

## PENELITIAN LAPISAN AIR TANAH DENGAN METODE GEOLOGI PERMUKAAN, GAYA BERAT DAN GEOLISTRIK DI CEKUNGAN BANDUNG TIMUR

*Saultan Panjaitan*

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

### S A R I

Anomali Bouguer antara 20 hingga 44 mgal ditafsirkan sebagai tinggian batuan beku dan sedimen vulkanik, di pihak lain, anomali Bouguer antara 8 hingga 20 mgal merepresentasikan Cekungan Bandung.

Cekungan Bandung dibagi menjadi dua cekungan yang lebih kecil, yaitu Cekungan Bandung Barat dan Cekungan Bandung Timur. Cekungan Bandung Timur ditandai dengan anomali Bouguer 10 mgal. Kedua cekungan tersebut dipisahkan oleh tinggian anomali Bouguer >30 mgal yang membentang dari selatan (Gunung Malabar) hingga ke utara Ujungberung. Ketebalan lapisan-lapisan Kuarter di Cekungan Bandung Timur pada penampang gaya berat antara 400 - 1000 meter. Tafsiran tersebut ditunjang oleh nilai tahanan jenis 551 ohm meter.

Lapisan air tanah dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian yaitu lapisan air tanah dangkal dan lapisan air tanah dalam. Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman 13 - 35 meter dengan 8 - 13,2 ohm meter. Lapisan air tanah dalam terbentuk pada kedalaman 70 m dengan 2,8 - 8,5 ohm meter. Lapisan air tanah dangkal dan dalam dipisahkan oleh batuan kedap air sebagai penyekat dengan yang bervariasi hingga 551 ohm meter.

*Kata kunci : gaya berat, cekungan, anomali, Kuarter, penyekat, air, vulkanik*

### ABSTRACT

Bouguer anomaly of 20 to 44 mgal are interpreted as igneous rocks and volcanic sediments. On the other hand, low Bouguer anomaly of 8 mgal to 20 mgal reflect the Bandung Basin. The Bandung Basin can be divided into two smaller basins, they are the Western Bandung Basin and the Eastern Bandung Basin. The Eastern Bandung Basin is marked by Bouguer anomaly of 10 mgal. The two smaller basins are separated by a high Bouguer anomaly of 30 mgal trending from south of Mount Malabar to the north of Ujungberung subdistrict. The thickness of Quaternary layers in the Eastern Bandung Basin at gravity profile is between 400 - 1000 m. This interpretation is supported by the resistivity value of around 551 ohm.

Groundwater layers can be grouped into two parts: the shallow and deep groundwater. Shallow groundwater is found at the depth of 13 - 35 m with 8 - 13.2 ohm metres. Deep groundwater is located at depth of 70 m with 2.8 - 8.5 ohm metres. The shallow and deep groundwater layers are separated one from the other by impermeable rocks with value varies up to 551 ohm metres.

### PENDAHULUAN

Danau Purba Bandung, yang dikenal dengan nama Cekungan Bandung, merupakan suatu cekungan antargunung yang terletak pada dataran tinggi Bandung pada ketinggian antara 650 m sampai 700 m di atas permukaan laut. Kompleks pegunungan yang mengelilingi cekungan di bagian utara adalah kompleks pegunungan Tangkubanparahu, sedangkan di bagian selatan adalah kompleks pegunungan Patuha-Malabar. Di sebelah barat, cekungan dibatasi oleh deretan pegunungan, intrusi andesit, dasit, dan sungai Citarum yang merupakan

satu-satunya sungai yang mengeringkan cekungan antargunung ini. Lambat-laun danau purba tersebut mengalami erosi. Daerah Bandung dan sekitarnya merupakan cekungan. Kondisi ini tercermin pada peta anomali Bouguer dengan nilai 10 mgal, dan dibatasi oleh tinggian Ujungberung di bagian selatan hingga ke utara, serta tinggian Cimahi di bagian barat pada anomali 40 - 45 mgal.

Mengacu pada konfigurasi serta asal penyusun akuifer daerah Cekungan Bandung, di utara merupakan daerah imbuh utama pada ketinggian 900 - 1550 m dari permukaan laut. Daerah selatan

juga merupakan daerah imbuhan yang baik. Daerah di bawah ketinggian di atas dikategorikan sebagai daerah luah.

Dengan pesatnya perkembangan kota Bandung, maka akan terjadi peningkatan kebutuhan air untuk keperluan penduduk dan perindustrian. Di pihak lain PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) kota Bandung belum dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Air yang tersedia di Sungai Cikapundung tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan yang diharapkan. Oleh karena itu, persediaan air tanah pada Cekungan Bandung dapat menjadi salah satu alternatif bagi penyediaan air bersih. Dengan dilakukannya penelitian mengenai kondisi air tanah di cekungan ini, diharapkan akan dapat memberikan gambaran zona sebaran akuifer.

## MAKSUD DAN TUJUAN

Hasil pengamatan selama sepuluh tahun terakhir menunjukkan bahwa penurunan permukaan air tanah rata-rata per tahun di Cekungan Bandung antara 1 - 2 m. Kerucut penurunan yang besar (*cone of depression*) terjadi di Leuwigajah, pusat kota Bandung, dan Dayeuhkolot sebesar 3 sampai 4 m setiap tahunnya (Soetrisno dan Juanda, 1993).

Adanya kerucut penurunan tersebut menjadikan pola pengaliran memusat di daerah-daerah kerucut. Pola pengaliran demikian akan memicu percepatan zat pencemar dari sistem air tanah dangkal ke sistem air tanah dalam, serta mempengaruhi kualitas air di daerah tersebut. Pengambilan air secara berlebihan menyebabkan cadangan air tanah pada akuifer menipis dan habis, sehingga pada akhirnya akan menyebabkan sumur-sumur bor mengalami kekeringan. Dengan dilakukannya penelitian mengenai kondisi air tanah di cekungan ini diharapkan akan dapat memberikan gambaran zona sebaran akuifer ke arah vertikal maupun horizontal.

## METODOLOGI

Penelitian geofisika yang dilakukan adalah dengan metode geolistrik dan gaya berat, serta didukung oleh penelitian/pengamatan geologi permukaan. Penelitian dilakukan selama 35 hari kalender, terhitung sejak Mei hingga Juni 2005. Dari ketiga penelitian tersebut dapat diketahui geometri Cekungan Bandung yang terkait dengan cekungan air tanah di daerah ini.

Untuk mendapatkan hasil maksimum, pengambilan data tahanan jenis dilakukan pada dua lintasan. Lintasan I berarah utara - selatan, mulai dari Ciparay hingga utara Cileunyi dengan jumlah titik pengamatan sebanyak 25 lokasi dan bentangan kabel 300 m. Lintasan II dari Ciparay hingga ke utara Ujungberung. Pengamatan gaya berat yang dilakukan secara acak, berjumlah 250 titik dengan jarak 500 hingga 1000 m (Gambar 1), ditambah dengan data yang bersumber dari basis data gaya berat Pusat Survei Geologi. Pengamatan geologi permukaan mencakup pengambilan beberapa percontoh batuan yang kemudian dianalisis, sehingga mineral yang mempengaruhi kualitas air dapat diketahui.

## GEOLOGI CEKUNGAN BANDUNG

Bandung Raya merupakan wilayah hulu aliran Citarum (Gambar 2) yang dibagi ke dalam beberapa satuan bentang alam (Silitonga, 1973), yaitu:

- **Satuan Dataran Danau Bandung:** daerah ini cukup luas dan datar dengan luas sekitar 15 x 50 km<sup>2</sup> memanjang barat-timur dan terletak pada ketinggian 700 m dari permukaan laut. Luas daerah ini sekitar 20 % dari luas keseluruhan Cekungan Bandung dan disusun oleh endapan Danau Bandung Purba. Danau tersebut mengering ratusan ribu tahun yang lalu dan dialiri banyak anak sungai dengan sungai utama Citarum yang membelah dataran danau.
- **Satuan Kerucut Gunung Api:** merupakan pagar yang mengelilingi dataran danau. Satuan ini menempati sekitar 70 % luas keseluruhan Cekungan Bandung dan ditempati oleh badan gunung api Kuartar yang terletak di sekitar 2000 m dari permukaan laut. Kerucut gunung api di daerah utara adalah Gunung Burangrang atau Sunda, Tangkubanperahu (2076 m), Bukittinggul, Cagak, dan Manglayang. Di timur terdapat kerucut kecil, seperti Gunung Mandalawangi (1650 m), Mandalagiri, dan Gunung Gandapura.

Di selatan dataran danau berjejer Gunung Malabar (2343 m) dan Patuha (2434 m). Di daerah ini banyak dijumpai endapan gunung api seperti breksi gunung api, tuf, dan beberapa lidah lava. Tuf di daerah Lembang dan Dago kaya akan batuapung. Dari kerucut gunung api ini bermunculan mata air sebagai sumber sungai

yang mengalir ke dataran Bandung. Dari utara mengalir Sungai Cimahi, Cibeureum, dan Sungai Cikapundung; dari timur mengalir Sungai Citarik, Cikarial, Citarum Hulu, Cisangkuy, dan Sungai Ciwidey. Semua sungai yang mengalir dari selatan dataran danau masuk ke Sungai Citarum. Beberapa mata air dan sungai dimanfaatkan untuk kebutuhan air Kotamadya Bandung, di antaranya mata air dari Lembang (Tangkubanparahu) dan air sungai Cisangkuy dari Gunung Malabar.

