



Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 21, No.2
Agustus 2023

INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* UNTUK IDENTIFIKASI ANOMALI RONGGA DAN GUA DI KECAMATAN SEPAKU, KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA

Hendra Santoso¹, Roni Marudut Situmorang²

¹Program Studi Teknik Geologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

²PT Primacon Explorindo, Samarinda Utara, Samarinda

*Korespondensi: hendrasantoso@umkt.ac.id

ABSTRACT

The Sepaku area is a potential area for mountain rocks, in the form of limestone, sandstone and claystone, with strong and medium corrugated morphology. This study aims to determine the type of rock that makes up the subsurface structure based on the resistivity value of the surrounding rocks. The research was carried out using the Schlumberger-Wenner geoelectric method, and using the Bawono geoelectric tool (Modified: Naniura NRD 300 HRF) with the Schlumberger configuration by measuring the resistivity value of the soil layers in the Sepaku area by 10 tracks. The length of each track is 500 meters each. Field data modeling and inversion was carried out using Res2DinV software. Research activities are also carried out by surveying the research area directly to ascertain lithology, cavities, and caves. the results of geoelectrical measurements obtained a resistivity value range of 3.58 Ωm - > 1870 Ωm . The results showed that limestone has resistivity values between 300 – 1870 Ωm , sandstone 30 – 300 Ωm , and claystone 3 – 30 Ωm . The lithology of the rock as a whole is dominated by alternations of sandstone and clay, while limestone only has a thickness of 15 – 40 meters. The presence of limestone at each geoelectric measurement location: GL-1 (300 \geq 1104 Ωm), with a length of 105 m and a thickness of 30 meters; GL-2 (408 \geq 1807 Ωm), with a spanning length of 110 m and a thickness of 40 meters; GL-3 (386 \geq 767 Ωm), 130 m long and 35 m thick; GL-4 (496 \geq 965 Ωm), with a length of 85 m and a thickness of 15 meters; GL-5 (300 \geq 506 Ωm), with a length of 90 m and a thickness of 15 meters; GL-6 (389 \geq 800 Ωm), with a length of 90 m and a thickness of 40 meters; GL-7 (300 \geq 497 Ωm), with a length of 140 m and a thickness of 20 meters; GL-8 (300 \geq 589 Ωm), with a length of 150 m and a thickness of 20 meters; GL-9 (308 \geq 1416 Ωm), with a length of 95 m and a thickness of 30 meters; and GL-10 (377 \geq 715 Ωm), which is 110 m long and 40 m thick. The existence of caves is only found in the GL-1 stretch, in the other GL stretches only cavities or fractures are found.

Keywords: *geoelectric, limestone, sandstone, claystone, Res2DinV.*

ABSTRAK

Daerah Sepaku merupakan daerah potensi batu gunung, berupa batu gamping, batu pasir dan batu lempung, dengan morfologi bergelombang kuat dan sedang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis batuan penyusun struktur bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan di sekitar. Penelitian dilakukan dengan metode geolistrik Schlumberger-Wenner, dan menggunakan alat geolistrik Bawono (Modified: Naniura NRD 300 HRF) konfigurasi *Schlumberger* dengan mengukur nilai tahanan jenis lapisan tanah di daerah Sepaku sebanyak 10 lintasan. Panjang setiap lintasan masing-masing 500 meter. Pemodelan dan inversi data lapangan dilakukan menggunakan *software* Res2DinV. Kegiatan penelitian juga dilakukan dengan survei ke daerah penelitian secara langsung untuk memastikan litologi, rongga dan gua. hasil pengukuran geolistrik didapatkan kisaran nilai resistivitas 3.58 Ωm - > 1870 Ωm . Hasil penelitian menunjukkan keberadaan batu gamping memiliki nilai tahanan jenis antara 300 – 1870 Ωm , batu pasir 30 – 300 Ωm , dan batu lempung 3 – 30 Ωm . Litologi batuan secara keseluruhan didominasi perselingan batu pasir dan lempung, sedangkan batu gamping hanya memiliki ketebalan 15 – 40 meter. Keterdapatan batugamping pada masing-masing lokasi pengukuran geolistrik: GL-1 (300 \geq 1104 Ωm), dengan panjang pelamparan 105 m dan tebal 30 meter; GL-2 (408 \geq 1807 Ωm), dengan panjang pelamparan 110 m dan tebal 40 meter; GL-3 (386 \geq 767 Ωm), dengan panjang pelamparan 130 m dan tebal 35 meter; GL-4 (496 \geq 965 Ωm), dengan panjang pelamparan 85 m dan tebal 15 meter; GL-5 (300 \geq 506 Ωm), dengan panjang pelamparan 90 m dan tebal 15 meter; GL-6 (389 \geq 800 Ωm), dengan panjang pelamparan 90 m dan tebal 40 meter; GL-7 (300 \geq 497 Ωm), dengan panjang pelamparan 140 m dan tebal 20 meter; GL-8 (300 \geq 589 Ωm), dengan panjang pelamparan 150 m dan tebal 20 meter; GL-9 (308 \geq 1416 Ωm), dengan panjang pelamparan 95 m dan tebal 30 meter; dan GL-10 (377 \geq 715 Ωm), dengan panjang pelamparan 110 m dan tebal 40 meter. Keberadaan gua hanya ditemukan di lintasan GL-1, di lintasan GL lainnya hanya ditemukan rongga atau retakan.

Ωm), dengan Panjang pelamparan 85 m dan tebal 15 meter; GL-5 ($300 \geq 506 \Omega\text{m}$), dengan Panjang pelamparan 90 m dan tebal 15 meter; GL-6 ($389 \geq 800 \Omega\text{m}$), dengan Panjang pelamparan 90 m dan tebal 40 meter; GL-7 ($300 \geq 497 \Omega\text{m}$), dengan Panjang pelamparan 140 m dan tebal 20 meter; GL-8 ($300 \geq 589 \Omega\text{m}$), dengan Panjang pelamparan 150 m dan tebal 20 meter; GL-9 ($308 \geq 1416 \Omega\text{m}$), dengan Panjang pelamparan 95 m dan tebal 30 meter; dan GL-10 ($377 \geq 715 \Omega\text{m}$), dengan panjang pelamparan 110 m dan tebal 40 meter. Keberadaan gua hanya ditemukan di bentangan GL-1, pada bentangan GL yang lain hanya ditemukan rongga atau rekahan.

