

PENYELIDIKAN GEOLISTRIK DAN HEAD ON DI DAERAH PANAS BUMI SAMPURAGA, MANDAILING NATAL – SUMATERA UTARA

Oleh :

Sri Widodo¹, Bakrun¹, Dede Iim¹

¹Kelompok Kerja Penelitian Panas Bumi

SARI

Daerah panas bumi Sampuraga secara administratif berada di wilayah Kecamatan Panyabungan Barat, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. Beberapa gejala keberadaan sistem panas bumi di daerah ini ditandai dengan pemunculan fumarol di Sirambas dengan temperatur sebesar 97.0 °C serta mata air panas di lokasi Sirambas (temperatur 97 - 100.8 °C) dan Longat (temperatur 42 °C).

Daerah panas bumi Sampuraga ini terbentuk dalam zona depresi yang memiliki banyak struktur geologi (kekar dan sesar). Pemunculan sistem panas bumi disini dipicu oleh adanya terobosan sebagian magma ke permukaan dan menghasilkan tubuh intrusi dasit sebagai sumber panas (*heat source*), yang melalui sesar normal Sirambas fluida panas bumi bergerak mencapai permukaan. Reservoir panas bumi yang berdaya lulus (*permeable*) cukup baik, berkembang pada batuan vulkanik Tersier, metavulkanik serta metasedimen pada kedalaman antara 600 sampai 2000 m, yang ditunjukkan dengan zona tahanan jenis > 40 ohm-meter, seluas sekitar 10 km². Zona prospek panas bumi Sampuraga ini terletak pada daerah depresi dan di batasi oleh sesar normal Sirambas dan Longat berarah barat-laut-tenggara (N115°E – N125°E).

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu kabupaten baru di Provinsi Sumatera Utara, Kabupaten Mandailing Natal sedang mengembangkan semua potensi yang ada di wilayahnya, seperti bidang industri, perdagangan, pertanian, perikanan, pertambangan, dan sebagainya. Untuk menunjang usaha tersebut, tentunya dibutuhkan pasokan energi listrik yang cukup besar terutama untuk kebutuhan listrik pedesaan dan industri. Sementara ini, kebutuhan energi listrik di Sumatera Utara disuplai dari PT. PLN Cabang Padang Sidempuan, Provinsi Tapanuli Selatan.

Energi panas bumi merupakan salah satu solusi untuk mengatasi kebutuhan energi pembangkit listrik tersebut. Selain tersedia di wilayah Mandailing Natal, energi panas bumi juga ramah lingkungan dibanding dengan energi lainnya. Usaha pemanfaatan energi panas bumi ini dimulai dengan menginventarisasi kekayaan/potensi panas bumi wilayah tersebut dengan melakukan berbagai kegiatan penyelidikan geosains.

Penyelidikan geosains di wilayah Mandailing

Natal dilakukan untuk mengetahui penyebaran daerah prospek dan potensi energi panas bumi daerah tersebut dengan berbagai metode penyelidikan, yang diantaranya adalah penyelidikan geolistrik dan head on. Metode ini dianggap dapat digunakan untuk memetakan sebaran sifat fisik batuan bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikkannya (tahanan jenis) baik sebaran lateral maupun vertikal.

Daerah penyelidikan panas bumi Sampuraga secara administratif berada di wilayah Kecamatan Panyabungan Barat, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara, dan secara geografis terletak pada koordinat antara 99°29'7,15" - 99°30'44,24" BT dan 0°45'36" - 0°52'39,39" LU (Gambar 1).

Daerah penyelidikan dapat dicapai dengan menggunakan pesawat udara rute Jakarta-Medan/Padang, selanjutnya menggunakan kendaraan roda empat menuju lokasi penyelidikan dengan waktu tempuh antara 8-10 jam.

