

# PENYELIDIKAN GAYA BERAT DAERAH PANAS BUMI LOMPPIO, KABUPATEN DONGGALA, PROPINSI SULAWESI TENGAH

Oleh

Dendi S.K<sup>1</sup>, Liliek<sup>2</sup>, Hasan<sup>3</sup>, Sumarna<sup>4</sup>

Sub.Dit. Panas Bumi, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral

---

## Sari

Secara administratif daerah Panas bumi Lompio terletak di wilayah Desa Lompio, Kecamatan Sirenja, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Luas daerah penyelidikan  $\pm 18 \times 17 \text{ km}^2$ . Posisi geografis berada diantara koordinat UTM 9.965.000 – 9.983.000 m selatan dan 808.000 – 825.000 m timur (Gambar 1). Peta tofografi yang dipakai adalah peta rupa bumi lembar Tompe 2015-64 dan lembar Aliandau 2015-62, berskala 1:50.000 edisi 1 tahun 1991, terbitan Bakosurtanal.

Peta Anomali Bouguer menggambarkan pola kontur yang relatif bervariasi dengan memperlihatkan zona anomali tinggi dan zona anomali rendah. Struktur dalam yang terlihat pada anomali Bouguer berada di bagian tengah dengan arah hampir utara – selatan dan merupakan kontrol struktur dari mata air panas Lompio serta diperkirakan berupa sesar normal. Dari anomali Bouguer ini memperlihatkan bahwa sumber panas (heat sources) dari mata air panas Lompio diperkirakan sumber panasnya berasal dari Bulu Setiau.

Struktur yang berada di bagian tengah daerah penyelidikan dilihat dari hasil anomali Sisa, anomali Bouguer dan anomali Regional memperlihatkan arah yang sama yaitu hampir utara – selatan. Hal ini menunjukkan bahwa struktur lokal searah dengan struktur dalamnya. Beberapa struktur dari peta anomali Sisa ini digambarkan untuk bagian tengah mempunyai arah utara – selatan. Sedangkan yang berada di bagian utara daerah penyelidikan terdapat dua buah struktur yang mempunyai arah baratlaut – tenggara dan timurlaut – baratdaya. Serta yang berada di bagian timur terdapat dua buah struktur yang berarah baratdaya – timurlaut serta barat – timur. Dan struktur yang berada di sebelah selatan terdapat tiga buah struktur dengan arah yang hampir sama yaitu baratlaut – tenggara.

## 1. Umum

Keadaan kebutuhan akan energi listrik di Kabupaten Donggala masih mengandalkan sumber energi dengan menggunakan bahan bakar minyak, dan semakin tahun kebutuhan akan energi listrik semakin bertambah. Maka untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, dan salah satu solusi untuk menanggulangi energi tersebut diperlukan energi alternatif yang perlu digali di daerah ini antara lain panas bumi.

Dari hasil kajian literatur terdapat beberapa pemunculan manifestasi panas bumi yang terdapat di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah yang salah satunya adalah di Desa Lompio, berupa mata air panas yang

muncul pada daerah yang berlingkungan metamorfik dan granitik.

Pengukuran gaya berat di daerah panas bumi ini menggunakan alat gravitimeter La Coste & Romberg tipe G-802. Jumlah stasiun gaya berat yang terukur sebanyak 268 titik amat yang terdiri dari 182 titik dengan spasi pengukuran 250 meter yang terletak di sepanjang lintasan A, B, C, D, E, F dan 86 titik sebagai titik regional dengan spasi antara 500 – 1000 meter.

Stasiun basis terletak di desa Lompio dengan nama Base. Base ini dipergunakan sebagai titik tutupan harian dan juga sebagai nilai acuan bagi stasiun gaya berat lainnya. Koordinat UTM titik Base X= 813826, Y= 9978517 dengan ketinggian Z= 4,67 meter

serta nilai *Gabsolote* = 978095.986 mgals. Selain itu dibuat pula BM (Bench Mark) yang terletak didepan kantor Desa Lompio, dengan koordinat UTM X= 813889, Y= 9978615 dan ketinggian Z= 4.768 meter serta nilai *Gabsolote* = 978096.158 mgals.

Hasil yang didapat dari metoda ini diharapkan dapat menunjang dalam menentukan keadaan struktur yang terjadi di daerah panas bumi Lompio terutama struktur yang terjadi di bawah permukaan.