Kata Kunci: geolistrik, batu gamping, batu pasir, batu lempung, Res2DinV

PENDAHULUAN

Interpretasi struktur geologi bawah permukaan, khususnya gua, merupakan fokus utama dalam penelitian ini. Penelitian dilakukan pada Formasi Pulaubalang di Desa Pamaluan, Kalimantan Timur, yang terletak di wilayah yang kaya akan potensi gua dan kompleks karstifikasi (Supriatna dkk, 1995; Ford & William, 2007).

Faktor fisik yang memengaruhi batu gamping bisa disebut karst yaitu, ketebalan batu gamping, porositas dan intensitas struktur. Agar mengetahui ketebalan batu gamping dan adanya rekahan atau rongga dan gua, perlu dilakukan interpretasi dan pemodelan menggunakan penelitian resistivity untuk mengetahui apakah litologi batuan di Desa Pamaluan, Kecamatan Sepaku dapat dilakukan pertambangan untuk bahan konstruksi (Romano dkk, 2023). Selain itu, perlu dilakukan survei di daerah penelitian secara langsung untuk memvalidasi nilai resistivitas terhadap adanya rongga dan gua di daerah penelitian (Metwali & AlFouzan, 2013).

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan batu gamping dan batu pasir adalah metode geolistrik (Najib dkk, 2017). Metode geolistrik menghitung arus listrik yang merambat pada batuan dengan data berupa V (tegangan) dan I (arus listrik) dengan menggunakan alat resistivity meter yang kemudian dihitung nilai resistivitas batuan (Budiman dkk, 2013). Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui sifat kelistrikan medium batuan di bawah permukaan yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menghantarkan listrik dengan pembacaan ditujukan seberapa besar hambatan yang dilewatinya (Todd & Mays, 2005). Metode geolistrik memiliki berbagai macam konfigurasi elektroda, salah satu diantaranya yaitu konfigurasi *Schumberger* yang mampu mendeteksi adanya non homogenitas lapisan batuan (Supriyadi dkk, 2020).

Metode geolistrik Wenner-Schlumberger telah digunakan sebagai pendekatan utama dalam penelitian interpretasi struktur gua. Metode ini telah terbukti efektif dalam memetakan struktur geologi di bawah permukaan dengan tingkat resolusi yang baik (Jones dkk, 2012).

Metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger telah digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk mempelajari struktur gua dan menghubungkan variabilitas tahanan jenis dengan keberadaan gua (Jones dkk, 2012). Studi sebelumnya juga telah menggabungkan metode geolistrik dengan teknik pemodelan 3D untuk interpretasi struktur geologi bawah permukaan (Smith dkk, 2015). Penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola resistivitas yang berkaitan dengan gua dan memberikan pemahaman yang lebih luas tentang karakteristik geologi yang ada (Smith et al., 2015).

Dalam penelitian ini, metode geolistrik Wenner-Schlumberger diadopsi untuk menginterpretasikan struktur geologi bawah permukaan, terutama gua, di Desa Pamaluan. Pola tahanan jenis yang terdeteksi menggunakan metode ini dikorelasikan dengan karakteristik geologi yang ada.

Penelitian sebelumnya juga telah mengeksplorasi geologi lembar Balikpapan dan formasi batuan yang mengandung batugamping di Formasi Pamaluan dan Pulaubalang (Siregar et al., 2012; Nugroho & Kamajaya, 2015). Informasi ini akan menjadi dasar penting dalam pemahaman geologi lokal di daerah penelitian.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berharga dalam interpretasi struktur gua menggunakan metode geolistrik Wenner-Schlumberger di Desa Pamaluan. Selain itu, kami juga berharap untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang geologi lembar Balikpapan dan formasi batuan yang mengandung batugamping di Formasi Pamaluan dan Pulaubalang.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Position System* (GPS), Resistivity Meter Digital Merk Bawono (Modifikasi NANIURA NRD 300 HRF). Transmitter, Output Voltase: 400 Vpp Max, Output arus: 1,2,5,10,20,50,100,200 mA (arus konstan). Voltase Operasional : 12 Volt DC. Receiver memiliki Impedansi input: 1 Ωm , pembacaan potensial : 0 – 0,6 volt (otomatis), resolusi : 10 micro-V, rasio

kebisingan : 86 dB (50/60 Hz), stack pengukuran : 1, 4, 16, 64. Lama satu siklus pengukuran : 3,5 detik. Interdace: RS-232C. Pengambilan data geolistrik Bawono konfigurasi *Schlumberger* dilakukan sebanyak 10 lintasan, dengan Panjang lintasan masing-masing 500 meter, karena kondisi topografi yang tidak memungkinkan. Data *output* berupa dua dimensi dengan variasi nilai tahanan jenis yang membentuk perlapisan mulai dari 15 meter hingga 40 meter. Dari perlapisan tersebut kemudian dihitung besar jumlah keterdapatn batu gamping di daerah tersebut.

