakibatkan kosongnya ruang pori-pori tanah, sehingga mempengaruhi kekuatan tanah untuk menyangga beban di atasnya.

Identifikasi patahan antara lain dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Metode geolistrik tahanan jenis merupakan metode eksplorasi geofisika yang bersifat pasif. Metode geolistrik tahanan jenis akan mendeteksi struktur bawah permukaan dan memberikan citra lapisan tanah bawah permukaan yang memungkinkan terdapat air tanah pada kedalaman tertentu (Mohamaden, 2009). Dikarenakan metode geolistrik merupakan metode yang menggunakan prinsip arus listrik dalam menyelidiki struktur bawah permukaan bumi. Aliran arus listrik mengalir dalam tanah melalui batuan-batuan dan sangat dipengaruhi oleh adanya air tanah. Oleh karena itu, metode geolistrik dapat digunakan pada penentuan akuifer, kontaminasi air

tanah, penyelidikan mineral dan lain sebagainya (Prasetyawati, 2004 dalam Santoso dan Subagio, 2018).

Kondisi geologi mempengaruhi karakteristik patahan yang terbentuk, ukuran patahan akan menentukan dimensi zona lemah. Zona lemah yang terisi fluida mempengaruhi akuifer air tanah. Sehingga penting untuk dilakukan penelitian kaitan kondisi geologi suatu daerah dengan ukuran akuifer yang terbentuk.

### Material dan Metode

Eksplorasi metode geolistrik tahanan jenis merupakan metode eksplorasi geofisika yang ramah lingkungan dan tidak merusak. Akuisisi data menggunakan resistivitymeter MAE X612-EM, data topografi diperoleh dengan menggunakan GPS.

Objek penelitian dilakukan pada hasil pengukuran resistivitas dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas di Desa Watutumou II, Kecamatan Kalawat, dan di Kelurahan Rap Rap Kecamatan Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara (Gambar 1). Akuisisi di Desa Watutumou II dilakukan dengan lintasan sebanyak 4 dan di Desa Rap Rap 3 buah lintasan.

Pada masing-masing lintasan di setiap Desa dibuat grafik hubungan antara lebar dan kedalaman, untuk melihat pola kedalaman terhadap lebar rekahan. Mempertimbangkan faktor geologi, jika ada kesamaan dibuat grafik secara menyeluruh kedalaman terhadap lebar. Sebagai hasilnya dianalisis pola tren grafik yang dihasilkan yang merupakan grafik karakteristik rekahan terhadap kondisi geologi di Kabupaten Minahasa Utara.

Hasilnya dianalisis untuk menunjukkan adanya keterkaitan antara ukuran parameter lebar dan kedalaman dengan akuifer airtanah yang ada di sepanjang rekahan.

### Hasil dan Pembahasan

Lokasi penelitian yang dianalisis pada dua tempat, yaitu di Desa Watutumou II Kecamatan Kalawat dan di Kelurahan Rap Rap Kecamatan Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara. Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di desa Watutumou II dan Kelurahan Rap Rap

Patahan yang terjadi pada lapisan tanah mengakibatkan daerah kosong pada zona patahan atau rekahan. Zona kosong ini yang akan terisi oleh material tanah atau batuan sekeliling yang

selanjutnya mempunyai sifat fisis yang berbeda dengan lapisan tanah semula. Zona ini biasanya mempunyai densitas lebih rendah, lapisan berpori dan beresistivitas rendah karena terisi oleh fluida yang bersifat konduktif. Eksplorasi geolistrik dari distrik Pur'isima-Rumicruz mengungkapkan hubungan yang nyata antara lapisan resistivitas rendah dan mineralisasi terletak di zona patahan. Sebagai akibat dari patahan, akan meningkatkan porositas dan permeabilitas akan menurunkan resistivitas sampai di bawah 150 ohm (Lopez, et al. 2012).

