

## **APLIKASI METODE TURUNAN KEDUA VERTIKAL DATA GRAVITASI UNTUK INTERPPRETASI SESAR CUGENANG, JAWA BARAT**

### **APPLICATION OF SECOND VERTICAL DERIVATIVE METHOD ON GRAVITY DATA FOR CUGENANG FAULT INTERPRETATION, WEST JAVA**

**Muthia Farrasha<sup>1,\*</sup>, Nazhifah Ananda Yeri<sup>1</sup>, Ilham Dani<sup>1</sup>, dan Syamsurijal Rasimeng<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

E-mail : yerinazhifah@gmail.com

#### **Abstract**

*The Cianjur region in West Java has been the subject of geological studies aimed at identifying faults using the gravity method. Several studies have focused on structural features and fault identification in this area. Additionally, another study has focused on identifying sub-basins and subsurface fault structures through derivative analysis and 2D/3D modeling using the gravity method. These studies reflect the importance of understanding the geological structure and fault systems in the Cianjur region, which is crucial for assessing seismic hazards and reducing associated risks. The Cianjur region is traversed by the Cugenang Fault, making it prone to earthquake hazards. This research uses the gravity method to map the subsurface density distribution of the study area, aiming to provide additional information about gravity anomalies in the research area. The study aims to map the pattern of the Cugenang fault area using gravity data and the Second Vertical Derivative (SVD) method. The processing using the Parasnis method obtained an estimated surface density value of 2.42 grams/cm<sup>3</sup> and a Complete Bouguer Anomaly ranging from 150 mGal to 450 mGal. After obtaining the residual anomaly, FHD and SVD analyses were conducted, resulting in the identification of about 4 structures in the processed data.*

**Keywords:** *Falut, Gravity Method, FHD, SVD.*

#### **Abstrak**

Wilayah Cianjur di Jawa Barat menjadi subjek studi geologi yang bertujuan untuk mengidentifikasi sesar dengan menggunakan metode gayaberat. Beberapa penelitian telah difokuskan pada fitur struktural dan identifikasi sesar di area ini. Selain itu, sebuah studi lain difokuskan pada mengidentifikasi sub-cekungan dan struktur sesar *subsurface* melalui analisis turunan dan pemodelan 2D ataupun 3D menggunakan metode gayaberat. Studi-studi ini mencerminkan pentingnya memahami struktur geologi dan sistem sesar di wilayah Cianjur, yang sangat penting untuk menilai bahaya seismik dan mengurangi risiko yang terkait. Wilayah Cianjur dilintasi oleh Sesar Cugenang, menjadikan wilayah ini rawan terhadap bahaya gempabumi. Penelitian ini menggunakan metode Gayaberat untuk memetakan distribusi densitas bawah permukaan daerah penelitian. Pemetaan distribusi densitas dapat memberikan informasi tambahan mengenai anomali gayaberat di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan pola daerah sesar Cugenang dengan menggunakan data gayaberat metode *Second Vertical Derivative* (SVD). Pengolahan menggunakan metode Parasnis diperoleh estimasi nilai densitas permukaan sebesar 2,42 gram/cm<sup>3</sup> dan Anomali Bouguer Lengkap yang berada pada rentang nilai 150 mGal sampai 450 mGal. Setelah didapatkan anomali residual, dilakukan analisis FHD dan SVD untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan yang menghasilkan sekitar 4 struktur yang teridentifikasi pada hasil pengolahan.

