

## KARAKTERISASI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN BANDUNG-GARUT DENGAN METODE MAGNETOTELURIK

Lina Handayani<sup>1</sup>, Kamtono<sup>1</sup>, Dadan Dany Wardhana<sup>1</sup>, Karit Lumban Gaol<sup>1</sup>, Yayat Sudrajat<sup>1</sup>, Sunardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI  
Jl. Sangkuriang, Bandung 40135  
Email: lina@geotek.lipi.go.id

### Sari

Cekungan Bandung-Garut dikelilingi oleh pegunungan dengan endapan aliran piroklastik dan terpisahkan oleh deretan pegunungan dengan tutupan berupa endapan lava yang lebih muda. Selain itu, data anomali gayaberat Bouguer menunjukkan bahwa Cekungan Bandung-Garut dikelilingi oleh anomali tinggi dan terdapat beberapa tutupan (*closure*) anomali rendah berada di tengah Cekungan Bandung dan Cekungan Garut. Kondisi demikian menunjukkan bahwa kedua cekungan tersebut dapat merupakan satu sistim dalam proses perkembangan geologinya. Untuk mempelajari dengan lebih baik kedua cekungan tersebut, perlu dilakukan pemodelan bawah permukaan. Dalam penelitian ini, pemodelan didasarkan pada hasil pengukuran magnetotelurik yang melintasi dua tutupan (*closure*) anomali rendah. Pengukuran magnetotelurik dilakukan pada 15 titik dalam satu lintasan sepanjang 45 km berarah Barat-Timur (Pangalengan – Garut). Data hasil pengukuran dan model bawah permukaan menunjukkan formasi bertahanan jenis tinggi yang membentuk dua cekungan di bawah lintasan pengukuran. Selain itu, terdapat tiga lokasi bertahanan jenis rendah pada kedalaman kurang dari 1000 m. Perlu dilakukan lagi pengukuran pada beberapa lintasan, terutama yang memotong lintasan ini untuk dapat menyusun model bawah permukaan yang lebih baik.

**Kata kunci:** Cekungan Bandung-Garut, magnetotelurik, pemodelan bawah permukaan, anomali Bouguer.

### Abstract

*The Bandung-Garut Basin is surrounded by mountain range with pyroclastic sediment and separated by mountain range with younger lava sediment. Furthermore, Bouguer gravity anomaly shows that the Bandung-Garut Basin is surrounded by high anomaly with several low anomaly closures within. The condition might indicate that Bandung and Garut Basins are in one system of geological development. Sub surface modeling is needed for analyzing the characteristic of these basins. In this research, the modeling was based on magnetotelluric data. Magnetotelluric observations were done at 15 points in a 45 km West-East section line (Pangalengan – Garut). Resulting data and model indicate the existence of two basin-like structures in the depth of 2 – 3 km subsurface. Three clusters of low resistivity are present within 1000 m below the surface. Further analysis needs more data, most importantly in section lines that cross this current section.*

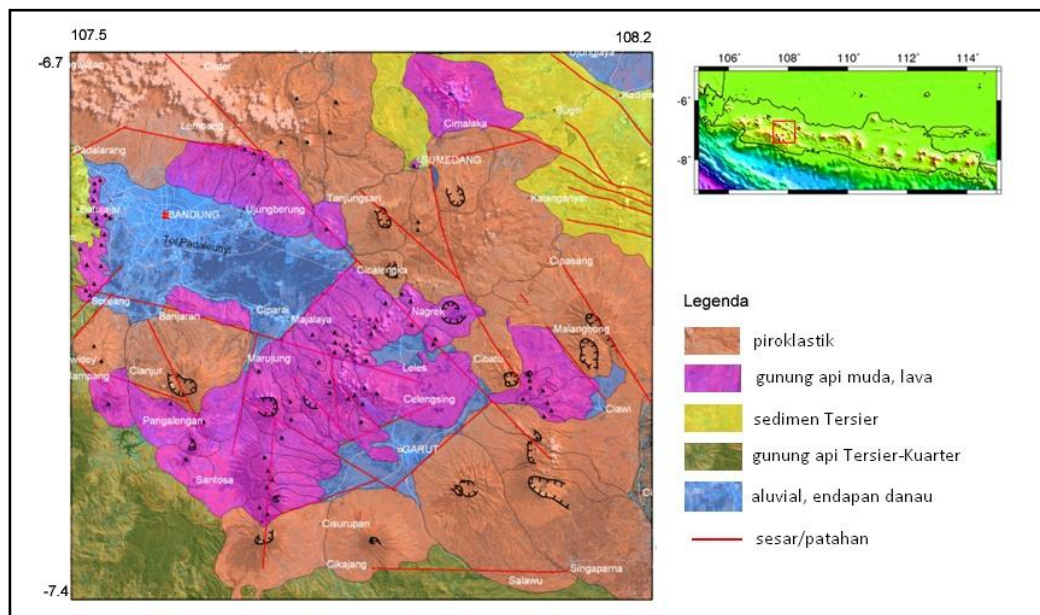
**Keyword:** Bandung-Garut Basin, magnetotelluric, subsurface modeling, Bouguer anomaly.