MEKANISME PEMBENTUKAN SISTEM PANAS BUMI

Pada Kala Pliosen-Plistosen terjadi aktivitas vulkanik yang menghasilkan beberapa struktur sesar di daerah penyelidikan. Sesar-sesar ini membentuk sesar tangga (*graben*) yang pembentukannya satu periode dengan sesar besar Sumatera. Sesar Sirambas sebagai salah satu sesar normal pada daerah ini telah memicu terjadinya terobosan sebagian magma ke permukaan dan menghasilkan tubuh intrusi dasit. Tubuh magma inilah yang kemudian diperkirakan sebagai sumber panas (*heat source*) yang memiliki sisa panas dari dapur magma.

Daerah Sampuraga yang berada pada zone depresi dengan banyak struktur geologi (kekar dan sesar) yang berkembang menjadikan daerah ini memiliki kemampuan untuk meloloskan air permukaan (*meteoric water*) ke bawah permukaan. Sebagian air meteorik tersebut kemudian berinteraksi dengan fluida magmatik dan gas-gas vulkanik yang berasal dari tubuh magma dan terjadi rambatan panas yang menghasilkan fluida panas. Fluida panas yang terbentuk kemudian terakumulasi dalam lapisan reservoir, yaitu suatu zona yang berdaya lulus terhadap fluida (*permeable*) sebagai akibat dari banyaknya rekahan yang berkembang pada batuan vulkanik Tersier, metavulkanik serta metasedimen.

Interaksi antara fluida panas yang tersimpan dalam reservoir dengan batuan di atasnya (sekitarnya) menghasilkan batuan ubahan (alterasi) yang bersifat kedap air (*impermeable*) yang disebut dengan batuan penudung (*cap rock*). Batuan penudung inilah yang menyebabkan pergerakan fluida panas yang terdapat di lapisan reservoir tertahan untuk sampai ke permukaan.

SEBARAN MANIFESTASI PANAS BUMI

Manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan terdiri dari mata air panas, sumur bor air panas, dan fumarol yang tersebar di tiga daerah, yaitu di Desa Sirambas, Longat, dan Desa Roburan Lombang. Penamaan dan pengelompokan manifestasi panas bumi berdasarkan pada tempat atau lokasi keberadaan manifestasi tersebut, seperti akan dibahas di bawah ini. Manifestasi

panas bumi di Desa Sirambas terdiri dari satu fumarol Sampuraga-1 dan tiga mata air panas Sampuraga-2, Sampuraga-3, dan Sampuraga-4.

Fumarol Sampuraga terdapat di kompleks wisata Sampuraga, pada koordinat UTM 559.250 mT dan 90.247 mU yang terdapat pada satuan batuan aliran piroklastik (Qap) dengan temperatur sebesar 97.0 °C dan pH sebesar 3.4, serta sedikit berbau belerang.

Mata air panas Sampuraga (Sampuraga-2, 3 dan 4) muncul di pinggir Sungai Sirambas, (sekitar Komplek wisata Sampuraga), pada koordinat UTM 559.251 - 558.734 mT dan 90.154 - 90.384 mU. Muncul dari endapan aluvium dan memperlihatkan temperatur 97 - 100.8 °C dengan pH sebesar 6.8 - 7.7, dan debit 1.0 - 4.0 l/detik, serta dijumpai sinter karbonat.

Mata air panas Longat berada di Bukit Sababatu, Desa Longat yang muncul pada satuan batuan aliran piroklastik pada koordinat UTM 557.354 mT dan 90.234 mU. Temperatur sebesar 42 °C, dengan pH = 7.01, dan debit sebesar 0.5 l/detik dan terdapat sinter karbonat.

SEBARAN TAHANAN JENIS HORIZONTAL

Tahanan jenis semu yang terukur di daerah panas bumi Sampuraga memiliki nilai yang cukup bervariasi yakni berkisar antara 2 Ohm-m sampai dengan 1000 Ohm-m. Nilai tahanan jenis semu di daerah ini dikelompokkan menjadi empat kelompok (lihat Gambar 2), yaitu :

- a. lebih kecil dari 10 Ohm-m,
- b. antara 10 - 20 Ohm-m,
- c. antara 20 - 100 Ohm-m, dan
- d. lebih besar dari 100 Ohm-m.