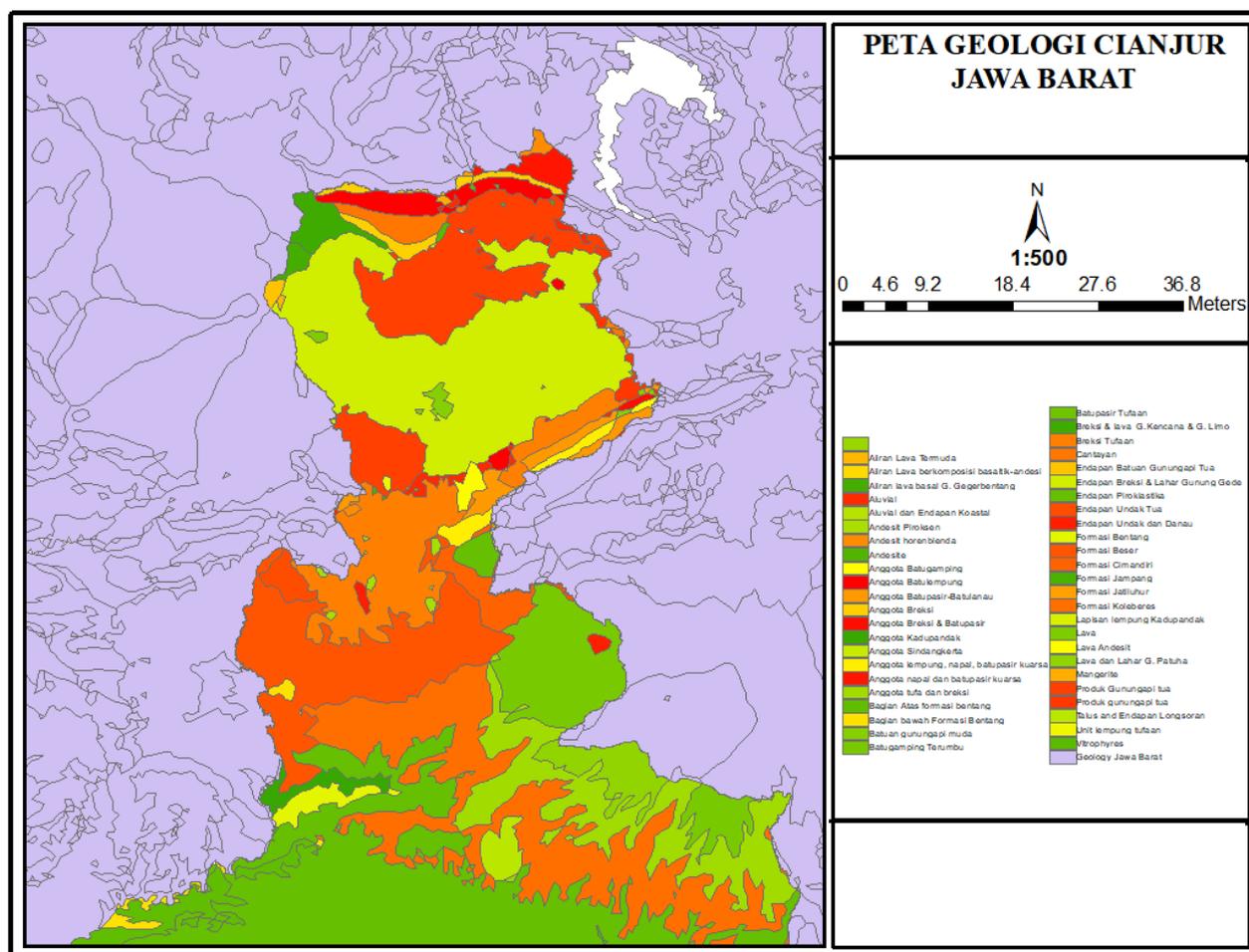
**Kata kunci:** Sesar, Metode Gayaberat, FHD, SVD.

## PENDAHULUAN

Berdasarkan arah gerakan sesar relatif terhadap bidang horizontal permukaan bumi, sesar dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu sesar mendatar atau horizontal dan sesar tidak mendatar atau sesar vertikal. Sesar mendatar atau horizontal adalah jenis sesar yang mengakibatkan blok batuan yang terpisah bergerak ke samping, baik ke arah kanan maupun kiri. Jenis sesar horizontal ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu sesar dekstral (bergerak ke arah kanan) dan sesar sinistral (bergerak ke arah kiri). Sementara itu, sesar vertikal adalah jenis sesar yang menyebabkan pergerakan blok batuan yang patah ke atas atau

ke bawah. Sesar vertikal dapat dibedakan menjadi sesar naik, sesar turun, dan sesar miring.

Wilayah Cianjur di Jawa Barat telah menjadi subjek studi geologi yang bertujuan untuk mengidentifikasi sesar dengan menggunakan metode gayaberat. Beberapa penelitian telah difokuskan pada fitur struktural dan identifikasi sesar di area ini. Selain itu, sebuah studi lain difokuskan pada mengidentifikasi sub-cekungan dan struktur sesar subsurface melalui analisis turunan dan pemodelan 2D ataupun 3D menggunakan metode gayaberat. Studi-studi ini mencerminkan pentingnya memahami struktur geologi dan sistem sesar di wilayah Cianjur, yang sangat penting untuk menilai bahaya