## PENDAHULUAN

Cekungan Bandung dan Garut merupakan lokasi dua kota besar yang sangat padat penduduknya. Populasi yang padat ini memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap sumber daya alam dan juga kerentanan terhadap bahaya-bahaya bencana geologi. Kondisi demikian memerlukan data dan analisis kondisi geologi yang komprehensif yang dapat membantu kelayakan kehidupan penduduk yang tinggal di cekungan tersebut. Namun ternyata data dan informasi geologi bawah permukaan daerah ini masih sangat kurang, sehingga sangat diperlukan penelitian lebih mendalam.

### Kondisi Geologi Lokasi Penelitian

Cekungan Bandung dan Cekungan Garut merupakan dua zona depresi yang cukup luas yang bertetangga. Kompleks dua cekungan ini berbentuk seperti tapal kuda yang membuka ke arah barat yang dibatasi sekelilingnya oleh deretan gunungapi, baik yang masih aktif maupun yang sudah tidak menunjukkan aktifitasnya. Di sebelah utara, cekungan ini dibatasi oleh kompleks G. Burangrang – G. Tangkubanparahu – G. Bukittunggul – G. Manglayang. Di sisi timur terdapat G. Cikuray – G. Talagabodas – G. Galunggung dan deretan G. Papandayan – G. Cikuray di sisi selatan. Sementara deretan kompleks G. Guntur - G. Kamojang menjadi batas antara Cekungan Bandung dan Cekungan Garut.



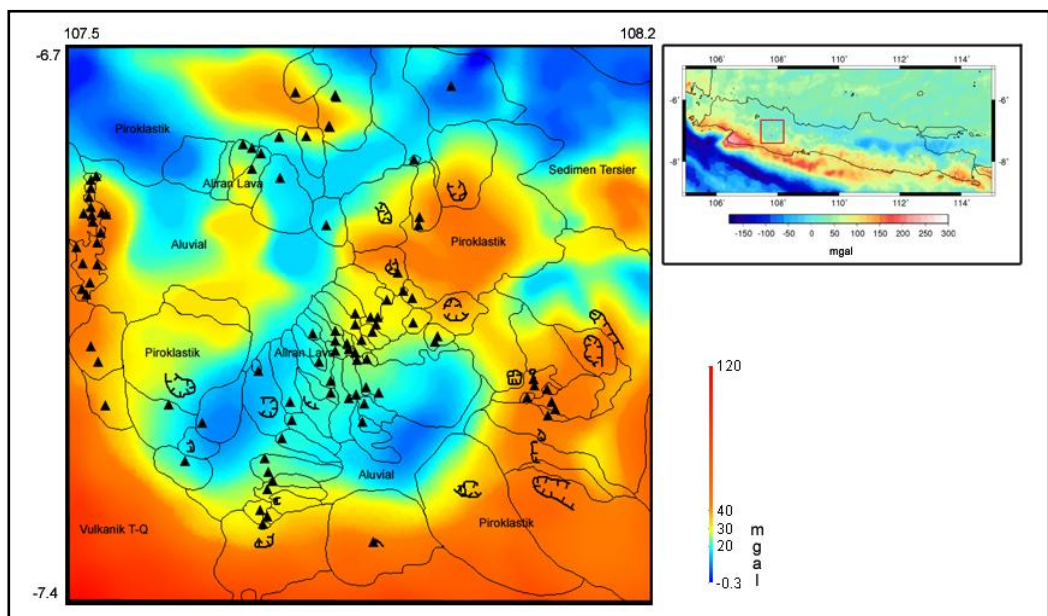
**Gambar 1. Interpretasi Geologi dari Citra Landsat (Sumber: Suwijanto, kom. pri.). Insert: Peta topografi Pulau Jawa, kotak merah menunjukkan lokasi penelitian. (Sumber data topografi: Smith dan Sandwell, 1997)**

Selain batuan sedimen tersier di sisi barat, Cekungan Bandung dan Cekungan Garut tersusun atas batuan gunungapi. Batuan gunungapi tertua yang pernah teridentifikasi antara lain yang berumur Paleosen Tengah (Cupunagara), sedangkan batuan gunungapi muda (Kuartar) terdapat

di G. Tangkubanparahu, G. Guntur dan G. Malabar (Bronto dan Harono, 2006; Kartadinata *et al*, 2002; Dam, 1994).