Pencapaian ke daerah penyelidikan dapat ditempuh dengan menggunakan pesawat udara atau kapal laut melalui Jakarta – Makasar – Palu – Donggala. Dari Donggala ke lokasi kerja yang berjarak sekitar 94 km dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat melalui jalan trans Sulawesi hingga di Desa Lompio, Kecamatan Sirenja.

## 2. Hasil Penyelidikan

### 2.1 Penentuan Densitas Batuan

Penentuan densitas untuk daerah penyelidikan dilakukan dengan beberapa cara pengukuran densitas batuan diantaranya dengan cara analisa batuan di laboratorium. Sampel yang dianalisis untuk daerah ini mendapatkan 9 sampel batuan yang mewakili dari seluruh daerah penyelidikan. Hasil analisis laboratorium densitas batuan dilampirkan di table 1. Hasil yang didapat dari analisa ini di rata-rata sehingga menghasilkan densitas rata-rata untuk daerah Lompio ini sebesar **2,75 gram/cm<sup>3</sup>**.

Selain metode analisis laboratorium dibuat juga analisis densitas dengan metode Parasnisi, dimana metode ini memanfaatkan anomali Bouguer dan terrain yang dilakukan dengan metode korelasi g-H. Formula anomali Bouguer dapat ditulis kembali menjadi :  $(g_{Obs} - g_N + 0.094h) = (0.01277h - Terrain)\sigma$ . Jika :  $(g_{Obs} - g_N + 0.094h)$  di plot terhadap  $(0.01277h - Terrain)$ , maka gradiennya adalah *densitas*. Dari gambar 2.1 memperlihatkan grafik untuk mendapatkan nilai estimasi densitas dan regresi linier menggunakan seluruh data yang memperlihatkan densitas **2.72 gram/cm<sup>3</sup>**.

Dari kedua metode tersebut diatas ada perbedaan densitas yang tidak begitu jauh yaitu sekitar 0.03 gram/cm<sup>3</sup>, sehingga penulis

lebih cenderung untuk mengambil satu densitas yang diperkirakan mendekati dan sesuai dengan keadaan di lapangan yaitu dengan metode analisa laboratorium batuan.

## 2.2 Hasil Pengolahan Data

### 2.2.a Anomali Bouguer

Peta Anomali Bouguer dengan koreksi densitas Bouguer 2,75 gram/cm<sup>3</sup> diperlihatkan dalam gambar 2.2.a. Anomali Bouguer tinggi berada disebelah timurlaut, tenggara dan sebagian kecil berada disebelah utara. Semakin kearah bagian tengah dan berlanjut kearah bagian barat, barat daya dan sebagian barat laut daerah penyelidikan, anomali semakin mengecil. Rendahnya anomali dibagian barat, baratdaya dan barat laut diperkirakan karena mendekati pantai yang umumnya diisi oleh sebagian batuan alluvium dan sebagian oleh batu gamping (terumbu koral).

Nilai anomali Bouguer yang diperlihatkan berkisar antara 58 mgal sampai 88 mgal, dimana pola anomalnya memiliki suatu rentang anomali Bouguer dan gradien anomali yang relatif besar. Dalam keadaan ini mengisyaratkan bahwa terdapat beberapa struktur geologi skala besar yang berasosiasi dengan suatu rentang densitas tertentu di bagian dalam kulit bumi. Struktur dalam yang terlihat pada anomali ini berada di bagian tengah dengan arah utara – selatan dan merupakan kontrol struktur dari mata air panas Lompio. Struktur lainnya berada dibagian utara mempunyai arah baratlaut – tenggara dan baratdaya – timurlaut serta dibagian tenggara mempunyai arah baratdaya - timurlaut.

Seperti yang telah diutarakan diatas pola anomali tinggi dari peta ini berada di bagian utara yaitu sekitar sungai Bomba diperkirakan diisi oleh batuan granit yang telah terubah/lapuk dan menyebar kearah bagian tengah dan berlanjut kearah bagian timurlaut dan diperkirakan diisi oleh batuan malihan, serta disebelah tenggara diperkirakan diisi oleh sebagian batuan granit. Di sekitar mata air panas Lompio ditempati oleh anomali sedang dan diperkirakan diisi oleh batuan metamorf (skis), begitu pula di sekitar mata air panas Ombo terdapat pada anomali rendah dan

diperkirakan diisi oleh batuan gamping (terumbu koral).

### 2.2.b Anomali Regional

Untuk mencari nilai regional ini banyak caranya, diantaranya yang dilakukan disini adalah dengan metode *Polynomial Fitting*.