Secara umum kelompok tahanan jenis rendah (<10 Ohm-m) terdapat pada semua bentangan AB/2, pada bentangan AB/2=250 m kelompok ini menyebar dari sekitar air panas Sirambas ke arah tenggara (ke arah air panas Roburan). Pada bentangan AB/2=500 m sebaran kelompok ini melebar ke arah barat daya yaitu ke arah air panas Longat, sedangkan pada bentangan AB/2=750 dan 1000 m, zona ini menyebar ke arah timur laut. Kelompok tahanan jenis semu rendah < 10 Ohm-m ini, diperkirakan berasosiasi dengan batuan

yang berubah dan berpotensi menjadi batuan penudung.

Kelompok nilai tahanan jenis antara 10 – 20 Ohm-m dan 20 – 100 Ohm-m melapis di sebelah luar zona tahanan jenis rendah terutama di bagian timur, utara, barat dan barat daya. Sama dengan kelompok tahanan jenis rendah, kelompok ini bertambah luas sejalan dengan bertambahnya bentangan AB/2. Kelompok tahanan jenis tinggi > 100 Ohm-m hanya dijumpai pada bentangan AB/2=250 m pada bagian barat daya, yang berasosiasi dengan lava andesit porfiri di sekitar Gunung Sihire-hire. (Gambar 2)

SEBARAN TAHANAN JENIS VERTIKAL

Secara umum, penyebaran nilai tahanan jenis sebenarnya dikelompokkan menjadi empat kelompok tahanan jenis (Lihat Gambar yaitu:

- a) Kelompok tahanan jenis rendah rendah < 10 Ohm-m. Lapisan ini diperkirakan merupakan aquifer air tanah.
- b) kelompok tahanan jenis sedang antara 10 – 40 Ohm-m yang diperkirakan berasosiasi dengan batuan sedimen, dan
- c) Kelompok tahanan jenis tinggi > 40 Ohm-m berasosiasi dengan lava andesit porfiri.

Lapisan paling teratas ditutupi oleh soil/tanah mempunyai tahanan jenis antara 10 – 40 Ohm-m mencapai tebal 50 m. Di bawahnya, terdapat kelompok tahanan jenis rendah yang diasumsikan sebagai lapisan kedudayang diduga berfungsi sebagai lapisan penudung pada sistem panas bumi Sampuraga. Lapisan ini tersebar dari mulai kedalaman 100 m di bawah permukaan tanah sampai kedalaman 750 m di bawah permukaan tanah. Lapisan di bawahnya adalah kelompok tahanan jenis tinggi (> 40 Ohm-m) yang diperkirakan sebagai lapisan reservoir. Puncak dari lapisan reservoir ini berada pada kedalaman 600 – 700 m di bawah permukaan tanah.

Pada penampang ini diperkirakan terdapat satu buah struktur yang mengontrol munculnya mata air panas di permukaan. Beberapa kelurusan/struktur yang memotong penampang tahanan jenis sebenarnya terdapat pada titik-titik ukur D-3500, E-4000, F-3100, F-3600, dan F-4100 (lihat Gambar 3, 4, 5, dan 6).

ANALISIS STRUKTUR HEAD-ON

Perpotongan nilai tahanan jenis ($\rho_{AC}-\rho_{AB}$) dan ($\rho_{BC}-\rho_{AB}$) di sekitar titik ukur H-500 memiliki kemiringan sekitar 80° ke arah timurlaut dan di sekitar titik ukur H-1800 memiliki kemiringan sekitar 75° ke arah baratdaya kedua titik perpotongan ini diduga merupakan struktur sesar (Gambar 7).

Perpotongan pada lintasan I dijumpai di titik ukur I-1800 yang diperkirakan sebagai struktur dengan kemiringan yang relatif tegak lurus (Gambar 8).

