

**SURVEY GEOLISTRIK DAN HEAD-ON DI DAERAH PANAS BUMI BONJOL,
KABUPATEN PASAMAN, SUMATERA BARAT**

Bakrun¹, Sri Widodo¹, M. Kholid¹
¹Kelompok Kerja Panas Bumi

SARI

Keberadaan daerah panas bumi Bonjol diindikasikan oleh adanya beberapa mata air panas dengan temperatur 49,7 - 87,9 °C. Mata air panas Sungai Limau, Takis, dan Kambahan yang mempunyai temperatur tinggi, dan berada pada zona depresi yang pemunculannya dikontrol oleh sesar Takis, sedangkan air panas Padang Baru dikontrol sesar Padang Baru.

Tahanan jenis rendah < 15 Ohm-m dari hasil pengukuran geolistrik terdapat di sekitar air panas Padang Baru menyebar ke bagian tengah sampai di utara disekitar air panas S. Limau dan Kambahan yang diduga merupakan daerah prospek di daerah ini dengan luas sebesar 7.5 km².

Hasil pendugaan tahanan jenis memperlihatkan lapisan permukaan, mempunyai ketebalan lapisan antara 100 – 350 meter dengan tahanan jenis 20 – 125 Ohm-m, kemudian lapisan ke dua dengan tahanan jenis antara 3 – 25 Ohm-m merupakan batuan sedimen terdiri dari lempung dan pasir, lapisan ke tiga dengan tahanan jenis antara 50 – 200 Ohm-m diduga batumannya adalah lava tua, batuan sedimen dan aliran piroklastik. Lapisan batuan ini memperlihatkan kecenderungan semakin tebal ke arah tenggara.

Batuan penudung (*clay cap*) dengan tahanan jenis 10-15 Ohm-m berada pada kedalaman antara 500 – 800 meter, kedalaman reservoir diperkirakan > 1000 meter. Reservoir diduga merupakan batuan vulkanik tua (satuan lava tua dan satuan lava produk Bukit Malintang) yang bertahanan jenis > 50 Ohm-m, yang banyak rekahan atau yang bersifat permeabel dengan kedalaman tidak diketahui, diperkirakan > 1000 meter.

Struktur dari hasil pengukuran head-on diketahui mulai dipermukaan menerus sampai di kedalaman dan mengontrol pemunculan air panas Padang Baru dengan kemiringan hampir tegak lurus.

Kata Kunci : panas bumi, geolistrik, tahanan jenis, prospek.

PENDAHULUAN

Penyelidikan geolistrik di daerah panas bumi Bonjol menggunakan metode Schlumberger atau bentangan simetris yaitu untuk mengetahui penyebaran tahanan jenis secara lateral maupun vertikal. Penyelidikan ini dikonsentrasikan di sekitar manifestasi panas bumi Bonjol yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Bonjol, Kabupaten Pasaman, Propinsi Sumatera Barat. Luas daerah penyelidikan geolistrik kurang lebih 8 x 8 km² yang merupakan bagian dari penyelidikan terpadu panas bumi di daerah ini, berada pada posisi geografis antara 100°8'51,72" - 100°16'27,48" BT dan 0°3'46,08"LU - 0°3'43,2"LS (Gambar 1).

GEOLOGI DAN GEOKIMIA

Morfologi daerah panas bumi Bonjol terdiri dari perbukitan berlereng sedang hingga terjal yang tersusun oleh bukit-bukit vulkanik tua maupun muda dan sedimen Formasi Sihapas yang menempati hampir ± 90% daerah panas bumi Bonjol, kecuali di bagian tengah yang merupakan zona depresi yang terisi oleh sedimen danau.

Geologi daerah Bonjol dapat dibagi menjadi 13 satuan batuan, yang terdiri dari 2 satuan batuan sedimen, 10 satuan batuan vulkanik, dan 1 satuan endapan permukaan (aluvium).

Batuan tertua adalah batuan sedimen yang termasuk ke dalam Formasi Sihapas yang berumur Tersier, berada di bagian timur laut.

