

PENDUGAAN PATAHAN DAERAH “Y” BERDASARKAN ANOMALI GAYABERAT DENGAN ANALISIS *DERIVATIVE*

Yasrifa Fitri Aufia¹, Karyanto², Rustadi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soeamtri Brodjonegoro No.1, Bandar Lampung 35145

Corresponding author: yasrifafa@gmail.com

Manuscript received: June 22, 2018; revised: October 10, 2018;

Approved: December 15, 2018; available online: March 1, 2019

Abstrak - Daerah penelitian “Y” merupakan daerah mineralisasi emas dengan tipe endapan epitermal sulfidasi rendah. Keberadaan jalur mineralisasi pada tipe ini ditandai dengan adanya endapan mineral kuarsa yang membentuk sistem berurat (*vein*) dibawah permukaan yang mengendap didalam struktur patahan. Pada penelitian ini dilakukan analisis data gayaberat dengan menggunakan metode *derivative*, yaitu *First Horizontal Derivative* (FHD) untuk menentukan batas struktur patahan dan *Second Vertical Derivative* (SVD) untuk menentukan jenis patahan. Keberadaan struktur patahan diintegrasikan dengan hasil pemodelan bawah permukaan secara dua dimensi dan tiga dimensi. Hasil penelitian menunjukkan dari tiga lintasan slice yang dibuat di daerah penelitian, teridentifikasi keterdapatan struktur patahan turun (normal) berarah timur laut – selatan pada slice 1 dengan perkiraan *dip* (kemiringan) sebesar 22° dan diperkirakan *strike* pada patahan ini sebesar N 158° W dan struktur patahan naik berarah barat laut – selatan pada slice 2 juga slice 3 dengan perkiraan *dip* (kemiringan) sebesar 22° dan diperkirakan *strike* pada patahan ini sebesar N 158° E. Hasil pemodelan dua dimensi dan tiga dimensi menunjukkan struktur patahan berada pada nilai densitas sebesar 2 gr/cc – 2,67 gr/cc di kedalaman sekitar 100 m – 250 m yang terdiri dari batuan sedimen (clay dan sandstone) dengan densitas 2,2 gr/cc – 2,3 gr/cc berumur Pliosen Tersier atau Miosen Akhir, batuan tuff dengan densitas 2,4 gr/cc – 2,5 g/cc berumur Miosen Awal dan batuan dasar (basement) berupa batuan andesit dengan densitas 2,67 gr/cc.

Abstract - The research area "Y" is an area of gold mineralization with low sulfidation epithermal type deposit. The existence of this type of mineralization on the path marked by the presence of mineral deposits, which form the quartz veined below the surface of the deposited within the structure of the fault. In this study, analysis of gravity data using derivatives analysis, i.e. First Horizontal Derivative (FHD) to determine the boundary fault structure and Second Vertical Derivative (SVD) to determine the type of fault. The existence of the fault structure integrated with subsurface modeling results in two-dimensional and three-dimensional. The results showed three line slice made in the area of research, identified structure of down faults (normal) trending northeast - south on slice 1 with an estimated dip (slope) is 22° and expected of strike on this fault is N 158° W and thrust fault structure trending northwest - south on slice 2 also slice 3 with an estimated dip (slope) is 22° and expected of strike on this fault is N 158° E. The results of the modeling of two-dimensional and three-dimensional show fracture structure is at the density of 2 g/cc – 2,67 g/cc in the depth of around 100 m - 250 m that consists of sedimentary rocks (clay and sandstone) with a density of 2,2 g/cc – 2,3 g/cc at the age of Tertiary Pliocene, tuff rock with a density of 2,4 g/cc – 2,5 g/cc at the age of Early Miocene and bedrock (basement) in andesite form with a density of 2,67 g/cc.

Keywords: gravity, fault, derivative analysis.

How to cite this article:

Aufia, Y. F., Karyanto, dan Rustadi. 2019. Pendugaan Patahan Daerah “Y” Berdasarkan Anomali Gayaberat dengan Analisis Derivative. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 5 (1) p.75-88.

1. PENDAHULUAN

Daerah penelitian “Y” merupakan wilayah kerja pertambangan emas dengan tipe endapan mineralisasi *epithermal low sulfidation*. Tipe endapan ini dicirikan dengan adanya *vein* yang terisi oleh mineral bijih hasil dari pengendapan larutan hidrotermal. Daerah prospek emas umumnya berada pada busur magmatik atau daerah vulkanik yang sangat aktif menghasilkan patahan. Sehingga dapat dikatakan *vein* banyak berkembang pada struktur sesar atau patahan. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi struktur patahan guna mengetahui daerah prospek emas.

Seiring perkembangan zaman, metode gayaberat menjadi salah satu metode geofisika yang banyak digunakan, diantaranya untuk mengetahui ketebalan sedimen, batas batuan dasar (*basement*), sumber energi, air tanah, dan rekayasa sipil. Salah satu penerapan metode gayaberat dilakukan untuk memetakan struktur geologi berupa patahan atau sesar. Dimana dalam metode ini digunakan untuk memperkirakan posisi dan jenis sesar. Dalam penelitian ini, penulis memperkirakan posisi dan jenis sesar daerah penelitian berdasarkan respon anomali Bouguer serta dengan analisis *derivative*. Analisis *derivative* yang digunakan adalah dengan metode *First Horizontal Derivative* (FHD) untuk menentukan batas struktur patahan dan *Second Vertical Derivative* (SVD) untuk mengidentifikasi jenis patahan, turun atau naik.

Penelitian sebelumnya pada daerah “Y” telah teridentifikasi adanya tiga sesar dari hasil pengukuran gayaberat di 175 stasiun (Sidik, dkk, 2000). Dalam penelitian lain juga diperoleh adanya persebaran sesar maupun rekahan dengan kedalaman 45 m hingga 100 m (Mark, 2012). Sedangkan pada penelitian ini, dilakukan interpretasi pendugaan struktur patahan dengan menggunakan metode analisis *derivative* dan berdasarkan respon anomali Bouguer. Oleh sebab itu,

penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dalam mengidentifikasi keberadaan posisi patahan serta jenisnya, sehingga dapat membantu penafsiran geologi daerah penelitian “Y”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Daerah penelitian “Y” secara administratif terletak di wilayah Desa Bantar Karet, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat. Terdiri dari tiga formasi, yaitu dari tua ke muda Formasi Bayah (granodiorit, serpih dan konglomerat), Formasi Cimapag (tuff dan breksi) dan Formasi Bojong Manik (batupasir dan batulempung). Geomorfologi daerah Pongkor dan sekitarnya memiliki morfologi yang terjal yaitu pada ketinggian 500-750 mdpl, yang disusun oleh litologi berupa tufalapili, tufa dan breksi.

Pola struktur geologi yang berkembang di daerah Pongkor dan sekitarnya antara lain *sesar-sesar* seperti *Sesar Normal Ciguha* dan pola-pola kelurusan struktur yang berarah *Barat Laut-Tenggara*, yang dipengaruhi oleh *Sistem Tegasan* yang bersifat *Ekstensional*. Mineralisasinya berupa *Urut Kuarsa* dengan tekstur umum berupa *Banded, Colloform, Crustiform, dan Cockade (Endapan Epithermal)*. Temperatur *Homogenitas* dari analisis $Fi 103^{\circ} - 390^{\circ} C$, dengan salinitas 0,78% NaCl. Mineralogi *Alterasi* endapan emas Pongkor adalah *Low-Sulphidation (Adularia Sericite Epithermal Vein Deposit)*. Peta geologi disajikan pada **Gambar 1**.