Penarikan garis yang melalui titik potong H-1800 dan I-1800 membentuk kelurusan/struktur yang berarah N115°E (barat laut – tenggara) serta memotong mata air panas Sampuraga (Sirambas) dengan kemiringan antara 75 – 85° ke arah barat daya. Penarikan garis yang melalui titik potong H-500 dan I-400 membentuk kelurusan/struktur yang berarah N125°E (barat laut – tenggara) serta memotong mata air panas Longat dengan kemiringan antara 70 – 75° ke arah timur laut (Gambar 9).

DISKUSI

Nilai tahanan jenis yang rendah di daerah panas bumi Sampuraga diduga disebabkan dua hal. Pertama disebabkan oleh adanya batuan aluvial yang tersebar di dekat permukaan tanah. Kedua disebabkan oleh adanya pengaruh panas bumi yang mengakibatkan batuan berubah (alterasi). Sebaran batuan yang teralterasi menunjukkan adanya pengaruh panas bumi sehingga sebarannya dianggap (diasumsikan) sama dengan sebaran prospek panas bumi. Berdasarkan data yang diperoleh, zona tahanan jenis rendah ini tersebar di sekitar mata air panas Sampuraga dan melebar ke arah air panas longat (Desa Longat) serta meluas ke arah tenggara yang kemungkinan bersambung dengan prospek Roburan. Luas daerah prospek bertahanan jenis rendah tersebut diperkirakan mencapai luas 7 km².

Lapisan yang diduga sebagai lapisan penudung adalah lapisan dengan nilai tahanan jenis rendah < 10 Ohm-m. Lapisan ini berada pada kedalaman antara 200 – 500 m di bawah permukaan tanah dengan ketebalan bervariasi antara 400 – 700 m. Lapisan yang diduga sebagai reservoir berada di

bawah lapisan penudung yang ditandai dengan nilai tahanan jenis tinggi > 40 Ohm-m. Puncak dari lapisan ini berada pada kedalaman yang bervariasi dari 600 – 900 m di bawah permukaan tanah.

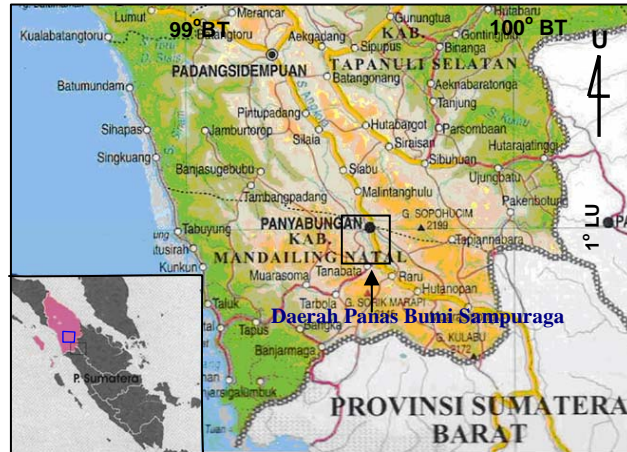
Pemunculan manifestasi yang berupa fumarol dan mata air panas di Sirambas dikontrol oleh struktur yang kemungkinan berupa sesar yang berarah N115°E (barat laut–tenggara) dengan kemiringan antara 75 – 85° ke arah barat daya. Dan pemunculan mata air panas Longat dikontrol oleh struktur yang berarah N125°E (barat laut – tenggara) dengan kemiringan antara 70 – 75° ke arah timur laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