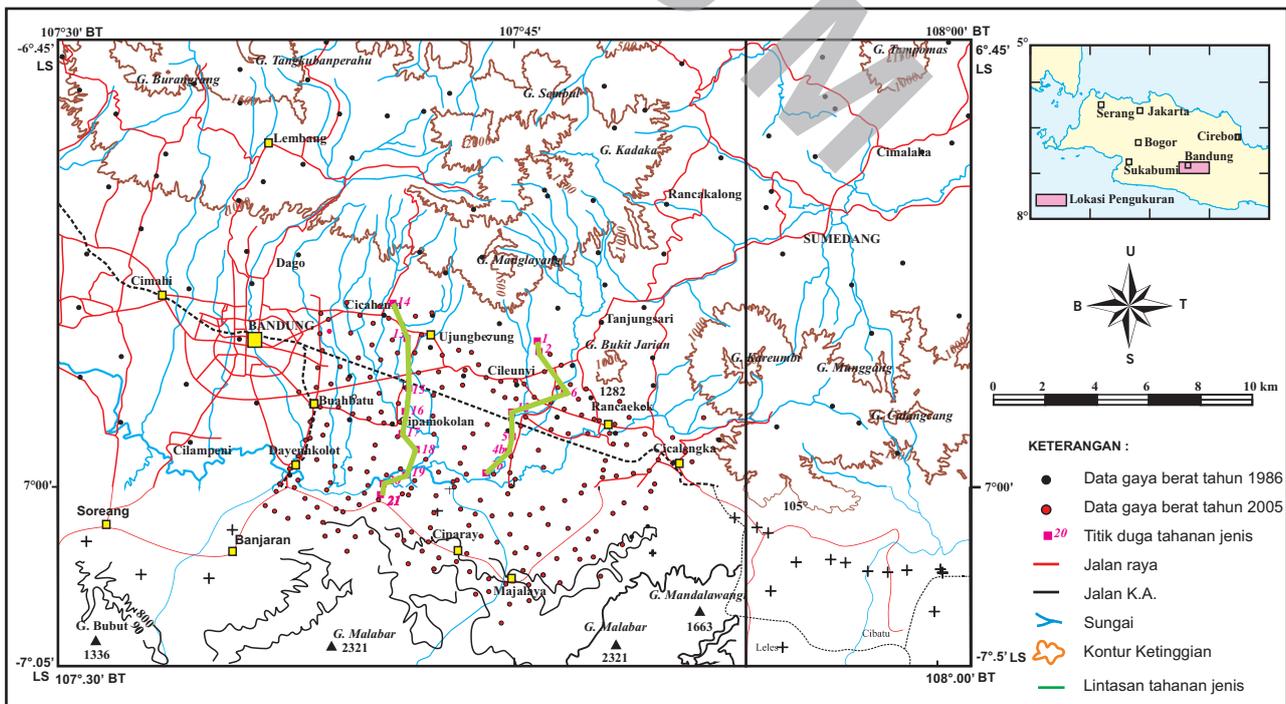
Batuan yang terbentuk di daerah penelitian (Sampurno 1981) dapat dibagi ke dalam beberapa formasi, yaitu:

- **Formasi Rajamandala:** berumur Oligosen-Miosen Awal, terdiri atas batulempung, batupasir, dan batugamping Oligosen, membentuk perbukitan pada satuan Bentang Alam Pematang Homoklin di selatan Rajamandala. Bukit pematang pada umumnya ditempati batugamping berlapis, keras, tetapi retak dan kadang-kadang berongga bahkan membentuk gua. Lapisan pada umumnya miring 30 - 40° ke selatan - tenggara. Batulempung pada formasi ini lebih lunak daripada batugamping. Daerah Citatah-Rajamandala banyak mengalami sesar naik dan sesar mendatar, sehingga sering tergerus dan hancur.

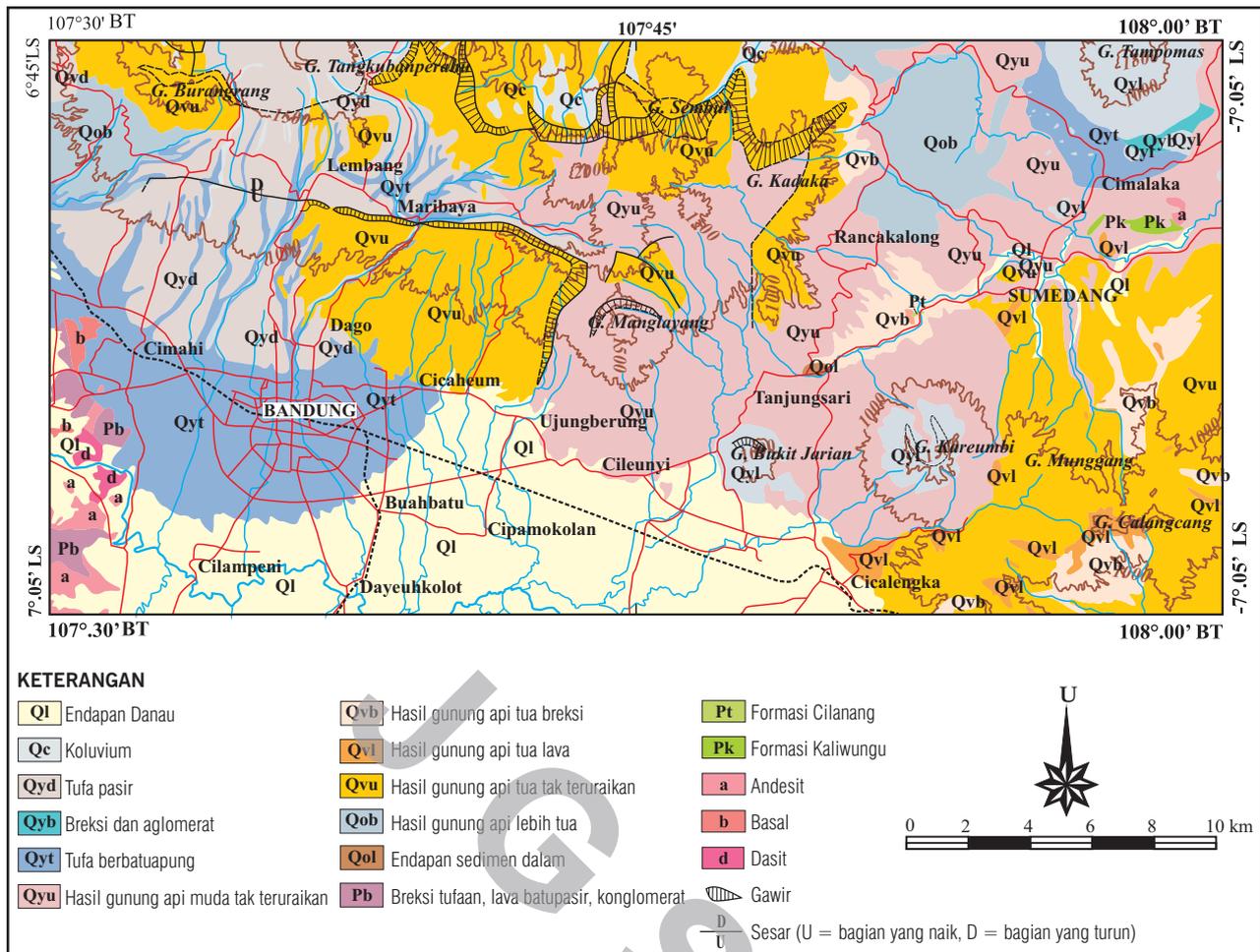
Intrusi intermedier di beberapa tempat menembus batulempung, sehingga memberikan efek pengerasan. Intrusi-intrusi ini umumnya tipis dan membentuk bukit kecil, misalnya Bukit Selcau di selatan Cimahi.

- **Formasi Citarum:** berumur Miosen Tengah terdiri atas lapisan batupasir gresak keras padat dengan sisipan batugamping dan batuguling.
- **Endapan Gunung Api:** terdiri atas breksi gunung api, tuf, lidah lava, endapan lahar dan aglomerat. Batuan gunung api ini umumnya menunjukkan kemiringan 20° - 30° ke selatan.
- **Endapan Kuarter:** tersebar di dataran danau Bandung, terdiri atas batulempung tufan, kadang-kadang mengandung sisa tumbuhan (organik) dan cangkang moluska, lapisan pasir dan kerikil tipis, setempat mengandung sisipan breksi. Secara keseluruhan endapan ini lunak dan tidak lulus air. Endapan yang lulus air adalah lapisan kerikil dan pasir lepas.

Struktur yang terbentuk adalah Sesar Lembang yang membentang dari barat - timur sepanjang ± 20 km, dari Cisarua - Batureok, Lembang-Maribaya hingga Palasari, yang bagian utaranya relatif turun terhadap bagian selatan (Gambar 2) (Silitonga, 1973). Intrusi andesit dan basal terdapat di sebelah barat Cimahi



Gambar 1. Peta lokasi dan titik pengamatan daerah penelitian.



Gambar 2. Peta geologi cekungan Bandung Timur (Silitonga, 1973).

**HASIL DAN ANALISIS**

Hasil pengukuran gaya berat dengan tampilan anomali Bouguer (Gambar 3) secara umum (regional) dapat dibedakan menjadi:

1. Anomali Bouguer tinggi dengan kisaran 20 hingga 44 mgal dan ditafsirkan sebagai tinggian yang disusun oleh batuan beku dan vulkanik.
2. Anomali Bouguer rendah dengan kisaran hingga 20 mgal adalah Cekungan Bandung Timur.

Anomali tinggi pada peta anomali Bouguer terdapat di sebelah barat dan timur (warna kuning dan merah). Jalur anomali tinggi di sebelah barat membentang dari selatan Gunung Malabar hingga ke utara Ujungberung dengan anomali 20 hingga 38 mgal. Intensitas anomali ke utara cenderung menurun, dan pada jalur ini terdapat beberapa anomali membulat yang ditafsirkan sebagai tubuh intrusi yang tidak tersingkap ke permukaan. Anomali

tertinggi terdapat di daerah Gunung Malabar dengan batuan gunung api yang berasosiasi dengan batuan beku di bawahnya. Anomali tinggi di jalur timur dicirikan oleh anomali membulat antara 20 hingga 48 mgal, dan berasosiasi dengan morfologi kerucut pada ketinggian ±1300 m.