2.2 Prinsip Dasar Metode Gayaberat

Teori gayaberat didasarkan oleh hukum Newton tentang gravitasi. Hukum gravitasi Newton yang menyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua buah benda adalah sebanding dengan massa kedua benda tersebut dan berbanding terbalik

dengan jarak kuadrat antara pusat massa kedua benda tersebut.

$$\bar{F}(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} r \quad (1)$$

dengan:

- \bar{F} = gaya tarik menarik (Newton)
- G = konstanta universal gayaberat ($6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$)
- m_1 = massa benda 1 (kg)
- m_2 = massa benda 2 (kg)
- r = jarak antar pusat massa (m)

2.3 Analisis Derivative

2.3.1 First Horizontal Derivative (FHD)

FHD anomali gayaberat merupakan perubahan nilai anomali gayaberat dari satu titik ke titik memiliki karakteristik tajam berupa nilai maksimum atau minimum pada kontak benda anomali, sehingga dapat digunakan untuk menunjukkan batas suatu struktur geologi berdasarkan anomali gayaberat. Turunan horizontal pertama dari $g(x,y)$ pada titik i,j diberikan oleh persamaan:

$$\frac{dg(x,y)}{dx} \approx \frac{g_{i+1,j} - g_{i-1,j}}{2\Delta x} \quad (2)$$

2.3.2 Second Vertical Derivative (SVD)

Metode SVD dapat digunakan untuk membantu interpretasi jenis struktur terhadap data anomali Bouguer yang diakibatkan oleh adanya struktur patahan turun atau patahan naik (Sarkowi, 2011).

SVD bersifat sebagai *high pass filter*, sehingga dapat menggambarkan anomali residual yang berasosiasi dengan struktur dangkal yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis patahan turun atau patahan naik. Perhitungan SVD diturunkan langsung dari Persamaan Laplace untuk anomali gayaberat di permukaan, yang dituliskan dalam persamaan:

$$\nabla^2 g = 0 \quad \text{atau} \quad \frac{\delta^2 \Delta g}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 \Delta g}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2} = 0 \quad (3)$$

Untuk SVD persamaannya sesuai dengan Persamaan (4) (Telford, dkk., 1976) berikut :

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

3. METODE PENELITIAN

Data gayaberat dalam penelitian ini adalah data gayaberat sekunder atau data gayaberat yang telah melalui berbagai koreksi-koreksi, sehingga diperoleh Anomali Bouguer Lengkap (ABL). Langkah pertama pada penelitian ini adalah membuat peta Anomali Bouguer Lengkap (ABL), proses ini dibantu dengan menggunakan perangkat lunak *Geosoft Oasis Montaj*. Kemudian dilakukan analisis spektrum menggunakan Transformasi Fourier yang berguna untuk mengubah suatu fungsi dalam jarak menjadi suatu fungsi dalam bilangan gelombang atau frekuensi. Kemudian dilakukan proses *filtering* untuk memisahkan anomali regional dan residual dengan metode *moving average*.

Target dari penelitian ini adalah zona dangkal yang direpresentasikan oleh anomali residual, sehingga selanjutnya pada peta kontur anomali residual dilakukan analisis *derivative* yaitu dengan metode *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD). Analisis FHD dan SVD dalam menentukan struktur patahan dilakukan dengan bantuan peta geologi regional daerah penelitian, yaitu *slicing* keberadaan patahan yang nampak pada peta geologi di peta kontur anomali residual. Hasil *slicing* tersebut dibuat kurva yang terdiri dari kurva anomali Bouguer, FHD dan SVD. Bidang kontak patahan pada kurva FHD yang berada pada nilai minimum atau maksimum berasosiasi dengan nilai nol pada penampang SVD, sehingga dapat diketahui batas-batas terjadinya perubahan nilai anomali.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Titik Pengukuran Gayaberat

Titik pengukuran di daerah penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 2**. Jumlah titik pengukuran gayaberat sebanyak 1925 stasiun pengukuran. Daerah pengukuran

memiliki luas 26.393 km² (sekitar 3 km x 10 km) dengan spasi *grid* antar stasiun pengukuran sebesar 100 m.

4.2 Anomali Bouguer

Berdasarkan **Gambar 3**, secara sekilas dapat terlihat daerah-daerah yang memiliki nilai gayabarat rendah dan nilai gayabarat tinggi. Kisaran nilai anomali Bouguer pada daerah ini yaitu 58 – 68 mGal. Daerah dengan nilai anomali gayabarat rendah dapat dikelompokkan pada kisaran 58 – 63 mGal yaitu pada zona kontur berwarna biru-hijau. Sedangkan daerah dengan anomali gayabarat tinggi berada pada zona kontur berwarna kuning-merah muda pada kisaran 63 – 68 mGal.

Adanya kontras anomali gayabarat dapat diduga sebagai adanya perubahan litologi. Selain itu dapat juga dikarenakan adanya pergeseran struktur yang disebabkan keterdapatannya patahan di daerah tersebut sehingga mengakibatkan adanya perbedaan ketinggian (adanya tinggian dan rendahan) di bawah permukaan yang mengakibatkan kontras densitas.

Interpretasi pada peta anomali Bouguer hanya dapat memberikan dugaan sementara, sebab pada peta anomali Bouguer masih merupakan gabungan dari anomali regional dan anomali residual sehingga dapat menimbulkan ambiguitas pada saat interpretasi. Oleh sebab itu, untuk mengurangi ambiguitas tersebut anomali regional dan residual perlu dipisahkan dengan menggunakan *filtering* yang sebelumnya dilakukan terlebih dahulu proses analisis spektrum.

4.3 Analisis Spektrum

Analisis spektrum digunakan untuk mendapatkan estimasi kedalaman objek anomali. Pada metode ini memerlukan proses transformasi *fourier* dimana penggunaan transformasi *fourier* ini bertujuan untuk mengubah fungsi jarak dan waktu menjadi fungsi bilangan gelombang atau frekuensi (Blakely, 1995).

Pada penelitian ini, dilakukan sebanyak 6 (enam) lintasan *slice* yang

ditunjukkan pada **Gambar 4**. Proses transformasi *fourier* dilakukan dengan menggunakan *software* Numeri, dimana input data dalam *software* ini berupa nilai spasi pada hasil *slice* dan nilai anomali Bouguer pada suatu lintasan. Hasil dari pengolahan Numeri ini berupa nilai frekuensi, real dan imajiner yang selanjutnya dilakukan perhitungan sehingga mendapatkan nilai bilangan gelombang (K) dan amplitudo (A). Nilai K dan Ln A ini kemudian dibuat kurva yang merupakan hasil analisis spektrum untuk mengestimasi kedalaman regional dan residual yang didapatkan dari gradien kurva analisis spektrum (**Gambar 5 – Gambar 10**).

Berdasarkan kurva hasil analisis spektrum pada peta anomali Bouguer, didapatkan hasil estimasi kedalaman benda anomali regional dan anomali residual untuk masing-masing *slice*. Adapun hasil kedalaman dari tiap *slice* ditunjukkan pada **Tabel 1**. Dari Tabel 1, didapatkan nilai kedalaman rata-rata anomali regional adalah 1435 m di bawah permukaan, sedangkan untuk kedalaman anomali residualnya adalah 133,9 m. Analisis spektrum ini dapat digunakan untuk mengetahui kedalaman batuan dasar (*basement*) di daerah pengukuran.