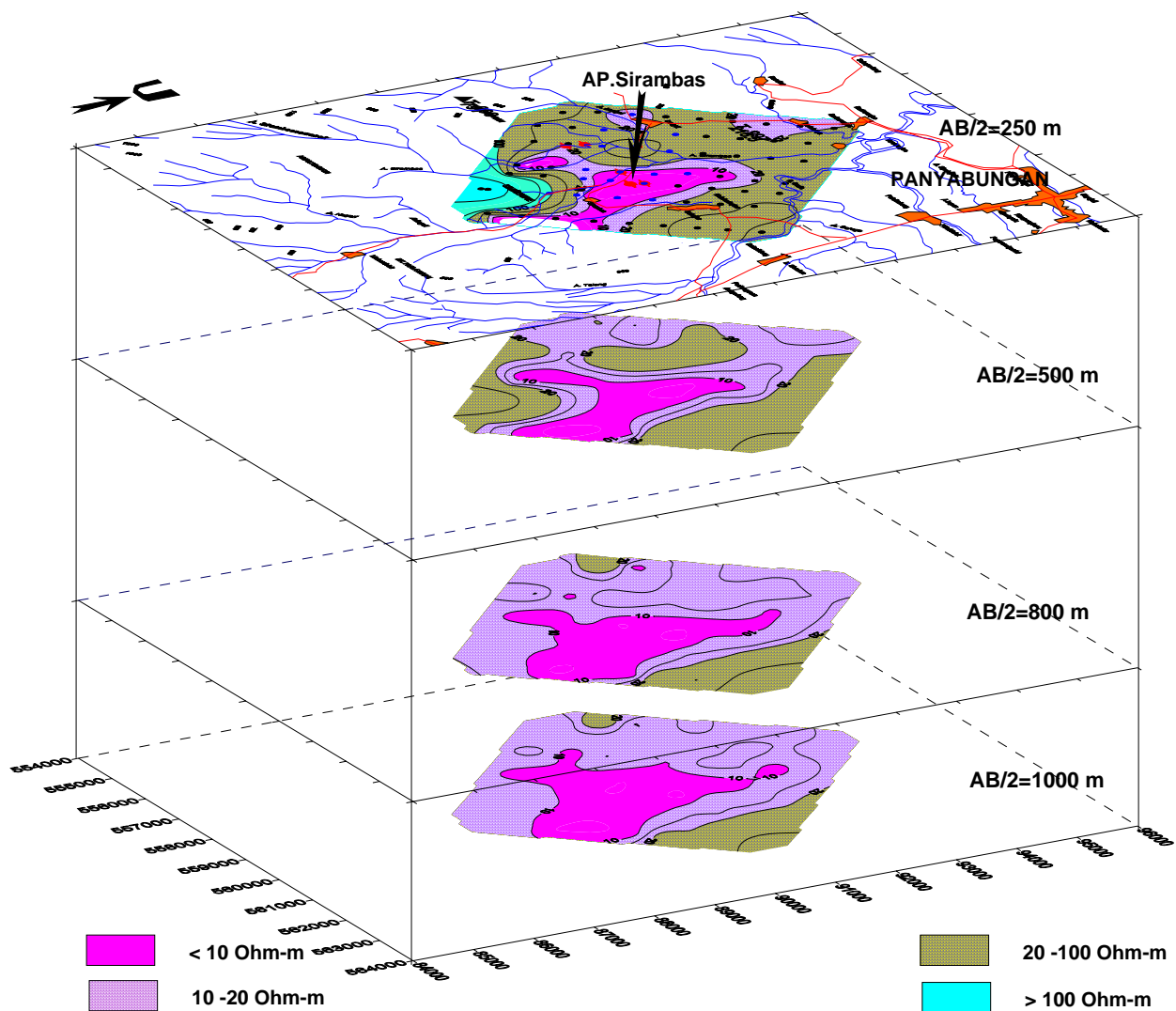
Terima kasih penulis sampaikan kepada para pejabat di Pusat Sumber Daya Geologi dan Badan Geologi yang telah mengizinkan penulis untuk menggunakan data panas bumi Sampuraga, dan panitia Kolokium yang memuat makalah ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada anggota tim penyelidikan panas bumi Sampuraga, telah bekerja secara serius dan bertanggung jawab.