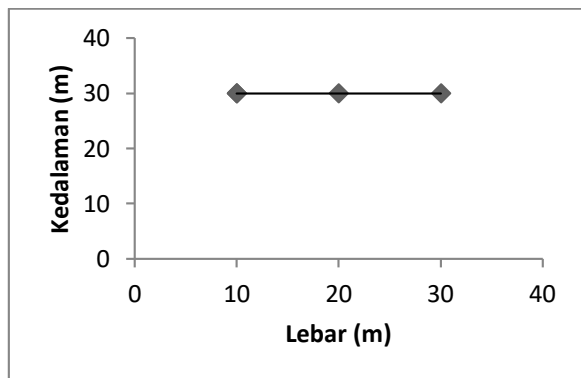
Karakteristik zona patahan atau rekahan akan berbeda-beda bergantung pada geologi jenis batuan penyusun lapisan tanah. Karakteristik lebar, kedalaman, keterhubungan dengan akuifer sekitarnya akan berkontribusi terhadap potensi air tanah di lokasi patahan.

Patahan di Desa Watutumou diidentifikasi sebagai rekahan (Mamonto et al., 2016). Diperoleh data karakteristik rekahan, pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik rekahan di Desa Watutumou.

No	Lintasan	Lebar (m)	Kedalaman (m)
1	1	30	30
2	2	10	30
3	3	20	30
4	4	10	30

Data lebar rekahan diambil pada kedalaman 5 m dari permukaan tanah menyesuaikan dengan hasil inversi perangkat lunak Res2Dinv yang digunakan. Hubungan antara lebar rekahan dan kedalamannya ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Lebar vs Kedalaman rekahan di Desa Watutumou II

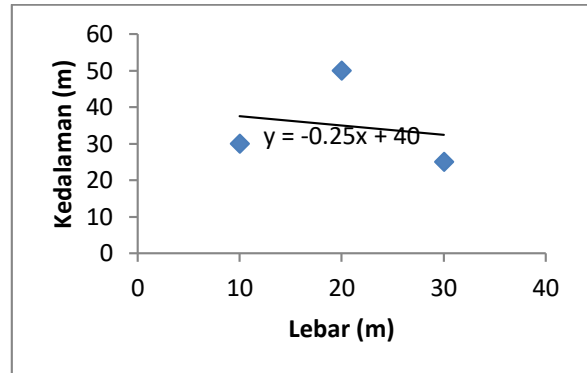
Pada grafik tampak bahwa kedalaman rekahan konstan untuk berapapun lebar rekahan, diduga rekahan berhenti pada satu lapisan keras yang sama karena jarak antara lintasan cukup dekat yaitu 20-80 m sehingga memiliki kedalaman yang sama.

Patahan di Kelurahan Rap Rap juga teridentifikasi sebagai rekahan (Mende et al., 2017). Karakteristik rekahan terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik rekahan di Desa Rap Rap

No	Lintasan	Lebar (m)	Kedalaman (m)
1	1	20	50
2	2	30	25
3	3	10	30

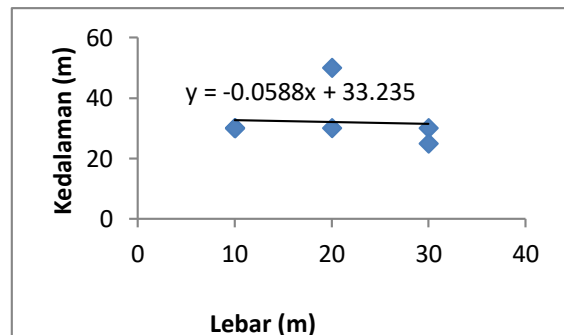
Grafik pada Gambar 3 menjelaskan hubungan antara lebar dan kedalaman rekahan,



Gambar 3. Grafik Lebar vs Kedalaman rekahan di Kelurahan Rap Rap

Gambar 3 menjelaskan bahwa lebar dan kedalaman rekahan mempunyai tren negatif, dengan gradien kemiringan - 0,25. Gradien kemiringan bernilai negatif diduga karena jarak antara lintasan cukup jauh 140 m, maka rekahan berada di atas lapisan keras yang berbeda-beda. Energi gempa bumi hanya memberikan akibat retakan pada zona lemah di permukaan dan tidak berpengaruh untuk zona lapisan tanah yang keras.