4.4 Anomali Regional dan Anomali Residual

Metode yang digunakan untuk mendapatkan kontur anomali regional dan residual dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *moving average* (perata-rataan bergerak). Pada metode ini, yang dibutuhkan adalah hasil dari proses analisis spektrum yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu dengan melakukan *slicing* yang memotong semua lintasan stasiun gayabarat seperti pada **Gambar 4**. Hal tersebut dilakukan karena dalam menentukan lebar jendela untuk *filtering* dibutuhkan *slice area* yang setidaknya mencakup seluruh daerah penelitian.

Berdasarkan kurva hasil analisis spektrum pada peta anomali Bouguer yang

telah dilakukan sebelumnya, maka akan didapatkan nilai lebar jendela (N) dari tiap *slice*. Rata-rata lebar jendela yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 24,45, namun karena nilai lebar jendela harus berupa bilangan ganjil maka dibulatkan menjadi 25x25 seperti hasil perhitungan yang ditunjukkan pada **Tabel 2**. Setelah itu, pemisahan anomali regional dan residual dilakukan melalui proses *filtering* dengan memasukkan nilai rata-rata lebar jendela tersebut pada *software*. Proses *filtering* ini kemudian menghasilkan peta kontur anomali regional dan residual. Kontur anomali regional berasosiasi dengan struktur dalam yang bersifat *low pass filter* sedangkan kontur anomali residual berasosiasi dengan struktur dangkal yang bersifat *high pass filter*. Hasil peta kontur anomali regional dan residual dapat dilihat pada **Gambar 11** dan **Gambar 12**.

Berdasarkan peta kontur anomali regional pada **Gambar 11**, bentuk kontur yang terlihat relatif *smooth* dan teratur. Kontur yang *smooth* mengindikasikan bahwa litologi di zona regional relatif homogen. Terlihat nilai anomali gayabarat antara 59 – 66 mGal. Sedangkan pada **Gambar 12**, peta kontur anomali residual memiliki pola anomali gayabarat positif dan negatif yaitu antara -3 – 3 mGal. Pola anomali positif dan negatif ini merupakan salah satu indikasi adanya struktur patahan. Hal ini terlihat juga pada bentuk kontur yang bervariasi, menunjukkan juga bahwa persebaran densitas yang heterogen. Pada penelitian ini, langkah yang digunakan untuk menentukan keberadaan dugaan patahan tersebut adalah dengan melakukan analisis *derivative*.

4.5 Analisis Derivative

Dalam penelitian ini, analisis *derivative* dilakukan dengan menggunakan metode *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD).

Analisis FHD ini dilakukan terhadap peta kontur anomali residual guna memperjelas keberadaan struktur geologi

patahan dengan melakukan *slicing* di peta kontur anomali residual. Pada penelitian ini, dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali *slice*, dimana tiga lintasan *slice* ini melewati garis patahan pada peta geologi yang ditunjukkan pada **Gambar 13**. Dari hasil *slice* diperoleh data berupa nilai anomali gayabarat dan selisih jarak antar nilai anomali gayabarat (Δx). Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan **Persamaan 2** dan diperoleh nilai FHD, maka dibuat kurva hubungan antara nilai FHD dan selisih jarak antar nilai anomali gayabarat (Δx). Prinsip metode FHD adalah adanya indikasi patahan dilihat dari *peak* (puncak) minimum atau maksimumnya. Namun, informasi dari analisis FHD saja masih kurang cukup untuk meyakinkan adanya struktur patahan, sehingga perlu didukung juga dengan analisis SVD.

Pada penelitian ini, peta anomali SVD berasal dari data residual dengan menggunakan tipe operator Elkins (1951), yang ditunjukkan pada **Gambar 14**. Dari **Gambar 14**, terlihat nilai anomali SVD yaitu antara -2 – 2 mGal/m². Dugaan adanya patahan menurut peta kontur SVD ditunjukkan pada garis berwarna hitam, dimana terdapat beberapa daerah yang tepat berada pada garis kontur nol. Namun, masih ada beberapa patahan yang tidak memiliki kecocokan dengan struktur patahan geologi. Hal ini mungkin disebabkan karena tanda-tanda struktur patahan tidak terlihat di permukaan tanah.

Integrasi antara patahan SVD dengan patahan geologi ditunjukkan oleh lingkaran putih pada **Gambar 15**. Terlihat terdapat beberapa kecocokan antara patahan SVD dengan patahan geologi, meskipun letak patahannya tidak sama, tetapi masih dalam wilayah yang sama. Berdasarkan informasi keberadaan patahan dari peta kontur SVD, maka dilakukan analisis SVD dengan membuat lintasan *slice* yang sama dengan lintasan *slice* pada analisis FHD. Hal ini dilakukan untuk memperkuat interpretasi keberadaan patahan di daerah lintasan *slice*. Terlihat pada **Gambar 16**, lintasan

slice dibuat berpotongan terhadap garis patahan SVD yang juga melewati garis patahan geologi. Kemudian data dari hasil *slicing* berupa nilai anomali gayaberat SVD dan selisih jarak antar nilai anomali gayaberat (Δx) dibuat sebuah kurva sehingga akan menghasilkan nilai maksimum dan minimum anomali SVD. Prinsip metode SVD adalah apabila nilai maksimum lebih besar daripada nilai mutlak minimum, maka akan terdeteksi patahan dengan jenis patahan turun (*normal fault*). Sedangkan apabila nilai maksimum lebih kecil daripada nilai mutlak minimum, maka jenis patahan yang terdeteksi adalah patahan naik (*reverse fault*).

Selanjutnya dilakukan analisis *derivative* yang merupakan hasil analisis dari kurva anomali FHD dan kurva anomali SVD yang ditunjukkan pada **Gambar 17 – Gambar 19**.

Pada *slice* 1 (**Gambar 17**) terlihat kurva anomali FHD menunjukkan adanya nilai maksimum pada interval 651 sebesar 0,0019 mGal/m. Sedangkan pada kurva anomali SVD, nilai anomali SVD maksimum adalah 1,95 mGal/m² pada interval 709 dan nilai anomali SVD minimumnya adalah -1,02 mGal/m² yang terdapat pada interval 597. Dengan menggunakan garis bantu berupa garis putus-putus berwarna hitam, pada interval 651 terdapat perubahan bidang kontak lapisan pada kurva anomali SVD yang terlihat dari garis nol dan pada FHD ditandai dengan adanya nilai puncak maksimum. Sehingga dari analisis tersebut pada lintasan ini diduga adanya struktur patahan. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis SVD dimana nilai anomali maksimum lebih besar daripada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan turun (*normal*). Sedangkan untuk arah kemiringan patahan berarah ke kiri bawah, mengikuti kurva anomali Bouguer.

Kemudian pada *slice* 2 (**Gambar 18**), kurva anomali FHD menunjukkan adanya nilai minimum, yaitu pada interval 240 sebesar -0,019 mGal/m. Pada kurva anomali SVD, nilai anomali SVD maksimum adalah 2,36 mGal/m² pada interval 173 dan nilai anomali SVD minimumnya adalah -3,79 mGal/m² yang terdapat pada interval 298. Pada interval 240 terdapat perubahan bidang kontak lapisan dikurva anomali SVD yang terlihat dari garis nol dan pada FHD ditandai dengan adanya nilai puncak minimum yang ditunjukkan oleh garis putus-putus berwarna hitam. Dari analisis tersebut, pada lintasan ini dapat diidentifikasi adanya struktur patahan. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis SVD dimana nilai anomali maksimum lebih kecil daripada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan naik. Sedangkan untuk arah kemiringan patahan berarah ke kiri atas, mengikuti kurva anomali Bouguer.