Terdapat tiga kemungkinan proses pembentukan Cekungan Bandung. Pertama, teori yang dikemukakan oleh Van Bemmelen (1949) yang menyatakan Cekungan Bandung sebagai kaldera besar akibat letusan besar Gunung Sunda. Kedua, teori dari Dam (1994) yang berpendapat bahwa Cekungan Bandung merupakan cekungan antargunung (*intra-mountain basin*). Teori ketiga mengajukan kemungkinan cekungan sebagai *graben*. Boleh jadi graben ini merupakan *pull-a-part basin* akibat akifitas setidaknya dua sesar geser yang paralel (Suwijanto, kom. pri.).

Gambar 1 merupakan interpretasi geologi dari Citra Landsat (Suwijanto, kom. pri.). Tampak dalam gambar, Cekungan Bandung dan Cekungan Garut (warna biru) dikelilingi oleh pegunungan dengan tutupan endapan piroklastik (warna coklat). Sementara di antara Cekungan Bandung dan Cekungan Garut terdapat deretan gunungapi dengan tutupan endapan lava (warna ungu). Peta kontur anomali gayaberat Bouguer menunjukkan kontur rapat dengan nilai anomali tinggi yang mengelilingi kedua cekungan (warna oranye-merah pada Gambar 2). Di dalam lingkaran anomali tinggi tersebut terdapat beberapa depresi anomali rendah yang merupakan lokasi cekungan-cekungan Bandung dan Garut.



**Gambar 2. Peta geologi (dari interpretasi Citra Landsat, Gambar 1) ditumpangtindihkan dengan anomali gayaberat Bouguer (Sumber data anomali: Untung dan Sato, 1978). Insert: Peta anomali gayaberat Bouguer Pulau Jawa, kotak merah menunjukkan lokasi penelitian.**

Kedua data (gambar) tersebut di atas menunjukkan tanda-tanda adanya kesatuan antara Cekungan Garut dan Cekungan Bandung. Sehingga dapat di hipotesakan kemungkinan evolusi geodinamika daerah ini dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu pembentukan 'lingkar luar' yang mungkin merupakan jejak sebuah kaldera yang luas, yang meliputi daerah cekungan Bandung dan Garut. Daerah 'lingkaran luar' ini dicirikan oleh endapan piroklastik. Dan tahap kedua yaitu

pembentukan pegunungan kompleks G. Guntur ke selatan yang ditandai oleh endapan lava. Penelitian bawah permukaan dengan beberapa metode geofisika diharapkan dapat memberikan jawaban atas hipotesa tersebut.

## **TUJUAN PENELITIAN**

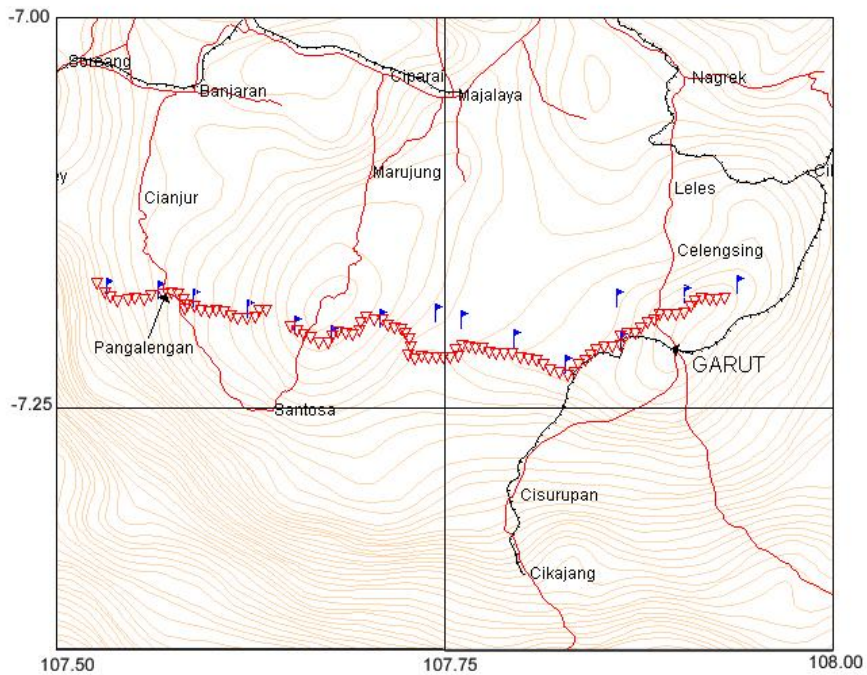
Analisis bawah permukaan yang teliti dan didukung oleh data yang cukup detail akan sangat membantu dalam usaha penelitian lanjut yang langsung berkaitan dengan sumber daya alam seperti air, bahan galian dan bahan tambang. Selain itu, analisis bawah permukaan juga akan dapat membantu dalam pemetaan patahan-patahan di daerah penelitian.