Anomali membulat lonjong pada bagian tengah (warna ungu) menggambarkan adanya massa lebih padat yang berhubungan dengan batuan beku. Anomali hingga 20 mgal di sekitar perbukitan tersebut adalah batuan vulkanik dengan sebaran yang luas dari selatan hingga ke utara. Anomali Bouguer rendah antara 8 hingga 20 mgal yang terdapat di pusat kota Bandung menerus ke Dago. Anomali gaya berat rendah lainnya terdapat di daerah Majalaya antara 10 hingga 20 mgal, membentang ke utara kemudian ke arah timur Tanjungsari. Anomali rendah ini merupakan gambaran Cekungan Bandung Timur yang dibatasi oleh tinggian anomali pada sisi

barat maupun sisi timur. Geometri struktur secara umum tampak pada pola lajur kontur berarah utara - selatan, sementara pada sisi timur - barat arah lajur kontur anomali mencerminkan kelurusan ke utara. Kerapatan garis kontur pada lajur tersebut menggambarkan bidang patahan yang seolah-olah membentuk *graben* pada bagian tengah. Pembelokan lajur kontur anomali ke arah timur di utara Gunung Manglayang meng-gambarkan jalur sesar Lembang.

### Anomali Sisa

Anomali sisa (Gambar 4) merupakan anomali yang lebih terperinci yang dibuat setelah mengurangkan anomali gaya berat regional dari anomali Bouguer. Anomali sisa ini dapat dikelompokkan menjadi dua pola yaitu:

1. Pola anomali tinggi melingkar antara 5 hingga 22 mgal, menggambarkan intrusi batuan beku dan vulkanik.
2. Pola anomali rendah yang melingkar dan lajur kontur utara - selatan antara 5 mgal hingga -14 mgal ditafsirkan sebagai daerah cekungan Bandung Timur.

Anomali tinggi yang membentang dari utara ke selatan yang disertai dengan pengelompokan anomali di daerah Gunung Malabar, Cipamanukan, dan di utara Cicaheum menggambarkan daerah tersebut terdiri atas intrusi batuan beku. Tinggian anomali tersebut merupakan zona pemisah antara Cekungan Bandung Barat dengan Cekungan Bandung Timur. Penurunan anomali hingga 5 mgal ditafsirkan sebagai batuan vulkanik yang terbentuk di sekitar intrusi tersebut.

Anomali rendah antara -4 hingga 5 mgal yang terdapat di bagian barat dan membentang ke utara diduga sebagai Cekungan Bandung Barat. Penampakan kontur anomali di pusat kota Bandung mengalami peninggian. Hal ini kemungkinan terjadi karena batuan vulkanik di daerah tersebut sedikit lebih tebal.

Anomali rendah di daerah Majalaya yang membentang ke arah utara Tanjungsari dengan kisaran anomali -14 hingga 0 mgal, merupakan batas utara dan batas barat - timur dari daerah Cekungan Bandung Timur. Cekungan terdalam tampak di utara Majalaya dengan anomali -12 mgal, sedangkan

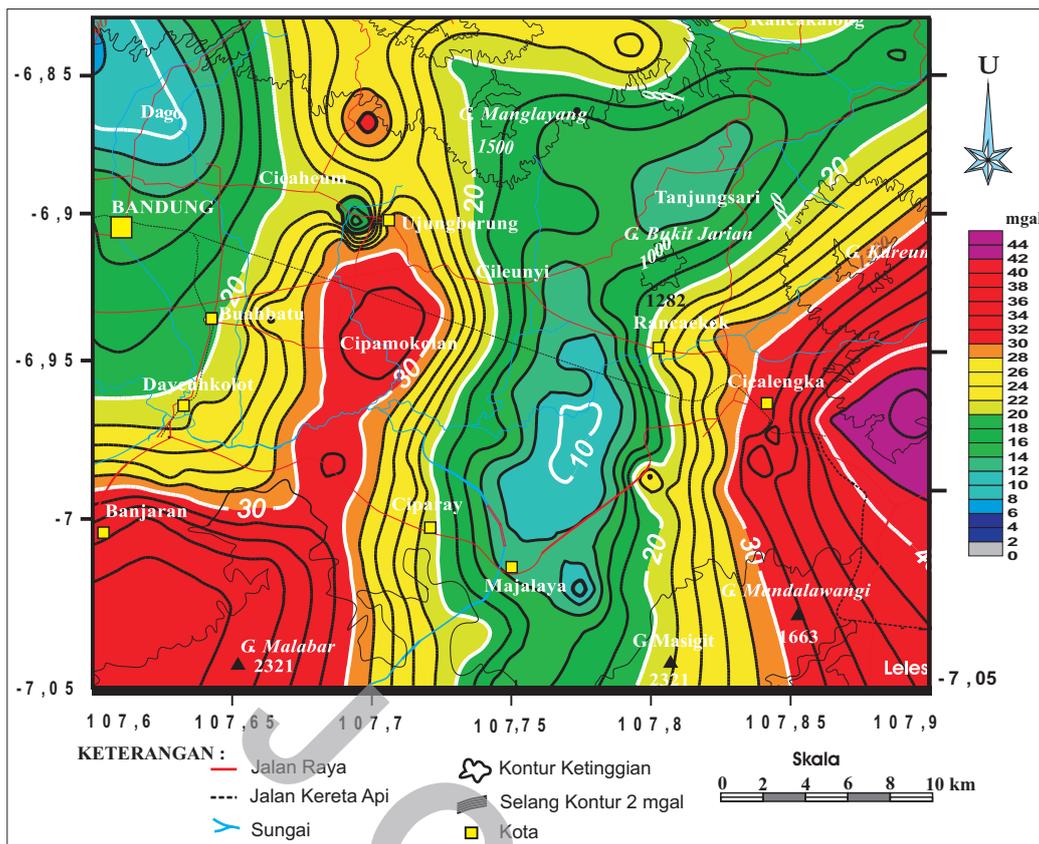
ke arah utara-timur daerah cekungan dibatasi oleh garis kontur sebesar 0 mgal (antara warna biru dan hijau). Anomali yang meninggi di atas 0 mgal (warna hijau) bukan daerah cekungan, melainkan sebaran batuan vulkanik dan di beberapa tempat membentuk morfologi perbukitan dan pegunungan. Anomali membulat 1 mgal di selatan Rancaekek pada bagian tengah Cekungan adalah cerminan intrusi batuan beku di bawah permukaan yang tampak pada peta batuan dasar di kedalaman 2 - 3 km (Gambar 7 dan 8).

### Tiga Dimensi

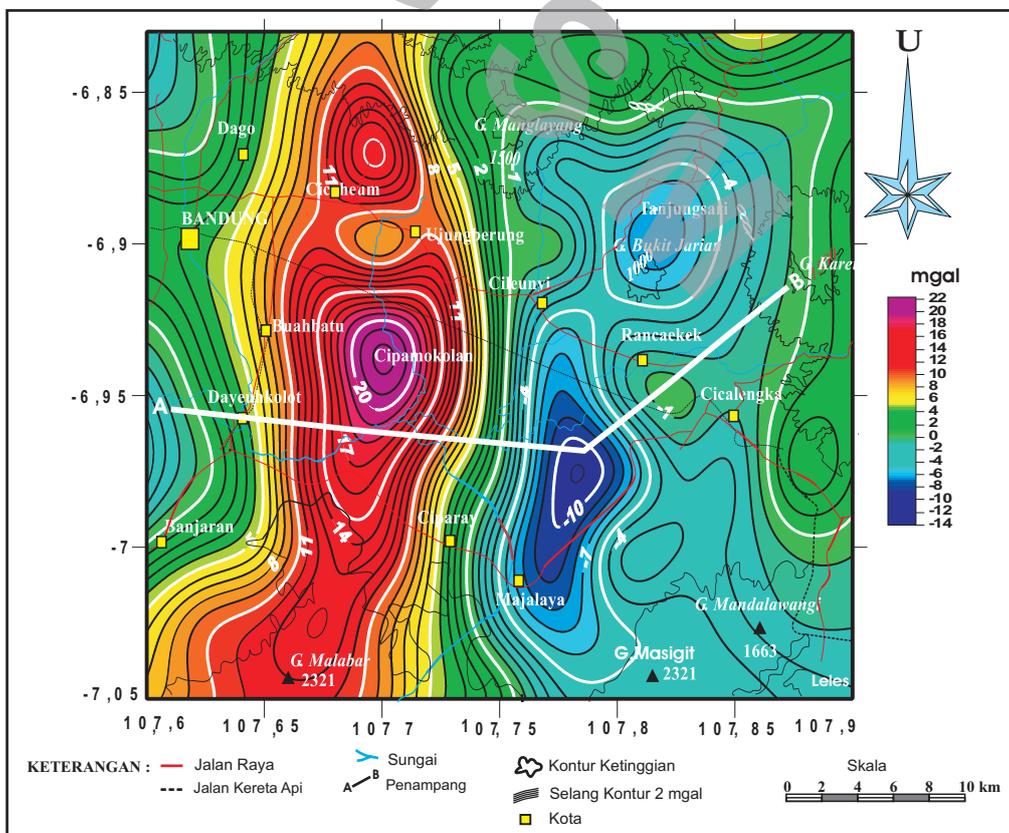
Bentuk tiga dimensi anomali sisa dapat memperlihatkan sebaran batuan (Gambar 5) ke arah vertikal maupun ke arah horizontal. Adanya gradien pada massa jenis batuan beku dan batuan sedimen diperlihatkan oleh tinggian dan rendahan anomali yang sangat terjal. Sembulan anomali tinggi tampak dari Gunung Malabar yang membentang ke utara hingga Ujungberung (warna merah). Tinggian tersebut ditafsirkan sebagai zona intrusi yang tidak berdiri sendiri, melainkan memanjang ke utara. Intrusi tersebut tidak tersingkap ke permukaan, sedangkan di selatan kompleks Gunung Malabar batuan intrusi tersingkap di permukaan. Zona tinggian anomali yang berarah utara - selatan di daerah Ujungberung merupakan batas antara Cekungan Bandung Timur dengan Cekungan Bandung Barat. Bulatan anomali di tiga tempat di tengah-tengah Cekungan Bandung Timur (warna biru sedikit hijau) adalah intrusi batuan beku yang terpisah satu sama lain. Intrusi tersebut tercermin pada batuan dasar.

