

**PENGGUNAAN GEOLISTRIK RESISTIVITI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR
BAWAH PERMUKAAN BATUAN ANTARA LAU KETUKEN DAN LAU
BEKERAH DI DESA SULKAM KABUPATEN LANGKAT**

**APPLICATION OF GEOELECTRICAL RESISTIVITY TO IDENTIFY
SUBSURFACE STRUCTURE BETWEEN LAU KETUKEN AND LAU BEKERAH
IN SULKAM LANGKAT REGENCY**

Rita Juliani^{1*}, Timbangan Sembiring², Mester Sitepu³, Motlan⁴

Universitas Negeri Medan, Medan^{1*}
julianunimed@gmail.com, Sutomo Ujung No 169 Medan
Universitas Sumatera Utara, Medan^{2,3}
Universitas Negeri Medan, Medan⁴

ABSTRACT

Study on the application of geoelectrical resistivity to identify subsurface structure between lau Bekerah and lau Ketuken in Sulkam, Langkat Regency has been conducted. Measurement was performed by using resistivity meter Automatic Resistivity System (ARES) -G4 v4.7, SN: 0609135 Wenner-Schlumberger configurations with a line length of 155 meters and the electrodes spacing are 5 meters. The data was processed using Res2Dinv software to show the subsurface rock structures measured. Results obtained from the geophysical data in association with the geo-electric core hole and geological data show that the subsurface dispersal patterns is dominated by limestone with resistivity values ranging from 500-10.000 Ω m, clay layer with the value of 0-100 Ω m, tuffs with resistivity values of 200-1000 Ω m and top soil layers with a value of 250- 500 Ω m.

Keywords: geo-electric, resistivity, limestone, lau

ABSTRAK

Telah dilakukan penggunaan geolistrik resistivimeter untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan batuan di antara lau Ketuken dan lau Bekerah di desa Sulkam kabupaten Langkat. Pengukuran menggunakan alat geolistrik Automatic Resistivity System (ARES)-G4 v4.7, SN: 0609135 konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan panjang lintasan 155 meter dan jarak antara elektroda 5 meter. Data hasil geolistrik ARES diolah menggunakan software Res2Dinv untuk memperlihatkan struktur bawah permukaan batuan yang diukur. Hasil interpretasi yang diperoleh dari data geolistrik yang dikaitkan dengan data core hole dan data geologi diperoleh pola penyebaran lapisan bawah permukaan di dominasi oleh batu gamping dengan nilai resistivitas berkisar 500-10.000 Ω m dan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 0-100 Ω m, tuffa dengan nilai resistivitas 200-1.000 Ω m serta lapisan tanah dengan resistivitas 250-500 Ω m.

Katakunci:geolistrik, resistivitas, batu gamping, lau

1. PENDAHULUAN

Kawasan karst adalah kawasan yang mempunyai bentang alam, hidrologi dengan ciri khas dibentuk dari batuan karbonat dan dolomit sebagai akibat adanya kombinasi antara batuan yang mudah larut, porositas sekunder, dan pengaruh air alami sebagian agen pelarutannya [1]. Proses pembentukan karst melibatkan larutnya CO_2 dalam air. Proses pelarutan (*dissolution*) akan intensif bila kadar CO_2 yang terlarut dalam air relatif banyak, batuan karst keras dan pejal dengan intensitas rekahan yang tinggi sehingga agresivitas air terhadap batuan karst sangat besar. Secara garis besar proses pembentukan karst dimulai dari turunnya hujan melalui atmosfer dengan membawa karbon dioksida terlarut dalam tetesan. Ketika hujan sampai di tanah, air terperkolasi melalui tanah dan menggunakan lebih banyak karbon dioksida. Infiltrasi air secara terus-menerus secara alami membentuk retakan-retakan dan lubang pada batuan. Infiltrasi periode waktu yang lama, dengan suplai air terus menerus yang kaya karbon dioksida, lapisan karbonat mulai melarut.

Lau Ketukendanlau Bekerah merupakan aliran sungai yang ada di desa Sulkam kabupaten Langkat yang merupakan kawasan karst. Lau Ketuken berada di daerah Kejaren dan lau Bekerah berada di daerah Cangap Kerabangen. Sungai hadir pada musim penghujan dan akan hilang di musim kemarau (Gambar 1). Keberadaan hilangnya sungai menjadi suatu fenomena yang menarik untuk diketahui struktur bawah permukaan daerah diantara kedua sungai.