Peta anomali regional ini biasanya akan menghasilkan anomali perpanjangan gelombang pendek bila dilakukan pada orde tinggi dan konsekwensinya adalah terlalu banyak informasi struktur dangkal yang diperoleh, oleh sebab itu untuk membatasinya cukup dengan orde rendah saja yaitu orde-2.

Permukaan polinomial Orde-2 memperlihatkan anomali rendah berada disebelah barat, baratdaya dan baratlaut dari daerah penyelidikan, semakin kearah tengah anomali semakin tinggi dan berlanjut ke arah timurlaut, timur dan tenggara. Anomali regional ini dibuat dengan koreksi densitas  $2,75 \text{ gram/cm}^3$  dan peta ini diperlihatkan pada gambar 2.2.b. Dari hasil analisa laboratorium batuan daerah yang mempunyai nilai rendah yang berada disebelah barat, baratdaya dan baratlaut diperkirakan diisi oleh sebagian batuan alluvial dan sebagian kecil oleh batuan gamping, sedangkan yang mempunyai nilai tinggi diperkirakan diisi oleh sebagian batuan malihan (metamorf) dan sebagian batuan granit.

Hasil dari Anomali Regional atau hasil analisis trend surface diatas ditujukan untuk mengekstraksi informasi dangkal dari Anomali Bouguer dengan maksud untuk mendapatkan Anomali Gaya Berat Lokal atau disebut juga Anomali Sisa/Residual. Dari kelurusan-kelurusan yang muncul dari peta anomali Regional ini dapat ditafsirkan adanya struktur besar yang terjadi dibagian tengah daerah penyelidikan dengan arah hampir utara – selatan.

### 2.2.c Anomali Sisa (Residual)

Peta Anomali Sisa ini diperlihatkan dengan koreksi densitas  $2,75 \text{ gram/cm}^3$ , yang ditampilkan pada gambar 2.2.c. Pada peta ini memperlihatkan struktur yang agak kompleks, dimana pola konturnya mempunyai nilai

anomali positif dan anomali negatif serta membentuk kelompok-kelompok tersendiri. Namun pola anomali ini relatif memiliki persamaan dengan pola anomali Bouguernya, hal ini diperkirakan karena pola anomali Bouguer di daerah penyelidikan secara dominan diakibatkan oleh struktur dalam.

Dari peta ini terlihat bahwa zona anomali rendah yang terletak di sebelah barat semakin terisolasi, begitu pula yang berada di ujung sebelah baratdaya daerah penyelidikan, anomali rendah lainnya yang berada di sebelah utara dan tenggara muncul sedangkan pada anomali Bouguer tidak muncul dan zona anomali tinggi yang berada di sekitar air panas Lompio semakin terfokus, ini memperlihatkan bahwa anomali sisa ini kemungkinan ditimbulkan oleh struktur-struktur dalam dan sangat kompleks. Jika hal ini memang benar, maka ada hal yang menarik dari zona anomali tinggi tadi, apakah zona tinggi ini ditimbulkan oleh blok batuan dengan densitas yang relatif lebih tinggi dari pada batuan yang ada disekitarnya atau berupa batuan intrusif yang berumur jauh lebih muda dari pada batuan disekitarnya dan berperan sebagai sumber panas dari sistem panas bumi di daerah penyelidikan ini. Untuk hal ini diperkirakan sumber panas berada di Bulu Setiau, sedangkan yang berada di sebelah ujung baratdaya yaitu mata air panas Ombo diperkirakan sumber panasnya dari Bulu Sioti.

Beberapa struktur yang muncul dari peta anomali sisa ini digambarkan untuk bagian tengah mempunyai arah utara - selatan dan merupakan kontrol struktur dari air panas Lompio. Di bagian utara terdapat dua buah struktur dengan arah baratlaut – tenggara dan baratdaya – timurlaut. Di bagian timur terdapat dua buah struktur dengan arah baratdaya – timurlaut dan barat – timur, serta yang berada di bagian selatan terdapat tiga buah struktur yang semuanya mempunyai arah yang sama yaitu arah baratlaut – tenggara dan yang berada di bagian paling selatan merupakan kontrol struktur dari air panas Ombo.

Struktur yang diperlihatkan pada anomali Sisa yang berada di bagian tengah dan utara mempunyai arah yang sama dengan yang diperlihatkan oleh anomali Bouguer dengan demikian menunjukkan bahwa struktur lokal searah dengan struktur dalamnya. Sedangkan di bagian selatan dan timur dari daerah penyelidikan antara anomali Sisa dan anomali

Bouguer tidak memperlihatkan kesamaannya, hal ini menunjukkan bahwa struktur yang diperlihatkan pada anomal Sisa ini diperkirakan merupakan struktur lokal/dangkal.