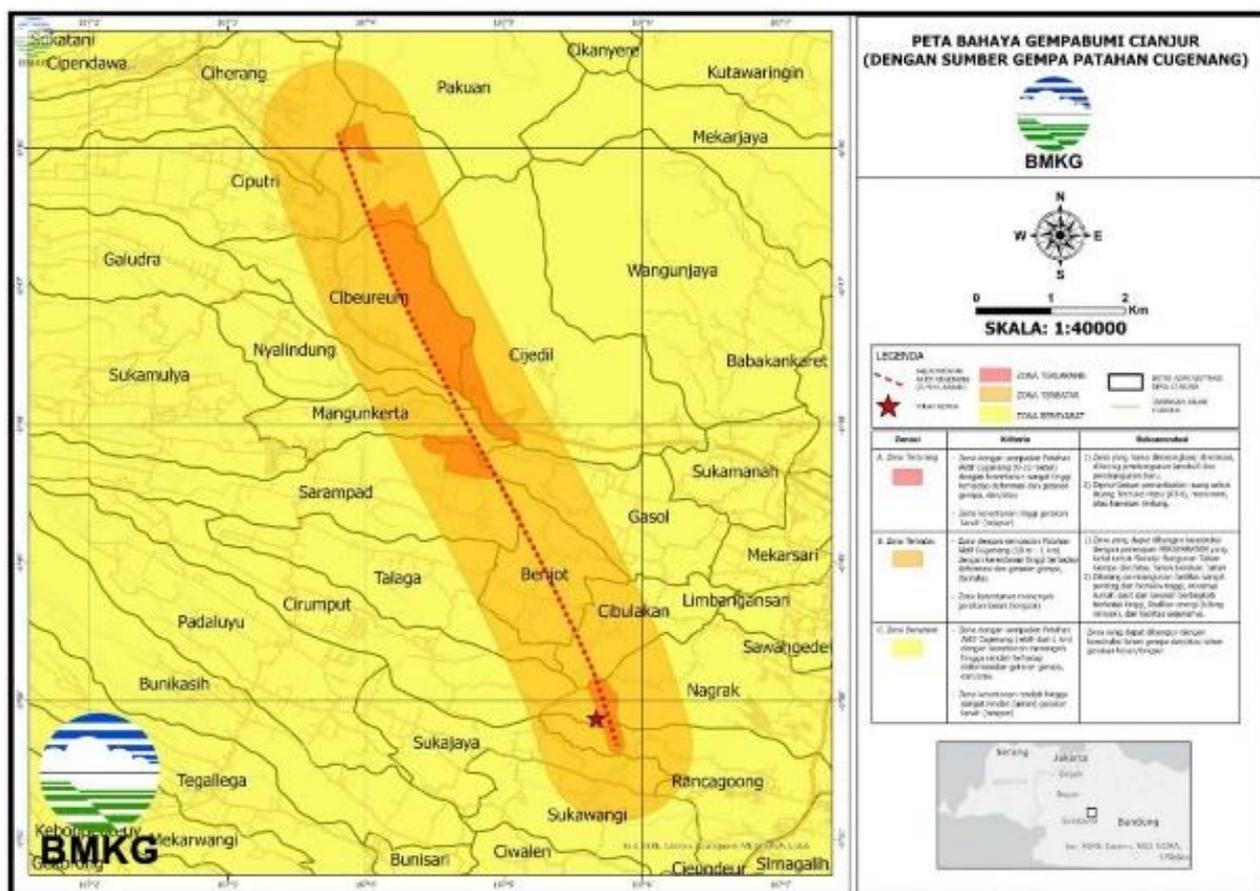
**Gambar 1.** Peta geologi Cianjur, Jawa Barat

seismik dan mengurangi risiko yang terkait.

Kehadiran patahan menjadi pemicu terjadinya gempa Pulau Jawa. Belakangan ini, gempa berintensitas sedang terjadi di sekitar patahan Cognan. Terjadi gempa bumi di Cianjur, Indonesia, pada tanggal 21 November 2022, dengan Kekuatan 5,6 SR yang disebabkan oleh patahan baru yaitu Patahan Cugenang. Akibat gempa yang terjadi di Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat pada Senin 21 November 2022 jam 13.21 WIB mengakibatkan 268 korban jiwa dan lebih dari 2000 bangunan rusak parah (Supendi, 2022). Dampaknya sangat buruk, seperti kerusakan lingkungan, bangunan dan infrastruktur, serta hilangnya nyawa. Memahami karakteristik suatu kegagalan penting untuk meminimalkan dampak aktivitas kegagalan. Penelitian tentang sesar Cegunang

dilakukan untuk Meminimalisir dampak ketika terdapat bencana Di daerah penelitian seperti gempabumi. Gempabumi merupakan bahaya yang akan Selalu ada di kawasan sepanjang jalur pertemuan Antara lempeng maupun sesar darat aktif. Gempa bumi biasanya terjadi di jalur sesar atau Patahan.