Metode yang digunakan untuk mengetahui struktur bawah permukaan batuan di desa Sulkam adalah metode geolistrik yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Pendeteksian di atas permukaan bumi meliputi pengukuran medan potensial arus, yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Metode geolistrik digunakan untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi batuan bawah-permukaan di kawasan karst untuk membedakan daerah lempung dan karbonat melalui resistivitas [2] [3] [4]. Resistivitas batuan dan endapan bervariasi dari $1 \Omega\text{m}$ sampai lebih besar dari $10.000 \Omega\text{m}$ [5], bergantung pada derajat kejenuhan, jenis cairan yang mengisi pori dan persen kandungan lempung. Lempung cenderung mengurangi resistivitas karena konduktif sepanjang lintasan permukaan partikel lempung yang bermuatan negatif sehingga resistivitasnya kurang dari $100 \Omega\text{m}$ [6]. Batuan karbonat secara umum memiliki resistivitas yang lebih tinggi berkisar antara $500 \Omega\text{m}$ sampai dengan $10^7 \Omega\text{m}$. Resistivitas yang tinggi terutama disebabkan oleh rendahnya porositas dan interkoneksi antara pori [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan berupa peta kontur resistivitas di antara lau Ketuken dan lau Bekerah di desa Sulkam kabupaten Langkat.

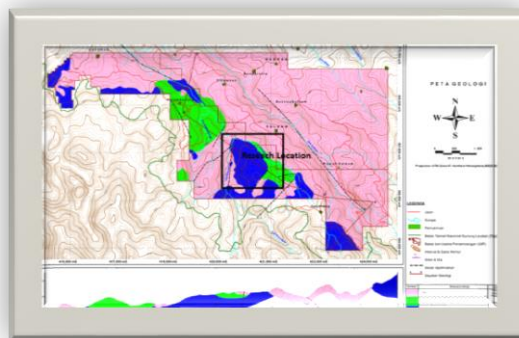


Gambar 1. Aliran lau Ketuken ketika dialiri air dan tanpa dialiri air

2. METODE PENELITIAN

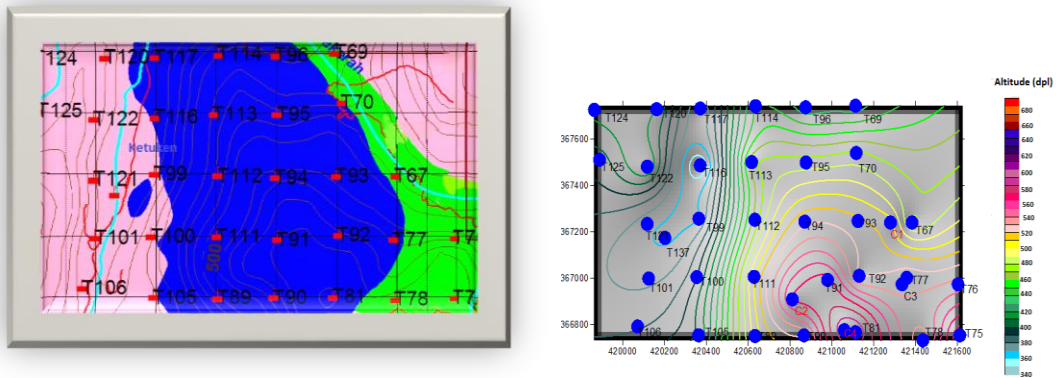
LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di desa Sulkam Kecamatan Kutambaru kabupaten Langkat dengan peta geologi pada Gambar2.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian

Pengambilan data lapangan menggunakan metode geolistrik dengan *Resistivity Meter* model ARES-G4.v47 (*Automatic Resistivity System*) nomor seri SN: 0609135. Penentuan lintasan diambil di areal yang berbatasan dengan lau Ketuken dan lau Bekerah dengan menggunakan kompas dan *Global Position System (GPS) map 76CSx* dalam koordinat UTM dengan jarak grid sekitar 250 meter x 250 meter. Jumlah grid sebanyak 33 lintasan dengan panjang bentangan 155 meter. Tiap lintasan terdiri dari 32 elektroda dengan jarak antara elektroda 5 meter (Gambar 3).