Lintasan *slice* 3 (**Gambar 19**), nilai anomali FHD memperlihatkan adanya nilai minimum sebesar -0,010 mGal/m pada interval 178. Sedangkan pada kurva anomali SVD terlihat nilai anomali maksimum sebesar 1,15 mGal/m² pada interval 77 dan anomali minimum sebesar -1,62 mGal/m² pada interval 309. Perubahan bidang kontak lapisan terjadi pada interval 178 yang ditunjukkan oleh garis putus-putus hitam. Terlihat kurva anomali SVD menunjukkan adanya perubahan pada garis nol kurva sedangkan pada kurva anomali FHD ditandai dengan adanya nilai puncak minimum. Pada lintasan ini diduga terdapat struktur patahan yang diperkuat dengan hasil analisis SVD, dimana nilai anomali maksimum lebih kecil daripada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan naik.

Sedangkan untuk arah kemiringan patahan berarah ke kiri atas, mengikuti kurva anomali Bouguer.

4.6 Interpretasi Kuantitatif

4.6.1 *Forward Modelling*

Tujuan dari pemodelan dua dimensi pada penelitian ini selain untuk mengetahui informasi litologi, juga digunakan untuk memperoleh informasi mengenai struktur geologi bawah permukaan yang ada di daerah penelitian berdasarkan lintasan yang diinginkan.

Untuk membuat model dua dimensi terlebih dahulu membuat lintasan *slice* pada peta kontur anomali residual, dimana pada penelitian ini daerah yang akan diidentifikasi adalah daerah dengan dugaan adanya struktur patahan yang terdapat pada zona dangkal. Lintasan *slice* yang digunakan untuk dilakukan pemodelan dua dimensi adalah lintasan yang sama pada analisis *derivative*, yaitu sebanyak tiga lintasan, supaya hasil pemodelan dua dimensi yang diperoleh dapat diintegrasikan dengan hasil analisis *derivative*. Lintasan *slice* pada peta kontur anomali residual ditunjukkan pada **Gambar 20**. Panjang lintasan dari masing-masing *slice* adalah 1000 m dengan kedalaman untuk pemodelan adalah 400 m. Hasil pemodelan dua dimensi dari ketiga lintasan *slice* tersebut ditunjukkan pada **Gambar 21 – Gambar 23**.

Pada **Gambar 21**, *slice* 1 memperlihatkan terdapat 2 (dua) formasi, yaitu pada lapisan paling atas merupakan Formasi Bojong Manik berumur Pliosen Tersier atau Miosen Akhir berupa batuan sedimen *clay* dengan ketebalan hingga sekitar 100 m dan densitas sebesar 2,2 gr/cc. Lapisan kedua berumur Miosen Awal merupakan Formasi Cimapag berupa batuan tuff lapili dengan densitas sebesar 2,5 gr/cc dan ketebalan lapisan hingga sekitar 250 m. Lapisan paling bawah adalah batuan dasar (*basement*) berupa batuan andesit dengan densitas sebesar 2,67 gr/cc.

Lintasan *slice* 2 pada **Gambar 22** menunjukkan hasil pemodelan dengan informasi yang sama pada *slice* 1. Dimana pada lapisan paling atas dengan ketebalan hingga 120 m merupakan Formasi Bojong Manik berumur Pliosen Tersier atau Miosen Akhir, namun untuk batuan sedimen penutupnya berupa *sandstone* dengan densitas sebesar 2,3 gr/cc. Lapisan dibawahnya berupa batuan tuff dasitik dengan densitas sebesar 2,5 gr/cc pada Formasi Cimapag berumur Miosen Awal yang memiliki ketebalan hingga sekitar 250 m. Lapisan paling bawah adalah batuan *basement* berupa batuan andesit dengan densitas sebesar 2,67 gr/cc.

Hasil pemodelan dua dimensi lintasan *slice* 3 pada **Gambar 23** menunjukkan lapisan paling atas berupa lapisan dengan ketebalan hingga 150 m yang merupakan Formasi Bojong Manik berumur Pliosen Tersier atau Miosen Akhir dengan densitas sebesar 2,2 gr/cc yaitu berupa batuan sedimen *clay*. Pada lapisan kedua dengan ketebalan hingga 280 m merupakan Formasi Cimapag berumur Miosen Awal yang berupa batuan kristal tuff dengan densitas sebesar 2,4 gr/cc. Lapisan paling bawah berupa batuan andesit dengan densitas sebesar 2,67 gr/cc yang merupakan batuan *basement*.

4.6.2 *Inverse Modelling*

Selain melalui pemodelan ke depan, interpretasi kuantitatif dalam penelitian ini dilakukan dengan pemodelan ke belakang (*inverse modelling*) atau pemodelan inversi tiga dimensi yang berasal dari anomali residual. Hasil pemodelan tiga dimensi memperlihatkan target kedalaman mencapai 1500 m dan memiliki nilai densitas sebesar 0,98 gr/cc hingga 4,32 gr/cc. Kontras densitas ditunjukkan oleh skala warna, dimana densitas rendah ditandai dengan warna biru tua hingga biru muda yaitu antara 0,98 gr/cc – 2,6 gr/cc dan densitas tinggi ditandai dengan warna hijau hingga merah muda yaitu antara 2,65 gr/cc – 4,32 gr/cc.

Berdasarkan hasil pemodelan tiga dimensi pada **Gambar 24, 25 dan 26**, dugaan struktur patahan berada pada zona berwarna biru muda dengan densitas antara 2,094 gr/cc hingga 2,65 gr/cc pada perkiraan kedalaman 100 – 250 m. Daerah sekitar patahan diperkirakan merupakan lapisan batuan tuff dengan densitas 2,4 gr/cc – 2,5 gr/cc yang berada di bawah zona berwarna hijau yang merupakan aliran lava andesit dengan densitas yang lebih tinggi.

4.7 Analisis Patahan

Dari hasil analisis *derivative* yang telah dilakukan dan dikorelasikan dengan hasil pemodelan dua dimensi dan tiga dimensi, maka dapat dilihat pada **Gambar 27 – Gambar 29** hasil korelasi menunjukkan patahan pada kurva hasil analisis *derivative* memiliki posisi yang relatif sama dengan posisi patahan pada pemodelan bawah permukaan. Hasil analisis terdapat pada **Tabel 3 – Tabel 5**.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari tiga lintasan *slice* yang dibuat di daerah penelitian “Y”, hasil identifikasi struktur patahannya adalah sebagai berikut :
 - a. Lintasan *slice* 1 diidentifikasi adanya struktur patahan turun (normal) berarah timur laut – selatan dengan perkiraan *dip* (kemiringan) sebesar 22° dan diperkirakan *strike* pada patahan ini sebesar N 158° W.
 - b. Lintasan *slice* 2 diidentifikasi adanya struktur patahan naik berarah barat laut – selatan dengan perkiraan *dip* (kemiringan) sebesar 22° dan diperkirakan *strike* pada patahan ini sebesar N 158° E.