## **METODOLOGI**

Cekungan Bandung dan Garut merupakan dua zona depresi bersebelahan. Keduanya dikelilingi oleh pegunungan dengan tutupan endapan piroklastik dan dipisahkan oleh deretan gunungapi dengan tutupan endapan lava yang lebih muda. Kondisi tersebut boleh jadi menunjukkan bahwa kedua cekungan tersebut sesungguhnya berasal dari satu cekungan yang luas. Untuk menyelidiki kebenaran hipotesa tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah pemetaan bawah permukaan. Metode yang dapat digunakan diantaranya adalah metode magnetotelurik. Metode tersebut dapat menunjang data lain yang ada dalam memetakan dan memodelkan kondisi bawah permukaan.

Metode magnetotelurik merupakan salah satu metode pasif dalam geofisika. Dalam magnetotelurik, medan magnet dan listrik alamiah bumi diukur dalam frekuensi lebar (10000 – 0.0001 Hz). Dengan jangkauan frekuensi lebar seperti itu, metode ini dapat digunakan untuk investigasi bawah permukaan dari kedalaman beberapa puluh meter hingga ribuan meter di bawah muka bumi. Makin rendah frekuensi yang dipilih makin dalam jangkauan penetrasi. Informasi konduktifitas bawah permukaan diperoleh dari rasio antara medan listrik dan medan magnet. Rasio pada bentangan frekuensi tinggi memberikan informasi bawah permukaan dangkal. Sedangkan untuk bawah permukaan dalam diperoleh dari bentangan frekuensi rendah. Rasio tersebut direpresentasikan sebagai *MT-apparent resistivity* dan fasa sebagai fungsi dari frekuensi.

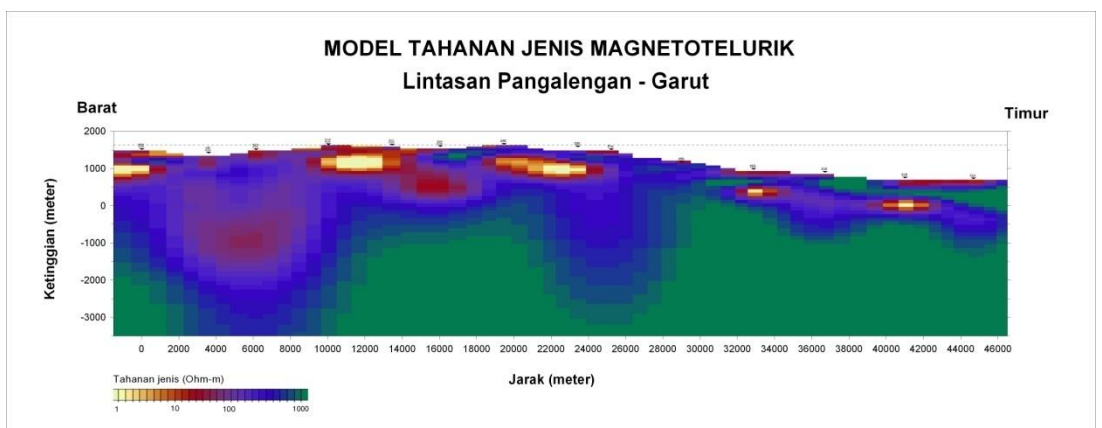
Pengukuran data Magnetotellurik (MT) dilakukan dengan jarak antar titik ukur sebesar kurang lebih 4000 meter yang dibuat dalam satu lintasan berarah barat-timur (Gambar 3). Pengukuran MT dilakukan pada 15 titik, dengan waktu pengukuran 2 titik ukur/hari dengan menggunakan 2 unit alat Magnetotellurik merk Phoenix MTU-5a. Sampling rate diambil sekitar 2 menit, sehingga diharapkan dapat menerima gelombang elektro magnetik (EM) frekuensi lebih rendah.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian. Bendera biru adalah titik pengukuran magnetotelurik.