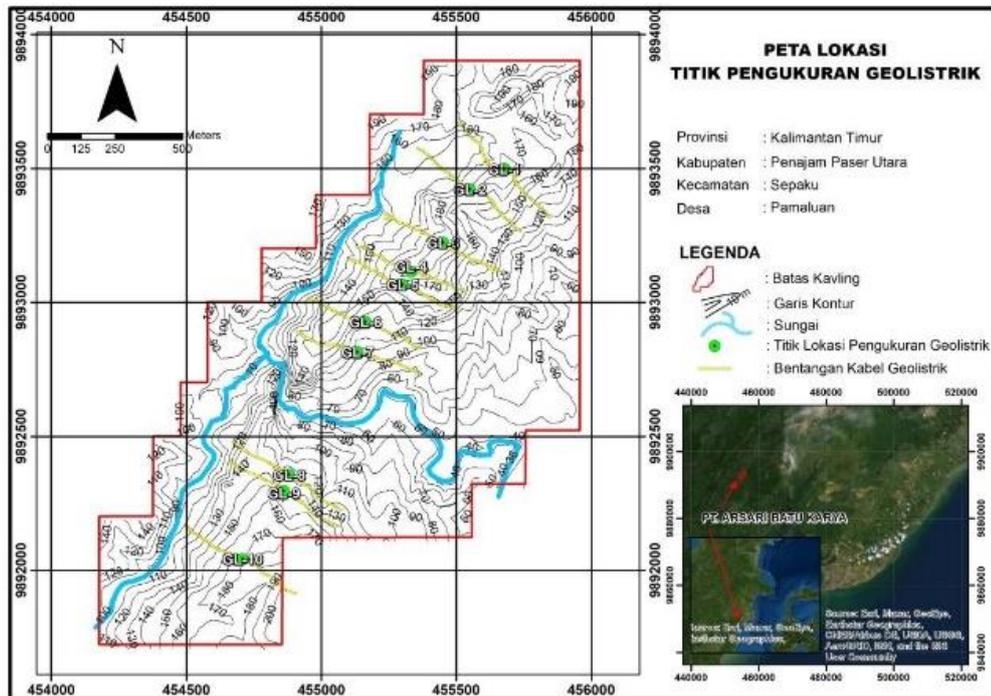
Pada tahap awal pengolahan data menggunakan program RES2DINV. RES2DINV adalah program komputer yang secara otomatis bisa menggambar atau membuat model 2 dimensi bawah permukaan dari data survei geolistrik (Griffiths & Barker, 1993). Program ini bekerja dalam platform Windows sistem. Program ini menggunakan teknik *forward modeling* dari data resistivitas semu hasil pengukuran untuk mendapatkan hasil inversinya. Program Res2Dinv ini menyediakan pilihan menggunakan teknik

non-linier finite different forward modeling dan *finite element forward modeling*, dan mendukung terhadap konfigurasi elektrode *Wenner*, *Pole-pole*, *Dipole-dipole*, *Wenner-Schlumberger* dan *Equatorial Dipole-dipole* (rectangular) *array* (Gijoh dkk, 2017).

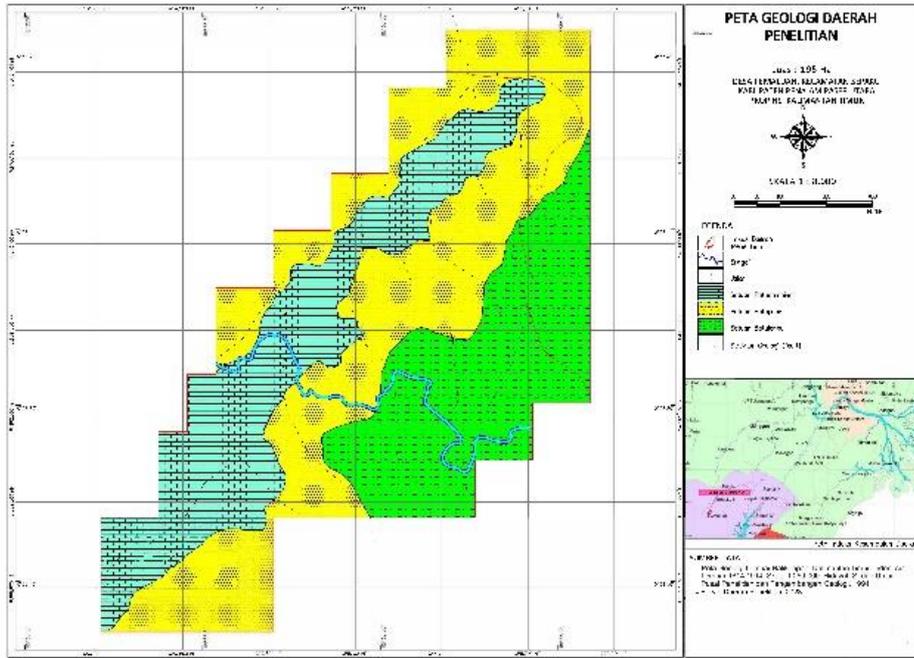
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Geologi

Berdasarkan peta geologi daerah Sepaku memiliki sebaran bahan galian batu gamping dan batu pasir yang terdapat dalam formasi Pulau Balang (Tmpb) terdiri dari Perselingan greywake dan batu pasir kuarsa dengan sisipan batu gamping, batu lempung, batubara, dan dasit (Supriatna dkk, 1995). Lokasi pengukuran geolistrik merupakan bukit yang berada di Desa Pamaluan, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. Ketinggian daerah penelitian sekitar 36 mdpl - 213 mdpl. Morfologi daerah pengukuran geolistrik merupakan berbukit bergelombang (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Pengukuran Geolistrik



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (Sumber: Survei Daerah Penelitian, 2023).

Batuan yang ditemukan di lapangan berupa perselingan Batu pasir dengan Batu lempung yang menyebar ke seluruh lokasi pengukuran geolistrik (Gambar 1) dan Batu gamping yang menyebar dari arah Barat daya ke arah Timur Laut (Gambar 2) lokasi pengukuran geolistrik terutama di sepanjang sungai.

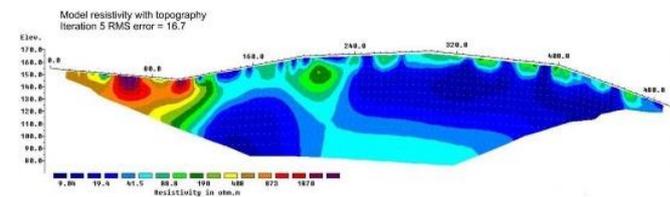
Survei Geolistrik

Kisaran nilai resistivity 3.58 – 1870 Ωm , dari kisaran nilai tersebut berdasarkan kondisi geologi setempat dapat diinterpretasikan sebagai litologi sebagai berikut:

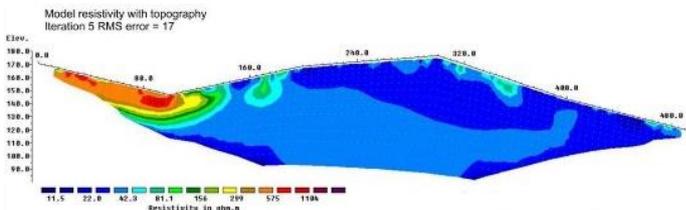
Tabel 1. Klasifikasi Nilai Resistivity

| Nilai Resistivity (Ωm) | Warna | Interpretasi Litologi |
|----------------------------------|-------|-----------------------|
| 3- 30 | | Batu lempung |
| 30 - 300 | | Batu pasir |
| >300 | | Batu gamping |

