

PENYELIDIKAN GEOLISTRIK DAERAH PANAS BUMI DOLOK MARAWA, KABUPATEN SIMALUNGUN, PROPINSI SUMATERA UTARA

A.Zarkasyi, Ir Bakrun, dan Sri Widodo

Kelompok Program Penelitian Panas Bumi

ABSTRAK

Manifestasi yang dijumpai di lokasi penyelidikan adalah berupa mata air panas Tinggi Raja, Bahbotala, Partula-tula1, Partula-tula2, Lakparan, Bahwan, Panggaruan dengan temperatur antara 36,4 - 66,5 °C. Sebaran tahanan jenis memperlihatkan suatu zona rendah < 50 Ωm yang melingkupi kompleks manifestasi Tinggi Raja, Partula-tula mulai bentangan AB/2=250 sampai dengan AB/2=1000. dengan sebaran tahanan jenis berarah baratlaut-tenggara.

Pada pendugaan tahanan jenis, umumnya lapisan permukaan mempunyai tahanan jenis antara 700-1200 Ωm, kemudian tahanan jenis berikutnya mempunyai nilai 35-100 Ωm diduga batuanannya adalah jatuhannya piroklastik Toba, dan tahanan jenis 6-32 Ωm, dan sebagai lapisan penutup yang diduga sebagai reservoir adalah tahanan jenis 80-100 Ωm.

Hasil korelasi dari beberapa penampang dari hasil interpretasi curva sounding diperoleh top reservoir pada kedalaman 600 meter.

Nilai tahanan jenis rendah <50 Ωm merupakan zona prospek di daerah ini berada di sekitar kompleks manifestasi Tinggi Raja, dengan luas sekitar 5.5 km², temperatur bawah permukaan 180 °C, maka diperoleh Potensi panas bumi terduga sebesar 38 MWe.

1. PENDAHULUAN

Secara administratif, daerah penelitian panas bumi Dolok Marawa berada di wilayah, Kecamatan Silau Kahean, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Luas ± 14 x 12 km², koordinat geografis antara 98°44'46'' - 98°52'02'' BT dan 3°5'49'' - 3°12'03'' LS (Gambar 1.1).

Daerah penyelidikan dapat dicapai dengan rute perjalanan Bandung / Jakarta - Medan menggunakan pesawat udara, dilanjutkan Medan-Tebing Tinggi atau Padang Sidempuan - Dolok Marawa

2. TINJAUAN GEOLOGI DAN GEOKIMIA

2.1 Geologi dan Geokimia

Stratigrafi daerah penyelidikan terdiri dari 7 satuan batuan, urutan dari tua ke muda adalah: Satuan Batugamping Bahbotala (Tgb), Andesit Gunung Sipapagus (Qls), Andesit Gunung Bahtopu (Qlb), Aliran Piroklastik Toba (Qat), Jatuhannya Piroklastik Toba (Qjt), Travertin (Qtr) dan Aluvium (Qa)

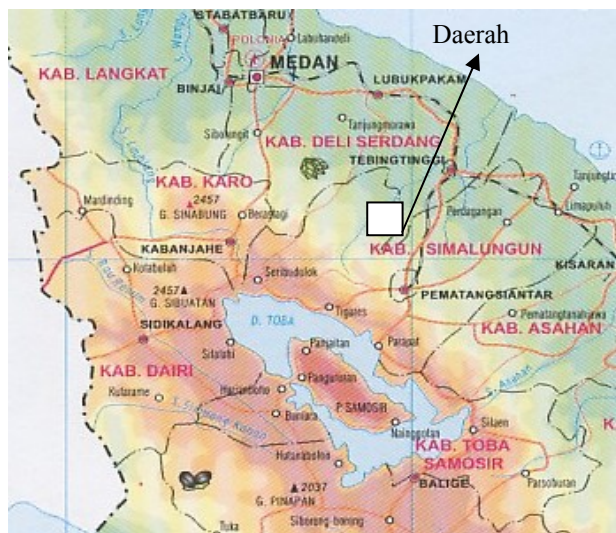
Struktur geologi daerah penyelidikan dicerminkan kelurusan (*lineament*) tofografi dan kerucut gunungapi, paset segitiga, gawir sesar,

kekar/ *joint*, *off-set* batuan, breksiasi dan mata air panas.

Sesar Bahtopu dan Sesar Bahbotala merupakan zona sesar berarah N 320-325° E, menyebabkan kemunculan beberapa mata air panas bersuhu 36,4 - 66,5 °C, dan endapan *travertine* (sinter karbonat).

Fluida panas di kedalaman Dolok Marawa diindikasikan oleh munculan mata air panas Tinggi Raja, Partulatula, Balakbak, Bahoan, Lakparan and Bahbotala yang mempunyai suhu antara 36,4 - 66,5 °C, dengan pH normal (6.57 - 7.63), dan debit antara 5 - 20 l/menit. Manifestasi panas berada pada lingkungan batuan vulkanik dan batugamping Tersier, yang berasosiasi dengan beberapa struktur mengarah N 320 - 330° E.

Beberapa air panas bertipe Klorida, sedangkan sebagian lagi bertipe Klorida bikarbonat, namun mata air panas Bahbotala mempunyai tipe Bikarbonat. Estimasi suhu fluida bawah permukaan yang mengaplikasikan formula Na - K Fournier, 1981 dan Giggenbach, 1988, *Silica conductive cooling*, and gas geothermometer mendapatkan dugaan temperatur di reservoir sebesar ± 180 °C.



Gambar 1 Lokasi Daerah Penyelidikan

2.2 Keadaan Daerah

Keadaan iklim di Kabupaten Simalungun bertemperatur sedang, suhu tertinggi terdapat pada bulan April dan Mei dengan rata - rata $25,9^{\circ}$ C. rata - rata suhu udara tertinggi per tahun adalah $32,1^{\circ}$ C, dan suhu terendah 20° C.

Di area penyelidikan juga terdapat kawasan cagar alam lindung dengan luas 14 km². Daerah hutan ini diawasi cukup ketat oleh Departemen kehutanan.

Kebutuhan listrik di Kabupaten Simalungun dipasok oleh PT. PLN (Persero), wilayah II Pematang Siantar sebagai produsen penyuplai energi listrik kepada pelanggan konsumen listrik.. Dari 30 kecamatan yang ada secara keseluruhannya telah mendapat penerangan listrik dengan jumlah pelanggan mencapai 120.671

3. PENYELIDIKAN GEOLISTRIK DAN HEAD ON

Pengukuran tahanan jenis di daerah penyelidikan dilakukan pada 5 lintasan. (A, B, C, D, dan E) berarah baratdaya-timurlaut) melingkupi kompleks manifestasi air panas Tinggi Raja (lintasan C), mata air panas Partula-tula (lintasan D) dan mata air panas Bahbotala (lintasan B).