- c. Lintasan *slice* 3 diidentifikasi adanya struktur patahan naik berarah barat laut – selatan dengan perkiraan *dip* (kemiringan) sebesar 22° dan diperkirakan *strike* pada patahan ini sebesar N 158° E.
2. Hasil pemodelan dua dimensi dan tiga dimensi menunjukkan struktur patahan berada pada nilai densitas sebesar 2 gr/cc – 2,67 gr/cc di kedalaman sekitar 100 m – 250 m. Terdiri dari batuan sedimen (*clay* dan *sandstone*) dengan densitas 2,2 gr/cc – 2,3 gr/cc berumur Pliosen Tersier atau Miosen Akhir, batuan tuff dengan densitas 2,4 gr/cc – 2,5 g/cc berumur Miosen Awal dan batuan dasar (*basement*) berupa batuan andesit dengan densitas 2,67 gr/cc.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan dari penelitian ini, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan metode geofisika lain seperti metode magnetik sebagai data pendukung dari metode gayaberat guna memperkuat hasil interpretasi dalam penarikan struktur pada daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, A., Aditya, Sumanegara D. dan Sinambela, D. 1994. The Gunung Pongkor Gol-Silver Deposit, West Java, Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration* 50. pp 371-391.
- Blakely, R.J. 1996. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hartati, A. 2012. *Identifikasi Struktur Patahan Berdasarkan Analisis Derivative Metode Gayaberat di Pulau Sulawesi*. Skripsi. Depok: FMIPA UI.

- Lindgren, W. 1933. *Mineral Deposits, 4th edition*. New York: McGraw-Hill, 930 p.
- Mark, Y. 2012. *Analisis Data Gayaberat dengan Metode Horizontal Gradient dan Euler Deconvolution Dalam Mengidentifikasi Struktur Bawah Permukaan Pada Lapangan "Y"*. Skripsi. Depok: FMIPA UI.
- Milesi, J.P. dan Marcoux, E. 1994. *Epithermal Gold Deposit in West Java, Indonesia : Geology Age and Crustal Source*. Ser. Paleont : Bandung.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Sarkowi, M. 2011. *Metode Eksplorasi Gayaberat*. Diktat Kuliah. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- Sidik, I.F., Susilo, A. dan Sulastomo, G. Identifikasi Sesar di Daerah Pongkor Bogor Jawa Barat Dengan Menggunakan Metode Gayaberat. *Publikasi Paper FMIPA Universitas Brawijaya*.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics 2nd edition*. Cambridge Univ. Press.

Tabel 1. Hasil estimasi kedalaman regional dan residual daerah

Lintasan	Kedalaman regional (m)	Kedalaman residual (m)
slice 1	1414	93.2
slice 2	1242	74.3
slice 3	1324	167.6
slice 4	1593	200.6
slice 5	1565	172.7
slice 6	1477	95.2
Rata-rata	1435	133.9

Tabel 3. Analisis patahan slice

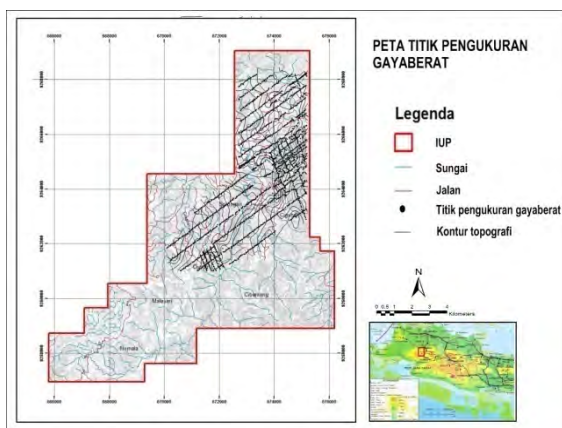
SVDmaks		SVD min	
1,95		-1,02	

Jenis patahan	Arah dip	Dip	Strike
Turun	Timur laut - selatan	22°	N 158° W

Tabel 4. Analisis patahan slice 2

SVDmaks		SVD min	
1,15		-1,62	

Jenis patahan	Arah dip	Dip	Strike
Naik	Barat laut - selatan	22°	N 158° E



Gambar 2. Titik pengukuran gayaberat di daerah

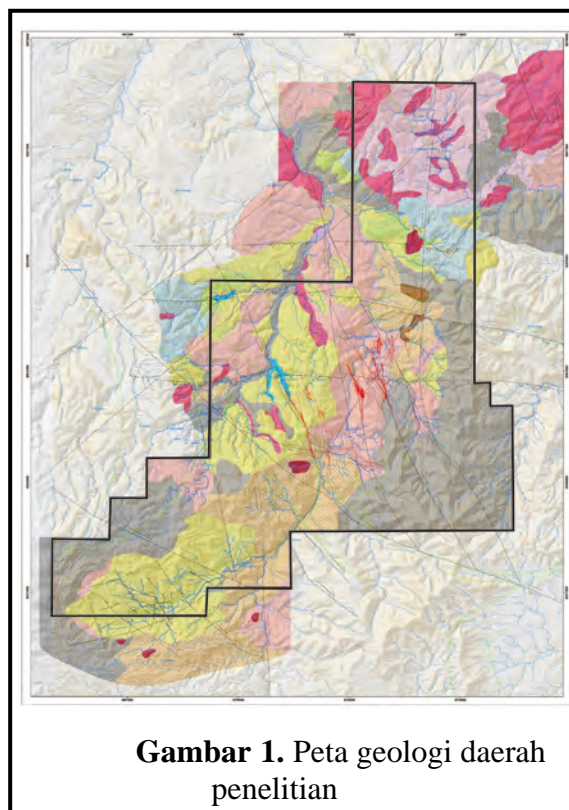
Tabel 2. Nilai perhitungan lebar jendela pada tiap slice

Lintasan	Kcut off	λ (m)	N
slice 1	0.0025592	2453.92	24.54
slice 2	0.0030830	2036.97	20.37
slice 3	0.0031131	2017.28	20.17
slice 4	0.0017940	3500.51	35.01
slice 5	0.0025562	2456.77	24.57
slice 6	0.0028457	2206.83	22.07
Rata-rata			24.45

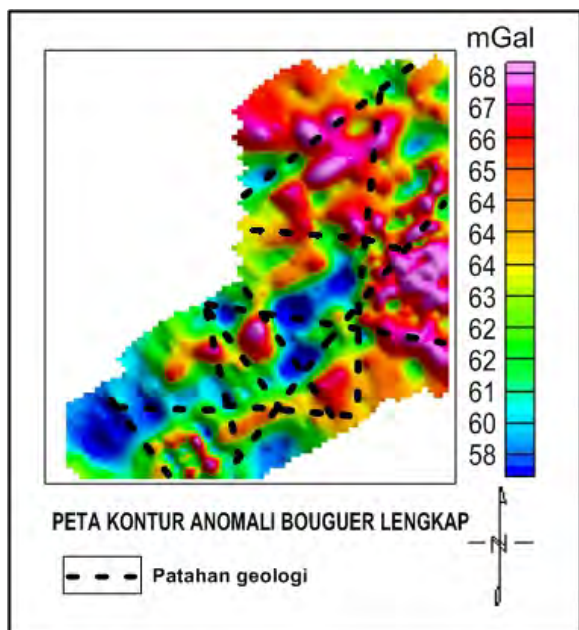
Tabel 5. Analisis patahan slice

SVDmaks		SVD min	
2,36		-3,79	

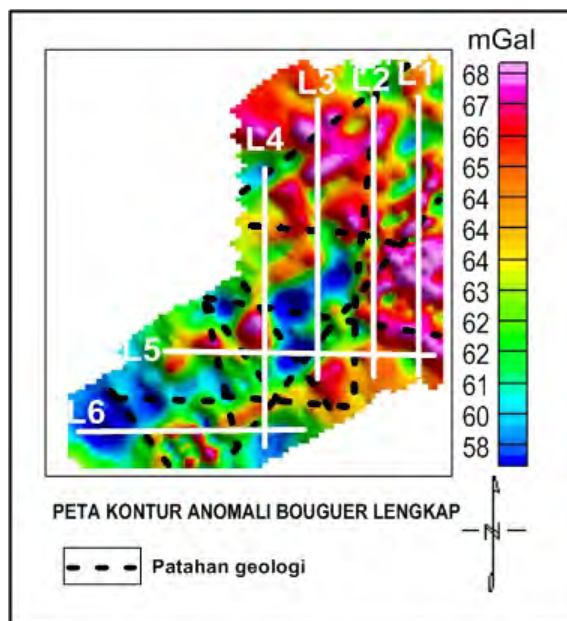
Jenis patahan	Arah dip	Dip	Strike
Naik	Barat laut - selatan	22°	N 158° E