Sumber: Pengolahan Data (2022)



Gambar 4. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-2



Gambar 3. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-1

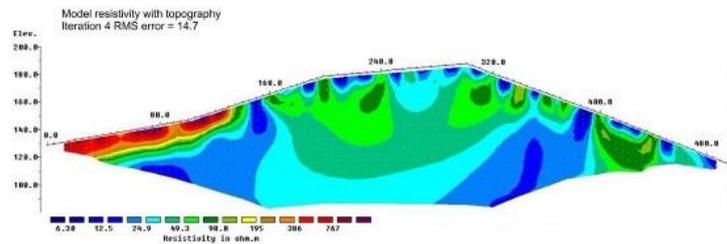
Hasil interpretasi pada tabel 1 khususnya batu lempung dan batu pasir divalidasi

menggunakan klasifikasi yang dilakukan oleh Palacky (1978). Sedangkan, nilai resistivitas untuk batugamping yang telah mengalami pelapukan pernah dilakukan oleh Stepišnik & Mihevc (2008). Adapun tanah dan batu dari batu gamping dapat diklasifikasikan dari 250-1000 Ω m. Sedangkan batu gamping yang masih fresh akan memiliki nilai resistivity lebih dari 1000 Ω m (Palacky, 1978).

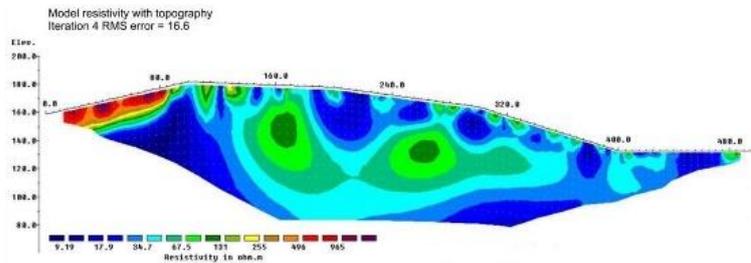
Data hasil geolistrik Bawono diolah menggunakan *software* RES2DinV dan hasil pengolahan diperoleh tahanan jenis penampang dua dimensi dari 10 lintasan (Gambar 4). Secara umum batu gamping pada lokasi pengukuran memiliki rata-rata Panjang pelamparan bervariasi dari 85-140 meter. Lapisan yang menjadi akuifer pada daerah penelitian ini merupakan lapisan berupa Batupasir dan Batugamping, sedangkan lapisan yang menjadi akuiklud merupakan lapisan Batulempung.

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-1 sebesar 11,5 - 1104 Ω m. Lapisan batu lempung mendominasi lintasan GL-1 dari 145 - 500 meter dengan nilai resistivitas 11,5 - 22 Ω m, sedangkan batu pasir berada pada

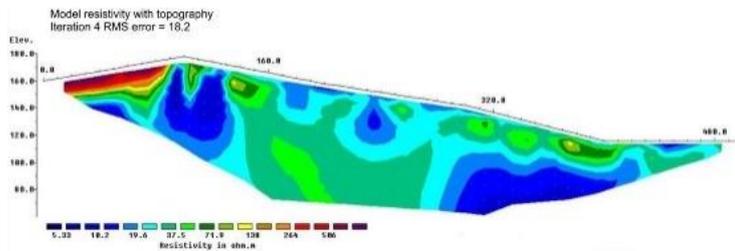
jarak 100 - 145 meter dipermukaan dengan nilai resistivitas sebesar 42,3 - 299 Ω m, lapisan ini menjadi akuifer dari batu gamping pada kedalaman 120 - 140 mdpl di bawah keberadaan batu gamping. Keberadaan batu gamping di lintasan GL1 cukup sempit berada pada kedalaman 1,25-12,4 meter dan 15,9-30 meter dari permukaan dengan nilai tahanan jenis antara 11,5 - 1104 Ω m, batu gamping ini berada pada jarak 0 - 100 meter. Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-2 sebesar 9,04 - 1870 Ω m. Lapisan batu lempung dan batu pasir mendominasi lintasan GL-2 berselang-seling. Batu lempung yang lebih dominan dapat ditemukan pada jarak sekitar 145 - 500 m dengan nilai resistivitas 9,04 - 19,4 Ω m. Sedangkan, batu pasir terdapat dari 130 - 500 meter dengan nilai resistivitas sebesar 41,5 - 299 Ω m, dengan persebaran yang tidak merata. Lapisan batu pasir yang berada dekat dengan batu gamping menjadi akuifer pada elevasi 110 - 140 mdpl. Batu gamping berada pada Jarak sekitar 0 - 110 m dari kiri penampang dengan elevasi 115 - 155 mdpl dan nilai resistivitas sebesar 408 - 1870 Ω m.



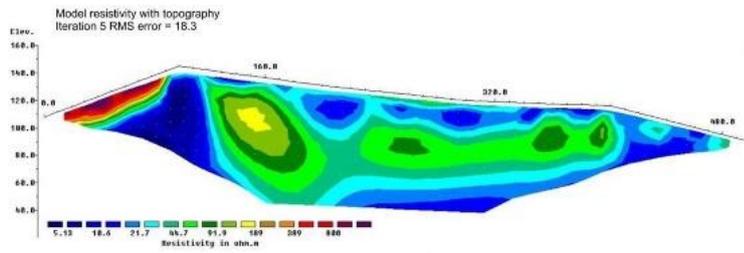
Gambar 5. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-3



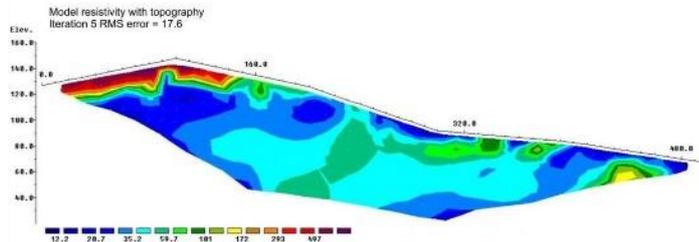
Gambar 6. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-4



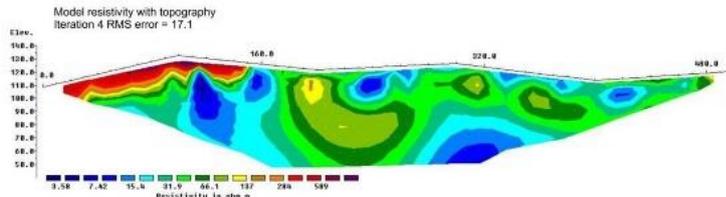
Gambar 7. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-5



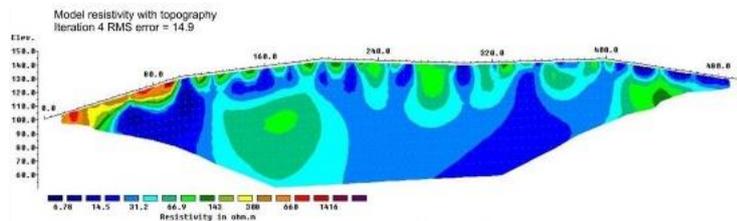
Gambar 8. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-6



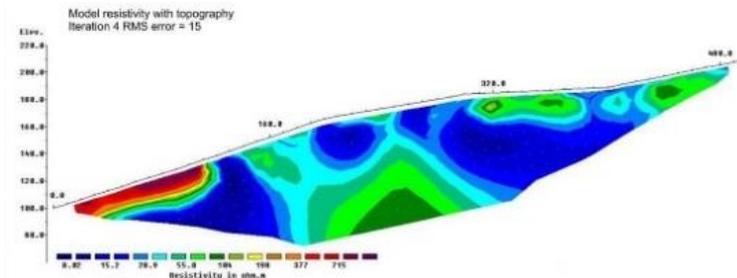
Gambar 9. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-7



Gambar 10. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-8



Gambar 11. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-9



Gambar 12. Penampang dua dimensi dari hasil inversi Res2DinV pada Lintasan GL-10

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-3 sebesar 6,30 - 767 Ω m dengan litologi dominan batu pasir. Batu gamping berada pada jarak sekitar 0 - 130 m dari kiri penampang dengan elevasi 115 - 150 mdpl dengan nilai resistivitas sebesar 386 - 767 Ω m. Di bawah batu gamping terdapat Lapisan Batu pasir dengan resistivitas sebesar 49,3 - 195 Ω m dan elevasi 115 - 150 mdpl sebagai akuifer. Lapisan Batu pasir juga ditemukan di

beberapa tempat pada jarak sekitar 145 - 475 m dari kiri penampang dengan kedalaman bervariasi. Lapisan batu lempung dengan nilai resistivitas 6,3 - 24,9 Ω m pada jarak sekitar 145 - 500 m dari kiri penampang dengan elevasi 85 - 145 mdpl. Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-4 sebesar 9,19 - 965 Ω m. Lapisan litologi yang dominan adalah perselingan batu pasir dan batu lempung yang tidak merata. Batu pasir memiliki nilai resistivitas sebesar 34,7 - 255

Ωm , sedangkan batu lempung memiliki nilai resistivitas 9,19 - 17,9 Ωm . Lapisan batu gamping berada pada Jarak sekitar 0 - 85 m dari kiri penampang dengan elevasi 150 - 165 mdpl terdapat nilai resistivitas sebesar 496 - 965 Ωm . Di bawah lapisan Batu gamping terdapat lapisan batu pasir sebagai akuifer yang meloloskan air.

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-5 sebesar 5,33 - 506 Ωm , dengan litologi dominan batu pasir memiliki nilai resistivitas sebesar 37,5 - 138 Ωm . Batu gamping berada pada Jarak sekitar 0 m - 90 m dari kiri penampang dengan elevasi 150 mdpl - 165 mdpl terdapat nilai resistivitas sebesar 300 - 506 Ωm . Lapisan batu lempung dengan nilai resistivitas 5,33 - 19,6 Ωm pada jarak sekitar 40 - 500 m dengan elevasi 30 - 150 mdpl yang persebaran kedalamannya bervariasi.

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-6 sebesar 5,13 Ωm - 800 Ωm dengan litologi dominan batu pasir berseling batu lempung. Lapisan batu pasir memiliki nilai resistivitas sebesar 44,7 Ωm - 189 Ωm , sedangkan batu lempung dengan nilai resistivitas 5,13 Ωm - 21,7 Ωm pada jarak sekitar 40 m - 475 m. Batu gamping berada pada Jarak sekitar 0 m - 90 m dari kiri penampang dengan elevasi 100 mdpl - 140 mdpl terdapat nilai resistivitas sebesar 389 Ωm - 800 Ωm .

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-7 sebesar 12,2 Ωm - 497 Ωm dengan litologi dominan batu pasir berseling batu lempung. Lapisan batu pasir memiliki nilai resistivitas sebesar 35,2 Ωm - 293 Ωm , sedangkan batu lempung dengan nilai resistivitas 12,2 Ωm - 20,7 Ωm . Batu gamping pada jarak sekitar 0 m - 140 m dari kiri penampang dengan elevasi 115 mdpl - 135 mdpl terdapat nilai resistivitas sebesar 300 Ωm - 497 Ωm .

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-8 sebesar 3,58 Ωm - 589 Ωm , dengan litologi dominan batu pasir memiliki nilai resistivitas sebesar 31,9 Ωm - 284 Ωm . Batu gamping berada pada jarak sekitar 0 m - 150 m dari kiri penampang dengan elevasi 100 mdpl - 120 mdpl terdapat nilai resistivitas sebesar 300 Ωm - 589 Ωm . Lapisan batu lempung berbentuk gumpalan cukup kecil di lintasan GL-8 dengan nilai resistivitas 3,58 Ωm - 15,4

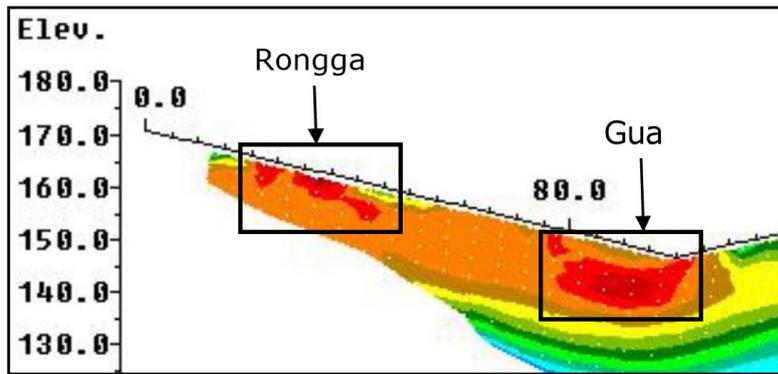
Ωm .

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-9 sebesar 6,78 Ωm - 1416 Ωm , dengan litologi dominan batu pasir berseling batu lempung. Lapisan batu gamping berada pada jarak sekitar 0 m - 95 m dari kiri penampang dengan elevasi 95 mdpl - 125 mdpl terdapat nilai resistivitas sebesar 308 Ωm - 1416 Ωm . Dibawah batu gamping terdapat batu pasir dengan nilai resistivitas sebesar 31,2 Ωm - 300 Ωm dan elevasi 90 mdpl - 105 mdpl. Batu pasir juga terdapat pada jarak sekitar 105 m - 480 m dari kiri penampang dengan kedalaman bervariasi. Lapisan batu lempung dengan nilai resistivitas 6,78 Ωm - 14,5 Ωm pada jarak sekitar 50 m - 500 m dari kiri penampang dengan elevasi 50 mdpl - 125 mdpl yang persebaran kedalamannya bervariasi.

Hasil interpretasi resistivitas lintasan GL-10 sebesar 8,02 Ωm - 715 Ωm , dengan litologi dominan batu pasir berseling batu lempung. Batu gamping terletak pada jarak sekitar 0 m - 110 m dari kiri penampang dengan elevasi 90 mdpl - 130 mdpl dengan nilai resistivitas sebesar 377 Ωm - 715 Ωm . Dibawah batu gamping, terdapat Lapisan batu pasir dengan nilai resistivitas sebesar 30 Ωm - 198 Ωm dan elevasi 90 mdpl - 125 mdpl. Lapisan batu pasir juga ditemukan di beberapa tempat pada jarak sekitar 130 m - 500 m dari kiri penampang dengan kedalaman bervariasi. Lapisan batu lempung dengan nilai resistivitas 8,02 Ωm - 28,9 Ωm pada jarak sekitar 50 m - 420 m dari kiri penampang dengan elevasi 70 mdpl - 170 mdpl yang persebaran kedalamannya bervariasi.

Anomali Rongga dan Gua di Wilayah Sepaku

Rongga dan gua merupakan salah satu faktor dalam menunjukkan perkembangan pelarutan batu gamping (Goodings & Abdulla, 2002), untuk itu perlu dilakukan kajian yang lebih spesifik. Batu gamping pada lintasan GL-1 memiliki anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, dan merah muda). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 13).



Gambar 13. Keterdapatn Gua dan Rongga pada Lintasan GL-1

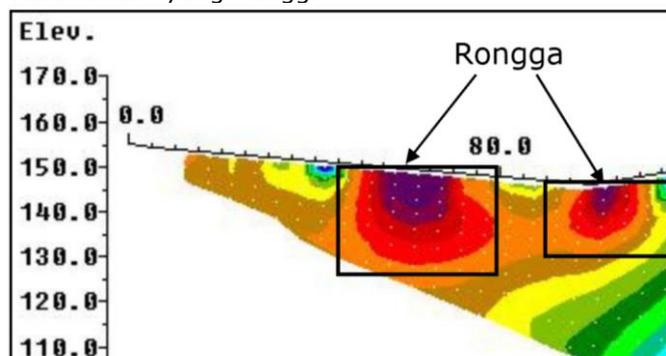


Gambar 14. Keberadaan Gua di lintasan GL-1 pada saat survei lapangan.

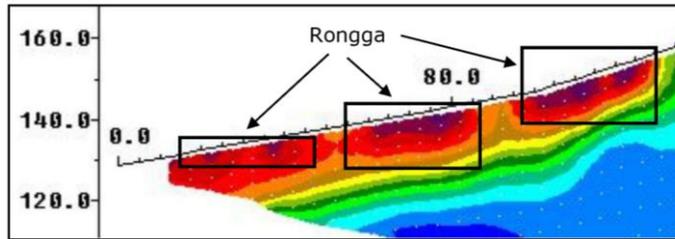
Gua tersebut terdapat pada kedalaman sekitar ± 10 m di bawah permukaan tanah pada jarak sekitar 80 m dari arah kiri. Selain gua terdapat juga rongga atau rekahan di dekat permukaan pada jarak sekitar 20 meter dari arah kiri. Rongga dan gua itu terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan. Bentang lahan Gua dan rongga tersebut telah divalidasi di lapangan keberadaannya (Gambar 14).

Litologi batu gamping pada lintasan GL-2 juga memiliki anomali resistivitas yang tinggi

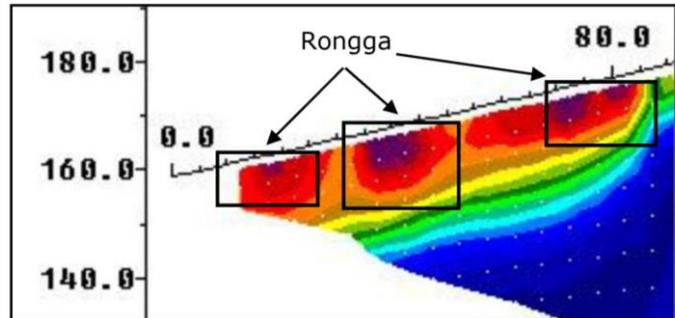
(coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 15). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 50 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 30 meter. Rongga atau rekatan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan.



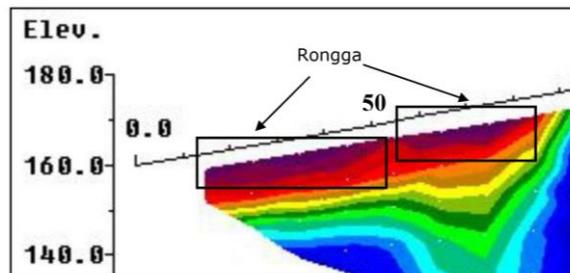
Gambar 15. Keterdapatn Rongga pada Lintasan GL-2.



Gambar 16. Keterdapatan Rongga pada Lintasan GL-3



Gambar 17. Keterdapatan Rongga pada Lintasan GL-4

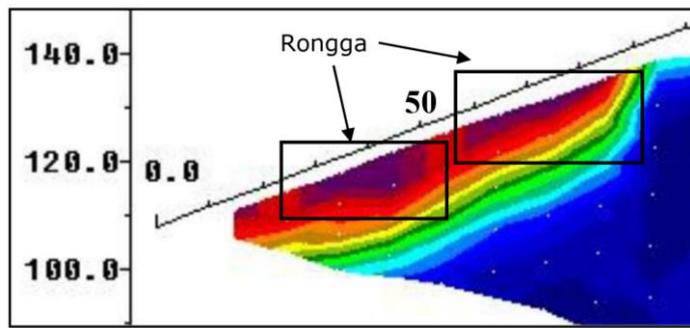


Gambar 18. Keterdapatan Rongga pada Lintasan GL-5

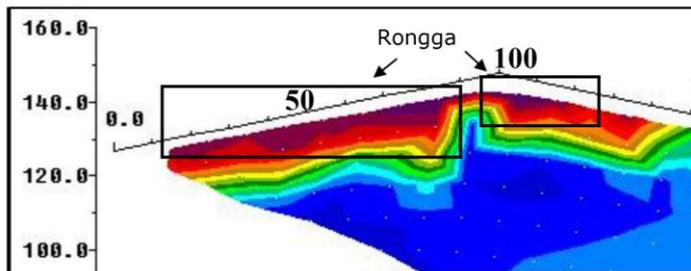
Anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu) ditemukan juga di batu gamping pada lintasan GL-3. Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 16). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 20 meter sampai 40 meter dari arah kiri, 60 meter sampai 80 meter dari arah kiri, dan 100 meter sampai 125 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 10 meter. Rongga atau rekahan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan. Pada lintasan GL-4 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu) di batu gamping. Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 17). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 15 meter sampai 20 meter dari arah kiri, 35 meter sampai 45 meter dari arah kiri, dan 70 meter sampai 85 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5 meter.

Rongga atau rekahan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan. Pada lintasan GL-5 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 18). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 10 meter sampai 50 meter dari arah kiri, dan 55 meter sampai 80 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5 meter. Rongga atau rekahan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan. Pada lintasan GL-6 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 19). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 25 meter sampai 50 meter dari arah kiri, dan 55 meter sampai 85 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5

meter. Rongga atau rekatan tersebut mengalami pelarutan. terbentuk karena Batu gamping tersebut



Gambar 19. Keterdapatn Rongga pada Lintasan GL-6



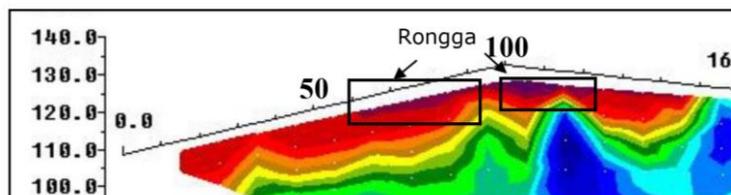
Gambar 20. Keterdapatn Rongga pada Lintasan GL-7

Pada lintasan GL-7 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 20). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 15 meter sampai 85 meter dari arah kiri, dan 95 meter sampai 120 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5 meter. Rongga atau rekatan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan.

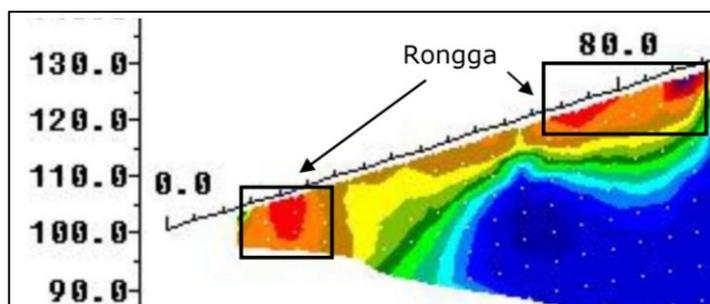
Pada lintasan GL-8 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 21). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 60 meter sampai 85 meter dari arah

kiri, dan 100 meter sampai 120 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5 meter. Rongga atau rekatan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan.

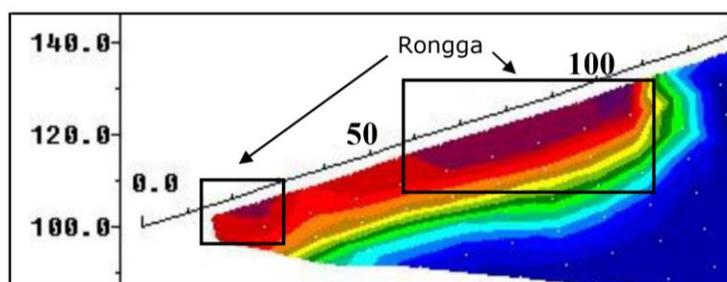
Pada lintasan GL-9 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 22). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 15 meter sampai 20 meter dari arah kiri, 70 meter sampai 80 meter dari arah kiri, dan 87 meter sampai 95 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5 meter sampai 10 meter. Rongga tersebut terbentuk karena Batu gamping mengalami pelarutan.



Gambar 21. Keterdapatn Rongga pada Lintasan GL-8



Gambar 22. Keterdapatn Rongga pada Lintasan GL-9



Gambar 23. Keterdapatn Rongga pada Lintasan GL-10

Pada lintasan GL-10 terdapat suatu anomali resistivitas yang tinggi (coklat tua, oranye, merah muda, dan ungu). Anomali tersebut menandakan bahwa terdapat suatu rongga atau gua yang mempunyai dimensi yang besar (Gambar 23). Rongga atau rekahan tersebut terletak di dekat permukaan tanah pada jarak sekitar 20 meter sampai 25 meter dari arah kiri, dan 60 meter sampai 110 meter dari arah kiri dengan kedalaman mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang lebih 5 meter sampai 10 meter. Rongga atau rekahan tersebut terbentuk karena Batu gamping tersebut mengalami pelarutan.

Salah satu syarat faktor fisik bentang alam karst yaitu ketebalan batu gamping (Haryono and Adjie, 2004). Ketebalan batu gamping pada 10 lintasan hanya berkisar 15 - 40 meter, dan panjang lintasan berkisar 85 - 150 meter (lihat Tabel 1). Batu gamping pada Daerah Pamaluan Kecamatan Sepaku tidak dapat dikatakan Kawasan karst karena tidak memenuhi ketebalan yang diprasyaratkan. Litologi batu gamping pada daerah penelitian memiliki nilai resistivitas yang rendah, yaitu berkisar 300 Ωm - 1870 Ωm . Apabila dibandingkan dengan litologi batu pasir dan batu lempung, litologi batu gamping cukup tipis, sehingga tidak dapat disebut Kawasan karst. Proses karstifikasi di wilayah GL1 lebih kuat dibanding lintasan lainnya, hal ini menunjukkan bahwa resistensi Batu gamping bagian atas lintasan GL1 lebih lemah dibanding lapisan bawahnya, sedangkan resistensi Batugamping di Lintasan GL2 - GL10 memiliki kekerasan batuan yang lebih kuat dan merata dibanding GL1.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa daerah Pamaluan memiliki litologi batuan dominan batu pasir berseling dengan batu lempung, sedangkan batu gamping hanya sebagian kecilnya saja. Dari hasil pengukuran geolistrik didapatkan kisaran nilai resistivitas 3.58 Ωm - 1870 Ωm . Berdasarkan interpretasi geologi dari data geolistrik didapatkan litologi: Batu lempung dengan nilai *resistivity* 3 - 30 Ωm , Batu pasir dengan nilai *resistivity* 30 Ωm - 300 Ωm , Batu gamping dengan nilai *resistivity* 300 - 1870 Ωm . Lapisan yang menjadi akuifer merupakan lapisan berupa Batu pasir dan Batu gamping, sedangkan lapisan yang menjadi akuiklud merupakan lapisan Batu lempung.

Keberadaan gua ditemukan di lintasan GL-1 dengan lebar gua 10 meter. Gua di daerah penelitian hanya terdapat pada lintasan GL-1, sedangkan pada lintasan GL yang lain hanya ditemukan rongga atau rekahan. Faktor pembentukan gua di GL-1 diperkirakan karena batu gamping di atas gua lintasan GL-1 lebih resisten daripada batu gamping di bagian bawahnya, sehingga proses karstifikasi berlangsung dengan baik. Sedangkan, pada lintasan selain GL-1 memiliki resistensi batu gamping lebih merata, sehingga pembentukan rongga berlangsung di atas dan di bawah lapisan batu gamping.

Selanjutnya, untuk memperkuat interpretasi ini, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk pengambilan sampel menggunakan pengujian *Unconfined Compressive Strength (UCS)* pada litologi batu gamping setiap lintasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A., Delhasni, Widjojo, S.A.H., (2013). *Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metodegeolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger*. Jurnal Ilmu Fisika: Vol 5 No 2. ISSN 1979-4657. hlm. 72 - 78.
- Ford, D., & Williams, P. D. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons.
- Gijoh, O. T., As'ari, & Pasau, G. (2017). *Identifikasi Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipol-Dipol di Masjid Kampus Universitas Sam Ratulangi*. Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE 6, 17-20.
- Goodings, D. J., & Abdulla, W. A. (2002). Stability charts for predicting sinkholes in weakly cemented sand over karst limestone. *Engineering Geology*, 65(2-3), 179-184.
- Griffiths, D. H., & Barker, R. D. (1993). Two-dimensional resistivity imaging and modelling in areas of complex geology. *Journal of applied Geophysics*, 29(3-4), 211-226.
- Haryono, E., Adji. T. N. (2004). *Geomorfologi dan Hidrologi Karst*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Jones, R., Smith, M., & Brown, L. (2012). Interpretation of cave structures using electrical resistivity method. *Journal of Applied Geophysics*, 82, 64-72.
- Metwaly, M., & AlFouzan, F. (2013). Application of 2-D geoelectrical resistivity tomography for subsurface cavity detection in the eastern part of Saudi Arabia. *Geoscience Frontiers*, 4(4), 469-476.
- Najib, S., Fadili, A., Mehdi, K., Riss, J., & Makan, A. (2017). Contribution of hydrochemical and geoelectrical approaches to investigate salinization process and seawater intrusion in the coastal aquifers of Chaouia, Morocco. *Journal of contaminant hydrology*, 198, 24-36.
- Nugroho, E., & Kamajaya, D. (2015). Karakteristik batugamping Formasi Pamaluan di daerah sekitar Desa Pamaluan, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan IAGI*, 203-210
- Palacky, G. J. (1988). Resistivity characteristics of geologic targets. *Electromagnetic methods in applied geophysics*, 1, 52-129.
- Siregar, A., Suratman, S., & Darma, M. (2012). Karakteristik litologi dan pengendapan formasi batuan kapur di daerah Pulaubalang, Kalimantan Timur. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan IAGI*, 41-48.
- Smith, A., Johnson, B., & Davis, C. (2015). Integration of resistivity imaging and 3D modeling for subsurface geologic interpretation. *Geophysical Prospecting*, 63(6), 1386-1397.
- Stepišnik, U., & Mihevc, A. (2008). Investigation of structure of various surface karst formations in limestone and dolomite bedrock with application of the electrical resistivity imaging. *Acta carsologica*, 37(1).
- Supriatna S., Sukardi R., Rustandi E., 1995, *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung*.
- Supriyadi, S., Khumaedi, K., Mukromin, T. M., Yani, M., & Setiawan, F. (2020, June). Identification of subsurface layer in UNNES reservoir basin. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, No. 2, p. 022005). IOP Publishing.
- Todd, D.K., & Mays, L. W. (2005). *Ground Water Hidrology: Third Edition*. New York: John Wiley and Sons.