Penyelidikan meliputi pemetaan tahanan jenis pada 5 lintasan, 7 titik pendugaan tahanan jenis dan Head On untuk mengetahui kemiringan struktur pada lintasan B dan C.

Data yang dihasilkan berupa peta sebaran tahanan jenis semu untuk bentangan AB/2 250, 500, 800 dan 1000 meter. Penampang tahanan jenis semu

tiap lintasan, penampang pendugaan tahanan jenis dan Head On

3.1 Mapping

3.1.1 Peta Tahanan Jenis Semu

Nilai tahanan jenis semu berkisar antara 9 – 900 Ω m. Peta sebaran tahanan jenis semu AB/2=250 (Gambar 2) memperlihatkan sebaran tahanan jenis rendah < 25 Ω m yang melingkupi kompleks manifestasi Tinggi Raja (C-3000) kemudian melidah ke arah tenggara sampai titik D-3000 di sekitar lokasi mata air panas Partula-tula. Tahanan jenis rendah juga terdapat di barat daya antara titik C-1250 dan C-1500. Nilai tahanan jenis 25-50 Ω m juga membentuk lidah dengan arah baratlaut-tenggara memotong tengah lintasan A sampai D.

Pola sebaran melidah ini memanjang dan meluas ke arah baratlaut memotong lintasan B dan A pada bentangan AB/2=500 (Gambar3-3). Pada AB/2=800 tahanan jenis rendah semakin terbuka dan luas, pola sebaran melidah meluas ke arah barat laut dan selatan memotong lintasan D-2250 dan E-2500. selain di bagian tengah penyelidikan, tahanan jenis rendah juga terdapat sisi barat mulai lintasan A-2000, B-1500 dan C-500. serta di timurlaut pada lintasan B-4000 dekat lokasi mata air panas Bahbotala. (gambar 3-4)

Pada peta sebaran tahanan jenis semu bentangan AB/2=1000, pola sebaran melidah tahanan jenis rendah kembali menyempit, memotong 3 lintasan (B,C,D) dengan arah baratlaut-tenggara (gambar 3-5). Sebaran tahanan jenis semu rendah justru meluas di timurlaut mulai lintasan B-4000 sampai B-5000 terus memotong lintasan A-4000 sampai A-4500 membuka ke utara.

3.1.2 Penampang Tahanan Jenis Semu

Pada penampang tahanan jenis semu, data tahanan jenis semu tiap lintasan diplot terhadap kedalaman AB/4 dengan asumsi penetrasi arus efektif sama dengan AB/4.

Pada lintasan A nilai tahanan jenis semu berkisar antara 10 – 800 Ω m. Nilai tahanan jenis semu rendah sekitar 10-30 Ω m berada di bawah A-2500 sampai A-3500 pada kedalaman 200 sampai dengan 500 m, dan di bawah titik A-3750 sampai A-5000 mulai kedalaman 400 m terus ke bawah (gambar 3-6). Pada line B tahanan jenis rendah mengelompok di kedalaman 300-500 m di bawah titik B-2500, serta di bawah titik B-4000 sampai B-5000 pada kedalaman 300 m menerus ke

bawah. Tahanan jenis rendah yang terdapat di permukaan berada pada titik B-5500, diduga berkaitan dengan proses hidrothermal karena berada sekitar lokasi air panas Bahbutala

Pada penampang tahanan jenis semu lintasan C, D dan E, didominasi tahanan jenis tinggi. Tahanan jenis rendah hanya dijumpai permukaan titik C-3000 sampai kedalaman 600 m, sekitar lokasi kompleks air panas Tinggi Raja dan di titik D-3000 sampai kedalaman kira-kira 400 m sekitar lokasi mata air panas Partula-tula (gambar 3-7)

3.3 Sounding

Hasil penyelidikan pendugaan tahanan jenis sebenarnya menghasilkan penampang tegak yang diperoleh dari korelasi pengukuran sounding tiap-tiap lintasan

Penampang lintasan B, C dan D (gambar 3-8) memberikan empat lapisan dengan tiga lapisan yang signifikan dalam hal ketebalan.

Lapisan pertama adalah tanah penutup (soil) dengan ketebalan kira-kira 10-30 m dengan tahanan jenis yang tinggi mencapai 1200 Ω m. Lapisan kedua mempunyai nilai tahanan jenis antara 100-600 Ω m dengan ketebalan kira-kira 100 m di bawah titik B-3200 dan menipis terus sampai D-3000, lapisan ini diduga sebagai jatuhan piroklastik Toba, lapisan kedua memiliki ketebalan 200 sampai dengan 400 meter mempunyai nilai tahanan jenis antara 6-35 Ω m memanjang di kedalaman 100-500 m di bawah titik B-3200 sampai D-3000 di kedalaman 100-300 m. Lapisan ini ditafsirkan sebagai lapisan penudung dari satuan aliran piroklastik Toba. Lapisan paling bawah memiliki nilai tahanan jenis 80-100 Ω m berada pada kedalaman 400-500 m, berhubungan dengan satuan batuan lava Bahtopu yang diduga sebagai resevoir daerah penyelidikan.

Penampang tahanan jenis lintasan D (gambar 3-9) serupa dengan penampang sebelumnya. Bagian paling atas yang menutup tipis berupa soil, lapisan kedua merupakan jatuhan piroklastik Toba dan lapisan ketiga diduga sebagai claycap resevoir terdiri dari aliran piroklastik Toba dengan tebal sekitar 300 m. Satuan lava Bahtopu ditafsirkan resevoir berada pada lapisan paling bawah di kedalaman rata-rata 500 meter. Puncak resevoir paling dangkal berada di bawah titik D-3000 berkaitan dengan adanya sesar umum baratlaut-tenggara.