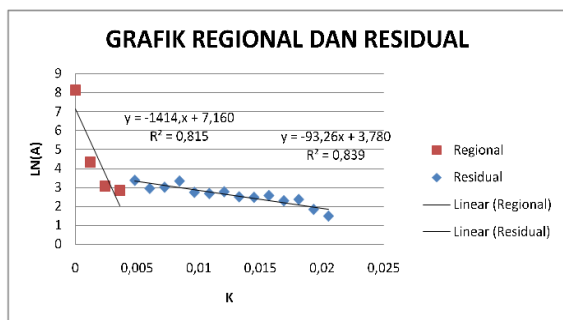
Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian



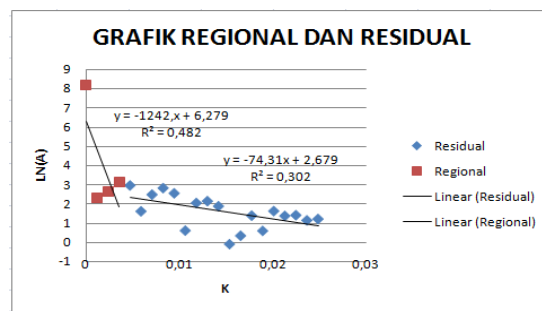
Gambar 3. Peta kontur anomali Bouguer lengkap



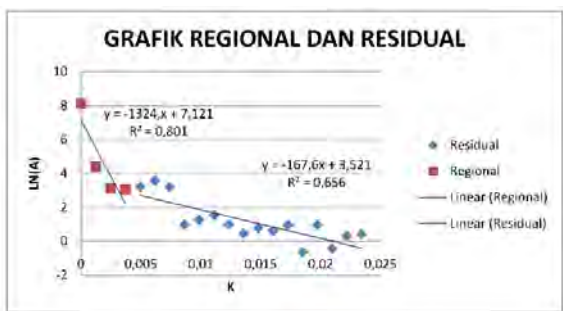
Gambar 4. Lintasan *slice* pada peta kontur anomali Bouguer lengkap



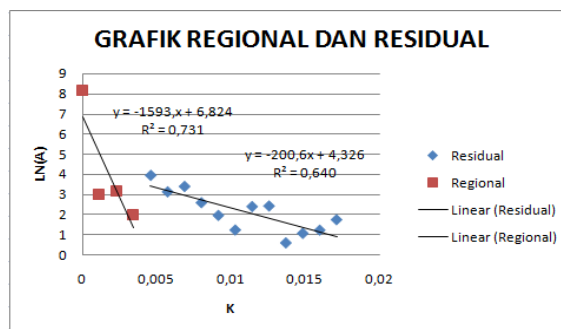
Gambar 5. Kurva hasil analisis spektrum pada *slice* 1



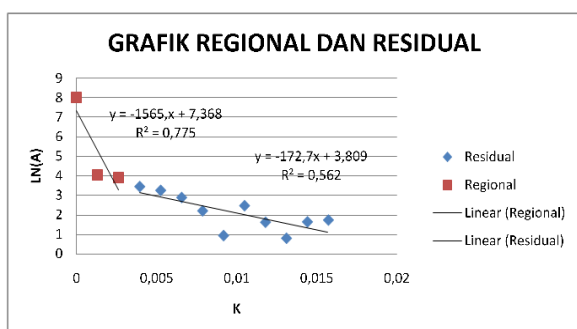
Gambar 6. Kurva hasil analisis spektrum pada *slice* 2



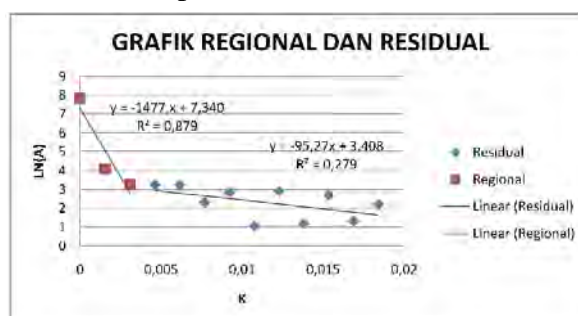
Gambar 7. Kurva hasil analisis spektrum pada *slice* 3



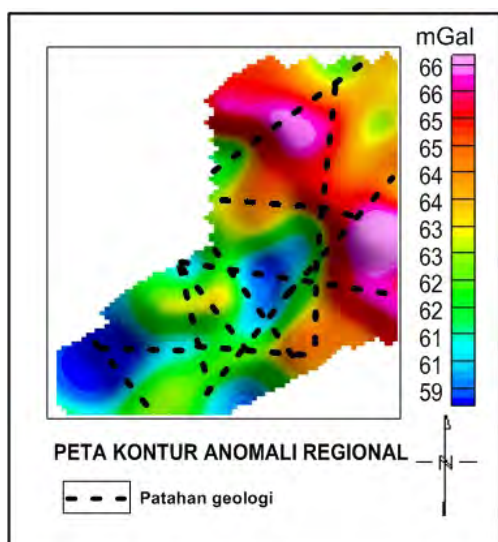
Gambar 8. Kurva hasil analisis spektrum pada *slice* 4



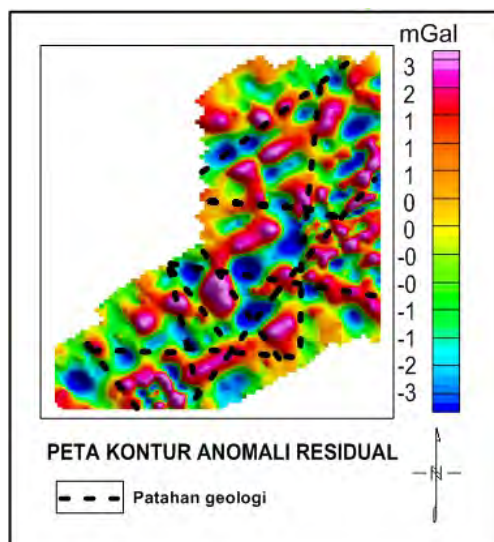
Gambar 9. Kurva hasil analisis spektrum pada *slice* 5



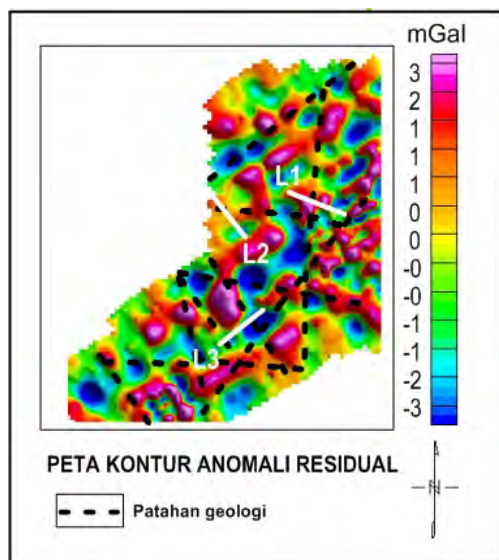
Gambar 10. Kurva hasil analisis spektrum pada *slice* 6