Batuan sedimen lainnya merupakan endapan danau yang menempati bagian tengah yang mengisi zona depresi. Batuan vulkanik di daerah Bonjol sebagian diperkirakan berumur Tersier (Miosen) seperti produk Bukit Malintang dan satuan batuan lava tua, sedangkan batuan vulkanik muda menempati daerah bagian barat, utara, dan selatan yang diantaranya membentuk punggung-punggungan vulkanik, kerucut Bukit Gajah, dan kerucut Bukit Binuang. Umur absolut batuan dengan metode jejak belah (*fission track*) untuk lava Bukit Binuang di dapat kisaran umurnya 1.3 ± 0.1 juta tahun (Plistosen). Bukit Binuang ini merupakan kerucut vulkanik termuda yang membentuk kubah lava (*lava dome*) yang berjenis Andesit piroksen. Endapan aluvium merupakan satuan batuan termuda yang prosesnya masih terus berlangsung hingga sekarang.

Semua air panas di daerah Bonjol termasuk tipe air klorida, terletak pada *partial equilibrium*, sebagai indikasi *hot water dominated*. Hasil analisis Isotop δD dan $\delta^{18}O$ dari air panas di daerah Bonjol menunjukkan adanya indikasi pengkayaan oksigen¹⁸ dari air panas tersebut. Temperatur bawah permukaan yang berhubungan dengan reservoir panas bumi, diperkirakan sekitar 180°C, termasuk temperatur sedang, menggunakan persamaan geotermometer SiO_2 (168 °C) dan NaK (188°C).

Distribusi anomali Hg > 240 ppb terletak di sekitar bukit Binuang dan lokasi air panas Takis, sedangkan $CO_2 > 2\%$ terletak di sekitar lokasi air panas Padang Baru.

Sistem panas bumi di daerah Bonjol, kemungkinan *up flow* tipe vulkanik, sumber panas terletak di Bukit Binuang membentuk kantong sumber panas baru disekitar lokasi mata air panas Takis, dipengaruhi oleh batuan sedimen.

GEOLISTRIK DAN HEAD-ON

Sebaran tahanan jenis semu pada bentangan AB/2=250 m (gambar 2) memperlihatkan pola kontur tahanan jenis rendah < 15 Ohm-m yang hampir menutup di sekitar air panas S. Limau dan Takis dengan sebaran barat laut-tenggara, akan

tetapi pada bentangan AB/2=500, AB/2=800, dan AB/2=1000 m tahanan jenis rendah tersebut sebarannya makin melebar, hal ini menandakan tahanan jenis tersebut berasosiasi dengan tahanan jenis rendah hasil dari alterasi hidrotermal atau berhubungan dengan batu lempung dari batuan sedimen yang menutupi sebagian daerah penyelidikan. Luas daerah prospek yaitu tahanan jenis rendah < 15 Ohm-m dihitung dari peta tahanan jenis pada bentangan AB/2=800 m (Gambar 3) dengan luas sekitar 7,5 Km². Potensi cadangan terduga dihitung berdasarkan rumus, dengan pendugaan temperatur bawah permukaan berdasarkan segitiga Na-K-Mg adalah 180 °C.

Perolehan peta tahanan jenis semu untuk masing-masing bentangan AB/2 dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- a. kelompok tahanan jenis > 250 Ohm-m
- b. kelompok tahanan jenis 100-250 Ohm-m
- c. kelompok tahanan jenis 15 - 100 Ohm-m
- d. kelompok tahanan jenis < 15 Ohm-m

Kelompok tahanan jenis tinggi >250 Ohm-m terdapat di bagian selatan dan barat yang terbagi menjadi dua kelompok, diduga tahanan jenis ini berkaitan dengan lava produk Gunungapi Kuarter Binuang dan lava G. Pasaman 1 dan 2.

Kelompok tahanan jenis antara 100-250 Ohm-m terdapat di sekitar tahanan jenis tinggi dan kemungkinan kelompok ini bersatu dengan kelompok tahanan jenis tinggi sebelumnya dan berasosiasi dengan produk Gunungapi Kuarter.