### Penampang A - B Bawah Permukaan

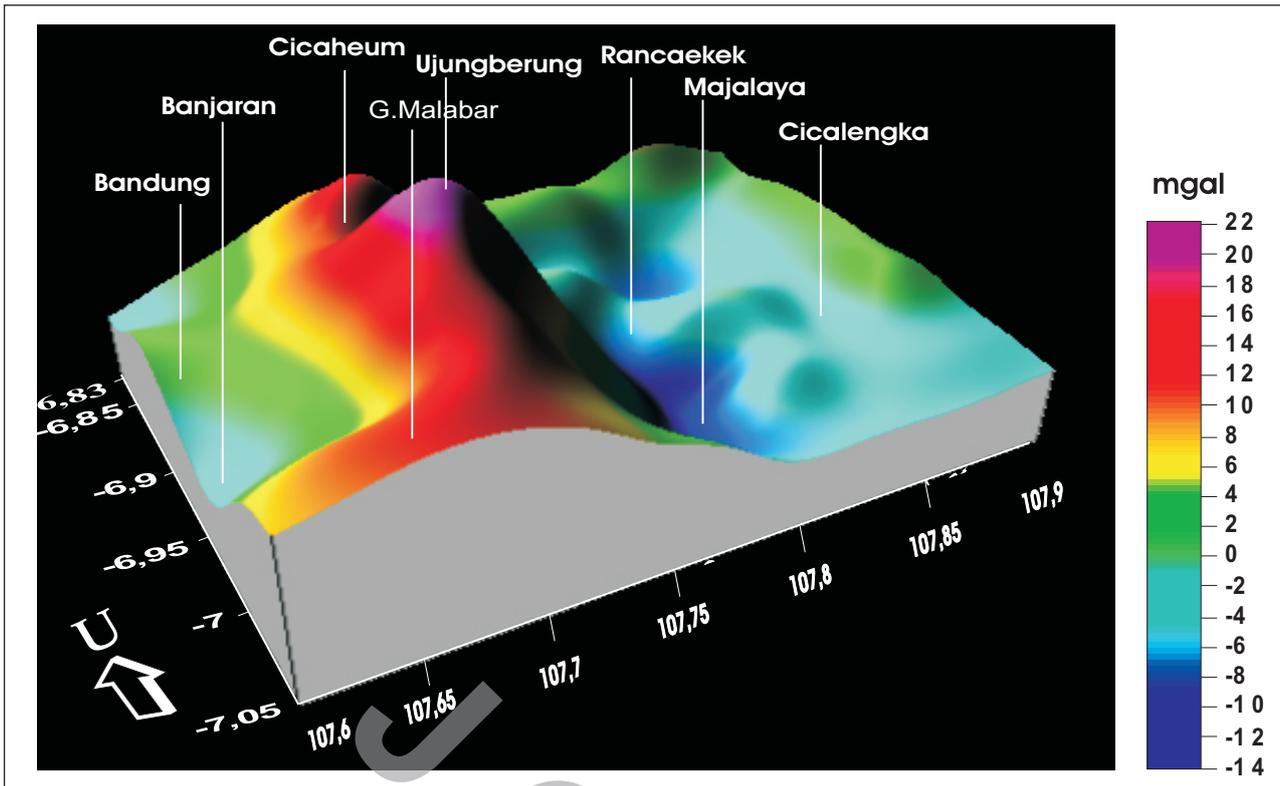
Panjang lintasan pada penampang A - B adalah 40 km dan berarah barat - timur (Gambar 6) mulai dari sebelah barat Dayeuhkolot hingga sebelah timur laut Cicalengka. Pemodelan geologi bawah permukaan pada penampang ini dilakukan dengan rekayasa geometri geologi berdasarkan rapat massa batuan yang ditentukan di laboratorium dengan meng-korelasikan tabel rapat massa jenis batuan. Secara berurutan, perlapisan batuan dari atas ke bawah yang di korelasikan dengan keadaan geologi setempat adalah:



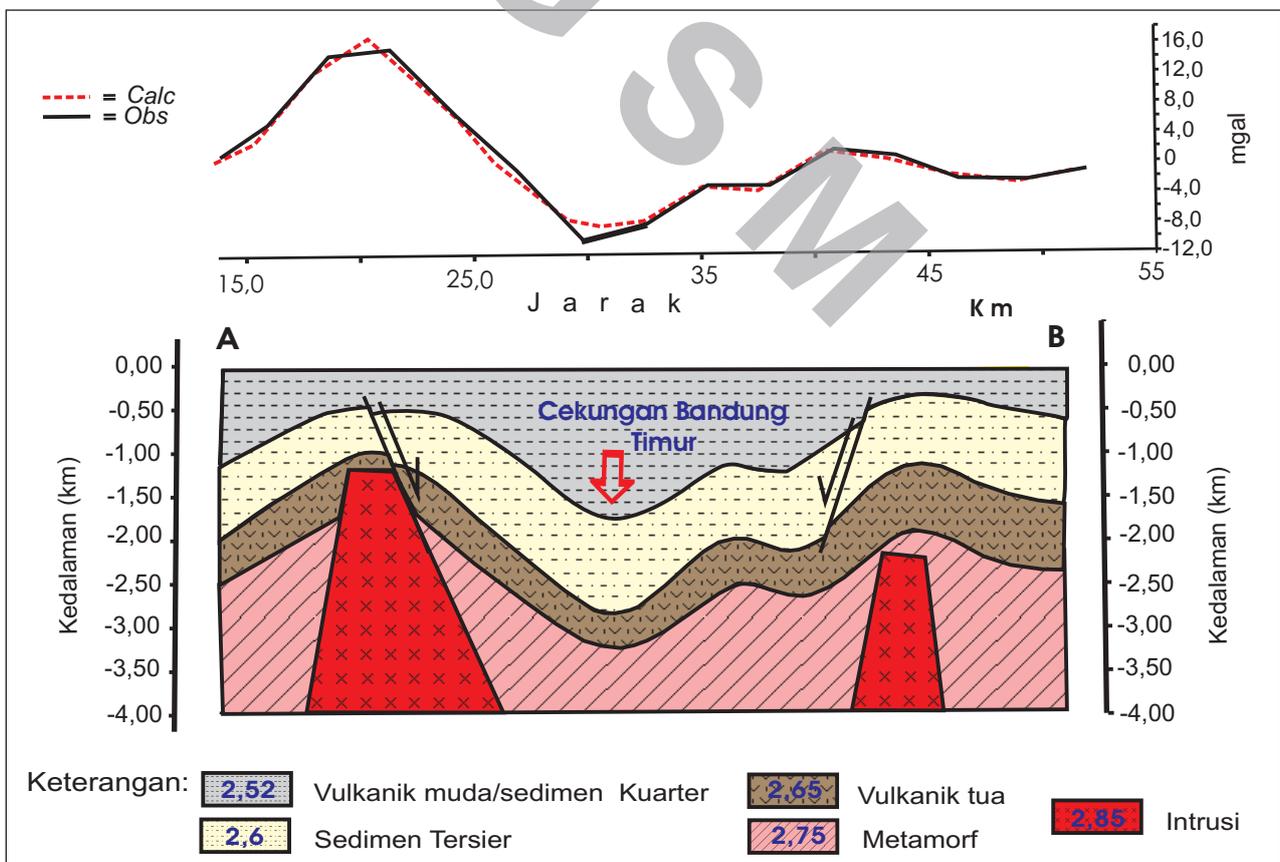
Gambar 3. Peta anomali Bouguer yang memperlihatkan daerah rendahan dan tinggian pada Cekungan Bandung Timur.



Gambar 4. Peta anomali sisa yang memperlihatkan rincian Cekungan Bandung Timur.



Gambar 5. Diagram blok anomali sisa yang memperlihatkan bentuk cekungan pada sisi barat dan timur daerah Cekungan Bandung Timur.



Gambar 6. Penampang A - B anomali sisa yang memperlihatkan daerah tinggian dan intrusi di Cekungan Bandung Timur.

Lapisan pertama dengan rapat massa batuan  $2,52 \text{ gr/cm}^3$  diduga adalah endapan vulkanik muda dan sedimen Kuarter yang terdiri atas batupasir, tuf, breksi, aglomerat, batuapung, lava, dan lumpur danau. Ketebalan lapisan ini pada penampang antara 500 hingga 1000 meter, dan ditemukan hingga kedalaman 1000 meter. Sebaran batuan ini anomali tinggi mengalami pendangkalan, sedangkan di daerah cekungan lebih dalam dan tebal. Bila dikorelasikan dengan hasil pengamatan geolistrik, ketebalan lapisan Kuarter pada kurva lengkung duga di kedalaman 300 - 350 m mempunyai kisaran nilai 3 - 5 ohm meter. Pada kondisi ini, grafik masih relatif turun, yang berarti cekungan masih menerus hingga di bawah kedalaman tersebut. Korelasi dengan pemboran air di daerah Cipadung dan Banjaran pada kedalaman 150 meter masih ditemukan aglomerat selang-seling dengan breksi, tuf, dan batupasir. Dengan demikian, lapisan batuan Kuarter masih mungkin ditemukan hingga kedalaman maksimum 1000 meter di Cekungan Bandung Timur.

Lapisan kedua adalah batuan dengan nilai rapat massa  $2,6 \text{ gr/cm}^3$ . Lapisan ini diduga sebagai batuan sedimen Tersier, terdiri atas Formasi Rajamandala yang berumur Oligosen-Miosen Awal, dan disusun oleh batupasir gresak dan batugamping.

Lapisan ketiga adalah zona dengan nilai rapat massa  $2,65 \text{ gr/cm}^3$ , dan diduga sebagai batuan vulkanik tua berupa breksi dan lava dengan ketebalan sekitar 400 meter, serta menindih batuan dasar. Batuan vulkanik tua yang terbentuk di atas batuan dasar ini belum jelas hubungannya dengan satuan lain: Apakah masih ada hubungannya dengan Formasi Jampang di selatan Jawa atau dengan batuan vulkanik di utara Jawa Barat (Formasi Jatibarang). Seperti diketahui, Cekungan Jawa Barat hingga ke utara secara regional dibentuk oleh vulkanik tua yang terletak tidak selaras di atas batuan dasar.

Lapisan keempat adalah batuan dengan rapat massa  $2,75 \text{ gr/cm}^3$ , dan diduga berupa batuan malihan Pratersier. Batuan ini merupakan batuan dasar pada Cekungan Jawa barat yang kemungkinan berasosiasi dengan batuan beku dalam yang membentuk batuan dasar.