#### 2.2.d Model Gaya Berat

Analisis penampang 2 dimensi ini diambil dari anomali Sisa yang digambarkan pada penampang A-B dengan menggunakan program MD 2002 (T. Yohana.,2002).

Untuk melihat struktur densitas bawah permukaan area panas bumi Lompio yang digambarkan pada penampang pemodelan A-B (gambar 2.2.d), dibuat dengan densiti basement  $2.75 \text{ gram/cm}^3$  dan arah penampang barat daya – timur laut dengan panjang penampang kurang lebih 9 kilometer. Penampang ini memotong zona gaya berat lemah yang berada dibagian tengah ke arah baratdaya dari daerah penyelidikan dan model struktur densitas dibuat berdasarkan pertimbangan data geologi dan dengan menggunakan metode verifikasi interaktif dimana perhitungan dilakukan berulang-ulang untuk setiap perubahan bentuk batuan nya sampai nilai hitungan sesuai dengan nilai pengamatan.

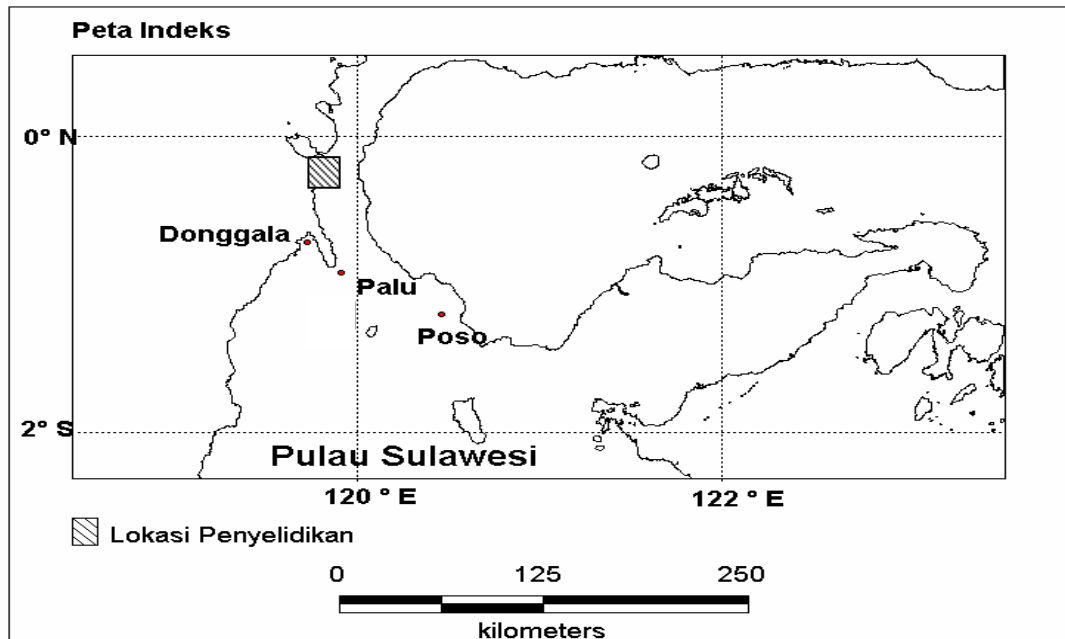
Batuan paling bawah dan dinamakan batuan basement adalah batuan granit dengan densitas  $2,75 \text{ gram/cm}^3$ . Di ujung baratdaya diisi oleh densiti  $2.77 \text{ gram/cm}^3$ , mempunyai kedalaman sekitar 1700 meter diperkirakan batuan granit. Setelah itu ditempati oleh bodi yang mempunyai densiti  $2.67 \text{ gram/cm}^3$  mempunyai kedalaman sekitar 2300 meter dan dibawahnya ditempati oleh bodi yang mempunyai densitas  $2.70 \text{ gram/cm}^3$  diperkirakan masih granit yang telah mengalami ubahan. Dari bagian tengah menuju timurlaut ditempati oleh bodi yang mempunyai densitas  $2.80 \text{ gram/cm}^3$  mempunyai kedalaman sekitar 2750 meter diperkirakan batuan diorit. Dan kemudian diisi oleh bodi yang mempunyai densitas  $2.77 \text{ gram/cm}^3$  dan  $2.76 \text{ gram/cm}^3$  diperkirakan batuan granit mempunyai kedalaman sekitar 1500 meter. Pada bagian bawah umumnya ditempati oleh bodi dengan densiti  $2.75 \text{ gram/cm}^3$  dan merupakan densitas basement.