3.4 Head On

3.4.1 Lintasan Pengukuran Head On

Pengukuran head on di daerah panas bumi Dolok Marawa dilakukan pada dua lintasan yaitu lintasan B dan lintasan C yang berarah umum baratdaya-timurlaut (N 320°E) dengan interval antar titik ukur 100 m dan jumlah titik sebanyak 17 titik dimulai dari titik 2200 s.d. 3800

3.4.2 Interpretasi Struktur Head On

a. Kurva Perpotongan

Perpotongan antara ρ_{AC-AB} dan ρ_{BC-AB} , untuk lintasan B dan C terdapat pada:

- 1) Titik-titik B-2700, B-3300, dan B-3600 yang dijumpai pada bentangan $AB/2 = 200$, B-2800, B-3000, dan B-3300 pada bentangan $AB/2 = 400$ dan 500 m. Titik B-2700, B-3200 pada $AB/2=600$ dan B-2900 dan B-3300 pada $AB/2=800$.
- 2) Titik-titik C-2700, B-2900, dan B-3100 yang dijumpai pada bentangan $AB/2 = 200$, C-2600, C-2800, C-3000 dan C-3200 pada bentangan $AB/2 = 400$, C-2800, C-3100 dan C-3400 pada bentangan $AB/2 = 500$ m. titik C-2800, C-3200 pada $AB/2=600$ dan C-2800 dan C-3200 pada $AB/2=800$.

b. Analisis Struktur

Pada lintasan B (B-2200 s.d. B-3800) ini, terdapat titik perpotongan (lihat Gambar 3-10) pada tiap bentangan yang melalui titik-titik ukur berikut ini.

- 1) B-2700 yang memanjang ke bawah dengan memotong titik B-2900 ($AB/2=600$) sampai kedalaman setara dengan bentangan $AB/2=800$ m.
- 2) B-3300 yang memanjang ke bawah dengan memotong titik B-3200 ($AB/2=600$) sampai kedalaman setara dengan bentangan $AB/2=800$ m.

Kelurusan ke-1 membentuk suatu zona struktur dengan kemiringan 60 derajat berarah baratlaut-tenggara. Kelurusan ke-2 juga membentuk suatu zona struktur yang hampir tegak dengan susut kemiringan 100 derajat berarah timurlaut-baratdaya

Pada lintasan C dijumpai 2 kelurusan yang melalui titik-titik ukur berikut.

- 1) C-2750, yang memanjang ke bawah dengan memotong titik C-2800 sampai kedalaman setara dengan bentangan $AB/2=800$ m.

- 2) C-3100 yang memanjang ke bawah dengan memotong titik C-3200 ($AB/2=400$), C-3150 ($AB/2=500$ dan 600) dan C-3200 pada bentangan $AB/2=800$ m.

Dua Kelurusan struktur yang dapat di tarik, keduanya hampir tegak 90 derajat (lihat Gambar 3-11). Kelurusan struktur tersebut mencerminkan zona lemah di daerah tersebut (C-2800 sampai C-3200) yang berada pada sekitar lokasi manifestasi mata air panas Tinggi Raja

4. PEMBAHASAN

Zona tahanan jenis rendah di sekitar kompleks manifestasi Tinggi Raja dan Partula-tula berkaitan dengan proses hidrotermal. Pola sebarannya mengindikasikan bahwa daerah manifestasi tersebut merupakan bagian dari 'up flow' sistem panas bumi daerah Dolok Marawa. Pola tahanan jenis semu rendah pada peta sebaran jenis semu dan penampang tahanan jenis semu, mata air panas Partula-tula dan Tinggi Raja berada pada suatu kelurusan yang berarah baratlaut-tenggara. Luas zona rendah ini (pada peta sebaran $AB/2=1000$) sekitar 5.5 km^2

Keberadaan zona reservoir ditandai dengan adanya nilai tahanan jenis antara 80-100 Ωm berada pada kedalaman 400-500 m, berhubungan dengan satuan batuan lava Bahtopu

5. SIMPULAN

1. Sebaran tahanan jenis semu daerah panas bumi Dolok Marawa membentuk suatu area tahanan jenis rendah dengan nilai $< 50 \Omega\text{m}$ yang

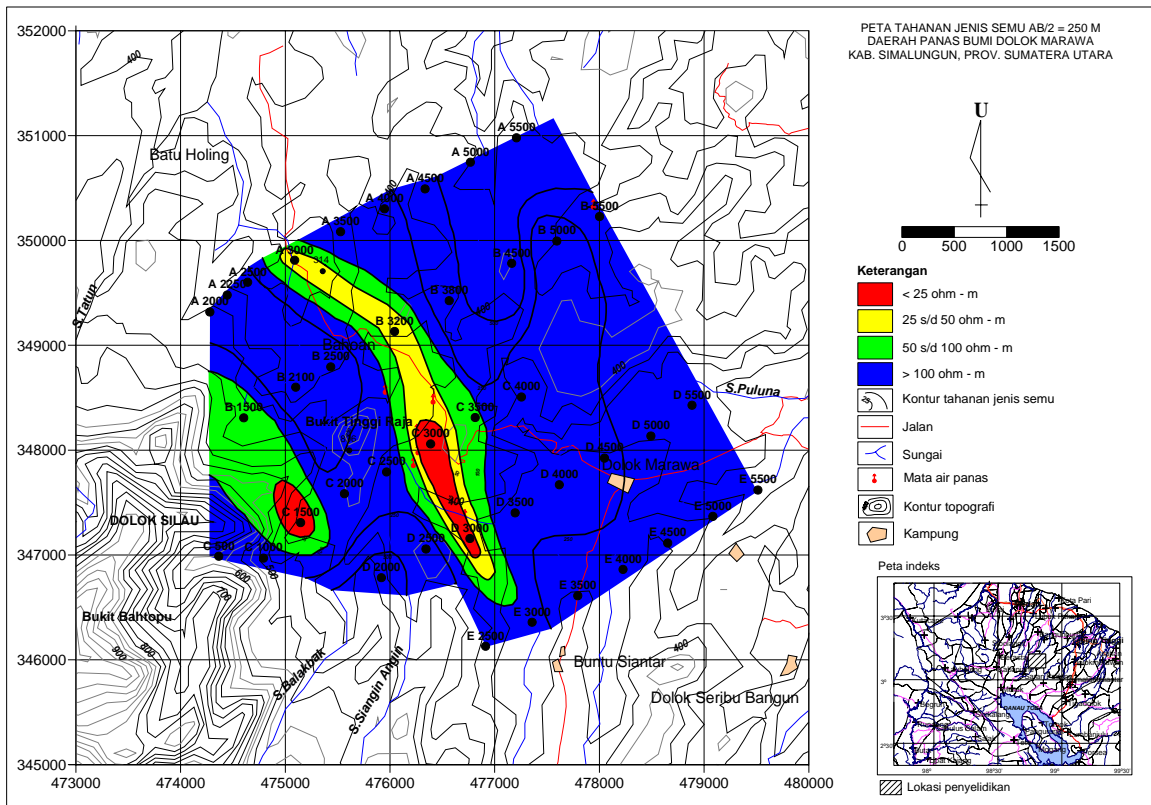
melingkupi kompleks manifestasi Tinggi Raja, Partula-tula pada bentangan $AB/2=250$ sampai dengan $AB/2=1000$. dengan pola sebaran berarah baratlaut-tenggara.