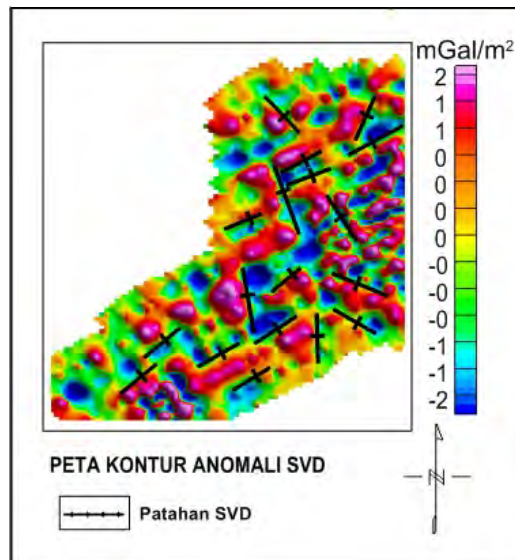
Gambar 11. Peta kontur anomali regional



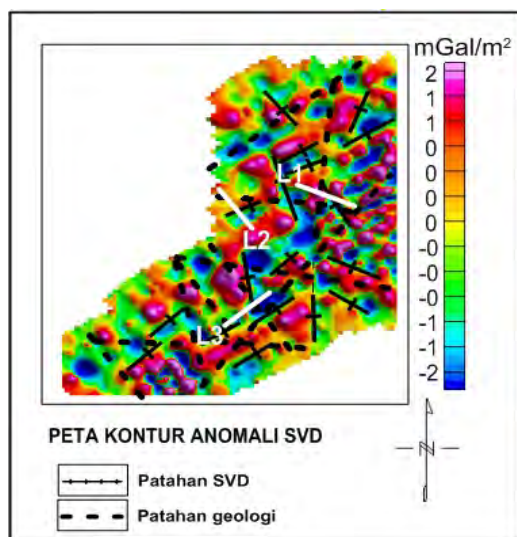
Gambar 12. Peta kontur anomali residual



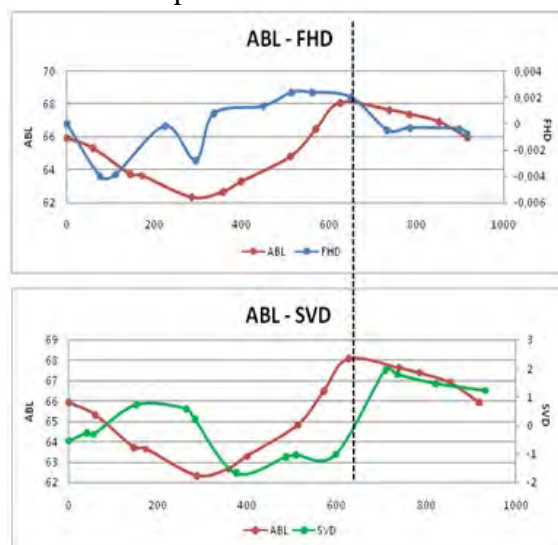
Gambar 13. Lintasan slice FHD pada peta kontur anomali residual



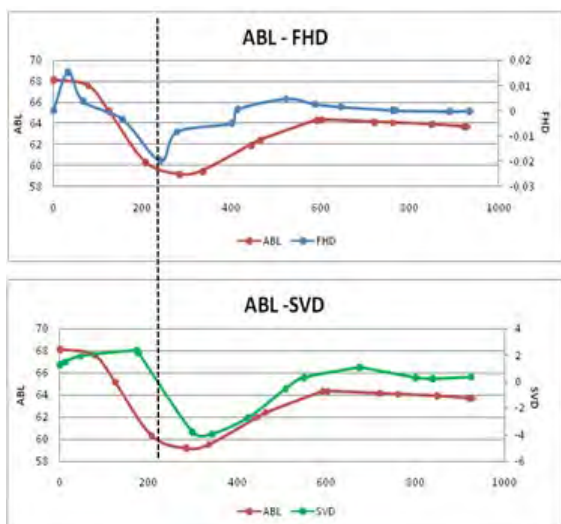
Gambar 14. Peta kontur SVD Elkins daerah penelitian



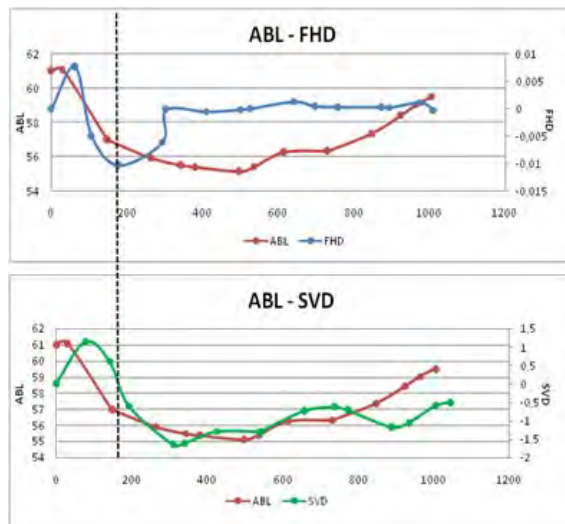
Gambar 16. Lintasan slice pada peta kontur anomali SVD



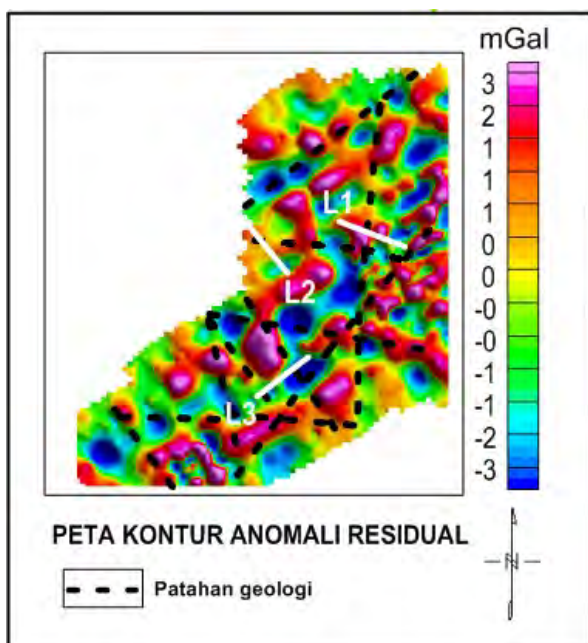
Gambar 17. Kurva hasil analisis derivative pada slice 1



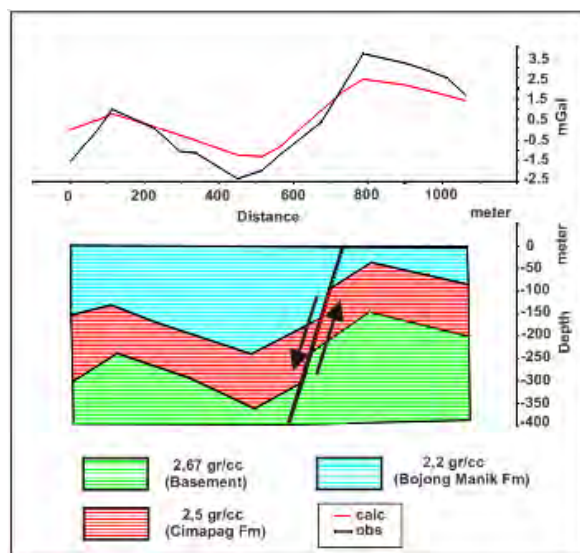
Gambar 18. Kurva hasil analisis *derivative* pada *slice 2*