Kelompok tahanan jenis 15 – 100 Ohm-m diduga berasosiasi dengan lava tua dengan penyebaran cukup luas, tahanan jenis ini mengitari tahanan jenis yang lebih rendah dengan kontur membuka ke arah timurlaut.

Kelompok tahanan jenis rendah < 15 Ohm-m berada di sekitar air panas Takis dan air panas Sungai Limau dengan pola kontur menutup, kontur tersebut memotong lintasan C pada titik amat C-5000, C-7000 (Gambar 4) kemudian melingkar pada lintasan D yaitu D-5750, D-6000, D-7000. Tahanan jenis ini diduga berasosiasi dengan fosil alterasi atau lempung dari batuan sedimen. Tahanan jenis rendah ini juga dijumpai

di sebelah utara air panas Padang Baru pada titik amat E-5000 dan E-5500, H-6500 dan F-5200.

Penampang ini merupakan penampang yang mewakili titik amat sounding pada lintasan dari A sampai G (Gambar 5), terdiri dari empat lapisan yaitu lapisan permukaan dengan tahanan jenis antara 20 – 125 Ohm-m, batuan penyusun lapisan ini berupa campuran dari batuan sedimen, lava tua, dan lava kwarter. Lapisan ke dua dengan tahanan jenis antara 3 – 25 Ohm-m merupakan batuan sedimen yaitu lempung dan pasir, lapisan ke tiga dengan tahanan jenis antara 50 – 200 Ohm-m diduga terdiri dari lava tua, batuan sedimen dan aliran piroklastik. Penyebaran kedalaman dari penampang ini memperlihatkan ke arah tenggara makin dalam. (Gambar 5).

Pada profil head-on lintasan C terdapat tiga buah struktur pada bentangan AB/2=200 m dan 1 buah struktur pada bentangan AB/2=400 m, pada bentangan AB/2 lainnya tidak ditemukan struktur. Tahanan jenis pada penampang head-on, memperlihatkan dominasi tahanan jenis rendah < 15 Ohm-m dan tahanan jenis antara 15-35 Ohm-m. Di bagian timurlaut daerah penyelidikan, di dominasi oleh tahanan jenis > 100 ohm-m. Terlihat jelas adanya kontras tahanan jenis di bagian timurlaut kemungkinan menandakan adanya perbedaan litologi.

Profil head-on lintasan F (Gambar 6) memperlihatkan struktur yang menerus dari permukaan sampai di kedalaman. Pada bentangan AB/2=200 m terlihat adanya struktur pada titik amat F-5000 (Air panas Padang Baru) menerus ke bentangan AB/2=400 m, masih di sekitar titik amat F-5000, kemudian ditemukan lagi pada bentangan AB/2=500 m. Rekahan berkembang menjadi dua buah yaitu di sekitar titik amat F-5000 dan F-4500. Struktur ini menerus ke bawah sampai bentangan AB/2=800 m.

Berdasarkan hasil head-on tersebut terbukti bahwa struktur hanya ditemukan pada lintasan F, tidak menerus ke lintasan C (air panas Takis) seperti yang diduga pertama. Air panas Padang Baru keluar ke permukaan melalui sesar normal dengan kemiringan hampir tegak lurus. Air panas Takis dikontrol oleh struktur lain yaitu sesar normal Takis yang berarah timurlaut-baratdaya.

Di bagian baratdaya dan timurlaut terdapat kerapatan kontur antara kontur 15 - 100 Ohm-m yang menandakan adanya perbedaan litologi di daerah tersebut.

DISKUSI

Kelompok tahanan jenis rendah < 15 Ohm hasil pemetaan tahanan jenis kemungkinan terjadi oleh adanya pengaruh dari batuan yang teralterasi atau lempung dari batuan sedimen, akan tetapi tahanan jenis rendah tersebut secara konsisten berada pada setiap bentangan AB/2, kemungkinan tahanan jenis tersebut berasal dari adanya aktifitas panas di daerah tersebut sehingga batuan tersebut berubah.

Hasil pendugaan tahanan jenis, batuan yang diduga sebagai lapisan penutup (*clay cap*) di daerah penyelidikan terdapat di kedalaman sekitar 500 m sampai 800 m, dengan nilai tahanan jenisnya antara 10 - 15 ohm-meter, perbedaan kedalaman yang cukup besar ini disebabkan oleh lapisan penutupnya yang relatif makin tebal ke arah selatan.