Intrusi batuan beku mempunyai nilai rapat massa  $2,85 \text{ gr/cm}^3$ . Batuan beku ini di sebelah barat membentuk tinggian anomali sisa hingga 24 mgal. Singkapan batuan ini di bawah permukaan memanjang pada arah utara - selatan. Intrusi di sebelah timur penampang kemungkinan terpisah dari tinggian anomali di sebelah barat.

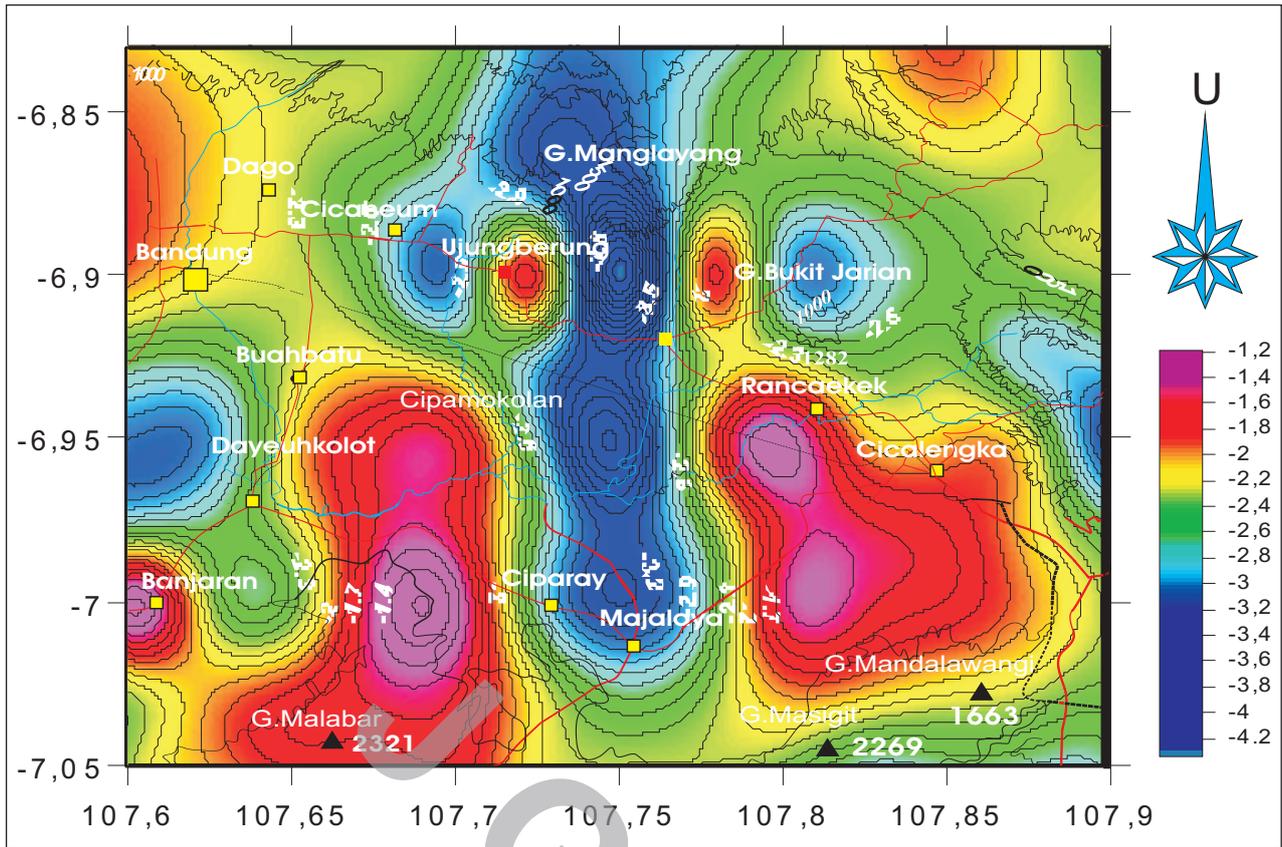
## Konfigurasi Batuan Dasar

Peta anomali batuan dasar (Gambar 7) memperlihatkan sebaran batuan ke arah mendatar dan vertikal pada kedalaman antara 3 - 4 km. Bentuk batuan dasar di daerah Majalaya ke utara (warna biru) hampir sama dengan pola anomali sisa, yaitu membentuk cekungan memanjang. Di pusat kota Bandung batuan dasar membentuk subcekungan. Demikian juga di sebelah timur Rancaekek. Pada daerah tersebut terlihat ada jalur tinggian anomali yang dibentuk oleh batuan beku (Gambar 8). Jalur batuan beku di sebelah barat (warna merah) memanjang mulai dari Gunung Malabar, dan berakhir di daerah Ujungberung. Jalur batuan beku sebelah timur tampak memanjang dari selatan Cicalengka hingga ke utara Rancaekek. Adanya intrusi berdimensi kecil di beberapa tempat dicirikan oleh kontur anomali membulat.

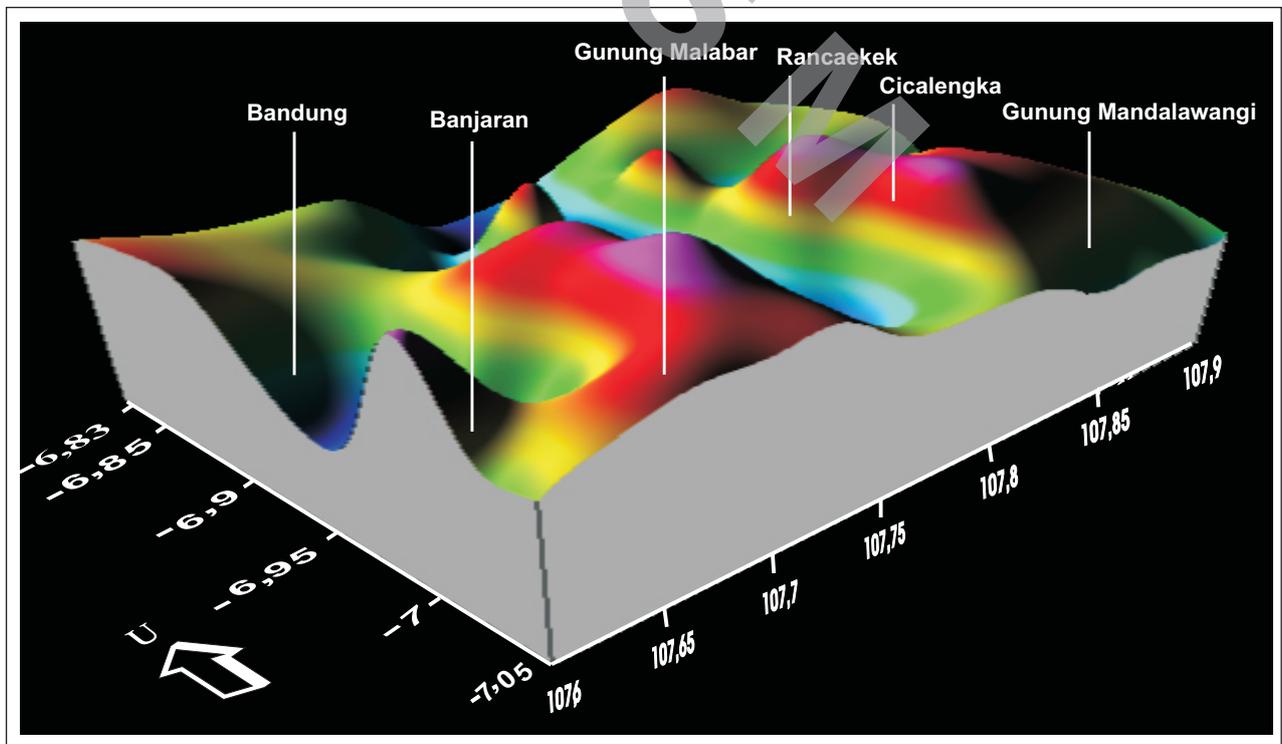
## Struktur

Bentuk struktur bawah permukaan (Gambar 9) ditandai oleh garis-garis kontur berarah utara - selatan sebagai arah struktur regional di daerah ini. Tanda-tanda struktur di cekungan ini berupa kelurusan garis kontur pada 0 mgal (warna putih). Landaian anomali pada batas timur dan barat cekungan adalah gambaran sesar bongkah *half graben system* yang memungkinkan pengendapan batuan sedimen lebih tebal di daerah Cekungan Bandung Timur.