2. Pada pendugaan tahanan jenis, umumnya terdapat lapisan permukaan tipis yang mempunyai tahanan jenis antara 700-1200 Ωm , kemudian tahanan jenis berikutnya mempunyai nilai 35-100 Ωm diduga batuanannya adalah jatuhnya piroklastik Toba, dan tahanan jenis 6-32 Ωm merupakan satuan aliran piroklastik sebagai *claycap*, dan lapisan yang diduga sebagai reservoir bertahanan jenis 80-100 Ωm
3. Hasil korelasi dari beberapa penampang hasil interpretasi kurva sounding diperoleh puncak reservoir pada kedalaman 600 meter.
4. Zona tahanan jenis rendah $< 50 \Omega\text{m}$ diduga sebagai zona prospek di daerah ini yang berada di sekitar kompleks manifestasi Tinggi Raja, dengan luas sekitar 5.5 km^2 ,

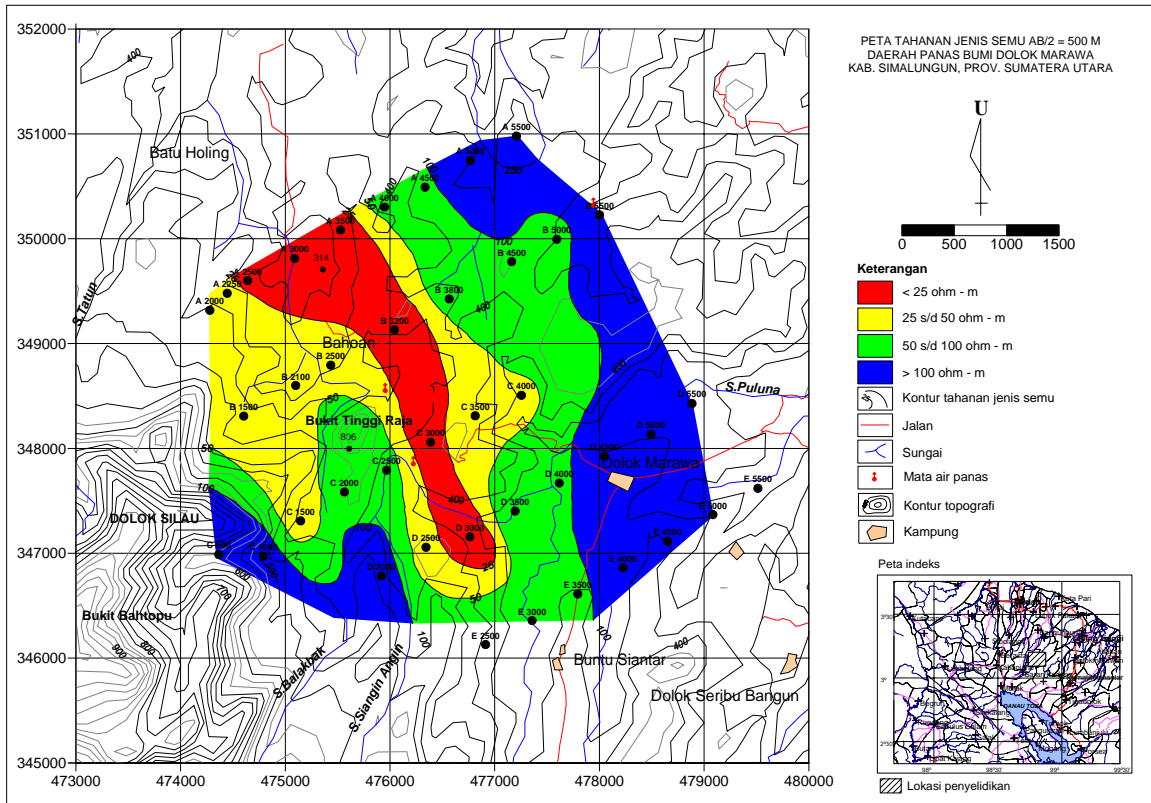
DAFTAR PUSTAKA

- Bammelen, van R.W., 1949. The Geology of Indonesia. Vol. I A. The Hague, Netherlands.
- Chasin, M., 1974. Inventarisasi Kenampakan Gejala Panas Bumi Daerah Flores. Direktorat Vulkanologi. Bandung.
- Koefoed, Otto. 1979. Resistivity Sounding Measurement. Geosounding Principles, 1. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam – Oxford – New York.
- Telford, W.M. et al, 1982. Applied Geophysics. Cambridge University Press. Cambridge.

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN
TAHUN 2006, PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI

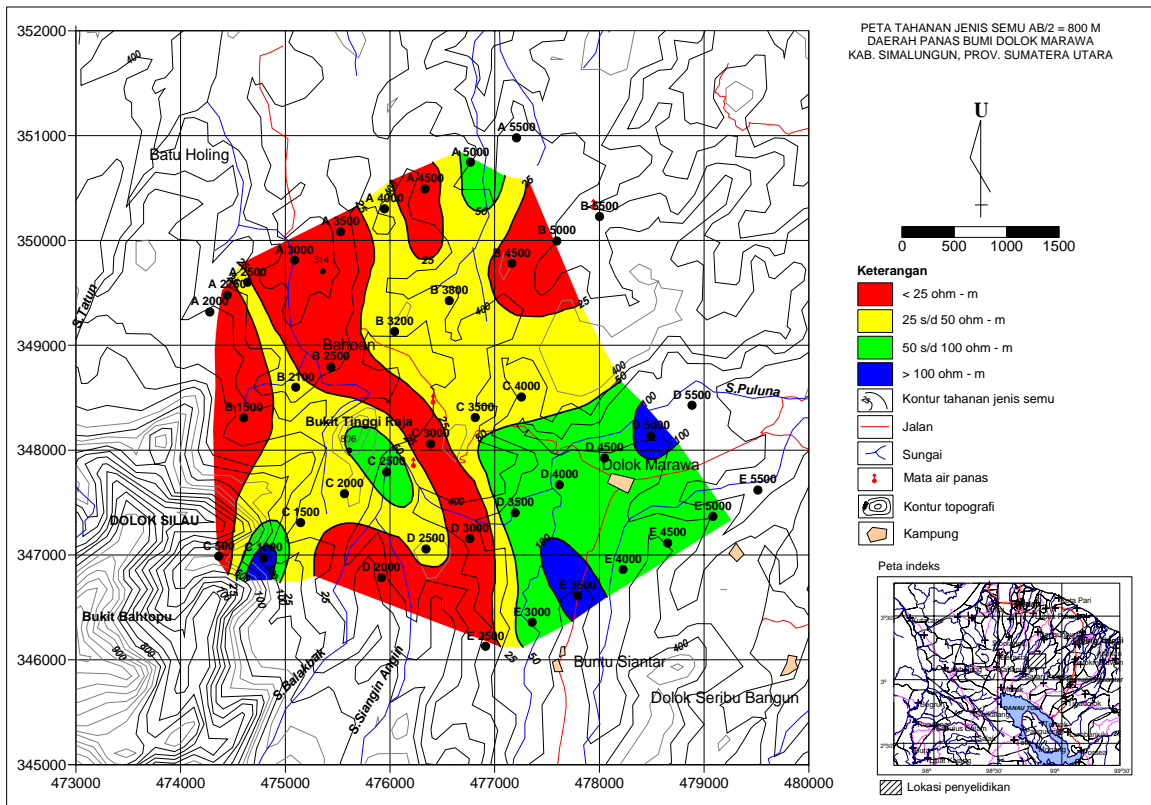


Gambar 2. Peta tahanan jenis semu AB/2=250

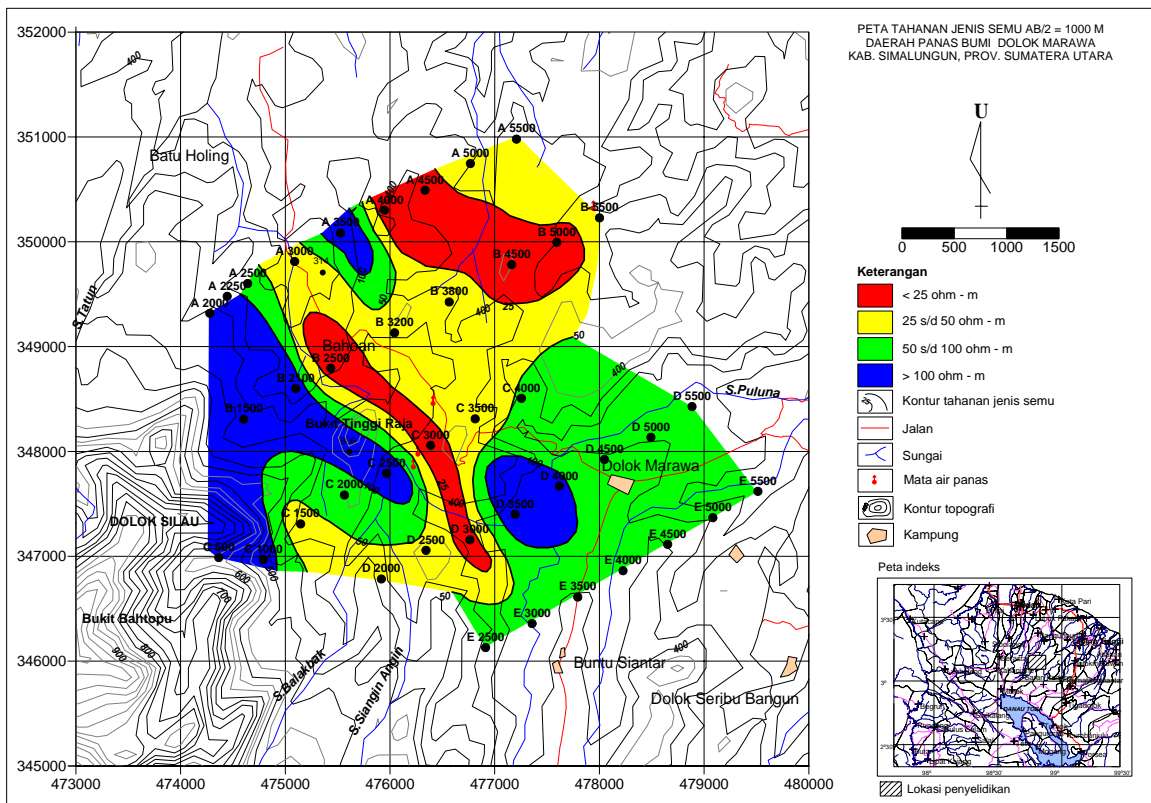


Gambar 3. Peta tahanan jenis semu AB/2=500

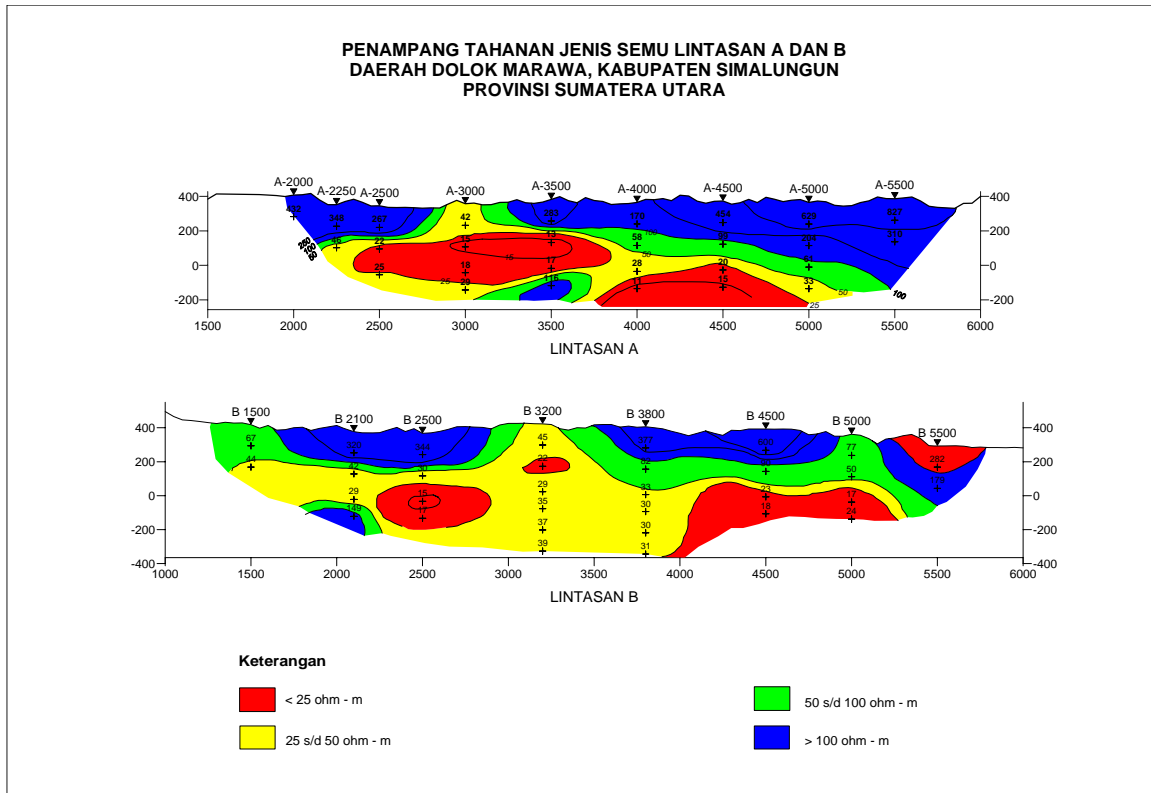
PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN
TAHUN 2006, PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