Reservoir diduga merupakan batuan vulkanik tua (satuan lava tua dan satuan lava produk Bukit Malintang) yang kaya akan rekahan atau yang bersifat permeabel dengan kedalaman tidak diketahui, diperkirakan > 1000 meter.

Gabungan dari semua komponen sistem panas bumi di atas (sumber panas, reservoir, dan lapisan penutup) membentuk suatu sistem panas bumi di daerah Bonjol. Sistem panas bumi ini tersebar di sepanjang struktur graben/depresi yang merupakan bagian dari sistem sesar Sumatera.

Struktur yang dihasilkan dari penyelidikan head-on hanya ditemukan pada lintasan F yang mengontrol pemunculan air panas Padang Baru, struktur tersebut tidak menerus ke lintasan C (air panas Takis) seperti yang diduga pertama. Air panas Takis dikontrol oleh struktur lain yaitu sesar normal Takis yang berarah timurlaut-baratdaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Program Penelitian Panas Bumi dan Pusat Sumber Daya Geologi yang telah memberikan ijin untuk menggunakan data hasil penyelidikan dalam penulisan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh tim penyelidikan geolistrik daerah Bonjol.

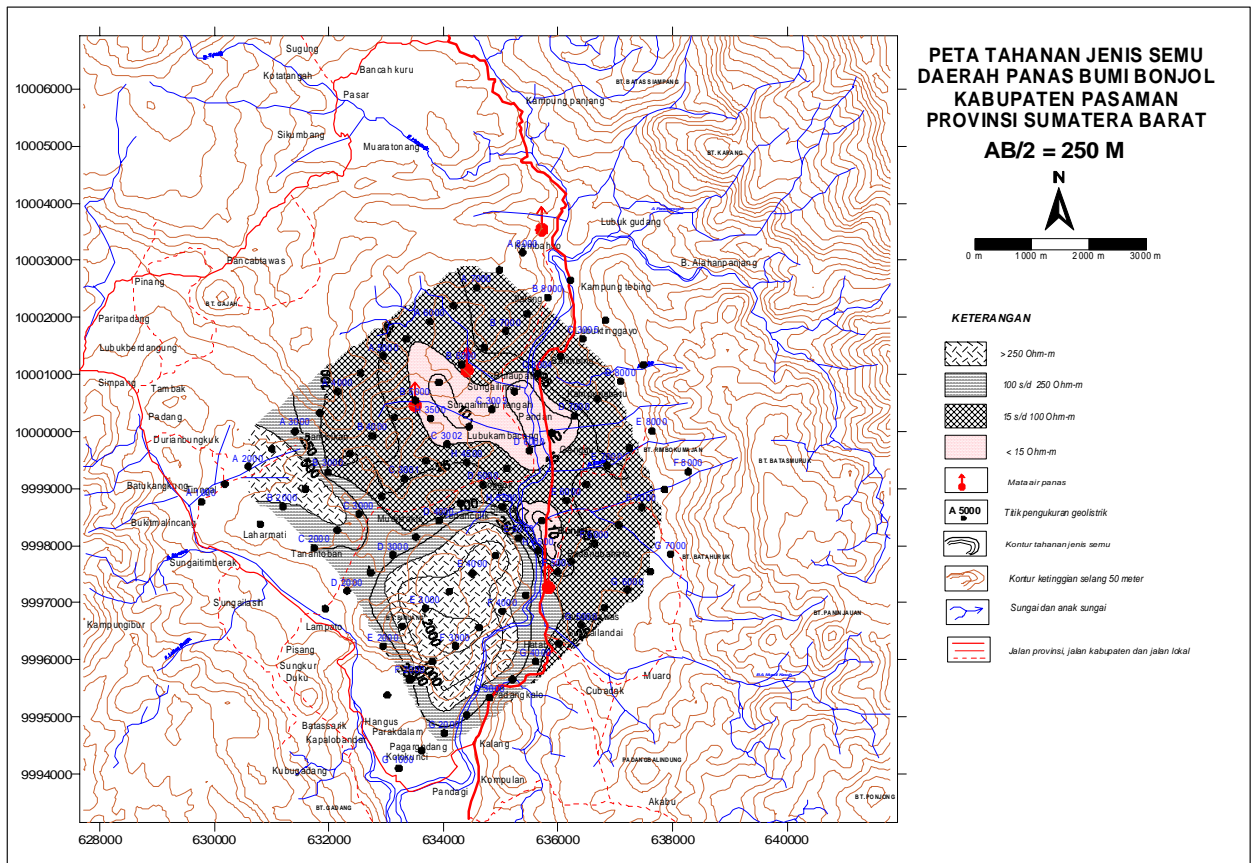
DAFTAR PUSTAKA

1. Bemmelen R.W., 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. 1 A*, Government Printing Office, The Hague .
2. Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering*, "Geothermal System : Principles and Case Histories". John Willey & Sons, New York.
3. Lawless, J., (1995) *Guidebook An Introduction to Geothermal System*, Short Course, Unocal Ltd., Jakarta.
4. Telford and Sheriff, 1990. *Applied Geophysics*, Cambridge University

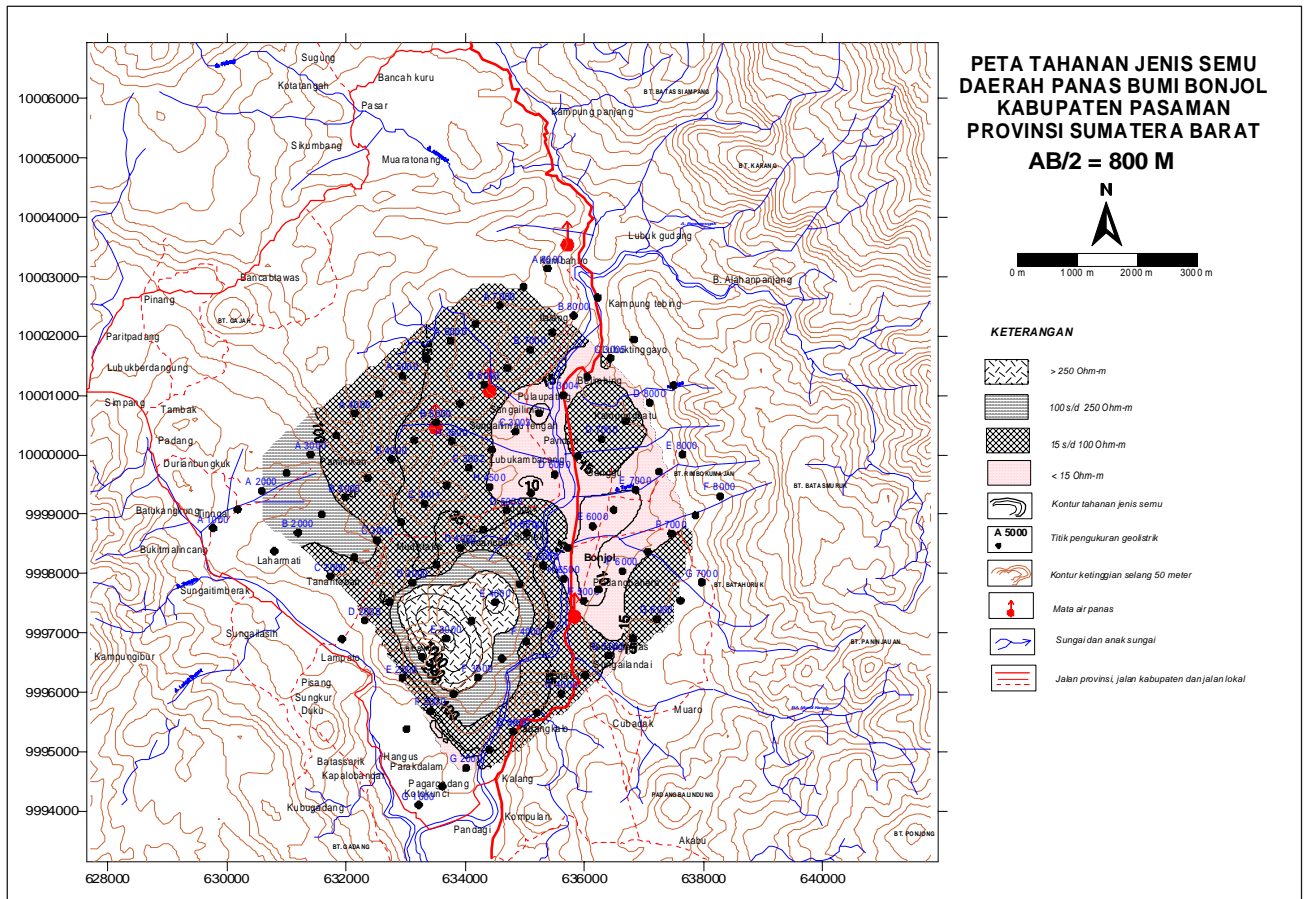
PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN
2007 PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penyelidikan