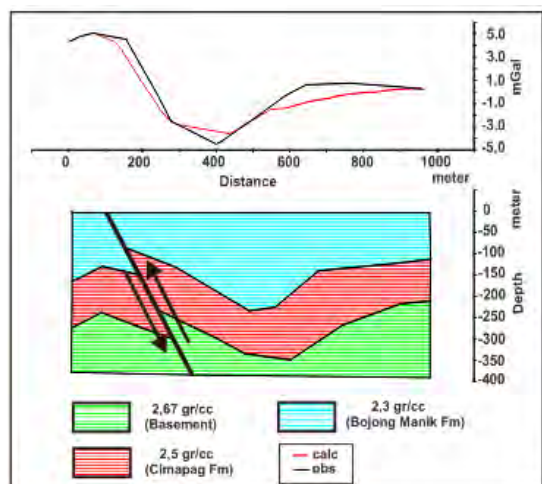
Gambar 19. Kurva hasil analisis *derivative* pada *slice 3*



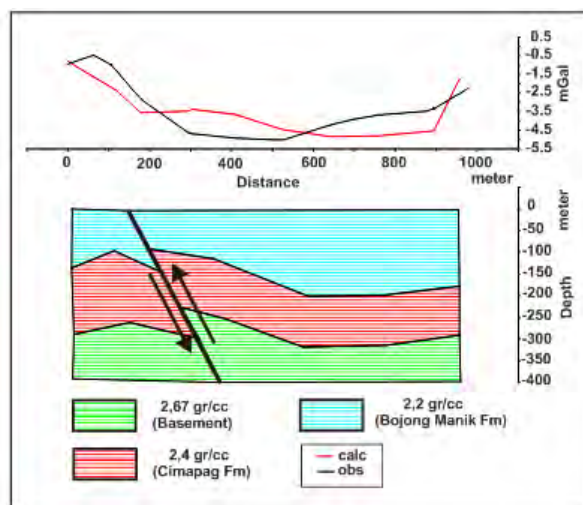
Gambar 20. Lintasan *slice* pada peta kontur anomali residual



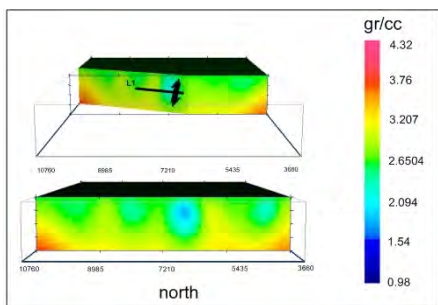
Gambar 21. Pemodelan dua dimensi pada *slice 1*



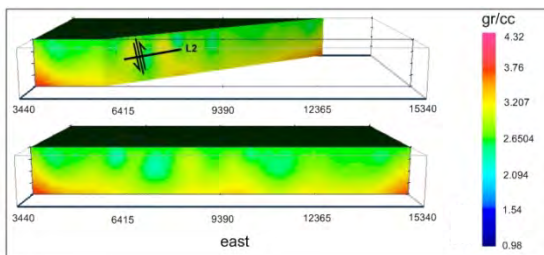
Gambar 22. Pemodelan dua dimensi pada *slice 2*



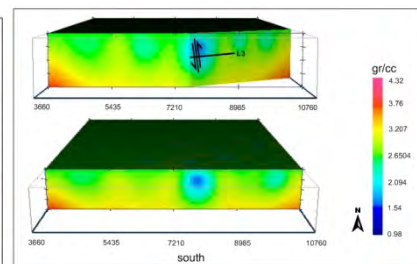
Gambar 23. Pemodelan dua dimensi pada *slice 3*



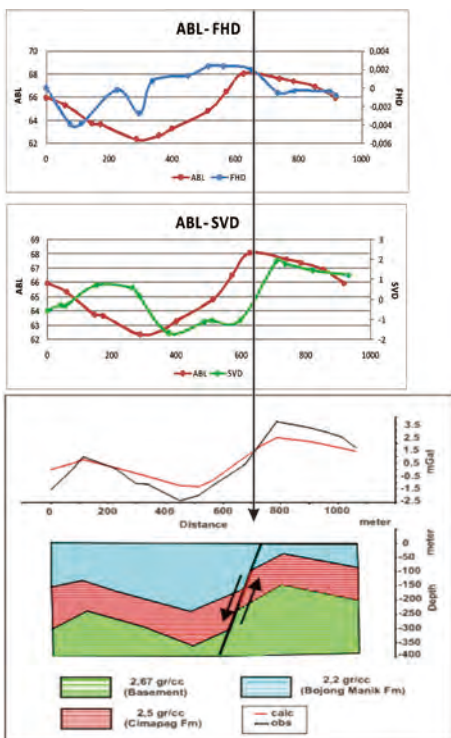
Gambar 24. Pemodelan tiga dimensi pada *slice 1*



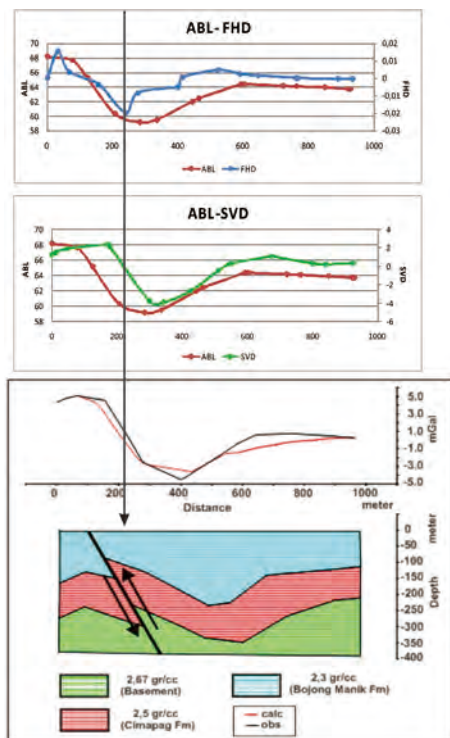
Gambar 25. Pemodelan tiga dimensi pada *slice 2*



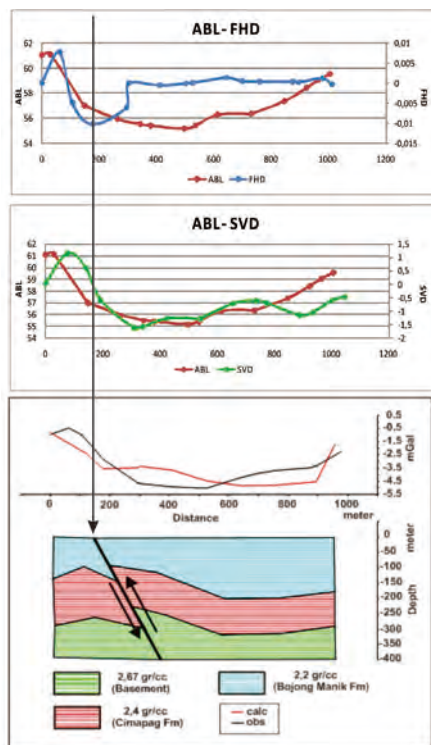
Gambar 26. Pemodelan tiga dimensi pada *slice 3*



Gambar 27. Hasil analisis patahan pada *slice 1*



Gambar 28. Hasil analisis patahan pada *slice 2*



Gambar 29. Hasil analisis patahan pada *slice 3*