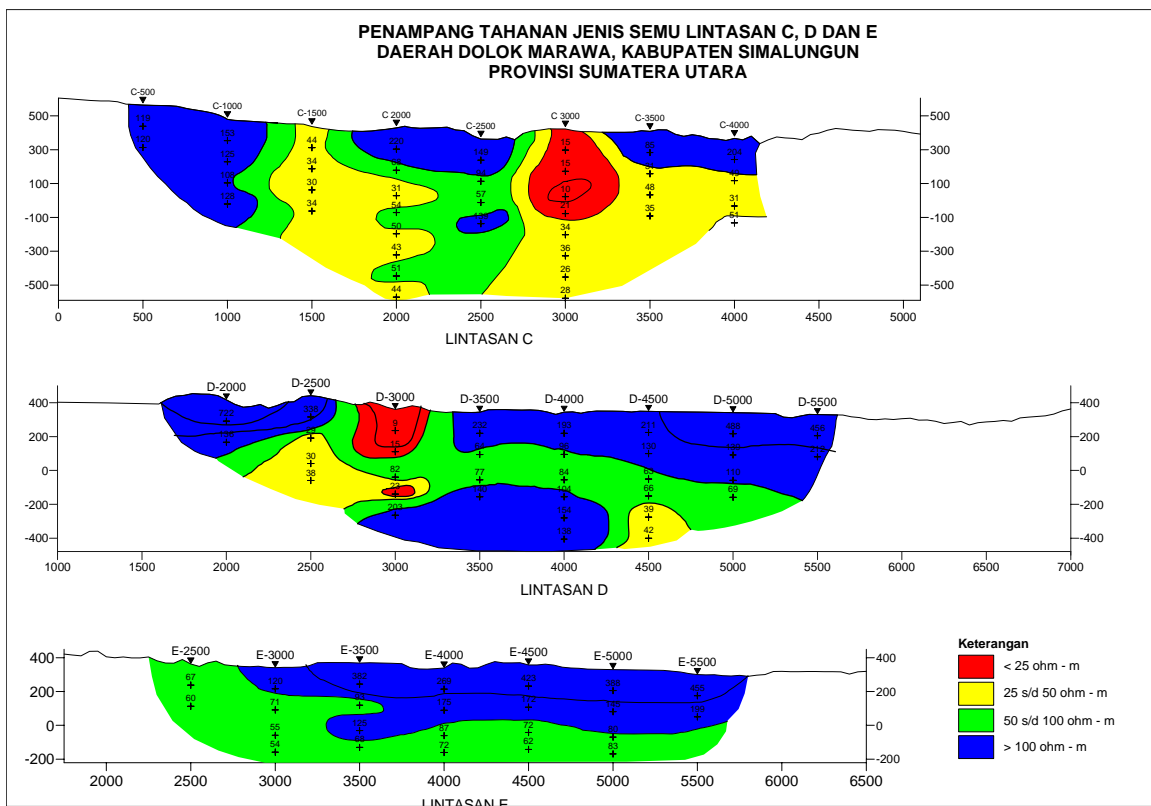
Gambar 4. Peta tahanan jenis semu AB/2=800



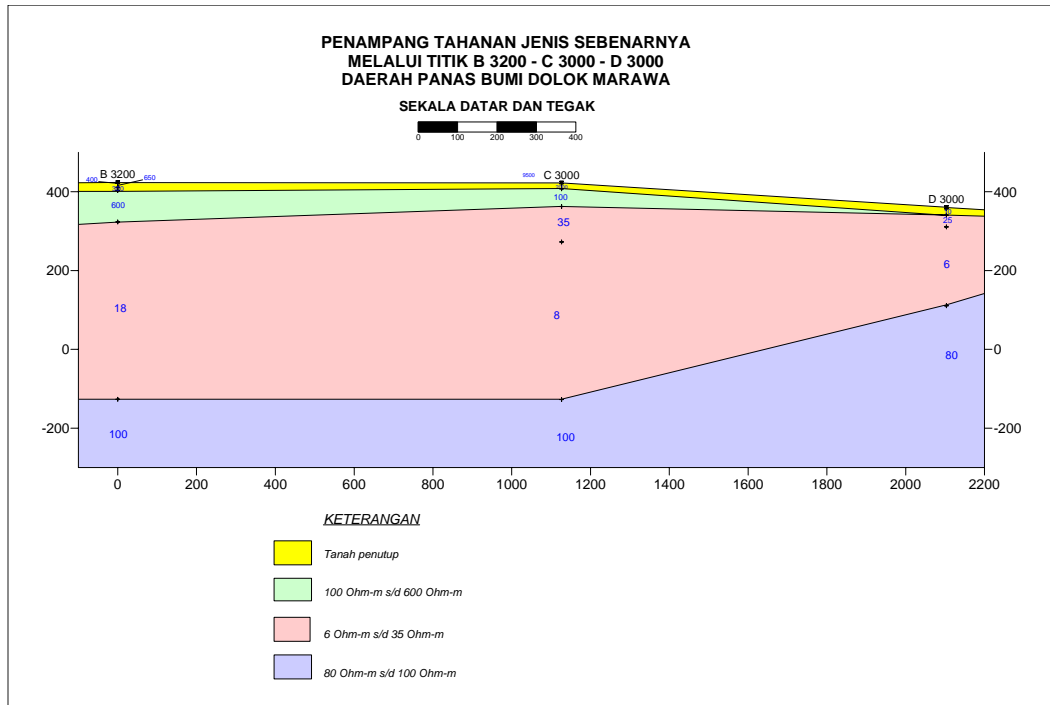
Gambar 5. Peta tahanan jenis semu AB/2=1000