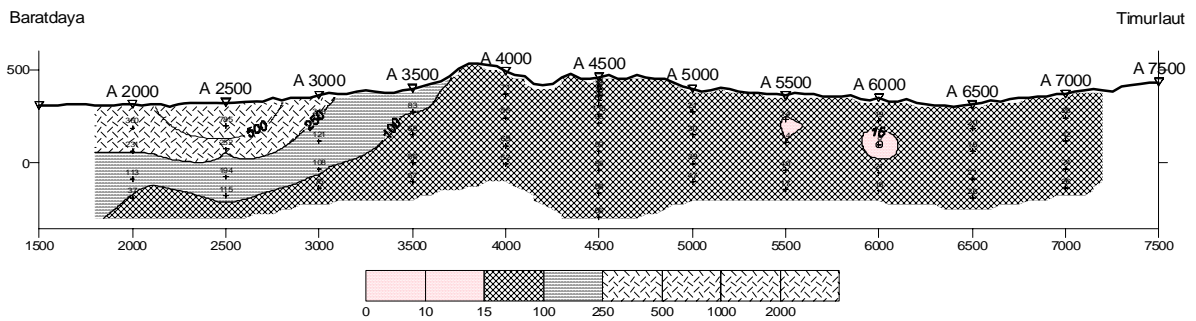


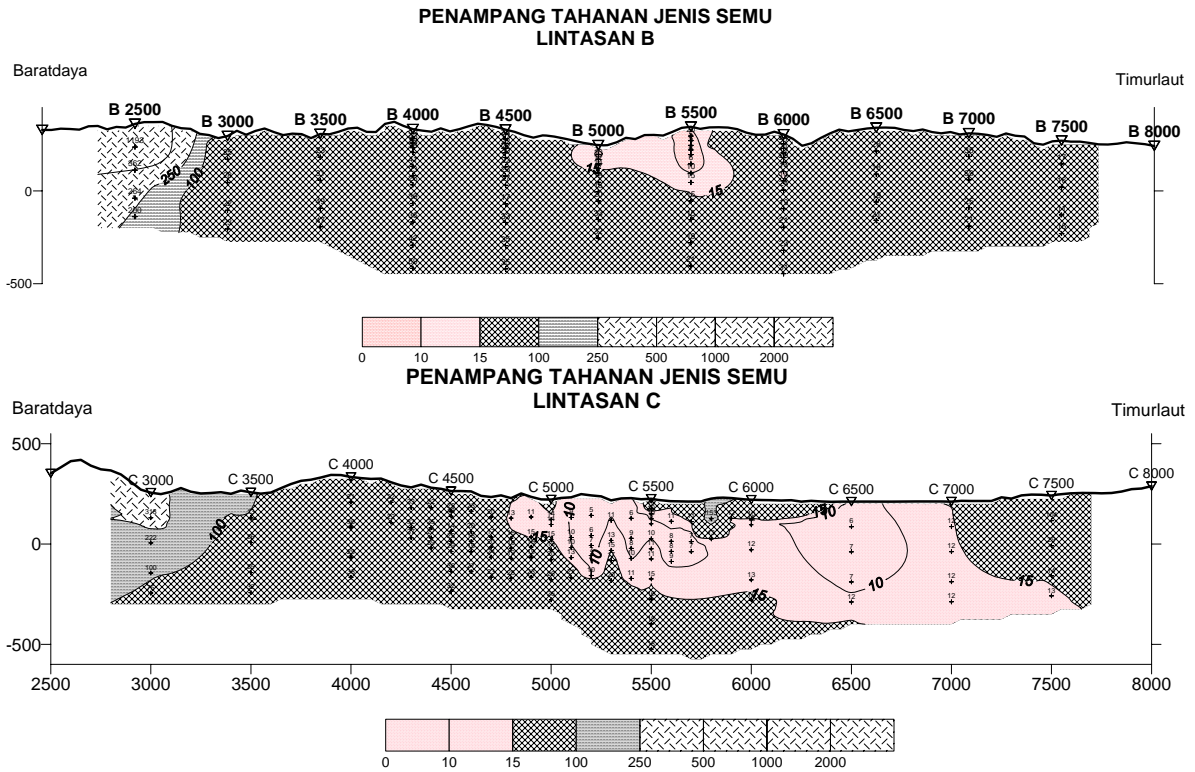
Gambar 2. Peta Tahanan Jenis Semu (AB/2=250 m)