### 3. Kesimpulan

- Peta Anomali Bouguer memperlihatkan sumber panas dari air panas Lompio diperkirakan sumber panasnya berasal dari Bulu Setiau dan dikontrol oleh struktur yang mempunyai arah utara - selatan dan diperkirakan berupa sesar normal.
- Pemunculan air panas yang berada di bagian selatan daerah penyelidikan, diperkirakan sumber panasnya berasal dari Bulu Sioti yang mengalir kebagian bawah melalui struktur yang mempunyai arah baratlaut – tenggara dan muncul di batuan gamping (terumbu koral).
- Peta anomali Sisa memperlihatkan zona anomali rendah terletak di beberapa lokasi yaitu di bagian utara, barat, timur dan di ujung sebelah baratdaya daerah penyelidikan. Anomali tinggi muncul di sebelah baratlaut menyebar kearah tengah dan menempati sekitar air panas Lompio serta terus menyebar ke arah timurlaut. Anomali tinggi lainnya muncul di sebelah selatan daerah penyelidikan.
- Struktur yang muncul di bagian tengah daerah penyelidikan dilihat dari hasil anomali Sisa, anomali Bouguer dan anomali Regional memperlihatkan arah yang sama yaitu hampir utara – selatan, hal ini menunjukkan bahwa struktur lokal searah dengan struktur dalam nya.
- Beberapa struktur yang muncul pada peta anomali sisa ini digambarkan untuk bagian tengah mempunyai arah utara – selatan, dan dibagian utara dengan dua buah struktur yang berarah baratlaut – tenggara dan timurlaut – baratdaya. Sedangkan di bagian timur terdapat dua buah struktur dengan berarah baratdaya – timurlaut dan barat – timur. Serta yang berada di sebelah selatan terdapat tiga buah struktur yang mempunyai arah yang hampir sama yaitu berarah baratlaut – tenggara.

## Daftar Pustaka

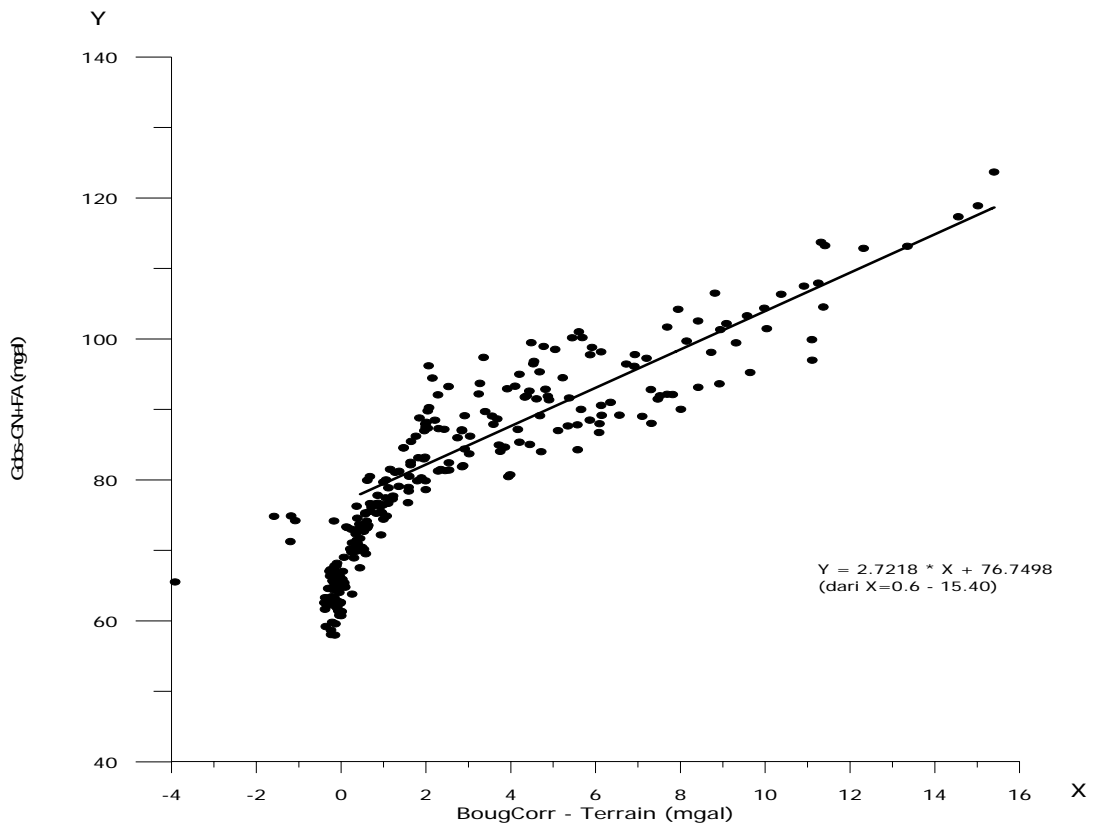
- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. *General Geology Of Indonesia And Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office. The Hague. Netherlands.
- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System: Principles and Case Histories"*. John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1988. *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg – Ca Geo- Indicators*. *Geochemica Acta* 52. pp. 2749 – 2765.
- Lawless, J., 1995. *Guidebook: An Introduction to Geothermal System*. Short course. Unocal Ltd. Jakarta.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977. *Chemistry and Geothermal System*. Academic Press Inc. Orlando.
- Simanjuntak, dkk., 1973. *Peta Geologi Lembar Palu, Sulawesi, Skala 1: 250.000. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi. Bandung*.
- Telford, W.M. et al, 1982. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. Cambridge.