DAFTAR ACUAN

- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. The Hague. Netherlands.
- Dobrin , M.B., 1988. *Introduction to Geophysical Prospecting*. McGraw Hill, New York.
- Yohana, T., 2003, *Program Resist 2003 : Pemodelan geolistrik 1-Dimensi*

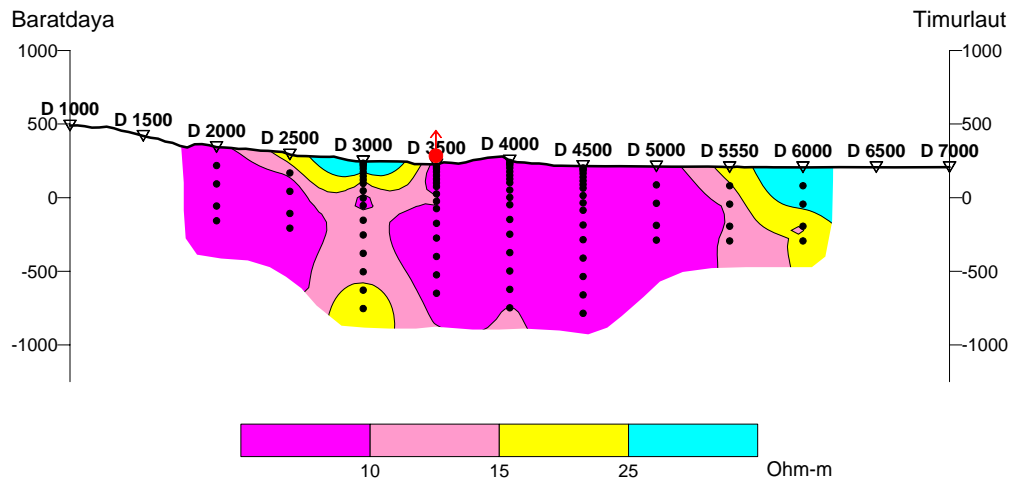


Gambar 1. Peta indeks daerah panas bumi Sumpuragi

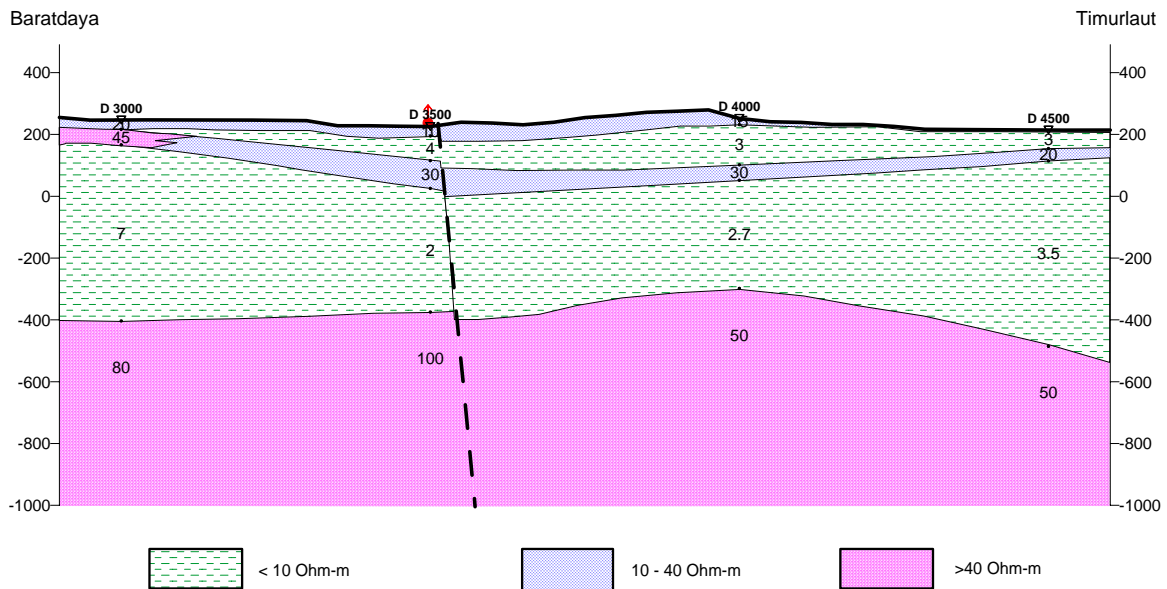


Gambar 2. Peta Tahanan Jenis AB/2=250 s.d 1000 m Daerah Panas Bumi Sumpuragi

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN 2007
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI

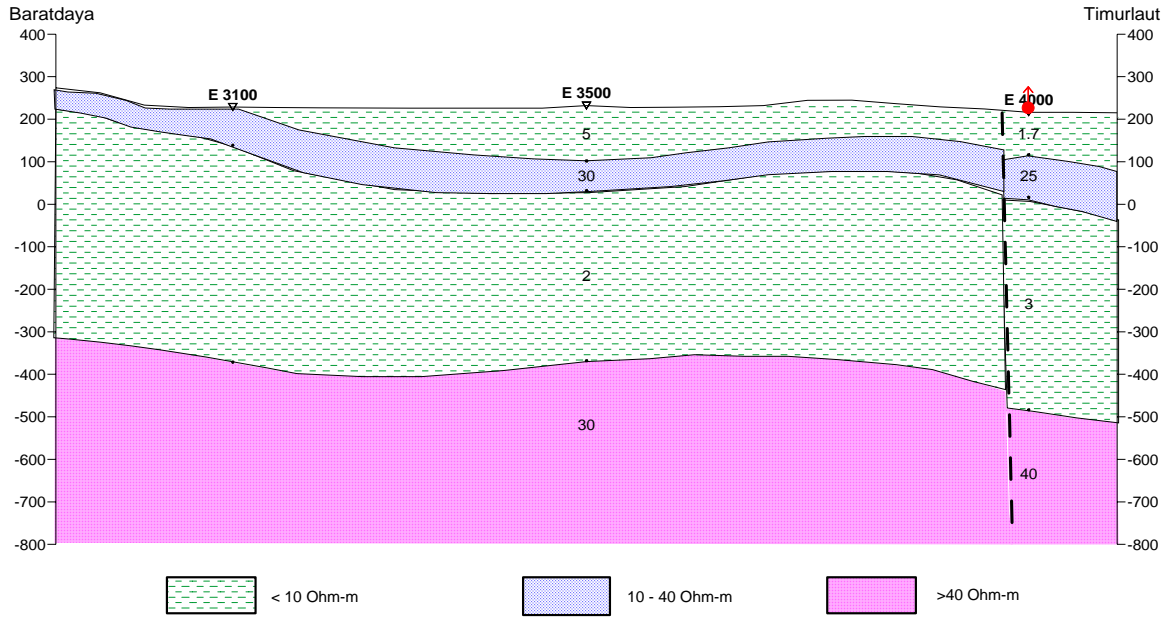


Gambar 3. Penampang tahanan jenis semu lintasan D

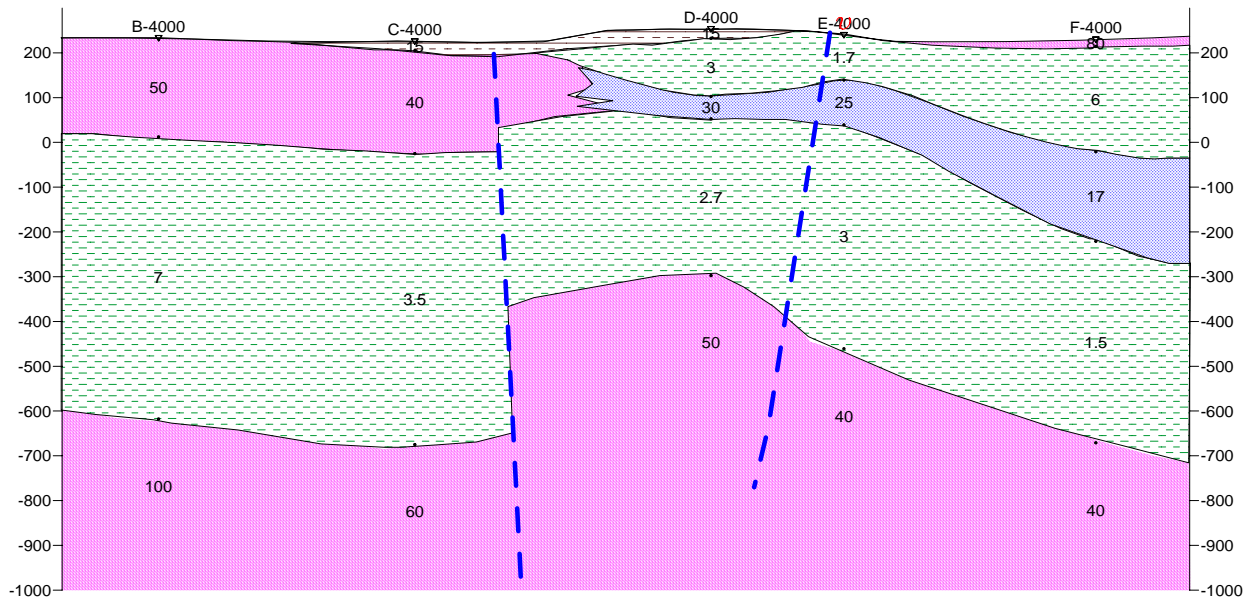


Gambar 4. Penampang tahanan jenis sebenarnya lintasan D

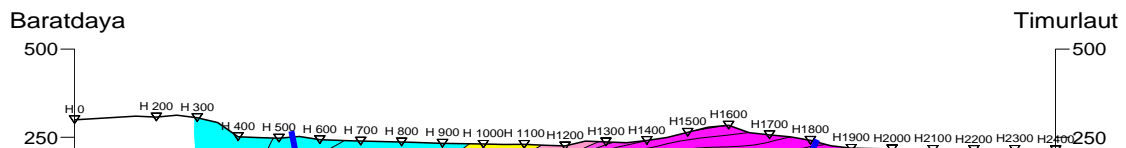
PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN 2007
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