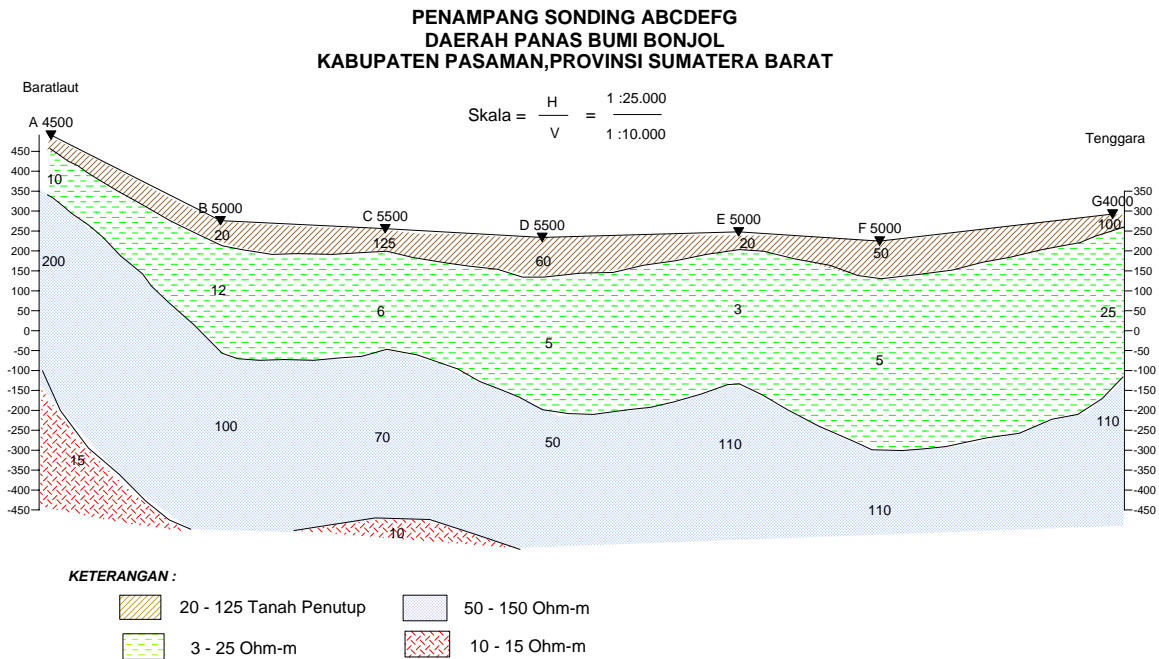
Gambar 3. Peta Tahanan Jenis Semu (AB/2=800 m)