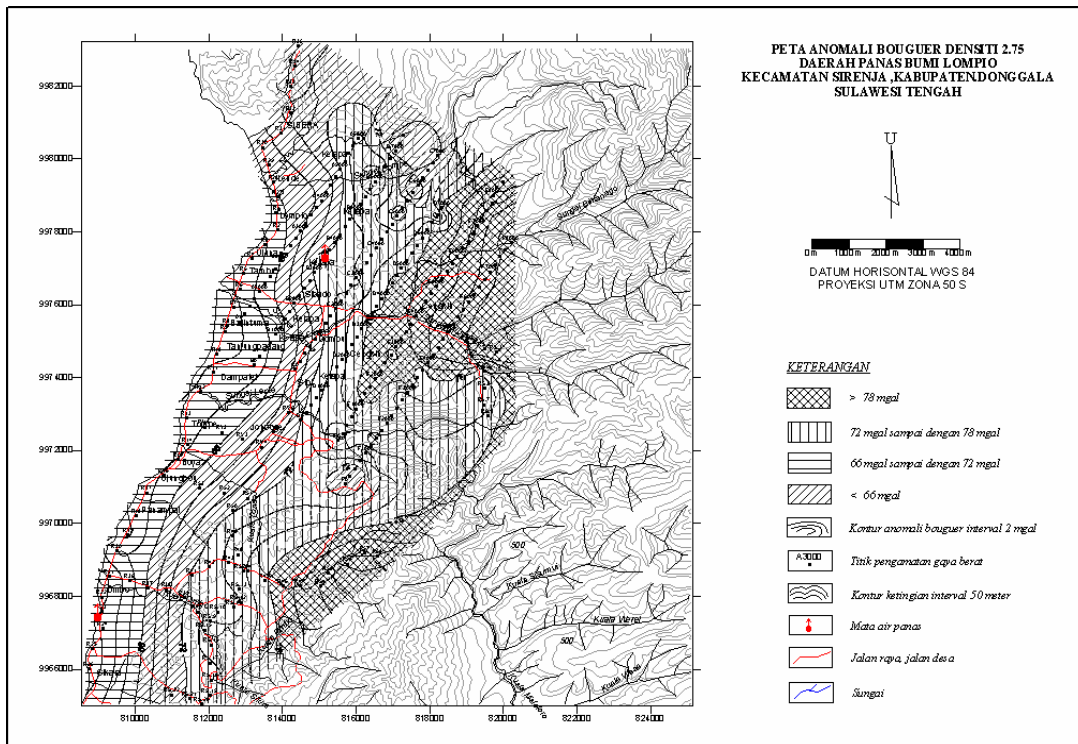
Gambar 1 : Peta Indeks daerah penyelidikan

No	Contoh Batuan	Nama Batuan	Densitas Batuan
1	A6500	Granit	2.65 gram/cm <sup>3</sup>
2	B3500	Granit	2.71 gram/cm <sup>3</sup>
3	C4500	Malihan	2.95 gram/cm <sup>3</sup>
4	D6500	Diorite	2.88 gram/cm <sup>3</sup>
5	E3000	Malihan	2.82 gram/cm <sup>3</sup>
6	F6000	Granit	2.58 gram/cm <sup>3</sup>
7	F6000	Granit	2.62 gram/cm <sup>3</sup>
8	R47	Diorite	2.87 gram/cm <sup>3</sup>
9	RS10	Granit	2.74 gram/cm <sup>3</sup>