## HASIL/DISKUSI

Pemodelan bawah permukaan dari data pengukuran magnetotelurik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak WinGLink dan disajikan pada Gambar 4. Model di atas menunjukkan empat bagian pelapisan, yaitu nilai tahanan jenis dibawah 10, antara 10 dan 100 Ohm.m, antara 100 dan 1000 Ohm.m, dan lebih dari 1000 Ohm.m. Model tahanan jenis disusun dengan kedalaman hingga 3 km di bawah permukaan.



Gambar 4. Model bawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis (Magnetotelurik)

Tahanan jenis rendah (lebih kecil dari 10 Ohm.m, warna kuning pada Gambar 4) terdapat di beberapa lokasi sedikit di bawah permukaan dan biasanya diasosiasikan sebagai batuan alterasi. Karena daerah ini memiliki potensi geothermal, maka batuan alterasi tersebut boleh jadi merupakan *caps-rock* dari sumber geothermal. Batuan dengan tahanan jenis 10 -100 Ohm.m di permukaan (warna merah pada Gambar 4) menunjukkan dominan piroklastik.

Pemodelan di atas menunjukkan adanya dua cekungan bertahanan jenis antara 100-1000 Ohm meter. pada kedalaman hingga 3000 meter (warna biru pada Gambar 4). Unikny, kedua cekungan tersebut terletak pada daerah dengan anomali gayaberat yang tinggi. Pada umumnya, cekungan yang berisikan sedimen (densitas rendah) berasosiasi dengan anomali gayaberat rendah. Penjelasan yang mungkin adalah bahwa cekungan yang tampak pada model magnetotelurik terisi oleh material berdensitas relatif tinggi dengan nilai tahanan jenis yang sedang (100-1000 Ohm meter) yang boleh jadi terwakili oleh batuan dengan dominansi aliran lava.

Hasil dari pemodelan yang telah dicapai sudah cukup baik dalam menggambarkan kondisi bawah permukaan daerah ini. Tetapi hasil tersebut belum dapat menggambarkan kondisi suatu kaldera seperti yang dihipotesakan semula. Diperlukan lintasan yang lebih panjang dan pemodelan bawah permukaan yang lebih dalam selain tambahan beberapa lintasan lain.

## **KESIMPULAN**

Pemodelan bawah permukaan berdasarkan pengukuran magnetotelurik menunjukkan adanya dua cekungan dalam yang mencerminkan dua struktur terpisah antara Pangalengan dan Garut. Hal tersebut bertentangan dengan hipotesa satu cekungan kaldera besar yang diperkirakan semula. Namun pendeknya lintasan yang hanya mencakup sedikit dari luas area penelitian membuat hasil pemodelan tahun pertama ini masih perlu dikembangkan lagi.

Analisis struktur geologi melalui pemodelan bawah permukaan masih dapat diperbaiki dengan pengukuran beberapa lintasan yang saling memotong sehingga dapat disusun model bawah permukaan tiga dimensi. Lintasan yang terbaik yang mungkin dapat menjawab hipotesa yang diajukan adalah lintasan berarah Barat Laut – Tenggara yang memotong cekungan Bandung dan Garut. Namun melihat kondisi akses jalan raya yang sulit, perlu dicari solusi agar lintasan pengukuran yang dibuat dapat secara efektif menjelaskan struktur geologi bawah permukaan daerah ini.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Tulisan ini merupakan sebagian dari hasil Riset Tematik DIPA 2010 Puslit Geoteknologi LIPI. Terimakasih kami ucapkan kepada Bapak Suwijanto yang telah memberikan banyak masukan, termasuk peta geologi hasil interpretasi citra Landsatnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bronto, S., Hartono, U., 2006. *Potensi Sumber Daya Geologi di Daerah Cekungan Bandung dan Sekitarnya*. Jurnal Geologi Indonesia, 1 (1), 9-18.
- Dam, A.A.C., 1994. *The Late Quarternary Evolution of the Bandung Basin, West-Java, Indonesia*. Dissertation. Universiteit Amsterdam. The Netherlands.
- Kartadinata, M.N., Okuno, M., Nakamura, T., Kobayashi, T., 2002. *Eruptive History of Tangkubanparahu Volcano*. West Java, Indonesia: A Preliminary Report. Journal of

Geography, 111(3), 404-409.

Telford, W.M., L.P. Geldart, and R.E. Sheriff, 1990. *Applied Geophysics*. 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge.

Untung, M. dan Sato, Y., 1978. *Gravity and Geological Studies in Jawa, Indonesia*. Geological Survey of Indonesia dan Geological Survey of Japan.

Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia, Vol, 1A, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office, The Hague.