Penelitian ini menggunakan metode Gayaberat untuk memetakan distribusi densitas Bawah permukaan daerah penelitian. Pemetaan Distribusi densitas dapat memberikan informasi Tambahan mengenai anomali gayaberat didaerah Penelitian. Keberadaan anomali gayaberat dapat Juga diinterpretasikan sebagai struktur geologi Berupa sesar sehingga kita bisa mengetahui Keberadaan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan pola daerah sesar Cugenang dengan Menggunakan data gayaberat metode



**Gambar 2.** Peta Bahaya Gempabumi Cianjur (BMKG, 2023).

*Second Vertical Derivative (SVD).*

### METODELOGI PENELITIAN

Metode gayaberat adalah salah satu metode geofisika dengan parameter fisis yang diukur adalah variasi medan gravitasi Bumi (Sarkowi, 2011). Penggambaran struktur bawah permukaan dengan menganalisis Anomali Bouguer dan Anomali Udara Bebas (Free Air Anomaly atau FAA) yang dapat diukur dengan serangkaian koreksi data gravitasi (Firdaus dkk., 2016).

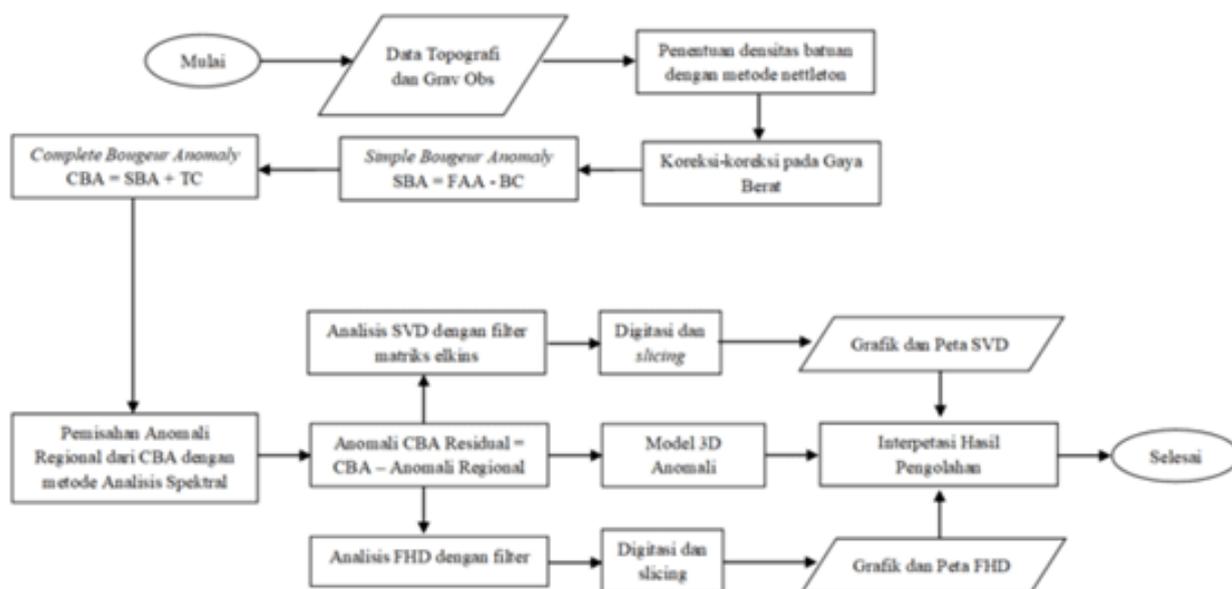
Metode Second Vertical Derivative (SVD) digunakan untuk membantu dalam interpretasi jenis struktur terhadap data Anomali Bouguer. Metode ini digunakan untuk memperlihatkan sumber anomali dangkal atau lokal sehingga sangat bagus untuk identifikasi sesar atau patahan di suatu wilayah. Metode ini dapat menyelesaikan anomali residual yang tidak dapat dipisahkan dengan metode pemisahan anomali regional dan residual pada umumnya (Sarkowi, 2011).

Dalam penelitian ini memanfaatkan data gravitasi satelit GGMplus untuk mengidentifikasi patahan bawah permukaan bumi kawasan Cianjur. Langkah selanjutnya yaitu melakukan

studi literatur mengenai penelitian yang telah dilakukan mengenai penelitian yang akan dilakukan. Permasalahan didapatkan berdasarkan tujuan yang akan dicapai dengan mengacu penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya. Berdasarkan permasalahan dan studi, literatur yang ada kemudian mengidentifikasi variabel yang digunakan pada penelitian. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengambilan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data gravitasi wilayah Cianjur yang didapatkan dari satelit GGMplus.

Data anomali udara bebas dari satelit tersebut otomatis telah terkoreksi dengan koreksi drift, koreksi pasang surut, koreksi lintang, dan data tersebut mengandung informasi tentang topografi. Data kemudian diolah menjadi Anomali Bouguer sederhana (Simple Bouguer Anomaly) atau SBA. Setelah SBA hasil perhitungan didapatkan, dilakukan analisis deformasi dengan melakukan sayatan pada daerah tertentu di wilayah penelitian yang diduga terdapat struktur geologi berupa sesar.

Analisis selanjutnya menggunakan metode turunan kedua vertikal atau Second Vertical Derivative (SVD). Penggunaan metode turunan kedua vertikal dari data anomali Bouguer



Gambar 3. Diagram Alir

**Tabel 1.** Filter Matriks Rosenbach 1953

<b>Filter SVD Tipe Rosenbach (1951)</b>				
0.0000	-0.0416	0.0000	-0.0416	0.0000
-0.0416	-0.3332	-0.7500	-0.3332	-0.0416
0.0000	-0.7500	4.0000	-0.0334	0.0000
-0.0416	-0.3332	-0.7500	-0.3332	-0.0416
0.0000	-0.0416	0.0000	-0.0416	0.0000

memungkinkan peneliti memisahkan efek struktur dangkal dan struktur dalam (Parera dkk., 2015). Metode SVD dikembangkan oleh Elkins tahun 1951 untuk menentukan nilai gravitasi di permukaan bumi dengan asumsi bidang horizontal dari tanah adalah pada saat kedalaman  $z = 0$  (Sari, 2012).

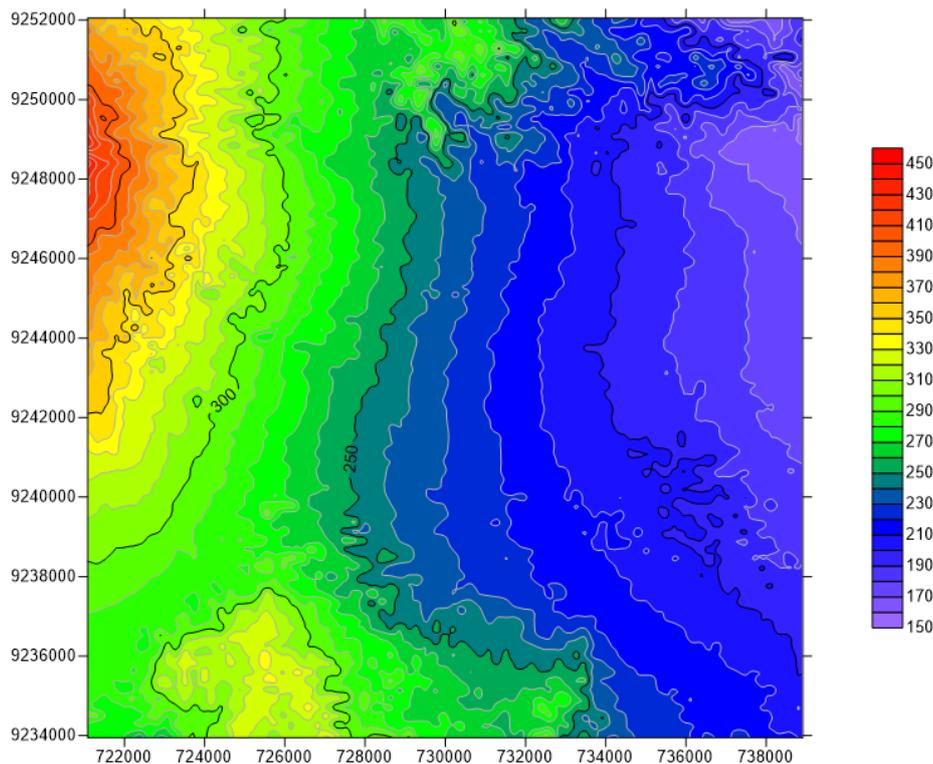
Turunan dari data gravitasi sangat bermanfaat dalam interpretasi struktural Persamaan gravitasi dapat diturunkan terhadap beberapa arah, tetapi turunan terhadap arah vertikal  $z$  lebih sering digunakan. Selain menggunakan metode SVD untuk menentukan keberadaan sesar (Firdaus dkk., 2016).

Proses pengolahan data metode gaya berat, perlu dilakukan sejumlah koreksi terhadap data untuk mengurangi atau menghilangkan noise-noise yang muncul, adapun koreksi-koreksi tersebut diantaranya ialah koreksi lintang lalu koreksi udara bebas agar didapatkan nilai FAA. Setelah dilakukan perhitungan koreksi-koreksi, termasuk koreksi Bouguer, koreksi medan, dan FAA maka dapat diperoleh nilai Anomali Bouguer Lengkap (ABL). Diagram alir pengolahan data dirangkum pada Gambar 3.

Untuk estimasi lebar jendela digunakan analisis spektral serta perkiraan kedalaman anomali gayaberat. Caranya dengan melakukan transformasi Fourier sejumlah sampel lintasan yang telah ditentukan dari peta kontur Anomali Bouguer Lengkap. Cara kerja transformasi Fourier yaitu dengan mengurai atau menyusun kembali suatu gelombang sembarang menjadi

gelombang sinus yang memiliki frekuensi bervariasi dimana hasil penjumlahan gelombang-gelombang sinus itu ialah bentuk asli gelombangnya (Kadir, 2011). Analisis Spektral dengan metode moving average akan menghasilkan anomali regional dan untuk anomali residual diperoleh dari pengurangan anomali bouguer lengkap dengan anomali regional. Turunan pertama horizontal atau FHD biasa disebut juga sebagai gradien horizontal. FHD adalah nilai laju perubahan gayaberat dalam arah horizontal dengan satuan mgal/km. Anomali gayaberat mengalami perubahan gradien horizontal terbesar terjadi ketika benda tabular cenderung berada di ujung-ujung bodi batuan (Blakely, 1996). Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa perubahan anomali yang cenderung signifikan menandakan adanya batas struktur geologi dengan nilai FHD dengan titik puncak maksimum dari kurva (Rosid dan Siregar, 2017).

Terdapat sebuah masalah yang inheren ketika melakukan interpretasi pada peta Anomali Bouguer tidak cukup mampu memisahkan efek struktur pada kedalaman dangkal dengan kedalaman yang dalam. Dihapusnya efek regional pada data anomali Bouguer memberikan hasil residual tidak spesifik dan tidak pasti. Oleh karena itu, dibutuhkan turunan vertikal kedua atau second vertical derivative untuk memberikan efek yang lebih spesifik (Reynold, 1998).



Gambar 4. Kontur anomali bouguer lengkap daerah penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini penulis menggunakan data gayaberat sekunder yang telah dilakukan berbagai koreksi, sehingga menjadi Anomali Bouguer Lengkap (ABL). Pada peta Anomali Bouguer daerah penelitian menunjukkan rentang nilai anomali 150 mGal sampai 450 mGal, hasil tersebut merupakan respon variasi rapat massa batuan yang ada pada daerah tersebut Gambar 4.

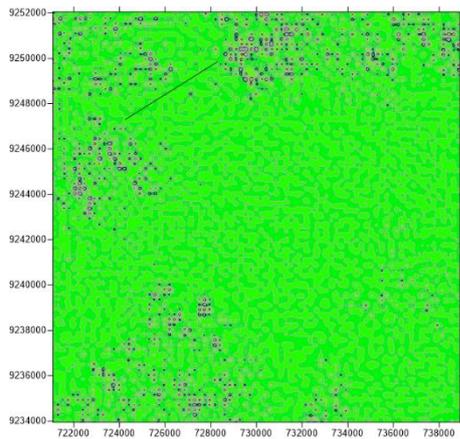
Pemisahan regional dan residual bertujuan untuk mendapatkan variasi anomali di kedalaman dangkal (residual) dan dalam (regional). Pemisahan dilakukan di software Oasis Montaj dengan dilakukan *Upward Continuation* sebesar 150. Selanjutnya pemisahan anomali residual dilakukan dengan metode pengurangan biasa dari fungsi *subtract grid* pada Oasis Montaj yaitu dengan mengurangi anomali bouguer dengan anomali regional.

*First Horizontal Derivative* (FHD) digunakan untuk mengetahui batas keberadaan struktur berdasarkan variasi lateral dari zona anomali. Secara matematis, FHD dalam gravitasi dituliskan:

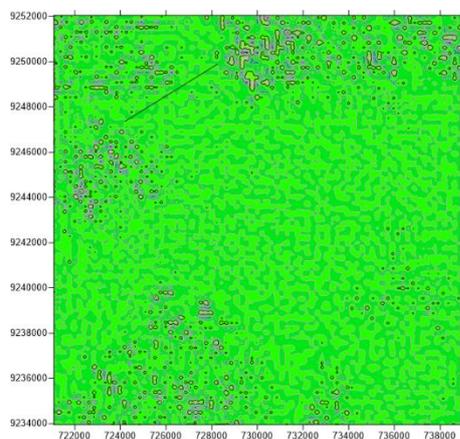
$$\frac{dg(x_2)}{dx} \approx \frac{g(x_3) - g(x_1)}{2 \cdot \Delta x}$$

Proses FHD dilakukan dengan menggunakan software Oasis Montaj dengan cara melakukan pemerosesan FHD pada Oasis Montaj dari data anomali residual yang diduga sebagai sesar cugenang. Selanjutnya dilakukan plot terhadap nilai FHD antara selisih dengan titik data.

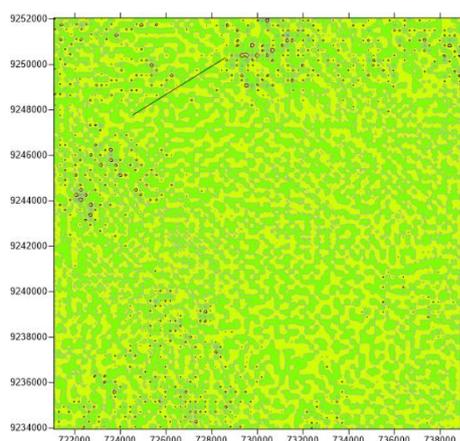
*Second Vertical Derivative* (SVD) merupakan metode yang digunakan untuk melihat anomaly secara vertikal menggunakan turunan kedua dari sumbu z. SVD juga dikatakan sebagai *high pass filter* dikarenakan untuk mendapatkan data



Gambar 5. Kontur SVD hasil matriks Elkins dan lintasan slicing



Gambar 6. Kontur SVD hasil matriks Henderson dan lintasan slicing



Gambar 7. Kontur SVD hasil matriks Rosenbach dan lintasan slicing

residual yang bisa mengidentifikasi jenis sesar normal atau naik (Hartati, 2012).

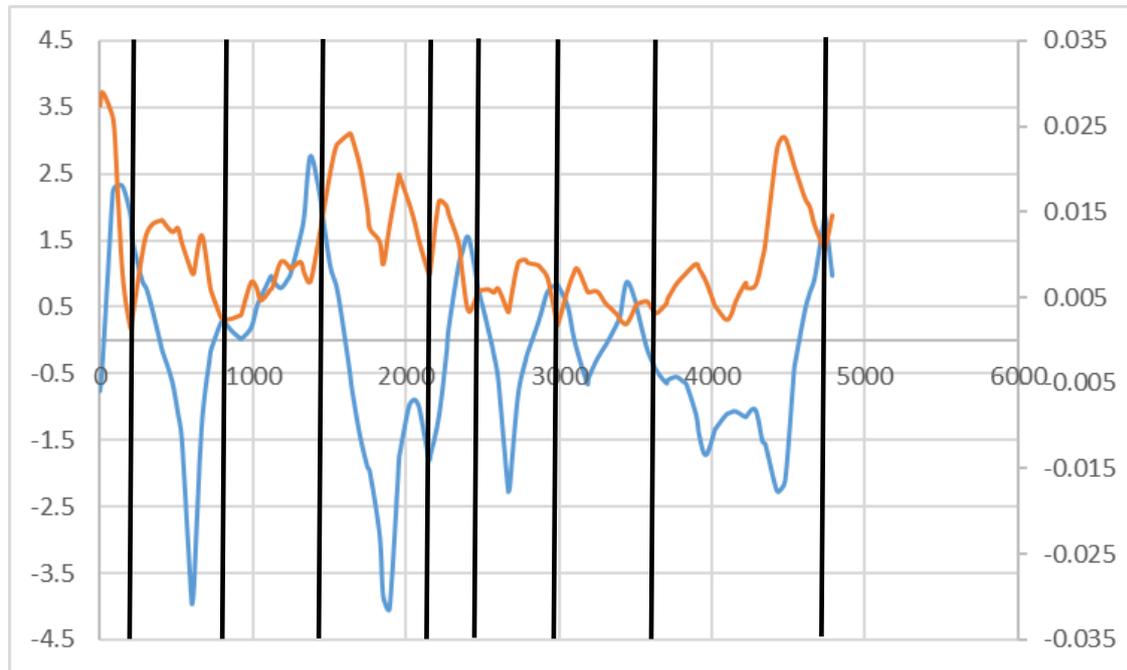
Pembuatan kontur SVD dilakukan pada software surfer dengan filter dari matriks Rosenbach, Elkins, dan Henderson. Menurut Harhale (2007) filter Rosenbach memiliki resolusi paling baik dibandingkan matriks lainnya, tetapi tetap dilakukan *filtering* dengan matriks Elkins dan Henderson sebagai perbandingannya.