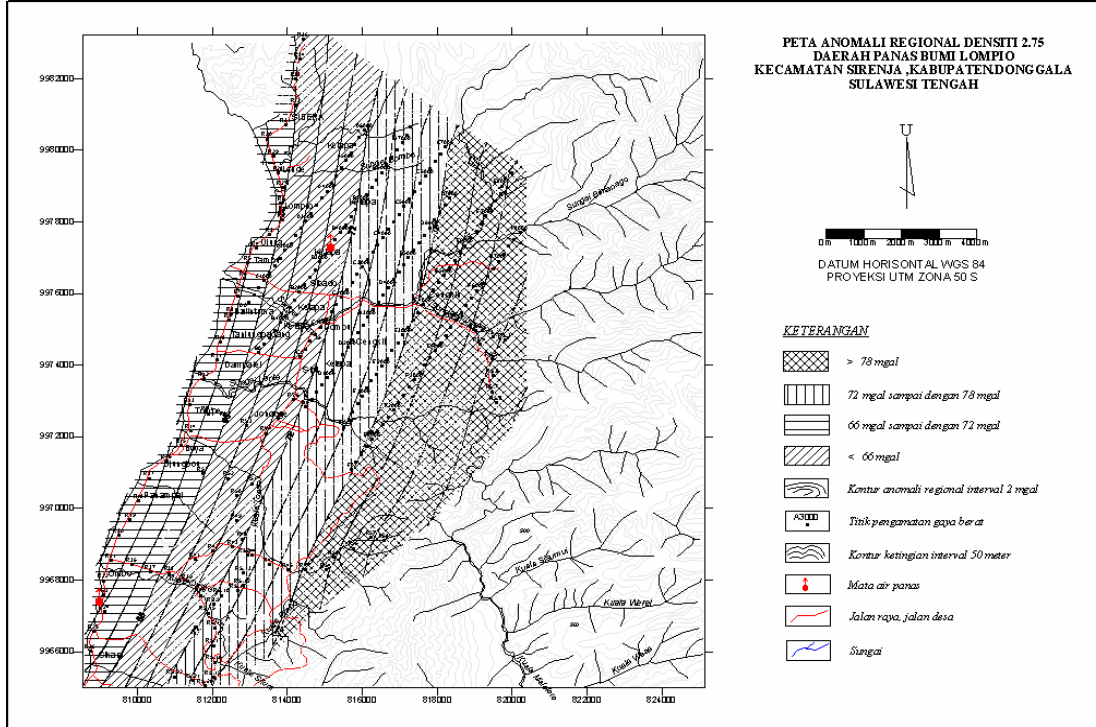
Tabel 1: Hasil analisa densitas batuan



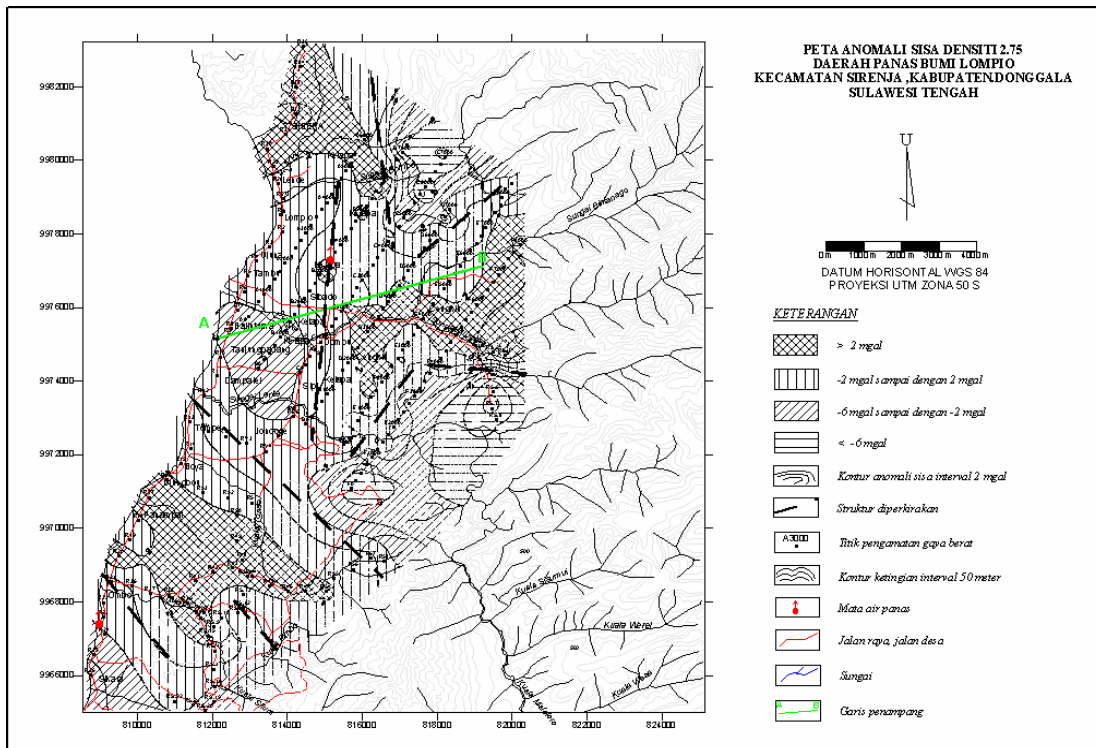
Gambar 2.1 : Hasil perhitungan densitas rata-rata batuan dengan metode Parasnisi.