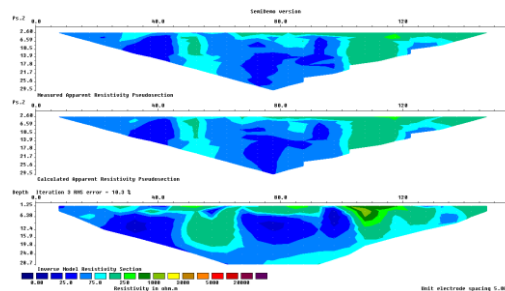


Gambar 3. Kontur Pengridan dan Bore Hole dengan Altitude pada Lokasi Penelitian

Hasil pengridan dengan titik koordinat di peroleh lokasi penelitian berada pada ketinggian 340 – 680 meter diatas permukaan laut dengan topografi berbukit dan berlembah.

PROSEDUR PENELITIAN

Data hasilgeolistrik ARES diolah dengan komputer menggunakan *software* Res2DinV untuk memperlihatkan profil bawah permukaan area yang diukur. Hasil pengolahan data dengan *software* Res2DinV dalam bentuk 2D terdiri dari tiga kontur resistivitas pada penampang kedalaman semu (*pseudodepth section*). Penampang pertama memperlihatkan kontur resistivitas semu yang diperoleh dari pengukuran di lapangan. Penampang kedua memperlihatkan kontur resistivitas dari hasil perhitungan (*calculated apparent resistivity*) dan penampang ketiga memperlihatkan kontur resistivitas sebenarnya yang diperoleh setelah melalui proses pemodelan inversi (*inverse model resistivity section*). Data yang sudah diolah diperoleh gambaran 2D bawah permukaan sepanjang lintasan dengan nilai resistivitas dibedakan dengan pembacaan warna (Gambar 4).

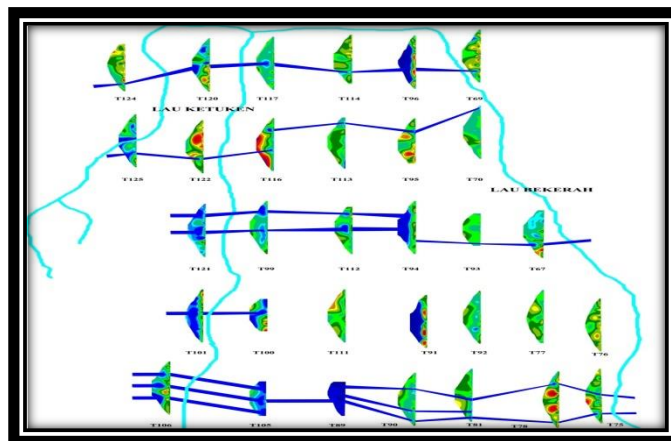


Gambar 4. Pseudeseksi hasil *Resistivity meter*

Nilai resistivitas batuan bawah permukaan pada daerah antara lau Ketuken dan lau Bekerah bervariasi karena resistivitas batuan ditentukan oleh kondisi batuan kering, basah, retak, padat dan cair serta dipengaruhi oleh sifat dan jenis batuan diantaranya densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori batuan, dan faktor geologi yaitu umur batuan, tekstur, batuan dan proses geologi yang meliputi alterasi, pelapukan, pelarutan, dan metamorfisme [7]. Penentuan jenis material perlapisan ditentukan berdasarkan nilai resistivitas batuan dan kondisi geologi yang banyak terdapat singkapan batu gamping serta data *bore hole* daerah pengukuran serta diperhatikan untuk jenis batuan yang sama pada kedalaman yang sama ditetapkan nilai resistivitas sama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola penyebaran resistivitas batuan bawah permukaan diperoleh dari peta *pseudoseksi* resistivitas hasil model *inversi* dengan *software* Res2DinV. Nilai resistivitas batuan pada perpotongan sumbu horizontal dengan sumbu vertikal memperlihatkan kedalaman efektif. Penampang resistivitas batuan digunakan untuk menginterpretasi dalam penentuan anomali resistivitas batuan yang terdapat pada daerah penelitian. Hasil peta pseu deseksi resistivitas perlintasan di modelkan sesuai topografi daerah penelitian seperti Gambar 5.



