

**PROFIL RESISTIVITAS 2D PADA GUA BAWAH TANAH DENGAN
METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER
(STUDI KASUS GUA DAGO PAKAR, BANDUNG)**

Oleh:

Nanang Dwi Ardi, Mimin Iryanti

Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia
Email: nanang_dwiardi@upi.edu

ABSTRAK

Makalah ini menampilkan sebuah pendekatan dalam penyelidikan rongga-rongga di bawah tanah. Akuisisi data resistivitas telah dilakukan di Gua Dago Pakar, Bandung. Lintasan resistivitas telah diukur dan dilanjutkan dengan pengukuran secara manual dengan menggunakan tali serta GPS untuk memperkirakan bentuk gua secara akurat. Sistem konfigurasi lintasan resistivitas menggunakan konfigurasi elektroda Wenner-Schlumberger. Pemrosesan dan pemodelan data menggunakan perangkat lunak Res2DInv dengan metode komputasi kuadrat terkecil. Hasil dari pemodelan inverse 2D menunjukkan bahwa bentuk tubuh gua berlokasi sekitar 10 – 12,4 m di bawah lintasan resistivitas dengan rentang nilai resistivitas 540-600 Ohm meter. Hasil ini dikorelasikan dengan data geologi dan pengukuran secara manual di dalam gua.

Kata kunci: Rongga, Resistivitas, Wenner-Schlumberger, Inversi

PENDAHULUAN

Studi tentang bawah tanah dengan geofisika bertujuan untuk melihat seberapa jauh metoda ini dapat memberi gambaran umum ataupun khusus tentang morfologi rongga di bawah permukaan. Hasil studi ini dapat dijadikan acuan sebagai aplikasi untuk penelitian sejenis untuk bidang fisika kebumihan, keteknikan maupun pembelajaran bagi mahasiswa program studi fisika non kependidikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil atau penampang morfologi gua secara 2D dibandingkan dengan model pengukuran langsung/model fisik (*batumetri*) sebagai data pembanding untuk interpretasi. Dengan kata lain kita dapat mengukur di atas permukaan dan membandingkan hasil dimensi gua secara langsung. Hasil dari akuisisi dan pengamatan geofisika adalah membuat hubungan pengukuran/data geofisika dengan model fisik yang terukur di lapangan.

Metoda geolistrik adalah salah satu metoda geofisika yang didasarkan pada penerapan konsep kelistrikan pada masalah kebumihan. Tujuannya adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi batuan bawah-permukaan terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau menghambat listrik (konduktivitas atau resistivitas).

Dewasa ini, untuk memberikan informasi struktur bawah permukaan bumi telah banyak dilakukan dengan survei geolistrik 1D, 2D, atau 3D. Untuk area yang luas, maka survei 1D dan 2D lebih efektif dilakukan dibandingkan dengan survei 3D. Karena pada survei 3D membutuhkan biaya dan waktu yang lama dibandingkan dengan survei 2D (Loke, 1999a).

METODE

Pada metode geolistrik tahanan jenis, arus listrik (**I**) diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Beda potensial (ΔV) yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial yang berada di dalam konfigurasi. Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger mendasarkan pengukuran kepada kontinuitas pengukuran dalam satu penampang dan hasilnya suatu penampang semu (*pseudosection*). Pengukuran ini dilakukan dengan membuat variasi posisi elektroda arus, (C1,C2) dan elektroda potensial (P1,P2).

Perhitungan resistivitas semu pada tahanan jenis menggunakan persamaan (Gerkens, 1988) :