Ditinjau dari geologi Kabupaten Minahasa Utara terdiri atas batuan gunung api muda: lava, bom, lapilli dan abu (Effendi dan Baawono, 1997). Kedua lokasi obyek penelitian mempunyai geologi yang sama, maka dengan gaya tekan yang sama akan memberikan akibat yang sama terhadap parameter lebar dan kedalaman. Data Tabel 1 dan Tabel 2 dijadikan satu memberikan grafik pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Lebar vs Kedalaman rekahan di Kabupaten Minahasa Utara

Gambar 4 menunjukkan bahwa grafik kedalaman terhadap lebar rekahan menunjukkan tren negatif yaitu dengan gradien sebesar -0,0588. Gradien bernilai negatif mengindikasikan bahwa kedalaman rekahan berbanding terbalik dengan lebarnya.

Rekahan yang terbentuk di Kabupaten Minahasa Utara, semakin dangkal kedalaman rekahan yang terbentuk, lebar rekahan akan semakin besar, yang ditandai dengan gradien bernilai negatif. Rekahan yang merupakan zona lemah dengan resistivitas rendah, material penyusunnya cenderung berpori besar sebagai tempat bagi air tanah. Semakin lebar dan dalam rekahan maka semakin besar pula potensi penyimpanan air tanahnya dan dapat dikatakan bahwa akuifernya akan semakin besar pula mengikuti ukuran dari rekahan yang terbentuk.

### Kesimpulan

Sesar yang teridentifikasi sebagai rekahan di Desa Watutumou II Kecamatan Kalawat dan Kelurahan Rap Rap Kecamatan Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara berasosiasi dengan fluida dan membentuk akuifer air tanah. Besar potensi penyimpanan air tanah berkaitan dengan kondisi geologi mengikuti tren kedalaman terhadap lebar rekahan dengan gradien sebesar - 0,0588.

### Daftar Pustaka

- Bird, P. 2003. An update digital model plate boundaries. *Geochemistry Geophys.ics Geosystem an Electronic Journal of The Earth Sciences* **4(3)** : 52 pages.
- Effendi, A.C dan S.S. Bawono. 1997. Peta Geologi Lembar Manado Sulawesi utara, Edisi ke-2 pusat penelitian dan pengembangan Geologi, Bandung.
- Kristanto, W. A .D., Astuti<sup>1</sup>, F. A., Nugroho, N. E., Febriyanti, S. V., 2020. Sebaran Daerah Sulit Air Tanah Berdasarkan Kondisi Geologi Daerah Perbukitan Kecamatan Prambanan, Sleman, Yogyakarta. *Sains dan Teknologi Lingkungan* **12(1)**:68-83
- Lopez, L., Echeveste, H., Tessone, M., Alperin, M., Etcheverry, R. 2012. Geoelectric Exploration of the Purisima-Rumicruz District, Jujuy Province, Argentina. *International Journal of Geophysics.*, Article ID 371059**2012**: 11 pages.
- Mamonto, F., As'ari, Ferdy. 2016. Identifikasi Patahan Manado dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Watutumou II Kecamatan Kalawat Kabupaten minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Sains* **16(2)** :51-60
- Mende, C., As'ari, Ferdy. 2017. Identifikasi Patahan Manado dengan menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Airmadidi Minahasa Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT Online* **6(1)**:13-16.
- Mohamaden, M. I. I., 2009. Groundwater exploration at Rafah, Sinai Peninsula, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research* **35(2)**:49-68.
- Santoso, B. dan Subagio, 2018. Pemodelan Nikel Laterit Berdasarkan Data Resistivitas Di Daerah Kabaena Selatan Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Geologi dan Sumberdaya Mineral* **19(3)**:148 - 161.
- Sulu, S., As'ari, Tongkukut, S. H. J. 2015. Pemetaan Akuifer Air Tanah di Wilayah Kampus UNSRAT Manado dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan. *Jurnal Ilmiah Sains* **15(1)** :20-25