**PENAMPANG TAHANAN JENIS SEMU
LINTASAN A**



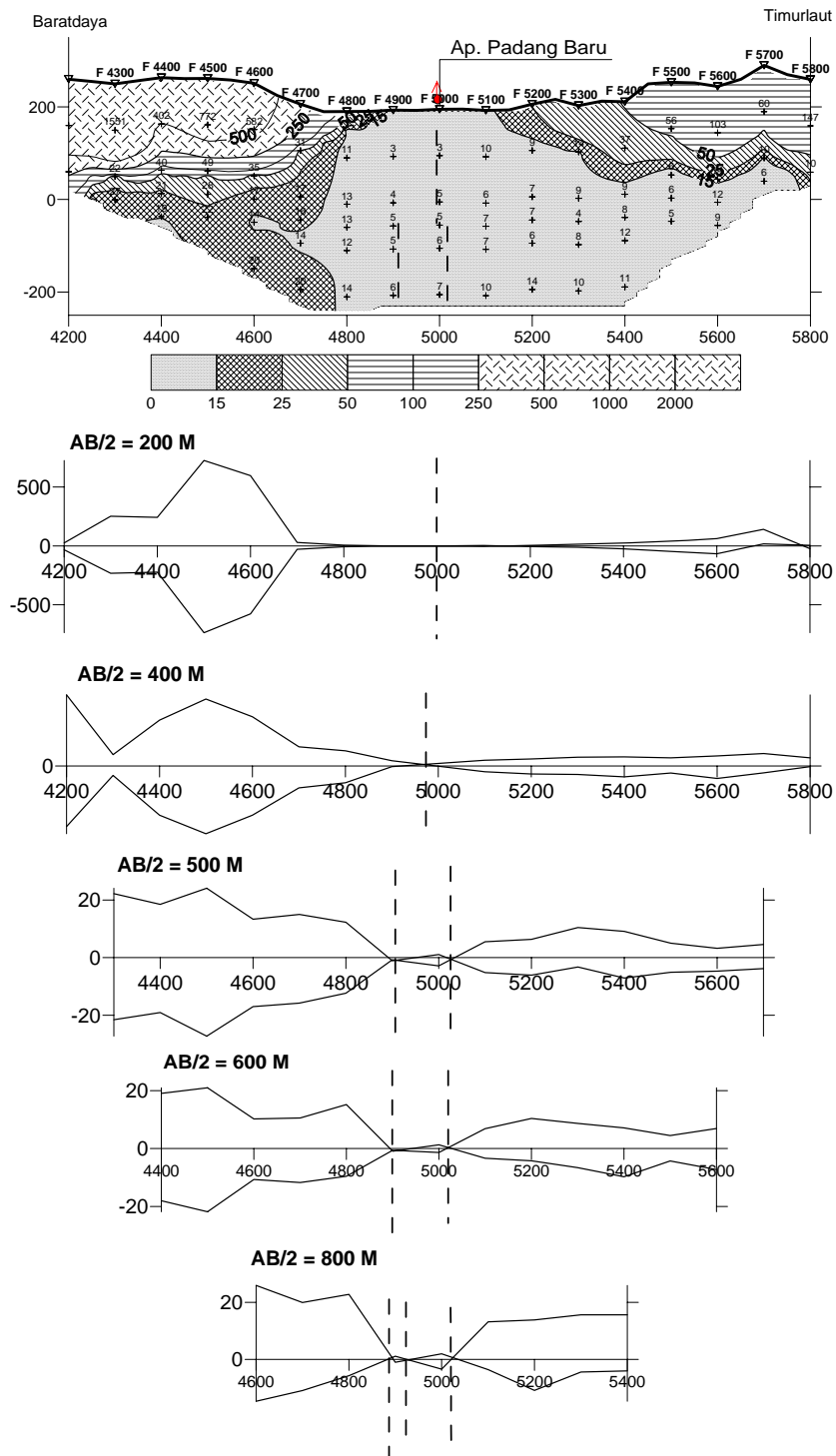


Gambar 4 Penampang Tahanan Jenis Semu Lintasan A, B, C



Gambar 5 Penampang Sounding ABCDEFG

PENAMPANG TAHANAN JENIS SEMU HEAD ON LINTASAN F



Gambar 6 Penampang Head-On Lintasan F