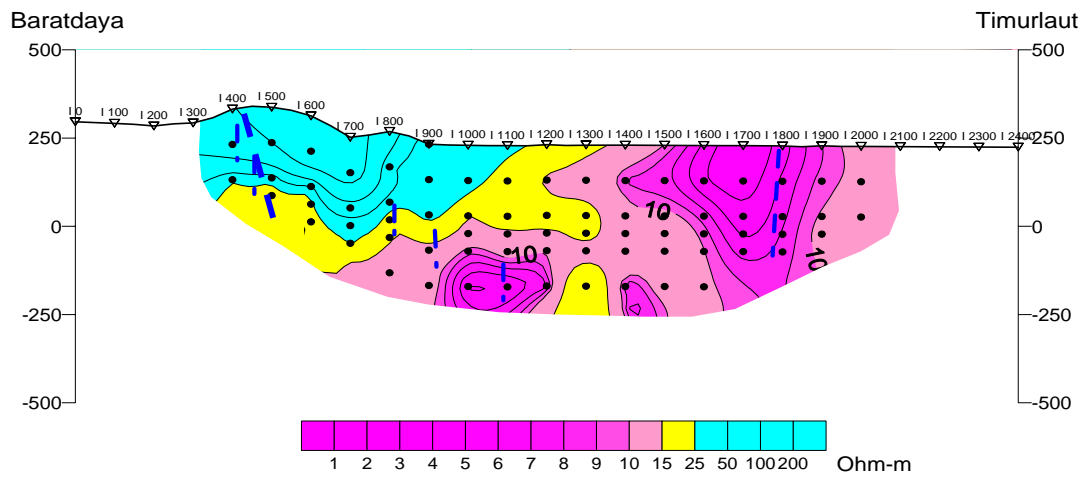
Gambar 5. Penampang tahanan jenis sebenarnya lintasan E



Gambar 6. Penampang tahanan jenis sebenarnya memotong titik ukur B4000, C4000, D4000, E4000, dan F4000



Gambar 7. Penampang tahanan jenis semu dan struktur head-on lintasan H



Gambar 8. Penampang tahanan jenis semu dan struktur head-on lintasan I