Analisis SVD selanjutnya yaitu dengan dilakukan *slicing* pada lintasan yang sama seperti lintasan FHD. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan posisi data sama sehingga bisa dilakukan perbandingan. *Slicing* dilakukan menggunakan SVD hasil matriks Rosenbach dan FHD. Dilakukan plotting dengan menggunakan software Excel.

Analisis *derivative* yang berupa analisis *second vertical derivative* dan *first horizontal derivative* merupakan sebuah nilai yang didapatkan dari suatu turunan dari nilai gradien pada data anomali bouguer lengkap yang dimana analisis FHD dan SVD ini dilakukan untuk mengidentifikasi sebuah struktur geologi dan juga dapat untuk mengetahui jenis sesar yang berada pada daerah tersebut. Daerah yang diidentifikasi memiliki sebuah struktur berupa sesar dapat dilihat dari grafik kurva hasil plotting antara nilai FHD SVD dengan jarak. Dimana struktur dapat ditentukan dengan memperhatikan nilai kontur nol pada kurva SVD dan dikorelasikan dengan nilai puncak dari kurva FHD. Hal tersebut dapat diketahui karena nilai kontur nol pada SVD dan nilai maksimum pada FHD menandakan adanya perbedaan kontras anomali yang menandakan struktur yang jelas pada nilai tersebut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan menggunakan



**Gambar 8.** Grafik korelasi FHD (merah) dan SVD Rosenbach (biru) yang menunjukkan keberadaan struktur pada 1 Lintasan

metode Parasnis diperoleh estimasi nilai densitas permukaan sebesar 2,42 gram/cm<sup>3</sup> dan Anomali Bouguer Lengkap yang berada pada rentang nilai 150 mGal sampai 450 mGal. Pada pemisahan anomali menggunakan metode moving average diperoleh estimasi kedalaman zona regional sebesar 4500 meter dan zona residual sebesar 1000 meter. Setelah didapatkan anomali residual maka dapat dilanjutkan dengan analisis FHD dan SVD untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan yang dengan melakukan plot lokasi yang pada analisis FHD dan SVD terdapat sekitar 4 struktur yang teridentifikasi pada hasil pengolahan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Blakely, R. J. (1996). *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press.
- Firdaus, M., Setyawan, A., & Yusuf, M. (2016). *Identifikasi Letak dan Jenis Sesar*

Berdasarkan Metode gayaberat Second Vertical Gradient. *Youngster Physics Journal*, 21-26.

- Harhale, E. (2007). *Aplikasi Turunan Pertama dan Kedua Vertikal pada Analisis Data Gravitasi dan Geomagnet*. Depok: Universitas Indonesia.
- Hartati, A. (2012). *Identifikasi Struktur Patahan Berdasarkan Analisa Derivative Metode Gayaberat di Pulau Sulawesi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Kadir, T. (2011). *Metode Magnetotellurik Untuk Eksplorasi Panas Bumi Daerah Lili, Sulawesi Barat dengan Data Pendukung Metode Gravitasi*. Depok: Universitas Indonesia Press.
- Parera, A., Bunaga, I., & Yusuf, M. (2015). *Pemodelan Tiga Dimensi Anomali Gravitasi dan Identifikasi Sesar Lokal*

Dalam Penentuan Jenis Sesar di Daerah Pacitan. Prosiding Seminar Nasional Fisika (p. vol. 4). Jakarta: UNJ.

Reynold, J. (1998). An Introduction to Applied Environmental Geophysics. England: John Wiley & Sons.

Rosid, M., & Siregar, H. (2017). Determining Fault Structure Using First Horizontal Derivative (FHD) and Horizontal Vertical Diagonal Maxima (HCDM) Method A Comparative Study. AIP Conference Proceedings, (p. 1862).

Sari, E. (2012). Aplikasi Metode Turunan Kedua Vertikal (Second Vertical Derivative) Data Gravitasi Untuk interpretasi Sesar Baribis Jawa Barat. Tangerang: STMKG.

Sarkowi, M. (2011). Metode Eksplorasi Gayaberat. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Supendi, P. J. (2022). Analisis Gempa bumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5,6 Tanggal 21 November 2022. Kelompok Kerja Sesar Aktif Dan Katalog Gempabumi Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika (BMKG), 1.