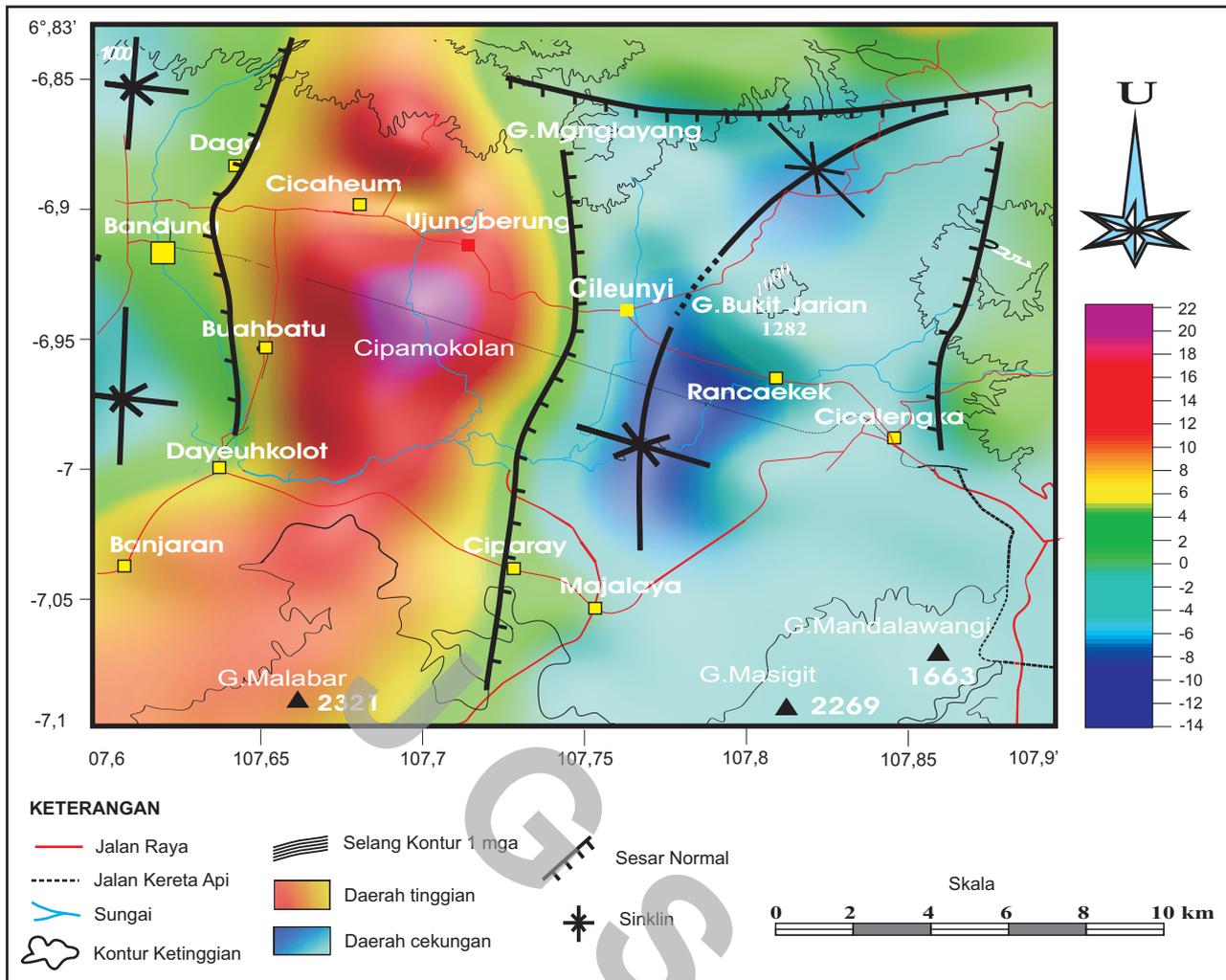
Gejala *graben* tersebut dapat dilihat pada diagram tiga dimensi maupun penampang anomali gaya berat dan batuan dasar yang terletak pada kedalaman antara 2000 - 3000 meter di bawah permukaan. Adanya intrusi batuan beku yang memanjang ke utara, dan adanya landaian anomali Bouguer yang sangat tajam ke arah timur, memberi kesan bahwa daerah tersebut seolah-olah membentuk jalur sesar bongkah yang diterobos oleh batuan beku. Adanya gawir di sisi timur terlihat jelas pada konfigurasi batuan dasar. Pembelokan garis kontur dari utara Gunung Manglayang hingga ke arah timur menggambarkan struktur patahan Lembang. Patahan tersebut membentang dari Cisarua - Lembang hingga ke Gunung Manglayang sepanjang 22 km, dan memisahkan Dataran Tinggi Lembang dengan Dataran Tinggi Bandung.



Gambar 7. Peta kontur kedalaman yang memperlihatkan tinggian dan rendahan batuan dasar di Cekungan Bandung Timur.



Gambar 8. Konfigurasi batuan dasar kedalaman 3 - 4 km memperlihatkan morfologi bawah permukaan Cekungan Bandung Timur.



Gambar 9. Peta citra yang menggambarkan cekungan dan struktur regional daerah Cekungan Bandung Timur.

Gawir pada anomali Bouguer mengindikasikan bahwa daerah yang turun adalah bagian selatan, sedangkan pengamatan geologi menunjukkan daerah yang turun adalah bagian utara. Perbedaan tersebut kemungkinan diakibatkan oleh adanya massa yang besar di utara sesar Lembang sebagai penyebab terbentuknya anomali tinggi di daerah tersebut.

**Penampang Tahanan Jenis**

Nilai tahanan jenis batuan (Gambar 10, 11) ditentukan oleh sifat-sifat fisik, daya hantar listrik, kandungan bahan-bahan elektrolit, muatan air yang dikandungnya, serta kekompakan batuan. Penafsiran lapisan tahanan jenis untuk masing-masing lengkung duga di daerah penelitian dapat disusun oleh lapisan tahanan jenis permukaan sampai kedalaman sekitar 300 meter (Tabel 1).

Lapisan tahanan jenis pertama yang mempunyai nilai antara 3 - 14 ohm meter ditemukan mulai dari permukaan hingga kedalaman 6 meter. Lapisan tahanan jenis ini merupakan tanah penutup hasil pelapukan batuan dan lumpur danau. Tanah hasil lapukan batuan pada umumnya terdapat di utara pada perbukitan bergelombang halus dan di daerah pedataran, sedangkan tanah lumpur danau terbentuk di daerah persawahan.

Lapisan tahanan jenis kedua mempunyai nilai antara 8 - 39 ohm meter, serta tersusun oleh batupasir lempungan yang berselang-seling dengan batupasir tufan dan batupasir. Lapisan tahanan jenis ini ditafsirkan sebagai akuifer dangkal. Di utara, BR 2 dan BR 2b (lintasan I) merupakan akumulasi air tanah dangkal. Zona tersebut mempunyai ketebalan hingga 50 m dan disusun oleh perselingan batuan. Semakin ke selatan, lapisan air cenderung membaji

dan menghilang. Sumber air tanah pada lintasan I berasal dari Gunung Manglayang di utara. Lapisan air tanah dalam pada lapisan tahanan jenis kedua ditemukan pada sumur duga BR 3b di selatan Ciparay pada kedalaman 30 meter. Lapisan air tersebut mempunyai nilai 16,7 ohm meter, dan terpisah dari lapisan air tanah dangkal di atasnya. Sumber air berasal dari Gunung Malabar. Lapisan air tanah yang sangat baik tampak pada lintasan II, yang mempunyai ketebalan sekitar 20 meter, dan pada kedalaman 10 hingga 20 meter mempunyai nilai antara 8 - 15,9 ohm meter. Lapisan air ini semakin menipis dan membaji ke utara, sehingga dapat dipastikan bahwa sumber air tanah pada lapisan tahanan jenis kedua ini bersumber dari daerah imbuh Gunung Malabar.

Lapisan tahanan jenis ketiga mempunyai nilai 28 - 551 ohm meter, terdiri atas perselingan breksi, aglomerat, tuf, dan lava. Batuan vulkanik ini pada lintasan I terdapat pada kedalaman 60 meter, dan membentuk lapisan yang membaji ke selatan. Pada BR 14 di daerah perbukitan Ujungberung utara, lapisan ini dapat diamati di permukaan berupa aglomerat. Pada kedalaman 30 meter, kurva tahanan jenis batuan ini menaik tajam hingga di kedalaman 300 meter mencapai nilai 551 ohm meter. Di kedalaman tersebut kurva tahanan jenis belum ada memperlihatkan akan mengecil. Karena itu diperkirakan bahwa batuan vulkanik tersebut masih terdapat di bawah kedalaman 300 meter. Korelasi dengan bor air (GTL 1973) di daerah Ujungberung pada kedalaman 35 meter menunjukkan bahwa aglomerat tersebut berupa selang-seling hingga kedalaman 150 meter. Batuan ini menerus ke selatan.

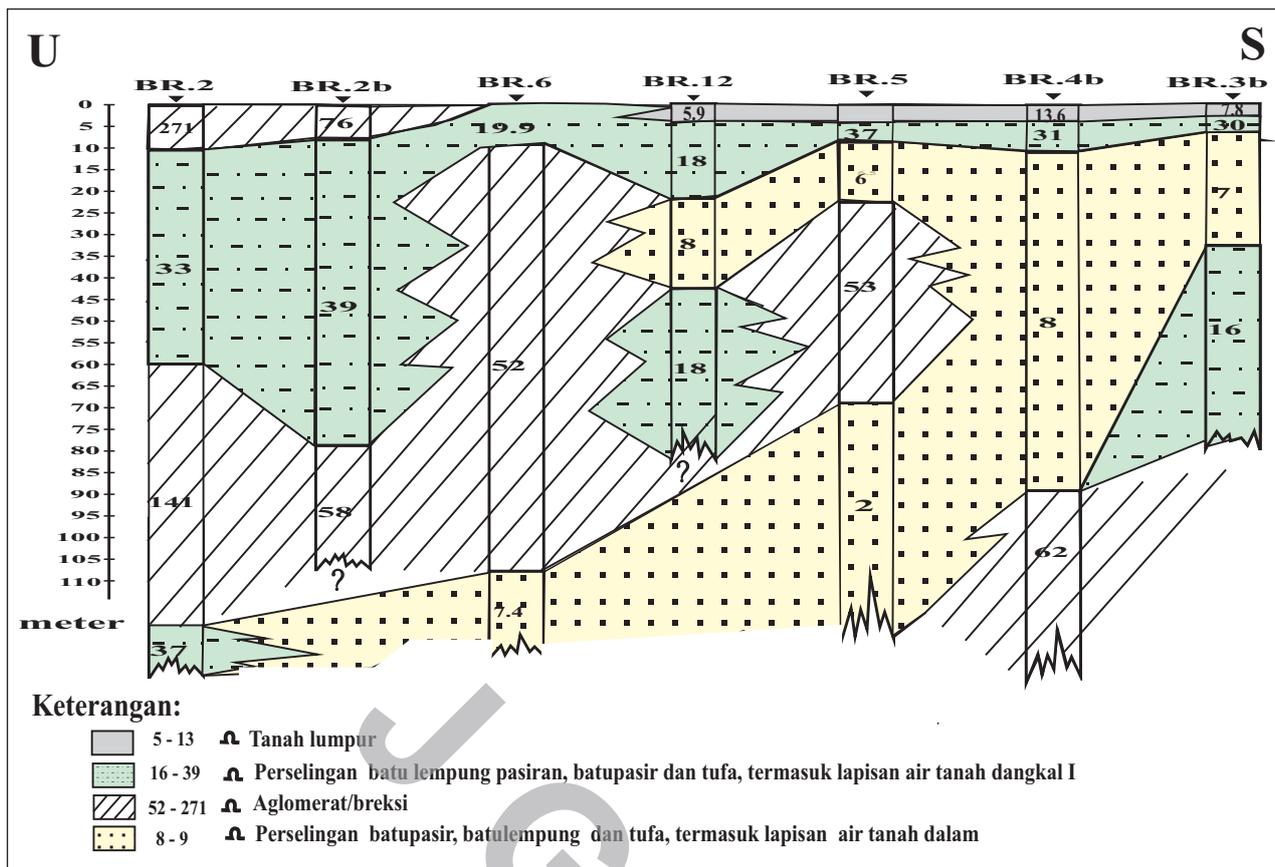
Lapisan tahanan jenis keempat mempunyai nilai 4 - 19 ohm meter terdiri atas perselingan batupasir dengan batulempung dan tufa. Lapisan ini merupakan jenuh air dan merupakan akuifer dalam berupa air tertekan (artesis). Pada lintasan I, lapisan air tanah tersebut membentuk perlapisan mulai dari kedalaman 25 m dan menyebar ke utara. Sumber air tersebut diduga dari selatan Gunung Malabar. Di lintasan II, kondisinya berbeda dengan lintasan I, di daerah Ujungberung pada lokasi BR 14 terdapat lapisan tipis pembawa air pada kedalaman 30 meter. Karena itu, daerah ini diduga merupakan corong masuknya air tanah dari Gunung Manglayang yang berasimilasi di daerah imbuan Cekungan Bandung Timur. Sumber air yang melimpah terdapat pada kedalaman 70 m berupa air tanah tertekan yang bersumber dari Gunung Malabar dan Gunung Manglayang.