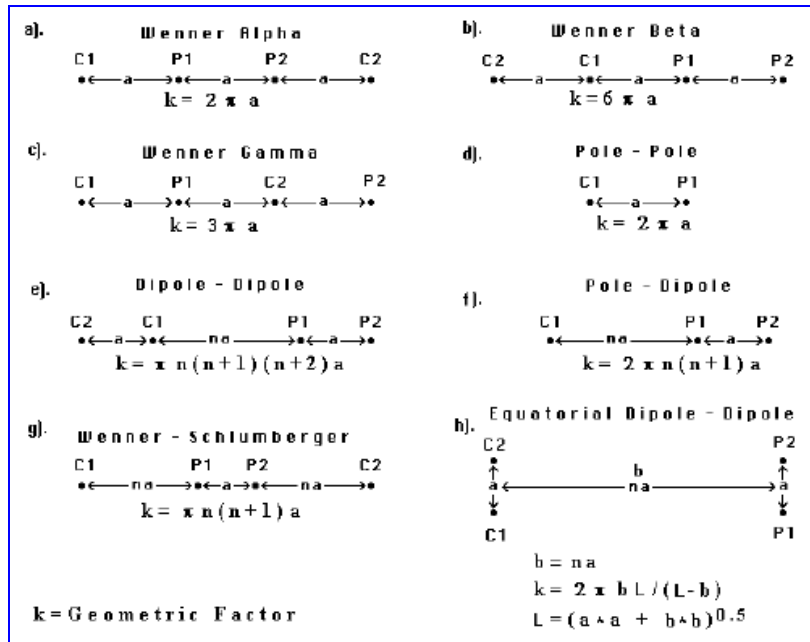
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dengan K adalah faktor geometri dari konfigurasi elektroda yang digunakan di lapangan. Rumusan faktor geometri dapat dituliskan :

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{C1P1} - \frac{1}{P1C2} \right) - \left(\frac{1}{C1P2} - \frac{1}{P2C2} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

dengan rumus di atas, maka dapat dihitung faktor geometri konfigurasi Wenner-Schlumberger :

$$K = \pi n(n+1)a \quad (3)$$



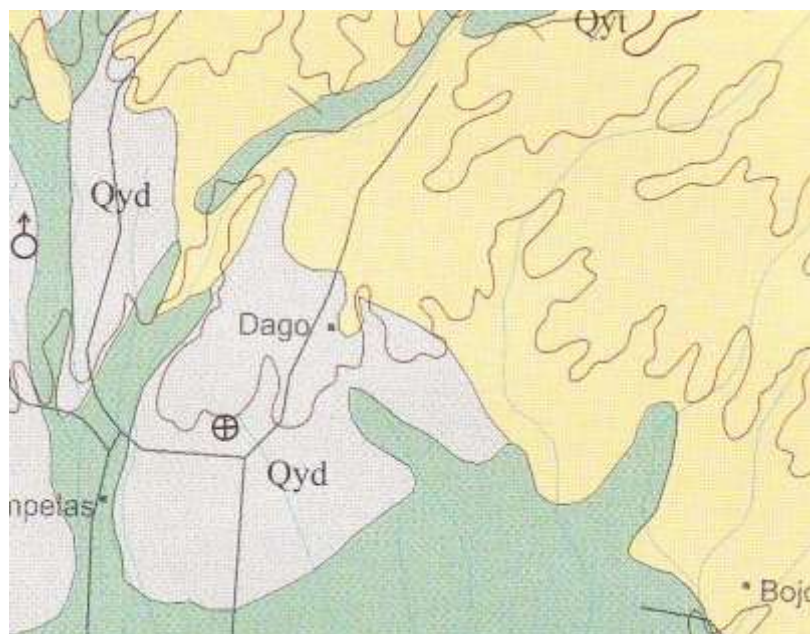
Gambar 1. Konfigurasi elektroda dalam eksplorasi geolistrik (Loke, 2004)

1. Model Penampang Resistivitas

Model penampang target pengukuran merupakan suatu asumsi, sehingga harus dilakukan penyusunan banyak parameter untuk mencapai model yang optimum berdasarkan data lapangan. Pemodelan penampang resistivitas bawah permukaan gua dilakukan dengan perangkat lunak *Res2Dinv* yang menggunakan dasar metode inversi kuadrat terkecil beda hingga.