Gambar 2.2.a : Peta anomali Bouguer daerah panas bumi Lompio dengan densitas 2,75 gram/Cm<sup>3</sup>.



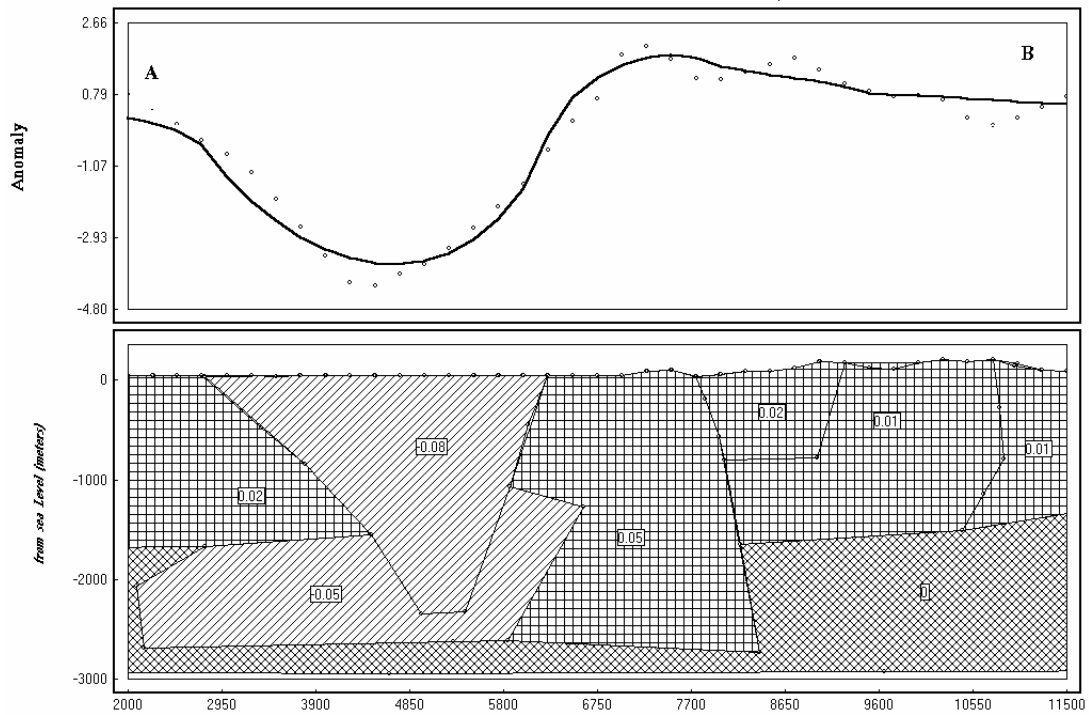
Gambar 2.2.b : Peta anomali Regional daerah panas bumi Lompio dengan densiti 2,75 gram/Cm<sup>3</sup>.



Gambar 2.2.c : Peta anomali Sisa daerah panas bumi Lompio dengan densiti 2,75 gram/Cm<sup>3</sup>.



MODEL-2D GAYA BERAT DAERAH PANAS BUMI LOMPPIO, DONGGALA, SULAWESI TENGAH



Gambar 2.2.d : Model-2D gaya berat daerah panas bumi Lompio