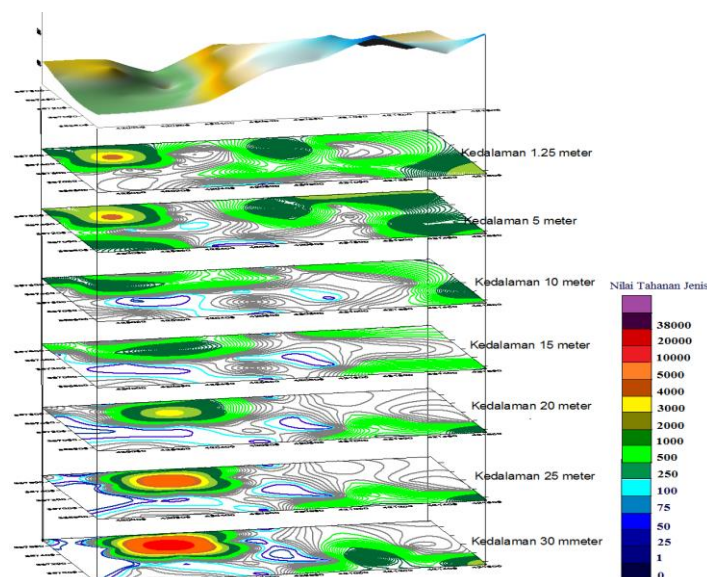
Gambar5. Pemodelan Penampang Lintasan dari Arah Timur-Barat dari Lau Bekerah menuju Lau Ketuken

Lintas dari Arah Timur-Barat dari Lau Bekerah menuju Lau Ketuken hasil pemodelan terdapat anomaly tinggi berupa batu gamping dengan resistivitas 500-4.000 Ωm , keberadaan batu gamping di desa Sulkam di lihat kandungan unsurnya dengan menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) berupa CaCO_3 dengan persen berat 74.1 % - 100 % [8]. Anomali rendah berupa lempung berada di bawah dan diantara batu gamping

dalam keadaan kering dan basah dengan resistivitas 0-75 Ω m. Keberadaan lempung di bagian bawah tampang lintang merupakan proses alam yang terbentuk secara fisik dan kimia dari proses perubahan cuaca yang terjadi pada batuan selama proses diagenetik atau presipitasi langsung berupa perekahan (*fracturation*) dan pelarutan (*dissolution*) [9]. Batuan Tuffa piroklastik dengan resistivitas 200-1.000 Ω m berada pada daerah lau Ketuken, dan shale didekat pemukiman masyarakat. Batuan tufa piroklastik berasal dari sedimen endapan hasil pengendapan erupsitoba [10] sedangkan shale merupakan sedimen konsolidasi lempung, lumpur dan lanau.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa grid T96, T94 dan T91 kemungkinan bawah permukaan dalam keadaan kosong atau *empty void*. T95 dan T77 batu gamping dalam keadaan kosong sedangkan T70 kemungkinan batu gamping dengan lubang yang berisi lempung.

Analisa lanjutan di lakukan dengan membuat sayatan lateral untuk memperoleh resistivitas batuan dalam arah lateral. Kontur resistivitas batuan tiap kedalaman di buat menggunakan *software Surfer-8*. Kontur dibuat dengan mengelompokkan perkedalaman untuk seluruh lintasan pengukuran. Lintasan pengukuran menggambarkan penyebaran batuan per kedalaman. Kedalaman difokuskan dimulai dari 1.25 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter, 25 meter dan 30 meter dari hasil resistivitas (Ω m) batuan dipaparkan pada Gambar 6 dan dianalisa berdasarkan data *bore hole* C1 sampai C4 dengan posisi pada Gambar 3.



Gambar 6. Peta kontur sebaran resistivitas pada kedalaman dari atas ke bawah 1.25, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 meter di lokasi antara lau Ketuken dan lau Bekerah

Kedalaman 1.25 meter berdasarkan nilai resistivitas di dominasi dengan tanah permukaan, batu gamping dan lempung. Tanah permukaan dengan nilai resistivitas 250-500 Ωm terdapat singkapan batu gamping. *Bore hole*C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 1.25 meter secara umum adalah pecahan batu gamping, tanah berwarna coklat ke abu-abuan dengan porositas baik dan kandungan mineral lempung yang mengalami pelapukan tinggi. Batu gamping berdasarkan nilai resistivitas 500-4.000 Ωm di bagian atas sebelah Barat.

Kedalaman 5 meter jenis batuan adalah tanah permukaan, tuffa, batu gamping dan lempung. Keberadaan tuffa yang berwarna kuning kecoklatan dengan resistivitas 200-1.000 Ωm berada dekat dengan pemukiman masyarakat. *Bore hole*C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 5 meter secara umum adalah tanah permukaan berwarna merah kecoklatan, tuffa piroklastik berwarna kuning, batu gamping berwarna abu-abu kehitaman yang bergabung dengan tanah, pecahan batu gamping.

Kedalaman 10 meter jenis batuan adalah tanah, batu gamping dan lempung. Keberadaan batu gamping yang berwarna abu-abu kehitaman dengan resistivitas 500-1.000 Ωm . *Bore hole*C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 10 meter secara umum adalah batu gamping kompak kristalin mengandung mineral kalsit yang bergabung dengan lempung.

Kedalaman 15 meter jenis batuan adalah tanah, batu gamping dan lempung. Keberadaan batu gamping dengan resistivitas 500-1.000 Ωm . *Bore hole* C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 15 meter secara umum adalah pecahan batu gamping, batu gamping berwarna abu-abu kehitaman, kalsit vein, kompak bergabung dengan lempung berwarna coklat kemerahan.

Kedalaman 20 meter jenis batuan adalah batu gamping dan lempung. Keberadaan batu gamping kristalin, kompak dengan resistivitas 500-3.000 Ωm . *Bore hole*C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 20 meter secara umum adalah batu gamping berwarna abu-abu kehitaman, kalsit vein, kompak bergabung dengan lempung berwarna coklat kemerahan.

Kedalaman 25 meter jenis batuan adalah batu gamping dan lempung. Keberadaan batu gamping kalsit kristalin, keras, kompak dengan resistivitas 500-5.000 Ωm . *Bore hole*C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 25 meter secara umum adalah batu gamping berwarna abu-abu kehitaman, kalsit vein, kompak bergabung dengan lempung berwarna coklat kemerahan.

Kedalaman 30 meter jenis batuan adalah batu gamping dan lempung. Keberadaan batu gamping kalsit kristalin, keras, kompak dengan resistivitas 500-10.000 Ωm . *Bore hole*C1, C2, C3 dan C4 pada kedalaman 30 meter secara umum adalah batu gamping berwarna merah dan abu-abu, kalsit vein, kompak bergabung dengan lempung berwarna

coklat kemerahan. Batu gamping di kedalaman 30 meter di sisi Barat memperlihatkan anomali yang ada di mulai dari permukaan dan semakin jelas keberadaannya hingga di kedalaman 30 meter.

4. UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada DIKTI yang telah mendukung terlaksananya penelitian melalui Hibah Doktor serta rekan-rekan KDBK Fisika Bumi Unimed.

5. PUSTAKA

- [1]. Ford D and Williams P. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. England: John Wiley and Sons; 2007
- [2]. Muhammad F, Taman S, Lagu MS, Kim J H, Mohammad T, Abrallam, Adekunle A. Subsurface Detection in a Karst Environment Using Electrical Resistivity, a Case Study From Yongweol-ri. South Korea. *Earth Science Research Journal*. 2012 June; 16 (1) : 75-82
- [3]. Horia M, Ioan P, Mihai M. Geoelectrical Investigations by Means of resistivity Method in Karst Area in Romania. *Environ Geol*. 2008; 55:405-413
- [4]. Marco G, Armadillo E, Carmisciano C, Stefanelli P, Cocchi L, Tontini F C, Determining Geophysical of Near Surface Cave Through Integrated Microgravity Vertical Gradient And Electrical Resistivity Tomography Measurements. *Journal of Cave and Karst Studies*. 2011 April; 73 (1):11-15
- [5]. Raynolds J.M. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chischester UK : J. Wiley and sons; 1997
- [6]. Telford W M, Geldart L.P, Sheriff RE. *Applied Geophysics*, New york: Cambridge University Press; 2004
- [7]. Loke M.H., 2000. Electrical imaging survey for environmental and engineering studies. A practical guide to 2D and 3D survey. <http://www.terraphus.com>
- [8]. Juliani R. Sembiring T. Sitepu M. Motlan. *Identifikasi Mineral Batu Gamping dari Sulkam dengan Menggunakan Difraksi Sinar-X (XRD)*. Prosiding Seminar Nasional Kimia 2014: 44-50
- [9]. Mautaz A, Salih M A dan Ayad A Z. *Mineralogy, geochemistry, and reserve estimation of the Euphrates batu gamping for Portland cement industry at Al-Najaf area, South Iraq*. Arab J Geosci. 2013; 6:491–503
- [10]. N.R Cameron. Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Medan 0619. 1982.