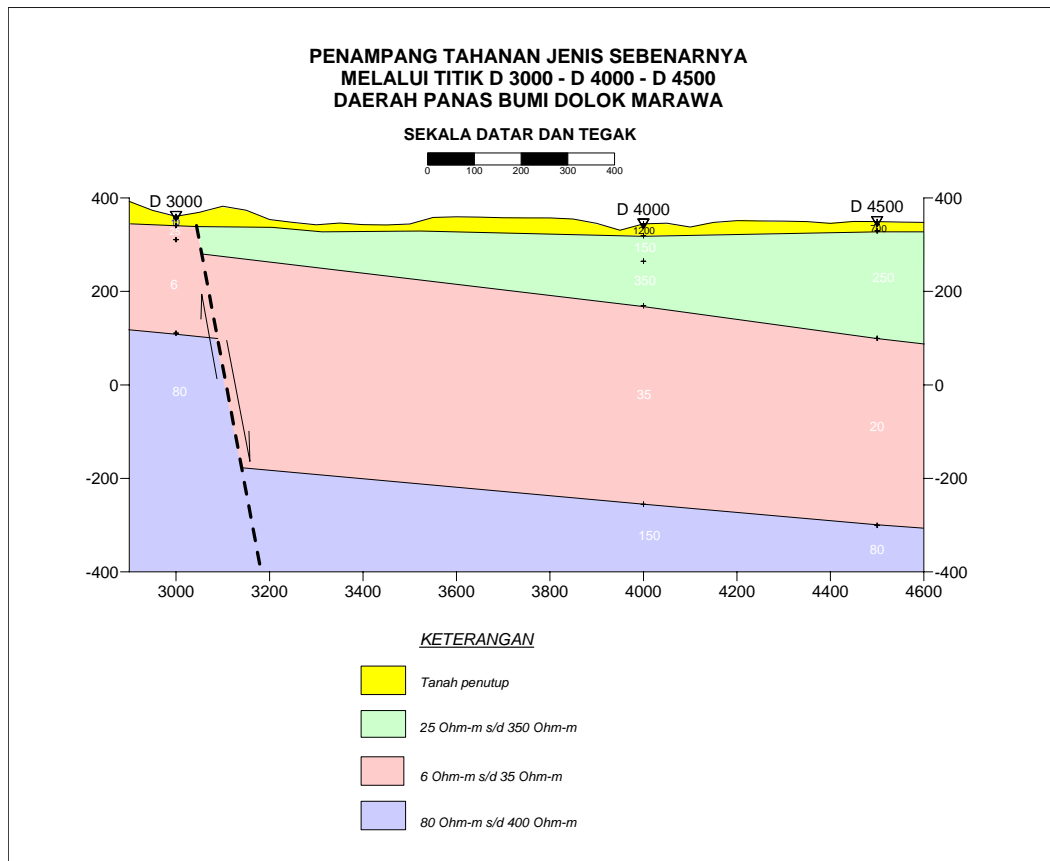
Gambar 6 Penampang tahanan jenis semu lintasan A dan B



Gambar 7. Penampang tahanan jenis semu lintasan C, D dan E

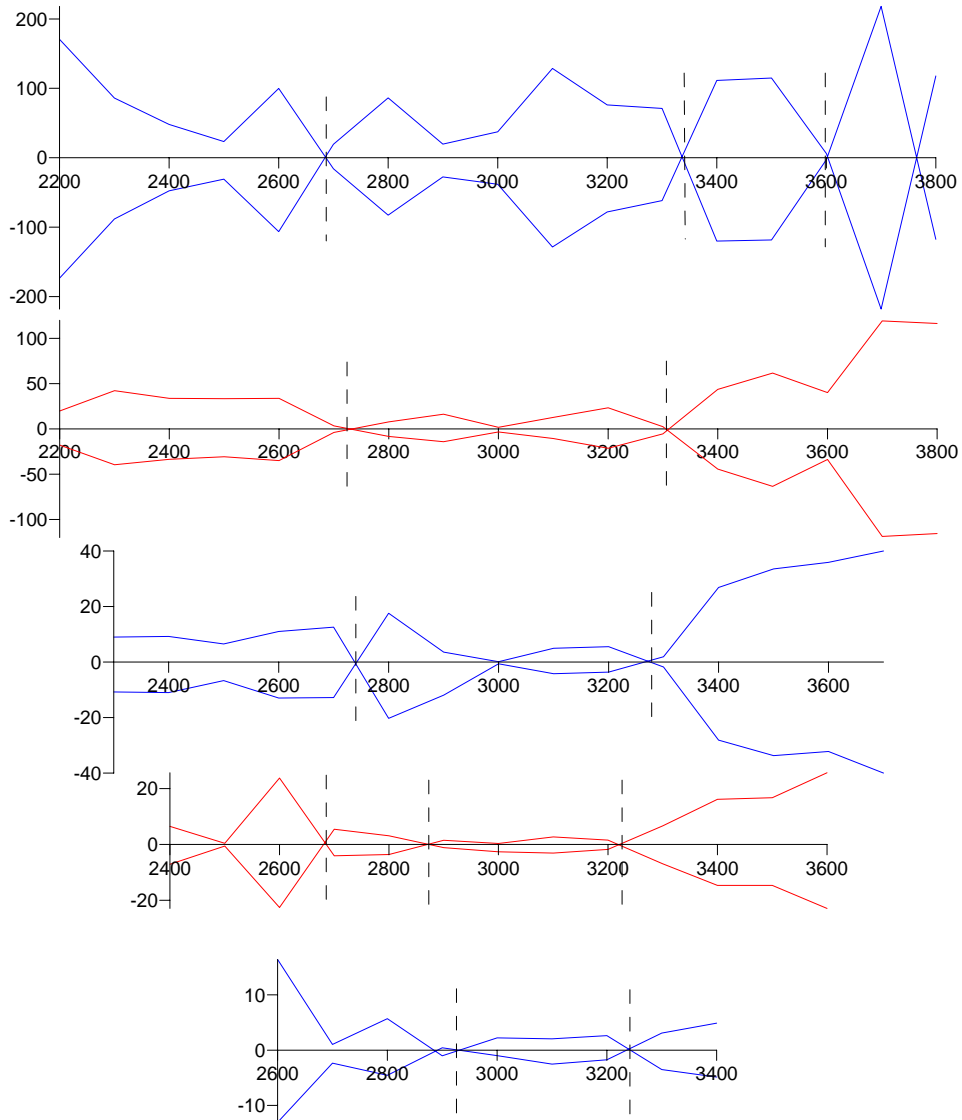
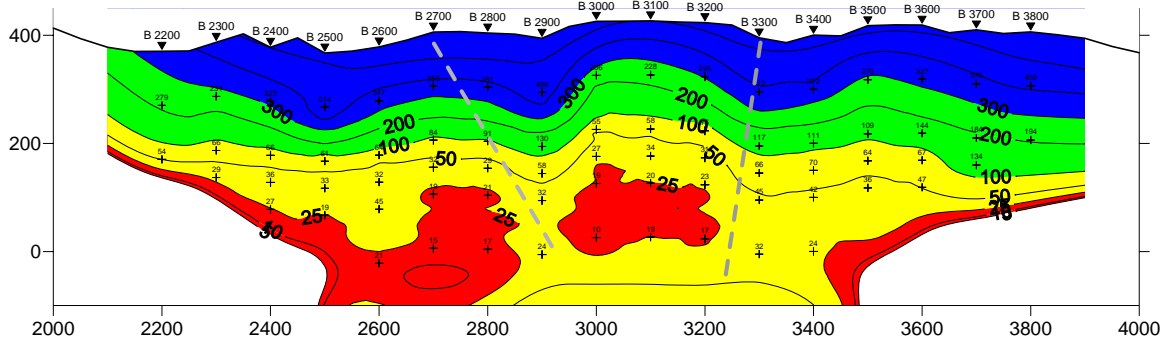