2. Akuisisi data

Survei geolistrik ini dapat dilakukan secara *mapping* di gua Dago Pakar Bandung untuk mendapatkan profil secara kontinu ke arah lateral dan vertikal sehingga akan dihasilkan citra yang *smooth*. Jenis batuan di Dago Pakar yaitu jenis *tuf* pasir, *tuf* berasal dari gunung Dano dan gunung Tangkuban Perahu.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (Silitonga, 1979)

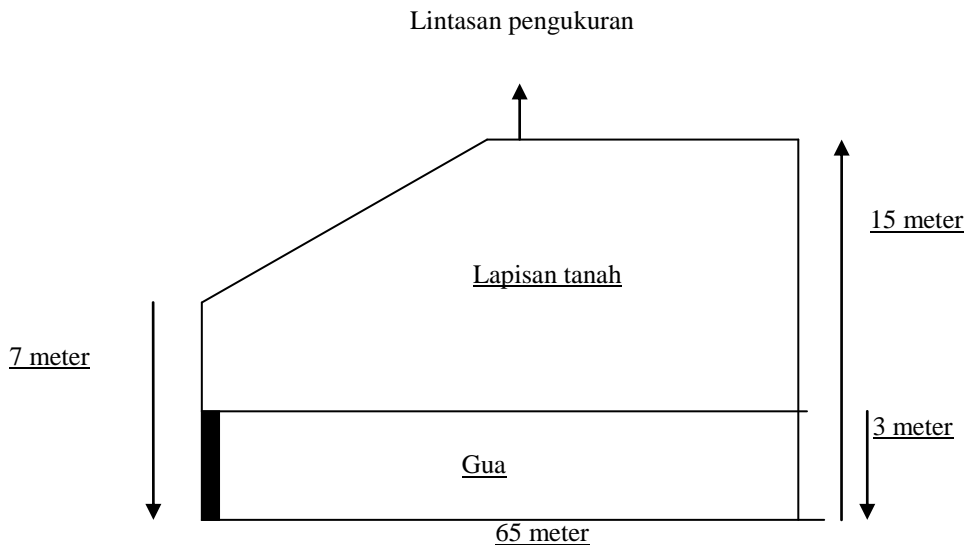
Berdasarkan peta geologi dapat diketahui jenis batuan di Dago Pakar, yaitu jenis *Qyd* yang merupakan *tuf* pasir, *tuf* berasal dari gunung Dano dan gunung Tangkuban Perahu. *Tuf* pasir coklat mengandung Kristal-kristal horeblendia yang kasar dan berongga serta batumannya sedikit mengkilap seperti kaca, batumannya menyerupai lahar kemerah-merahan, lapisan-lapisan lapili dan breksi. Contoh batuan tersebut seperti basaltik dan breksi. Dikatakan basaltik karena batuan tersebut mengkilap seperti kaca dengan warna batuan sedikit gelap, bercampur dengan pasir dengan bentuk batuan yang menyudut.

Qyt merupakan *Tuf* berbatu apung, merupakan batuan berongga karena berasal dari lava berongga dengan campuran mineral. Biasanya batuan tersebut bewarna gelap. Kita juga dapat mengidentifikasi batuan tersebut dengan ciri batuan putih sedikit berwarna gelap dengan kilap kaca berwarna keputihan. Batuan ini juga disebut andesit dan granitic. Batuan ini terbagi menjadi dua, yaitu ada yang mengandung banyak kwarsa (asam) dan yang hampir tidak terdapat kwarsa dalam batuan tersebut. Contoh batuan ini diantaranya Pasir Tufa, lapilin, bom-bom. Berdasarkan eksplorasi yang telah kita lakukan, bongkahan dan pecahan batu apung terlihat menonjol di dalam gua tidak terlalu berbeda dengan batuan yang ada di Gunung Tangkuban Perahu. Berdasarkan penelitian langsung dilapangan ternyata batuan yang ditemukan memiliki kesamaan dengan batuan yang menyusun

dago pakar berdasarkan peta geologi regional. Terdapat banyak batu apung yang kami asumsikan sebagai batuan tufa yang berasal dari letusan gunung Tangkuban perahu.

Pengukuran dengan metoda Wenner-Schlumberger dilakukan dengan spasi elektroda, a , baik untuk elektroda potensial, V , maupun elektroda arus, I , skema pada Gambar 1. menunjukkan posisi elektroda dan *stacking chart* pengukuran. Proses perubahan dari penampang pseudosection, menjadi penampang dengan kedalaman terukur melewati proses inversi dari perangkat lunak *Res2Dinv*. Proses inversi bekerja melalui teknik iterasi dan berhenti sampai terdapat suatu selisih harga pengukuran dan model perhitungan pada titik minimum dengan kriteria yang telah dimasukkan sebagai input.

Pada penelitian Gua Dago Pakar ini dilakukan dengan resistivitymeter Naniura NRD22S digunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan spasi elektroda potensial tetap sebesar 5 m dan spasi arus berubah-ubah serta profil lintasan mencapai jarak 135 m. Dilakukan pula pengukuran koordinat tiap titik menggunakan GPS Garmin 70Csx sebagai data tambahan untuk menandai lintasan/profil yang akan dibuat. Dilakukan pula pengukuran fisik dimensi gua, meliputi tinggi gua, kedalaman gua, panjang gua, jarak mulut gua ke lorong penghubung gua, dan jarak antar mulut gua.

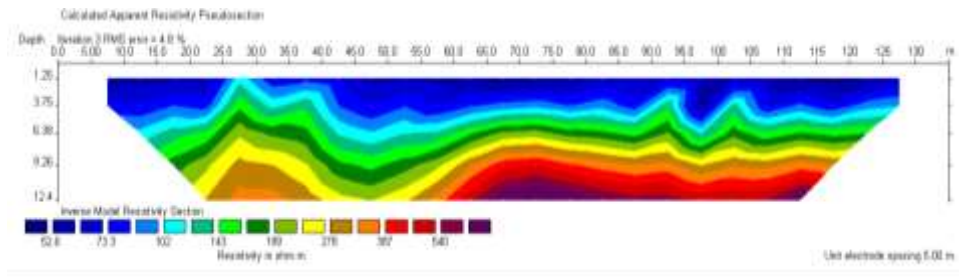


Gambar 3. Pengukuran Manual Dimensi Gua Tampak Samping

Pengukuran dengan metoda Wenner-Schlumberger dilakukan dengan spasi elektroda a untuk potensial dan $n \times a$ untuk elektroda arus. Untuk setiap posisi elektroda arus, elektroda potensial terpisahkan dari elektroda arus pada spasi $(n \times a)$, dengan n dimulai dari 1 hingga k . Titik pertemuan antara jalur elektroda arus dan potensial ditetapkan sebagai titik gambar pengukuran pada spasi itu (datum).

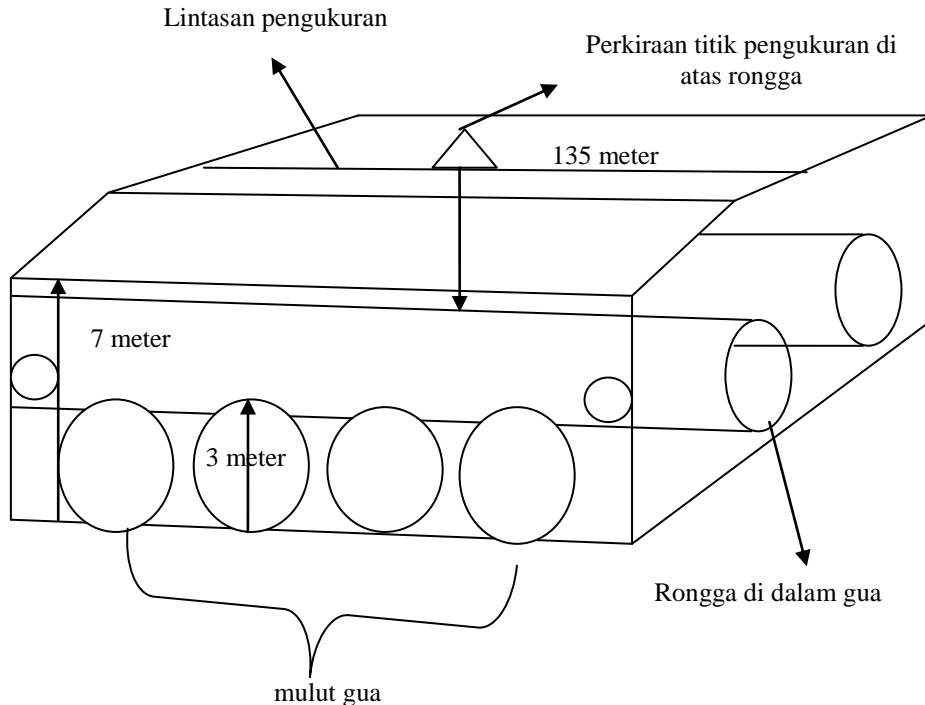
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger diperoleh hasil model penampang 2D bawah permukaan gua dengan perangkat lunak Res2Dinv.



Gambar 4. Penampang 2D lintasan pengukuran Gua Dago Pakar

Hasil model penampang 2D ini dikorelasikan dengan asumsi pengukuran manual gua yang telah dilakukan sebelumnya. Visualisasi pengukuran manual gua secara 3D diperlukan untuk akurasi interpretasi dari penampang 2D hasil pemodelan.



Gambar 5. Visualisasi pengukuran manual secara 3D

Dari hasil model inversi penampang 2D dengan Res2Dinv di atas dapat dilihat nilai RMS error sebesar 4,8 %, dan menunjukkan nilai-nilai resistivitas yang berbeda untuk setiap lapisan. Namun secara garis besar diperoleh tiga zona yang memiliki kontras resistivitas yang besar ditunjukkan dengan perbedaan warna yang mencolok. Lapisan atas yang berada pada kisaran kedalaman 0-4 meter memiliki nilai resistivitas yang kecil berkisar antara 52.6-102 ohm meter. Hal ini diasumsikan karena lapisan tanah bagian atas ini merupakan tanah yang memiliki kelembaban cukup tinggi. Hal ini bisa kami perkirakan karena beberapa hari sebelum pengukuran sering terjadi hujan. Kemudian pada kisaran kedalaman 4-9 meter terdapat nilai resistivitas yang berbeda-beda berkisar antara 143-270 ohm meter, Hal ini diasumsikan sebagai lapisan tanah yang sedikit lebih kering daripada permukaan dikarenakan air hujan yang meresap tidak mencapai kedalaman tersebut. Pada kedalaman 9-10 meter diasumsikan sebagai batas antara tanah dan lapisan batuan vulkanik (beku) yang terlihat homogen. Batuan ini menjadi pembatas antara tanah dengan rongga gua. Selanjutnya pada kedalaman 10-12.4 meter terdapat resistivitas yang sangat tinggi dibandingkan dengan lapisan lainnya, yakni berkisar antara 540-600 ohm meter. Meskipun polanya tidak terlalu jelas

namun diasumsikan bahwa lapisan tersebut merupakan bagian atas gua. Menurut dimensi yang sebenarnya kedalaman gua berada pada kedalaman 15 meter dari permukaan tanah sampai lapisan dasar gua. Bagian atas gua berada pada kedalaman 12 meter. Hal ini menunjukkan bahwa alat geolistrik yang digunakan sudah bekerja dengan baik, hal ini terbukti dari hasil perbandingan dua pengukuran tersebut. Dari pengolahan data geolistrik terlihat lapisan yang diasumsikan sebagai gua menyambung, bila dilihat secara visual setiap lubang gua terpisah. Hal ini dapat diidentifikasi dan diasumsikan bahwa pengukuran berada di atas rongga yang menghubungkan antara lubang gua.

KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran gua Dago Pakar dengan pengukuran dimensi gua secara langsung diperoleh bagian atas goa berada sekitar 12 meter dari lokasi pengukuran.
2. Hasil pengukuran dengan geolistrik diperoleh bagian atas gua berada pada kedalaman sekitar 10-12,4 meter dari tempat pengukuran.
3. Posisi gua pada hasil pengolahan Res2Dinv ditunjukkan oleh lapisan dengan nilai resistivitas besar sekitar 540-600 Ohm meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Gerkens, J.C., *Foundation of Exploration Geophysics*, Elsevier, hal 527-649, 1988.
- Loke, M.H., *A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*, Malaysia, 2002.
- Loke, M.H., *Rapid 2D Resistivity & IP Inversion using the least-square method*, Geotomo Software, Malaysia, 2004.
- Silitonga, P.H., *Peta Geologi Lembar Bandung*, skala 1 : 100.000, PPPG, Bandung, 1979.
- Telford W.M., Geldart L.P., Sheriff R., *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Second Edition, New York , hal 522 – 570, 1990.