## DISKUSI

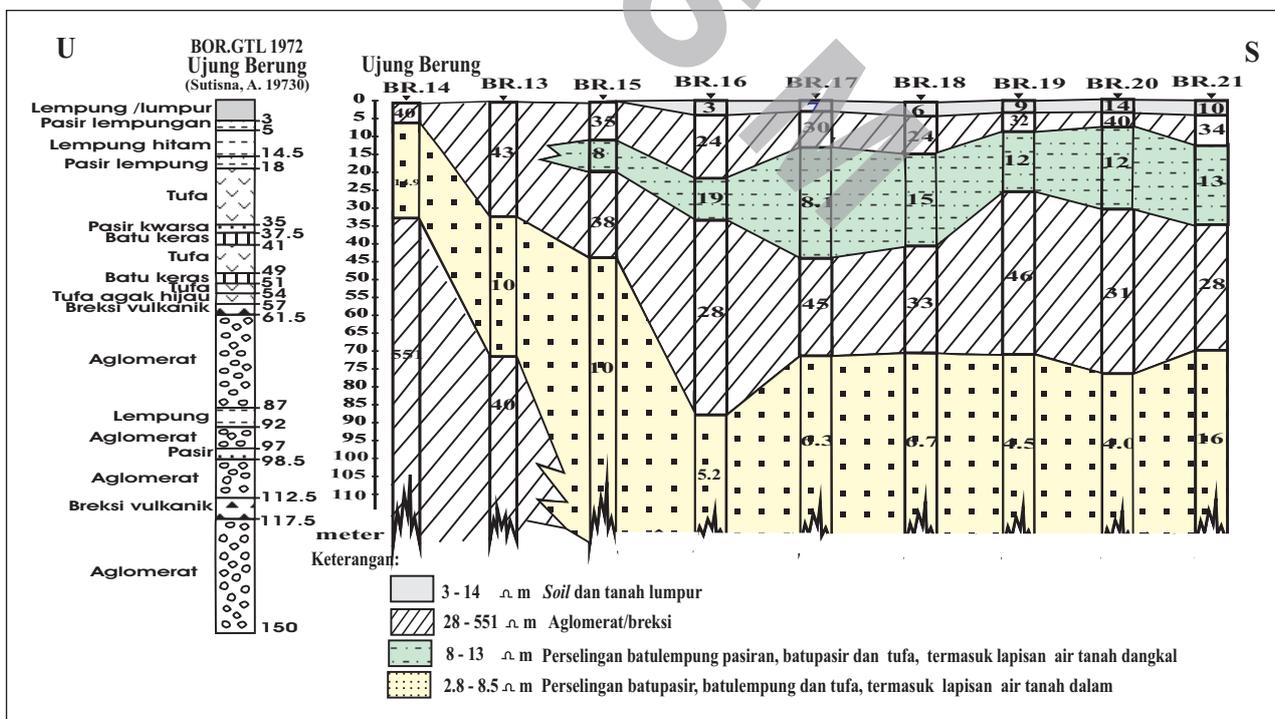
Korelasi pegamatan geologi permukaan dengan data gaya berat terhadap percontoh batuan No. 05 BT 197 B adalah andesit dan percontoh No. 05 BT 197A adalah andesit basaltis. Batuan ini tersingkap di selatan pertengahan Ciparay dan Dayeuhkolot. Intrusi batuan beku tersebut menyebabkan munculnya anomali Bouguer yang tinggi hingga 40 mgal. Anomali tersebut membentang dari selatan Gunung Malabar hingga ke utara Cicaheum dan memisahkan Cekungan Bandung Barat dengan Cekungan Bandung Timur. Lapisan Kuartar di daerah Cekungan Bandung Timur mempunyai anomali rendah dan rapat massa  $2,52 \text{ gr/cm}^3$  dengan ketebalan batuan hingga 1000 meter. Di daerah anomali tinggi ketebalan perlapisan batuan sedimen hanya berkisar 400-500 meter saja seperti terlihat pada penampang geolistrik lintasan II, BR 14.

Tabel 1. Tahanan Jenis Batuan Pada Lintasan Pengukuran I dan II Beserta Tafsirannya.

| Kisaran Tahanan Jenis (Ohm meter) | Kisaran Ketebalan (m) |      | Susunan Batuan  |
|-----------------------------------|-----------------------|------|---|
|                                   | I                     | II   |   |
| 3 - 14                            | 6                     | 6    | Soil dan tanah lumpur   |
| 8 - 39                            | 60                    | 25   | Selang-seling batupasir lempungan, batupasir tufan dan batupasir, merupakan akuifer dangkal |
| 28 - 551                          | 90                    | 80   | Agglomerat selang-seling breksi dan lava  |
| 4 - 19                            | > 30                  | > 40 | Batupasir selang-seling batulempung jenuh air, akuifer dalam                                |



Gambar 10. Sumur duga tahanan jenis air tanah lintasan I yang memperlihatkan lapisan air tanah dangkal berhubungan dengan air tanah dalam. Di beberapa tempat lapisan air tanah membentuk lensa.



Gambar 11. Sumur duga tahanan jenis air tanah lintasan II yang memperlihatkan lapisan air tanah dangkal tidak berhubungan dengan lapisan air tanah dalam, dan tersekat oleh batuan vulkanik (Sutisna, A., 1972).

Penampakan kurva tahanan jenis hingga kedalaman 300 meter dengan nilai 551 ohm meter masih diwakili oleh batuan aglomerat, dan tidak ada indikasi penurunan kurva tahanan jenis. Pada penampang gaya berat, nilai tahanan jenis tinggi tersebut terdapat pada batuan yang mempunyai rapat massa 2,52 gr/cm<sup>3</sup>. Oleh karena itu disimpulkan bahwa lapisan Kuarter mempunyai ketebalan lebih dari 300 meter. Anomali rendah ditandai dengan batuan yang kecil yang mengindikasikan bahwa daerah tersebut merupakan cekungan jenuh air. Akumulasi air tanah sebagai daerah imbuhan air terbentuk di tengah-tengah Cekungan Bandung Timur. Lapisan air tanah di cekungan tersebut dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu lapisan air tanah dangkal dan lapisan air tanah dalam.

Lapisan air tanah dangkal mempunyai ketebalan sekitar 30 meter, dan terletak pada kedalaman 10 meter hingga 40 meter yang dapat dilihat pada kurva tahanan jenis (Gambar 12). Model akuifer tipe ini hampir terdapat di seluruh wilayah kota Bandung. Lapisan tersebut tertutup oleh aglomerat yang sebarannya sangat luas di seluruh daerah Bandung. Air tanah dangkal tersebut ditemukan pada kedalaman 13 meter, tempat air sangat berlimpah dari pasir lepas berwarna hitam. Sumber air tanah dangkal pada lintasan ini adalah dari selatan Gunung Malabar atau Gunung Masigit karena pada penampang tidak terlihat adanya corong lapisan air dari Gunung Manglayang sebagai pintu masuknya air tanah ke lapisan ini.

Penampang geolistrik lintasan II (Gambar 11) menggambarkan lapisan akuifer dangkal dan dalam. Lapisan air tanah dalam jenuh air ditandai dengan nilai kecil hingga 4,5 ohm meter (Gambar 12), dan diduga tersusun oleh perselingan batuan. Pada penampang ini lapisan air tanah dalam dan lapisan air tanah dangkal tidak ada hubungannya satu sama lain. Akuifer tersebut disekat oleh lapisan aglomerat,

sehingga tidak terjadi pengisian lapisan air dari atas ke bawah. Adanya laporan kekeringan sumur pompa di beberapa pabrik tekstil diduga diakibatkan oleh air yang terbentuk hanya pada lensa-lensa atau kantong-kantong batupasir dengan sebaran litologi yang terbatas. Lagipula lapisan pembawa air disekat oleh batuan vulkanik, sehingga tidak ada suplai dari lapisan akuifer dangkal di atasnya. Hal tersebut sebenarnya dapat diketahui dari analisis air, seperti pemeriksaan isotop untuk penentuan umur air tersebut serta genesisnya. Kegagalan pemeriksaan isotop air tanah Cekungan Bandung Timur oleh BATAN Jakarta karena percontoh air telah terkontaminasi, sehingga air tidak dapat dianalisis untuk kepentingan tersebut di atas. Sumber air pada akuifer dalam berasal dari utara (Gunung Manglayang) dan dari selatan (Gunung Malabar). Walau demikian pada lintasan I terlihat adanya hubungan antara lapisan air tanah dangkal dengan lapisan air tanah dalam. Lapisan air tidak seluruhnya tersekat oleh batuan aglomerat, sehingga ada aliran air dari lapisan atas ke lapisan air di bawahnya. Dengan demikian, suplai air mencukupi apabila diambil. Walau demikian, kualitas air kemungkinan buruk.

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia Beberapa Percontoh Batuan Yang Diambil Dari Daerah Penelitian

| No Percontoh | Nama Batuan  | Unsur                          | Jumlah % | No Percontoh | Nama Batuan      | Unsur                          | Jumlah % |
|--------------|--------------|--------------------------------|----------|--------------|------------------|--------------------------------|----------|
| 05BT81       | Tufa andesit | SiO <sub>2</sub>               | 49,5     | 05 BTB       | Andesit vulkanik | SiO <sub>2</sub>               | 54,45    |
|              |              | TiO <sub>2</sub>               | 0,74     |              |                  | TiO <sub>2</sub>               | 0,58     |
|              |              | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17,3     |              |                  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 20,02    |
|              |              | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10,24    |              |                  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 9,24     |
|              |              | MnO                            | 0,15     |              |                  | MnO                            | 0,17     |
|              |              | CaO                            | 11,11    |              |                  | CaO                            | 7,14     |
|              |              | MgO                            | 6,8      |              |                  | MgO                            | 2,91     |
|              |              | Na <sub>2</sub> O              | 2,4      |              |                  | Na <sub>2</sub> O              | 3,28     |
|              |              | K <sub>2</sub> O               | 0,55     |              |                  | K <sub>2</sub> O               | 0,98     |
|              |              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,15     |              |                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,23     |
|              | LOI          | 1,79                           |          | LOI          | 0,80             |                                |          |

| No Percontoh | Nama Batuan | Unsur                          | Jumlah % | No Percontoh | Nama Batuan     | Unsur                          | Jumlah % |
|--------------|-------------|--------------------------------|----------|--------------|-----------------|--------------------------------|----------|
| 05BT197B     | Andesit     | SiO <sub>2</sub>               | 55,27    | 05 BTB       | Andesit Basalis | SiO <sub>2</sub>               | 57,2     |
|              |             | TiO <sub>2</sub>               | 0,69     |              |                 | TiO <sub>2</sub>               | 0,59     |
|              |             | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18,32    |              |                 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18,5     |
|              |             | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 8,03     |              |                 | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 8,0      |
|              |             | MnO                            | 0,14     |              |                 | MnO                            | 0,14     |
|              |             | CaO                            | 7,1      |              |                 | CaO                            | 5,1      |
|              |             | MgO                            | 3,72     |              |                 | MgO                            | 1,8      |
|              |             | Na <sub>2</sub> O              | 3,64     |              |                 | Na <sub>2</sub> O              | 3,2      |
|              |             | K <sub>2</sub> O               | 1,04     |              |                 | K <sub>2</sub> O               | 0,9      |
|              |             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,21     |              |                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,2      |
|              | LOI         | 1,76                           |          | LOI          | 3,9             |                                |          |

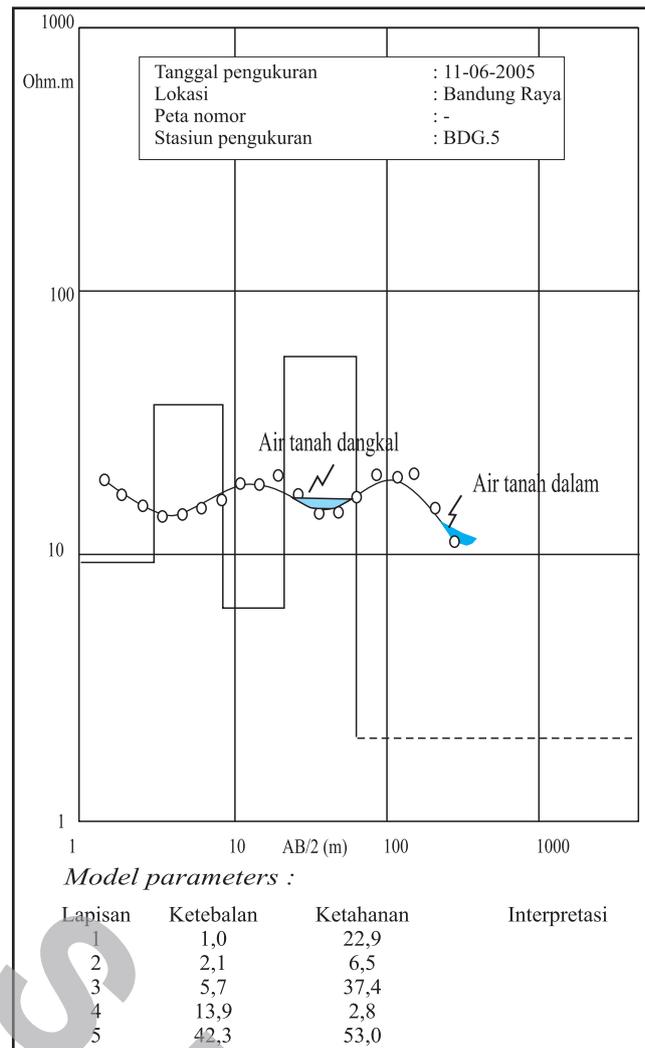
Analisis air oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung pada tahun 1973 di daerah Ujungberung menunjukkan nilai pH = 6,0 serta kadar K 23,2 mg/l, Na = 23,2 mg/l, Ca = 36,8 mg/l, Mg = 13,2 mg/l, SiO<sub>2</sub> = 74,0 mg/l, Fe = 0,1 mg/l, Mn = 1,4 mg/l, dan Cl = 7,4 mg/l. Kandungan Na, Ca, Mg, dan Si yang cukup tinggi mengakibatkan kualitas air di daerah ini tidak baik. Analisis unsur kimia batuan yang diambil di beberapa tempat menunjukkan bahwa kadar SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, dan MgO cukup tinggi (Tabel 2). Apabila batuan tersebut mengalami pelapukan, maka unsur-unsur tersebut di atas akan mempengaruhi kualitas air tanah di daerah sekitarnya.

## KESIMPULAN

- Anomali Bouguer tinggi antara 20 hingga 44 mgal ditafsirkan sebagai tinggian batuan beku dan vulkanik. Anomali Bouguer rendah antara 8 hingga 20 mgal merepresentasikan Cekungan Bandung Timur.
- Dataran Tinggi Bandung dibagi ke dalam dua cekungan, yaitu Cekungan Bandung Barat dan Cekungan Bandung Timur. Cekungan Bandung Timur ditandai dengan anomali Bouguer 10 mgal. Kedua cekungan ini dipisahkan oleh tinggian anomali Bouguer >30 mgal yang memanjang mulai dari selatan Gunung Malabar hingga ke utara Ujungberung.
- Ketebalan lapisan Kuartar pada penampang gaya berat adalah 600 meter. Hal tersebut berhubungan dengan nilai tahanan jenis sebesar 551 ohm meter yang mengindikasikan perselingan batuan vulkanik Kuartar.
- Lapisan air tanah dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian yaitu lapisan air tanah dangkal dan lapisan air tanah dalam.

Lapisan air tanah dangkal memiliki kedalaman dan ketebalan yang sangat bervariasi dengan nilai tahanan jenis 16 hingga 39 ohm meter. Pada lintasan II, lapisan air tanah dangkal terdapat pada kedalaman rata-rata 13 meter. Akuifer tipe ini hampir terdapat di seluruh wilayah kota Bandung.

Lapisan air tanah dalam dijumpai pada kedalaman 75 hingga 100 meter dengan nilai 2,8 hingga 8,5 ohm meter. Lapisan ini jenuh air.



Gambar 12. Kurva tahanan jenis lengkung duga baku yang memperlihatkan lapisan air tanah dangkal 6,5 ohm meter dan air tanah dalam 2,8 ohm meter.

- Air tanah dangkal pada lintasan I terdiri atas dua lapisan. Lapisan pertama bersumber dari utara (Gunung Manglayang) dan dari selatan (Gunung Malabar). Lapisan kedua berasal dari selatan (Gunung Malabar). Air tanah dalam pada lintasan II berasal dari selatan (Gunung Malabar) dan utara (Gunung Manglayang), membentuk imbuan air tanah yang melimpah, dan membaji ke utara.
- Lapisan penyekat antara air tanah dangkal dan air tanah dalam ditandai dengan nilai tinggi hingga 551 ohm meter dan disusun oleh perselingan aglomerat, breksi, dan tufa. Pada lintasan II, akuifer tersebut tidak berhubungan satu sama lain karena dipisahkan oleh lapisan penyekat batuan vulkanik.

- Analisis kimia pada tuf vulkanik dan breksi andesit menunjukkan bahwa kadar  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{MgO}$  cukup tinggi. Sebagaimana juga ditunjukkan oleh hasil analisis air daerah Ujungberung yang dilakukan oleh Direktorat Geologi Tatalingkungan bahwa pelapukan batuan telah mencemari kualitas air tanah di daerah ini
- Gawir pada anomali Bouguer mengindikasikan bahwa daerah yang turun adalah bagian selatan, sedangkan pengamatan geologi menunjukkan daerah yang turun adalah bagian utara. Perbedaan tersebut kemungkinan diakibatkan oleh adanya massa yang besar di utara sesar

Lembang sebagai penyebab terbentuknya anomali tinggi di daerah tersebut, sehingga pengukuran gaya berat semidetil di utara sangat diperlukan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya tulisan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Kepala Pusat Survei Geologi Dr. Ir. Djadjang Sukarna, serta semua pihak yang telah membantu hingga karya tulis ini dipublikasikan. Penulis menyadari bahwa tulisan ini belum sempurna tapi berharap pada masa yang akan datang akan lebih baik.■

#### ACUAN

- Sampurno, 1981. Geologi Pendukung dan Pembatas Pengembangan Bandung Raya. *Proceeding PIT X Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Bandung 8 - 10 Desember 1981.*
- Sutisna, A. 1972. Laporan Proyek Pemboran air di Kompleks Patal Cipadung Ujungberung, Bandung. Direktorat Geologi (Tidak diterbitkan).
- Soetrisno, S. dan Deny Juanda, P. 1993. Kontribusi Hidrogeologi dalam Penentuan Kawasan Lindung Airtanah. *Dipresentasikan pada PIT IAGI ke 22 di Bandung, 6 - 9 Desember (Proceeding).*
- Silitonga, P.H. 1973. *Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa, skala 1:100.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

Naskah diterima : 19 Oktober 2006

Revisi terakhir : 15 April 2007