Gambar 8. Penampang tahanan jenis sebenarnya titik B 3200, C 3000 dan D 3000



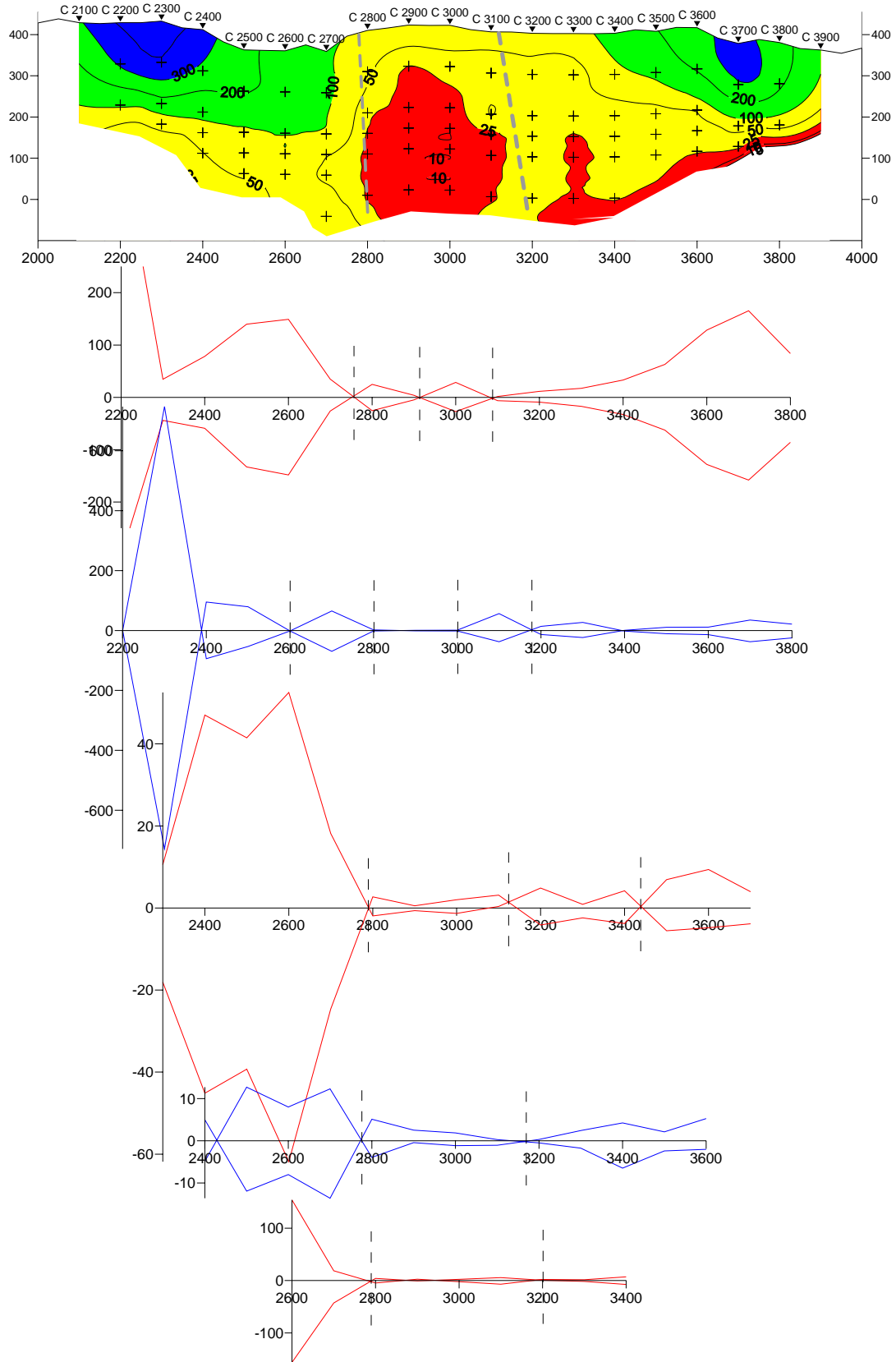
Gambar 9. Penampang tahanan jenis sebenarnya titik D 3000, C 4000 dan D 4500

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN
TAHUN 2006, PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



Gambar 10. Penampang Head On lintasan B

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN
TAHUN 2006, PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



Gambar 11 Penampang Head On lintasan C

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN
TAHUN 2006, PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI