

ANALISA STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH PROSPEK PANAS BUMI “GF-TNH” SUMATERA BARAT BERDASARKAN METODE GAYA BERAT

¹Adi Buchori Ramadhan, ^{1,2}Djayus, ^{1,2}Piter Lepong, ³Tony Rahadinata

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

³Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Kementerian ESDM

*Email : adibuchorii@gmail.com

ABSTRACT

The gravity method is one of the geophysical exploration methods based on the Earth's gravity field anomaly caused by variations in rock mass density laterally and vertically below the measuring point. The study area has a range of complete bouguer anomaly of -48.3 mGall up to -4.0 mGall and depth estimation with spectrum analysis showing a regional anomaly depth value of 2.43 km and a residual anomaly depth of 0.77 km which is interpreted as a boundary zone between bedrock and subsurface rocks that have more varied anomaly values. Then the separation of regional and residual anomaly was carried out using the Butterworth Filter and Second Vertical Derivative methods. From the results of the residual anomaly map shows the range of anomaly values -0.5 mGall to 4.0 mGall. The map of residual anomaly shows a more complex pattern of anomaly because residual anomaly provide a lateral representation of rock mass distribution or the presence of geological structures below the surface that are relatively close to the surface of the earth. Then the residual anomaly map is made 3D inversion modelling with Second Vertical Derivative Technique to find out the fault and its type, then Derivative Analysis is performed. The geological structure in the study area is based on the results of inversion modelling and derivative analysis, dominated by faults and the type of fault is reverse fault and normal fault and the type of rock is dominated by igneous rock which has a high density value.

Keywords: Regional Anomaly, Residual Anomaly, Spectrum Analysis, Butterworth Filter, Second Vertical Derivative, Inverse Modelling

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah salah satunya ialah sumber energi panas bumi, karena berada pada daerah terdepan di zona tektonik aktif. Energi panas bumi merupakan energi yang tersimpan dalam bentuk air panas maupun uap pada kondisi geologi tertentu dengan kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Daerah panas bumi

(*geothermal area*) atau medan panas bumi (*geothermal field*) adalah daerah di permukaan bumi dalam batas tertentu dimana terdapat energi panas bumi dalam suatu kondisi hidrologi batuan tertentu (Santoso, 2004). Indonesia memiliki potensi energi panas bumi 40% dari cadangan energi panas bumi di dunia.

Eksplorasi sitem panas bumi, salah satunya dengan Identifikasi perbedaan variasi nilai densitas batuan di bawah

permukaan dengan metode gaya berat. Uraian di atas menarik peneliti untuk melakukan penelitian. Daerah panas bumi Bonjol terletak di Kabupaten Pasaman provinsi Sumatra Barat, berjarak ± 250 Km sebelah utara Kota Padang. Secara geografis terletak pada garis katulistiwa yaitu antara $100^{\circ} 8' 51,72''$ - $100^{\circ} 16' 27,48''$ Bujur Timur (BT) dan $0^{\circ} 3' 46,08''$ Lintang Utara (LU) - $0^{\circ} 3' 43,2''$ Lintang Selatan (LS). Lokasi pengamatan terdapat di daerah yang berketinggian antara 100 – 1160 m diatas permukaan laut, dengan curah hujan antara 519 – 392 mm pertahun, bersuhu udara relatif sejuk dengan kondisi tanah yang subur untuk pertanian (Gambar 1).

2. TEORI

2.1 MORFOLOGI

Morfologi daerah penyelidikan terdiri dari tiga satuan morfologi, yaitu Perbukitan berlereng terjal, Perbukitan berlereng sedang dan Pedataran. Morfologi perbukitan berlereng terjal terletak di sebelah timur dan barat daerah penelitian menempati 40% daerah penyelidikan, berelief kasar dan berlereng terjal serta memanjang, lembah sungai umumnya berbentuk “V” menandakan erosi vertikal lebih dominan dari pada lateral.

Satuan Perbukitan berlereng sedang, menempati $\pm 50\%$ daerah penyelidikan, terdapat di bagian tengah hingga ke bagian barat lokasi penyelidikan, berelevasi 300 – 1500 m diatas muka laut, lembah sungai berbentuk “V” hingga “U” menandakan tingkat erosi lateral sudah mulai nampak. Satuan ini tersusun oleh batuan vulkanik dan sediment formasi.

Satuan Pedataran, menempati $\pm 10\%$ daerah penyelidikan, terletak di bagian tengah dan selatan lokasi penyelidikan dengan kemiringan lereng antara $0 - 5^{\circ}$, lembah sungai berbentuk “U” yang dibberapa tempat mempunyai *meander*, menandakan erosi lateral lebih dominan.

Satuan ini terbentuk di daerah depresi Bonjol (graben) yang terbentuk sebagai hasil pergerakan dari sesar Sumatera (SFS).

2.2 STRUKTUR GEOLOGI

Berdasarkan hasil penyelidikan di lapangan, analisis citra *landsat* serta peta topografi dan geologi terhadap gejala-gejala struktur di permukaan seperti pemunculan mata air panas, kelurusan lembah dan punggungan, kekar-kekar, bidang sesar, dan zona hancuran batuan dll., maka di daerah penyelidikan terdapat lima struktur sesar (Gambar 2), yaitu:

a. Sesar Malintang; berarah relatif barat laut-tenggara, indikasi di lapangan ditunjukkan oleh adanya kelurusan punggungan bukit memanjang, kekar-kekar, hancuran batuan dan jalur mineralisasi sepanjang Bukit Malintang. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bagian turun berada di sebelah barat daya, sesar ini terjadi akibat gaya yang bersifat tarikan (*extension*) yang berarah timurlaut-baratdaya.

b. Sesar Bonjol; berarah barat laut-tenggara dan merupakan sesar normal. Indikasi di lapangan ditunjukkan oleh adanya kelurusan punggungan bukit memanjang, kekar-kekar, hancuran batuan, dan batuan ubahan/alterasi. Sesar Bonjol ini membentuk sesar tangga (*step fault*) dengan sesar Malintang, yang keduanya berperan dalam terbentuk jalur mineralisasi di daerah penyelidikan.

c. Sesar Alahan Mati; berada di bagian barat daya daerah penyelidikan berarah arah barat laut-tenggara berupa sesar normal dengan bagian sebelah timur laut relatif turun. Indikasi di lapangan berupa zona hancuran batuan, kekar-kekar, kelurusan punggungan, dan belokan sungai. Sesar ini membentuk graben dengan struktur sesar Bonjol yang berada di sebelah timur daerah penyelidikan.

d. Sesar Padang Baru; berarah barat laut-tenggara, berada di bagian tengah daerah penyelidikan. Sesar ini berupa sesar normal dengan blok barat daya relatif bergerak turun. Indikasi sesar ini di permukaan dicirikan oleh adanya mata air panas Padang Baru, daerah hancuran, kekar-kekar, dan kelurusan punggung.

e. Sesar Takis; berarah barat daya-timur laut yang menempati bagian tengah daerah penyelidikan. Indikasi sesar ini di permukaan sangat jelas sekali diantaranya adanya kelurusan pemunculan mata air panas, yaitu air panas Takis, air panas sungai Limau, dan air panas sungai Langkuik/Kambahan, adanya zona hancuran, kekar-kekar, air terjun (bidang sesar), dan batuan ubahan/mineralisasi. Struktur sesar ini berjenis sesar normal dengan bagian tenggara relatif bergerak turun terhadap bagian barat laut.

2.3 MANIFESTASI PANAS BUMI

a. Mata air panas Padang Baru; dijumpai di Kp. Padang Baru dengan koordinat UTM $x = 635.833$ mT dan $Y = 9.997.416$ mS, muncul pada satuan batuan sedimen danau/depresi. Temperatur air panas $\pm 49.7^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 6.5$, jernih, terdapat endapan air panas/sinter karbonat (travertin). Pemunculan mata air panas ini dikontrol oleh sesar Padang Baru.

b. Mata air panas Sungai Takis; muncul di lembah Sungai Takis, pada koordinat UTM $x = 633.504$ mT dan $Y = 10.000.611$ mU, hadir berkelompok dengan temperatur $\pm 87.9^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 6.9$, jernih, beruap di permukaannya, banyak dijumpai endapan travertin di sekitar mata air panas dan dijumpai endapan travertin yang sudah memfosil, berwarna hitam, keras dengan ketebalan beberapa meter. Pemunculan mata air panas ini dikontrol oleh sesar Takis dan membentuk kelurusan mata air panas yang berarah barat daya-timur laut.

c. Mata air panas Sungai Limau; terletak pada koordinat UTM $x = 634.409$ mT dan

$Y = 10.001.219$ mU, muncul di aluvium sungai Limau, hadir berkelompok dengan temperatur $\pm 73.5^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 7.3$, jernih, terdapat bualan, beruap, dan terdapat sedikit sinter karbonat (travertin). Pemunculan mata air panas sungai Limau ini dikontrol oleh struktur geologi yang sama dengan mata air panas sungai Takis, yaitu: sesar Takis.

d. Mata air panas Sungai Langkuik/Kambahan; terletak pada koordinat UTM $x = 635.716$ mT dan $Y = 10.003.684$ mU. Temperatur air panas $\pm 73.4^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 7.5$, jernih, tidak dijumpai endapan travertin. Seperti halnya pemunculan mata air panas sungai Takis dan Sungai Limau, mata air panas sungai Langkuik/Kambahanpun dikontrol oleh struktur sesar Takis.

e. Batuan Ubahan (*alteration rock*); batuan ubahan karena pengaruh hidrotermal ditemukan di bagian barat laut daerah penyelidikan atau sebelah utara

3. METODE PENELITIAN

Analisis *derivative* yang digunakan untuk mengetahui jenis patahan adalah turunan kedua anomali *Bouguer* atau *Second Vertical Derivative (SVD)*. *SVD* dalam menentukan jenis patahan dilakukan dengan bantuan peta geologi regional daerah penelitian, yaitu *slicing* keberadaan patahan yang nampak pada peta geologi. Secara teoritis metode ini diturunkan dari Persamaan Laplace untuk anomali gaya berat di permukaan yang persamaannya dapat ditulis :

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \quad (1)$$

Atau :

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = 0 \quad (2)$$

Sehingga,

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \right) \quad (3)$$

Untuk data 1-D (data penampang),

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \right) \quad (4)$$

Persamaan SVD dan 1-D diatas menunjukkan bahwa *second vertical derivative* dari suatu anomali gaya berat permukaan adalah sama dengan negatif dan derivatif orde dua horizon. Artinya bahwa anomali *second vertical derivative* dapat melalui derivatif horizontal yang secara praktis lebih mudah dikerjakan. Untuk data anomali gaya berat dalam grid teratur, anomali SVD dapat diturunkan melalui proses *filtering*, dimana persamaan konvolusinya diberikan oleh persamaan berikut :

$$\Delta g_{svd}(\Delta x, \Delta y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x, y) \quad (5)$$

$$F(x - \Delta x, y - \Delta y) dx dy$$

Dimana F adalah filter SVD sesuai persamaan (2.33) dan Δg adalah anomali gaya berat sebagai data input. Berikut berapa filter *second vertical derivative* mempunyai respon amplitudo (Elkins, 1951)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Anomali Bouguer merupakan simpangan nilai Bouguer tereduksi dengan nilai Bouguer teoritis. Nilai bouguer tereduksi adalah nilai anomali yang sudah tereduksi kedalam bidang acuan pengukuran dan telah melalui beberapa tahapan koreksi, yaitu *tidal correction, drift correction, latitude correction, Free Air Correction, Bouguer Correction, Terrain Correction* dan *Bouguer Anomaly*.

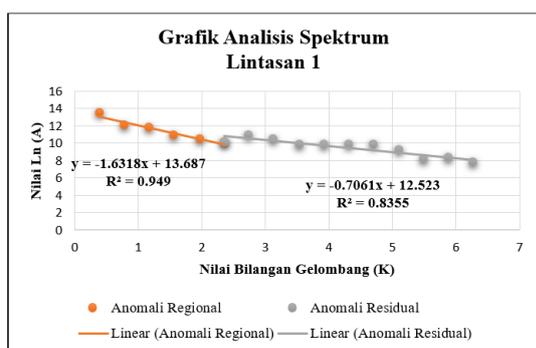
Berdasarkan pola penyebaran anomali bouguer lengkap yang terendah dengan skala warna biru tua dan biru muda serta terkonsentrasi pada bagian tenggara, barat daya dan barat dengan nilai anomali -48.3 mGall hingga -20.9 mGall. Anomali sedang ditunjukkan dengan skala warna hijau, kuning dan coklat dengan pola

penyebaran pada bagian utara menuju selatan dengan nilai anomali -18.6 mGall hingga -9.3 mGall sedangkan untuk anomali tertinggi ditunjukkan dengan skala warna merah dan merah muda dengan pola penyebaran pada bagian barat laut menuju tenggara dengan nilai anomali -8.0 mGall hingga -4.0 mGall. Anomali tinggi pada daerah penelitian diindikasikan berasal dari batuan andesit basaltis merupakan batuan vulkanik dengan densitas batuan yang tinggi dan sebaliknya anomali rendah pada daerah penelitian diindikasikan berasal dari batuan andesit piroksen, batupasir, batu lempung dan lainnya (Gambar 3).

Analisis spektrum dilakukan dengan tujuan untuk mengestimasi lebar jendela dari anomali gaya berat, mengestimasi kedalaman serta membandingkan respon spektrum dari berbagai *filtering*. Analisis spektrum dapat dilakukan dengan melakukan Transformasi Fourier lintasan pada peta anomali bouguer untuk mengestimasi kedalaman bidang batas dan menentukan lebar jendela (*window*) yang dianggap paling baik serta mewakili kondisi daerah penelitian dan digunakan dalam pemisahan anomali. Pada anomali bouguer lengkap dilakukan sebanyak 5 lintasan (*line*) yang mewakili nilai anomali daerah penelitian.

Data analisis spektrum dapat memberikan informasi mengenai kedalaman bidang batas dangkal dan secara efektif terkait dengan struktur geologi permukaan daerah penelitian pada (Gambar 4). Kedalaman dangkal memiliki sinyal frekuensi tinggi diindikasikan sebagai batas antara batuan dasar (*basement*) dengan batuan bawah permukaan yang memiliki nilai anomali yang lebih bervariasi. Pada frekuensi rendah diindikasikan berasal dari sumber dalam dengan sinyal frekuensi dibawah permukaan yang lebih dalam dan cenderung memiliki sifat homogen serta memiliki densitas yang sama.

Pada saat melakukan penentuan lintasan yang mewakili daerah penelitian dan digitasi peta penulis menggunakan spasi (Δx) 0.5 km, kemudian dilakukan analisa spektrum dari semua penampang untuk mengetahui indikasi kedalaman bidang anomali regional dan residual. Kedalaman bidang anomali, dalam hal ini dinyatakan dengan nilai kemiringan (*gradient*) dari *log power spectrum* (Ln Amplitudo) terhadap bilangan gelombang (k), seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Analisis Spektrum

Hasil dari analisis spektrum lintasan 1-1' diperoleh dua *gradient* garis yang merupakan batas antara anomali regional dan residual. Kedalaman anomali regional adalah 1.63 km yang diindikasikan sebagai kerak bumi dan kedalaman anomali residual adalah 0.7 km yang diindikasikan sebagai batas antara batuan dasar (*basement*) dengan batuan dekat permukaan. Perpotongan antara *gradient* garis pertama dan kedua adalah bilangan gelombang atau *cut-off* (k_c) yang memiliki nilai 2.35 dan lebar jendela (*window*) adalah 5.3, kemudian untuk tiap lintasan akan menghasilkan kedalaman anomali regional dan residual serta nilai *cut-off* (k_c) dan lebar jendela yang berbeda-beda.

Tabel 1. Kedalaman Bidang Batas Anomali

No	Lintasan	Kedalaman Bidang Anomali Regional (km)	Kedalaman Bidang Anomali Residual (km)
1	Lintasan 1	-1.6318	-0.7061
2	Lintasan 2	-2.2314	-1.3705
3	Lintasan 3	-3.029	-0.5391
4	Lintasan 4	-0.8279	-0.6761
5	Lintasan 5	-4.4317	-0.5721
Rata-rata		-2.43036	-0.77278

Hasil dari analisis spektrum selain untuk menghitung kedalaman anomali regional dan residual ialah nilai bilangan gelombang atau *cut-off* (k_c), yang digunakan untuk menentukan lebar jendela (*window*). Untuk menghitung nilai lebar jendela digunakan persamaan 6 sebagai berikut :

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (6)$$

Dimana Δx adalah domain spasi yang digunakan dalam *Fast Fourier Transform* yaitu 0.5 km dan k_c adalah bilangan gelombang (*cut-off*). Semua bilangan k_c di tiap lintasan dirata-ratakan maka didapatkan nilai 0.018. kemudian diketahui hasil rata-rata lebar jendela dari semua lintasan adalah 4.889.

Tabel 2. Nilai Cut-off (k_c) dan Lebar Jendela (N)

No	Lintasan	Bilangan Gelombang (k_c)	Lebar Jendela (N)
1	Lintasan 1	2.355	5.333333333
2	Lintasan 2	2.7475	4.571428571
3	Lintasan 3	2.355	5.333333333
4	Lintasan 4	1.775	7.07056338
5	Lintasan 5	5.8875	2.133333333
Rata-rata		3.024	4.889496982
		Wavelength	5
		0.01800018	

Setelah diperoleh rata-rata lebar jendela yaitu 4.889 dibulatkan menjadi 5, maka untuk mendapatkan nilai parameter *Wavelength* (k) sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Wavelength (K)} &= (N - 1) \times \Delta x \\ &= (5 - 1) \times 0.5 \\ &= 2 \end{aligned}$$

2 : 111.11 \rightarrow diubah kedalam bentuk derajat

0.018 \rightarrow nilai *cut-off wavelength*

Hasil ini digunakan sebagai parameter wavelength (k) untuk pemisahan anomali regional dan residual.

Proses pemisahan dengan metode *Second Vertical Derivative* (SVD) akan menghasilkan anomali residual, sehingga diperoleh anomali regional digunakan persamaan

$$[A_{reg}] = [A_{bl}] - [A_{res}] \quad (7)$$

Anomali residual diperoleh dari hasil pemisahan anomali menggunakan software pendukung dalam pengolahan data dengan metode *Second Vertical Derivative* (SVD) filter *Elkins*, karena secara langsung *output* dari metode ini adalah anomali residual.

Pada (Gambar 6) terkait peta anomali residual menunjukkan pola anomali yang lebih kompleks atau lebih bervariasi dibandingkan dengan anomali regional, karena anomali residual memberikan gambaran lateral distribusi massa batuan atau adanya struktur geologi bawah permukaan yang lebih dekat dengan permukaan bumi. Hasil yang diperoleh dari peta anomali residual menunjukkan adanya *range* nilai anomali -0.5 mGall hingga 4.0 mGall. Anomali negatif (-) berkisar -0.5 mGall hingga 0 mGall dipengaruhi oleh jenis batuan yang mendekati permukaan tetapi memiliki nilai densitas yang lebih rendah dari daerah sekitarnya. Diperkirakan sebagai zona reservoir. Daerah anomali positif (+) berkisar 0 mGall hingga 4.0 mGall diperkirakan jenis batuan adalah batuan beku, batuan tersebut di indikasi memiliki nilai densitas yang tinggi. Seperti yang ditunjukkan oleh skala warna pada peta, warna biru tua diindikasi sebagai daerah yang memiliki nilai densitas yang rendah dan warna merah menunjukkan daerah yang memiliki nilai densitas yang tinggi.

Tujuan dilakukannya interpretasi kuantitatif ialah untuk mengetahui model bawah permukaan yang meliputi dimensi,

volume dan jenis batuan penyusun yang dibuat berdasarkan parameter densitas. Informasi dari interpretasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran jenis struktur dan jenis batuan bawah permukaan daerah penelitian. Untuk melakukan interpretasi ini dilakukan *Inverse Modelling*.

Pemodelan jenis ini disebut *filtering* atau pencocokan data karena proses didalamnya digunakan parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data pengamatan. Untuk melakukan proses ini dilakukan pemodelan 3D. Proses inversi dilakukan dengan input parameter data peta topografi, data peta anomaly residual, sehingga didapatkan *output* berupa model 3D daerah penelitian yang mendekati keadaan sebenarnya. Pemodelan 3D ini dilakukan untuk variasi dan distribusi densitas secara 3D.

Peneliti melakukan pemodelan kebelakang (*Inverse Modeling*) 3D anomali residual *second vertical derivative*. Hasil yang diperoleh seperti pada (Gambar 7) dan (Gambar 8), menunjukkan indikasi intrusi batuan beku serta menunjukkan pola sebaran reservoir daerah penelitian dengan estimasi kedalaman 0 – 700 m dan memiliki nilai densitas antara -0.019 sampai dengan 0.023 mGall.

Dapat diketahui model tiga dimensi dari setiap zona yang di indikasi intrusi batuan beku dan zona reservoir yang berada diantara zona intrusi. Dari kedua zona tersebut dapat dibedakan dengan nilai variasi rapat massa batuan. Interpretasi anomali tinggi jika dikorelasikan dengan lingkungan geologi sekitarnya berupa batuan beku vulkanik dan salah satunya adalah batuan andesit.

Anomali tinggi dapat juga diasumsikan sebagai indikasi aktivitas plutonisme maka diperkirakan batuan plutonik tersebut sebagai sumber panas. Energi dari sumber panas tersebut ditransfer secara konduktif dan konvektif pada reservoir.

5. KESIMPULAN

Hasil dari Anomali Bouguer lengkap diperoleh nilai gravitasi dengan rentang -48.3 mGall hingga -4.0 mGall dengan estimasi kedalaman regional 2.43 km yang diindikasikan sebagai rata-rata kedalaman bidang batas kerak bumi sedangkan untuk nilai anomali setelah dilakukan pemisahan regional dan residual diperoleh rentang nilai residual berkisar -0.5 mGall hingga 0.4 mGall dengan estimasi kedalaman 0.772 km yang diindikasikan sebagai bidang batas antara batuan dasar (*basement*) dengan batuan dekat permukaan.

Pemodelan inversi pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kontras densitas batuan. Jenis batuan pada daerah penelitian didominasi oleh batuan beku vulkanik karena memiliki densitas yang tinggi dengan rentang nilai 0.023 mGall hingga 0.044 mGall yang diindikasikan sebagai intrusi batuan beku dan untuk densitas yang rendah dengan rentang nilai -0.041 mGall hingga -0.019 mGall yang diindikasikan sebagai zona reservoir panas bumi. Hasil dari analisa *derivative* daerah penelitian didominasi oleh *fault* (patahan) dan jenis patahannya adalah *normal fault* (patahan turun) dan *reverse fault* (patahan naik).

6. UCAPAN TERIMA KASIH

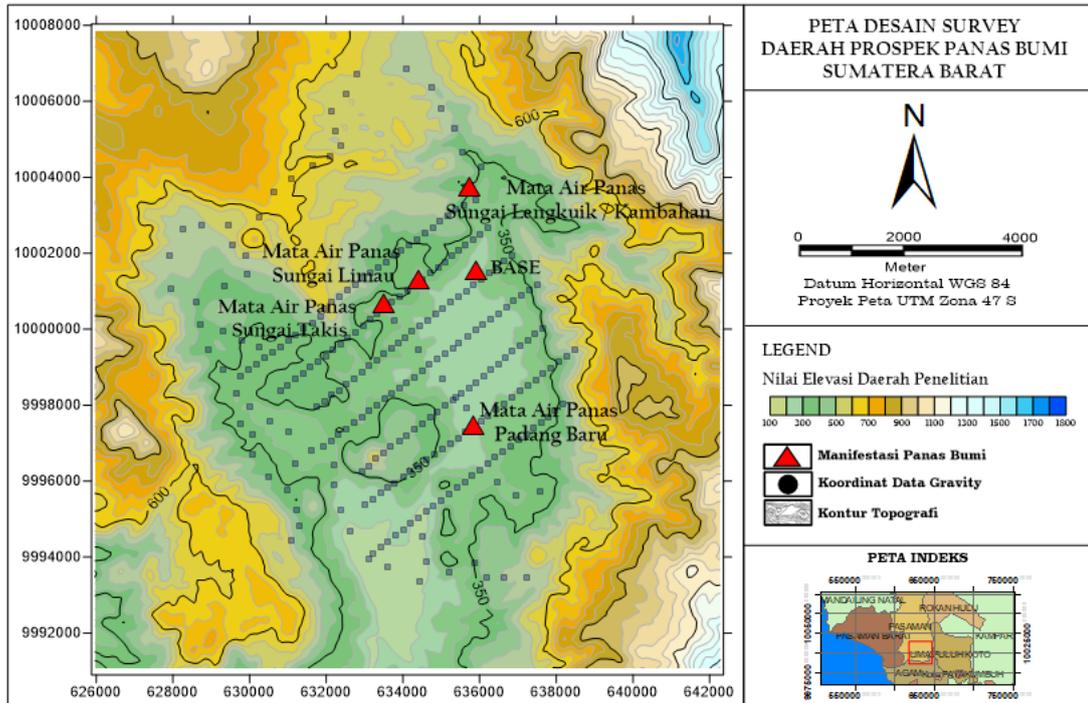
Ucapan terima kasih kepada PSDMBP Kementerian ESDM Bandung, atas izin untuk mengolah kembali data Gaya Berat Area Panas Bumi Bonjol, Sumatera Barat ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

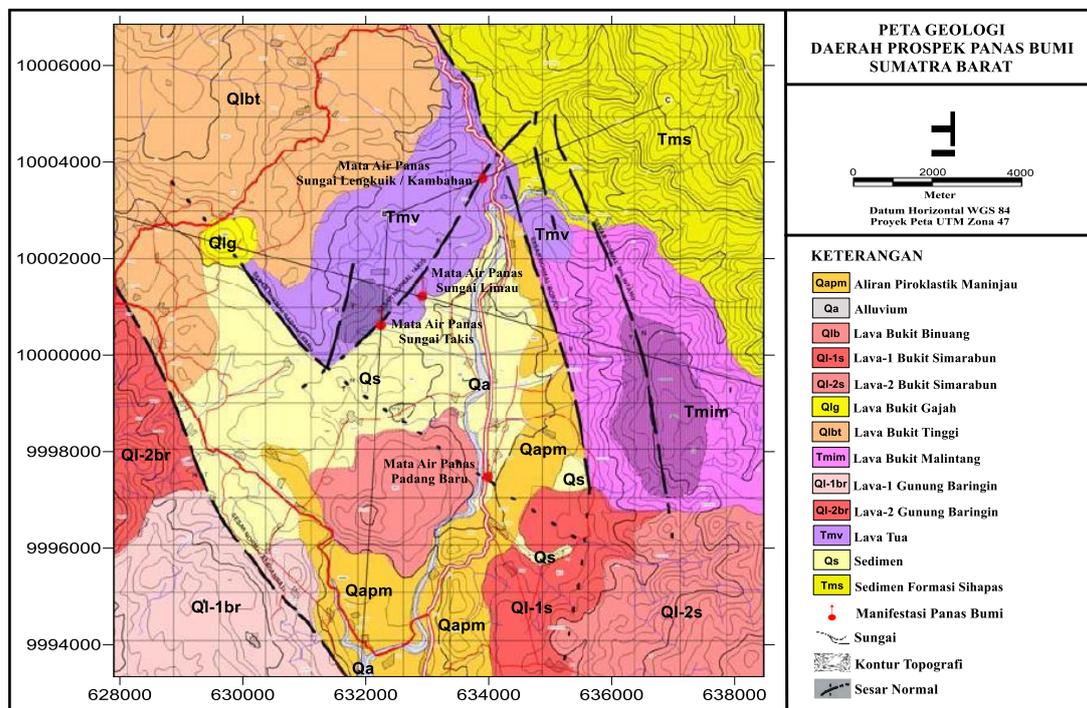
- Blakely, R. J. 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge University Press. Cambridge.
- Kholid, M., Iim, D., Widodo, S. 2007. Penyelidikan Terpadu (Geologi,

Geokimia dan Geofisika) Daerah Panas Bumi Bonjol, Kabupaten Pasaman, Sumatra Barat. PSDG : Bandung

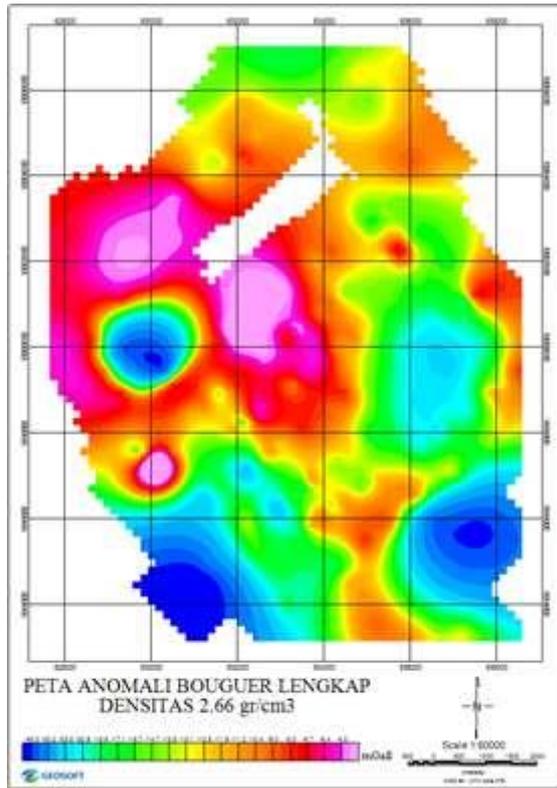
- Santoso, Djoko. 2004. Eksplorasi Energi Geothermal. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Saptadji, N. M. 2001. Teknik Panasbumi. Bandung: Departemen Teknik Perminyakan, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- Sarkowi, M. 2014. Eksplorasi Gaya Berat. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Telford, W. M., L. P. Geldart and R. E. Sherrif. 1990. Applied Geophysics. Cambridge: Cambridge University Press.



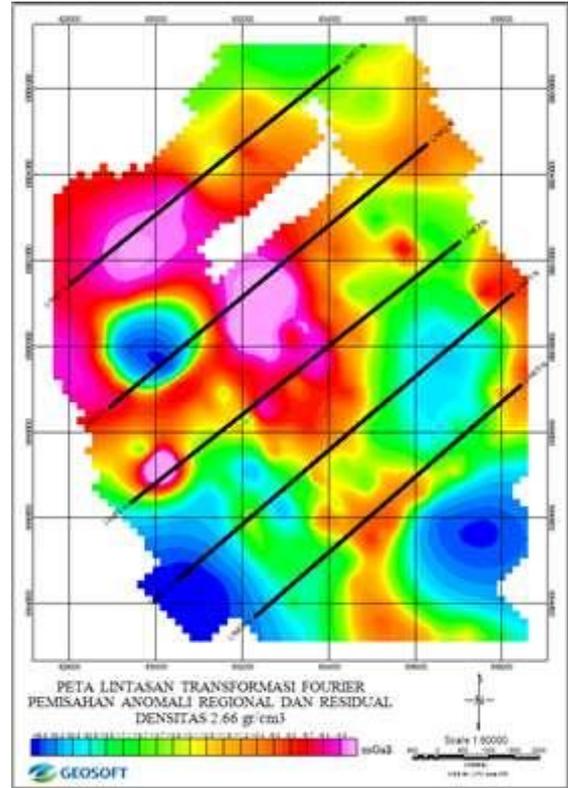
Gambar 1. Peta Desain Survey Daerah Prospek Panas Bumi Sumatera Barat



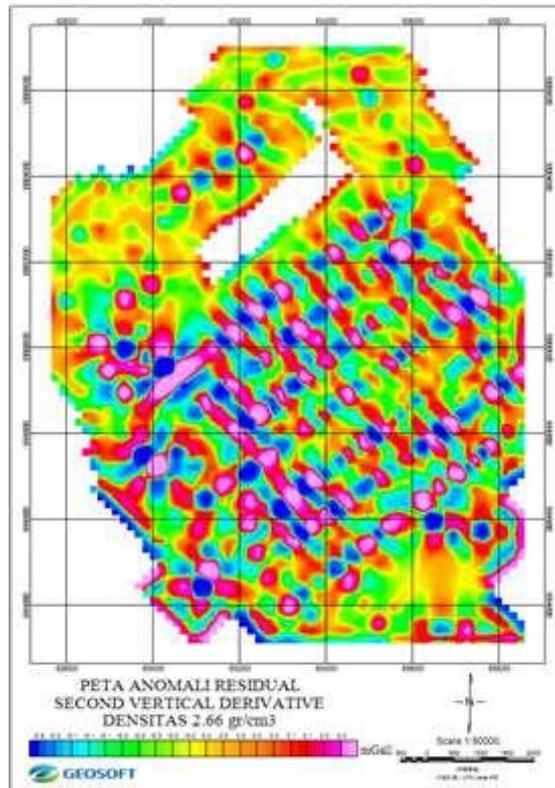
Gambar 2. Peta Geologi Prospek Panas Bumi Sumatera Barat



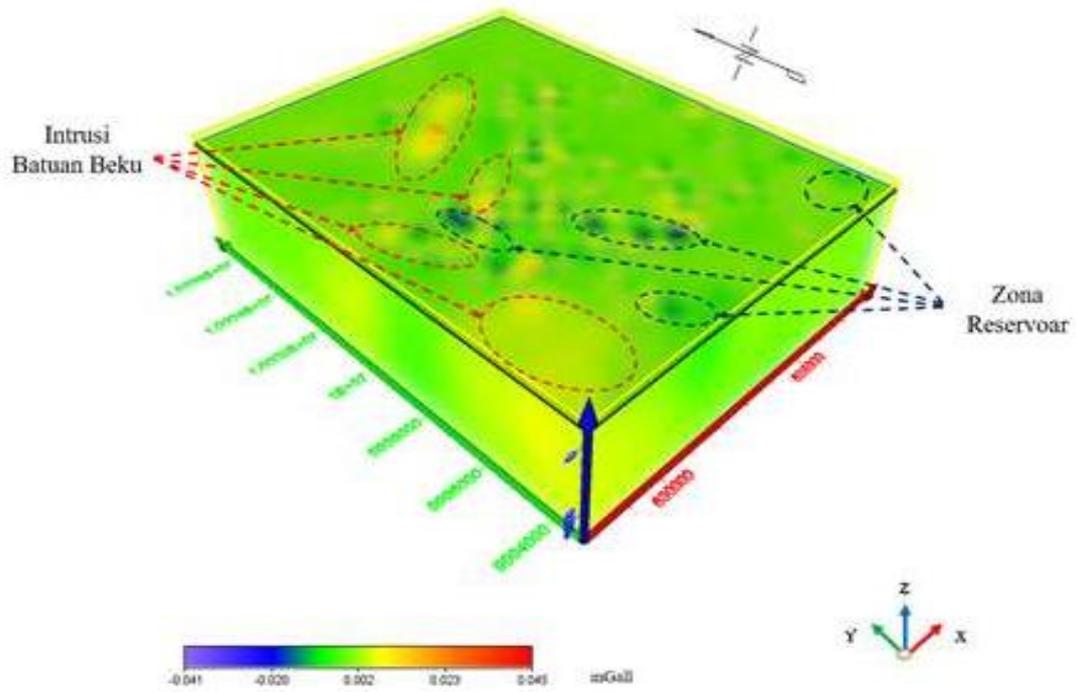
Gambar 3. Peta Anomali Bouguer Lengkap Daerah Penelitian



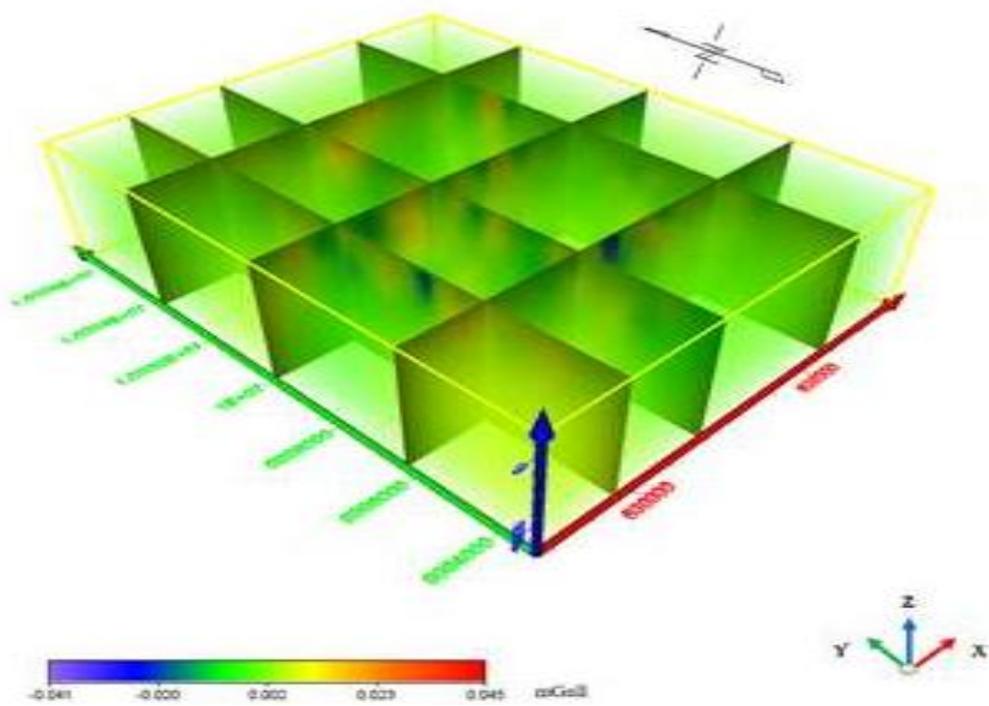
Gambar 4. Peta Lintasan Transformasi Fourier Pemisahan Anomali Regional dan Residual



Gambar 6. Peta Anomali Residual *Second Vertical Derivative*



Gambar 7. Model Inversi Anomali Residual *Second Vertical Derivative*



Gambar 7. Model Inversi Anomali Residual Tiap Segmen