



## **PENGOLAHAN ANOMALI GAYA BERAT GUNA INTERPRETASI SESAR CIMANDIRI DEMI PERENCANAAN PENGURANGAN RISIKO BENCANA**

**Astri Handayani Sitompul<sup>1\*</sup>, Admiral Musa Julius<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Magister Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan  
Universitas Sumatera Utara, Indonesia  
Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222.  
e-mail: [sitompulastri1@gmail.com](mailto:sitompulastri1@gmail.com)

<sup>2</sup>Pusat Gempabumi dan Tsunami  
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)  
Jalan Angkasa 1 No. 2, Kemayoran, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10720  
e-mail: [admiralmusajulius@yahoo.com](mailto:admiralmusajulius@yahoo.com)

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.52434/jpif.v2i2.1981>

Accepted: 5 Juli 2022 Approved: 1 Desember 2022 Published: 31 Desember 2022

### **ABSTRAK**

Salah satu metode fisika yang sering digunakan dalam geofisika medan adalah metode gravitasi atau gaya berat. Dalam hal ini dilakukan pemisahan anomali residu nilai gravitasi yang diukur di sekitar wilayah sesar Cimandiri Provinsi Jawa Barat, dengan koordinat batas penelitian dari koordinat lintang  $6.95^{\circ}\text{LS} - 7.2^{\circ}\text{LS}$  dan koordinat bujur dari  $106.5^{\circ}\text{BT} - 107.1^{\circ}\text{BT}$ , dengan filter matriks Elkins pada data real-time dari *University California of San Diego*. Dengan metode ini, ketampakan sesar Cimandiri dapat terlihat dari kerapatan kontur anomalnya. Anomali residu rata-rata yang diukur sekitar 10-20 mGal. Ini membuktikan filter matriks Elkins baik untuk digunakan dalam kajian ketampakan sesar dan anomali residu. Temuan citra Sesar Cimandiri bermanfaat dalam mendukung perencanaan pengurangan risiko bencana gempabumi pada masa mendatang.

**Kata kunci:** anomali *Bouguer*, matriks elkins, residual, sesar aktif

### **ABSTRACT**

*One of the physics methods that is often used in geophysics is the gravity method. In this case, the residual anomaly of gravity values is separated from the area of the Cimandiri fault, West Java Province, with the coordinates of the research boundary from latitude coordinates  $6.95^{\circ}$  South Latitude –  $7.2^{\circ}$  South Latitude and longitude coordinates from  $106.5^{\circ}$  East Longitude –  $107.1^{\circ}$  East, with an Elkins matrix filter. on real-time data from the University of California of San Diego. With this method, the appearance of the Cimandiri fault can be seen from the density of its anomalous contours. The average residual anomaly measured is about 10-20 mGal. This proves that the Elkins matrix filter is good for use in the study of fault appearances and residual anomalies. The Cimandiri fault sensing is beneficial to planning support for future Disaster Risk Reduction.*

**Keyword:** *Bouguer anomaly, elkins matrix, residual, active fault.*

## PENDAHULUAN

Tektonik Indonesia merupakan salah satu aspek yang menarik untuk dianalisis, terutama sesar-sesar yang tersebar di seluruh Indonesia. Posisi tektonik Indonesia yang terletak pada 3 lempeng tektonik besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik serta satu lempeng mikro Filipina menyebabkan Indonesia memiliki kondisi tektonik yang bervariasi (Ibrahim, 2010). Salah satu sesar yang sering dijadikan objek penelitian adalah Sesar Cimandiri yang memanjang dari Pelabuhan Ratu hingga selatan Sukabumi, Jawa Barat. Sesar Cimandiri merupakan salah satu sesar yang aktif dan sering menimbulkan beberapa gempa bumi yang besar dan berpotensi menyebabkan efek destruktif di daerah Jawa Barat, sehingga sering diadakan untuk memantau letak dan struktur sesar tersebut. Untuk kepentingan studi tersebut, beberapa metode geofisika dilakukan. Salah satu metode geofisika yang digunakan adalah metode gravitasi (Blakely, 1995).

Metode gravitasi atau biasa disebut gaya berat adalah metode yang mendasarkan pada adanya anomali massa di dalam bumi dengan mengukur anomali gaya beratnya. Metode ini berlandaskan pada hukum fisika mengenai gaya tarik-menarik antara dua benda. Berdasarkan hukum II Newton, setiap benda di permukaan bumi akan mengalami gaya tarik menarik yang disebabkan oleh massa bumi. Ada beberapa metode dalam pengolahan data gravitasi dimana metode itu dibutuhkan sebagai *filtering* data gravitasi sehingga anomali residu yang didapatkan tampak lebih jelas. Adapun metode yang digunakan penulis adalah metode *filtering* menggunakan matriks Elkins (Chamoly & Dimri, 2010).

Adapun maksud dari penulisan makalah ini diantaranya adalah untuk; 1) mengetahui nilai residual gravitasi menggunakan *filtering* matriks Elkins; 2) mengetahui letak dari Sesar Cimandiri berdasarkan kontur anomali residual yang telah dibuat; 3) menilai keakuratan metode *filtering* matriks Elkins untuk menginterpretasi sesar Cimandiri. Sehingga dapat diketahui pula letak sesar Cimandiri dan deskripsi daerah di sekitarnya menggunakan metode gravitasi; dan memahami manfaat metode gravitasi dalam metode analisa studi terhadap struktur bawah permukaan bumi (Irjayanto, 2009).

## METODE PENELITIAN

Indonesia adalah laboratorium kejadian gempa bumi dan tsunami. Data kejadian gempa bumi menunjukkan peningkatan frekuensi dari waktu ke waktu. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data gravitasi dan topografi yang berasal dari satelit GEOSAT yang dikelola oleh University California in San Diego (UCSD) yang didapatkan via web <http://topex.ucsd.edu> dengan batas wilayah dari koordinat lintang 6.95°LS – 7.2°LS dan koordinat bujur dari 106.5°BT – 107.1°BT.

Data gravitasi tersebut sudah berbentuk FAA, sehingga kita hanya mencari nilai BA (*Bouguer Anomaly*). Data topografi digunakan untuk membantu mengetahui kondisi topografi di sekitar daerah sesar Cimandiri. Metode yang dilakukan untuk mendapatkan interpretasi data anomali gravitasi di sekitar sesar Cimandiri berdasarkan Sativa (2008) antara lain:

### a) Menghitung nilai *Bouguer Correction* (BC)

Data nilai gravitasi dan topografi yang telah diambil dari web <http://topex.ucsd.edu> diinput ke dalam software Microsoft Excel untuk dicari nilai BC-nya. Nilai koreksi *Bouguer* (BC) dapat ditentukan dengan menentukan terlebih dahulu densitas rata-rata batuan yang menggunakan metode Parasnis. Menurut metode Parasnis, nilai  $\rho$  dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{(n \sum xy - \sum x \cdot \sum y)}{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)}$$

Dimana:

x = 0,04192 x h  
y = FAA  
n = Jumlah data

**b) Menghitung nilai SBA (*Simple Bouguer Anomaly*)**

Setelah nilai koreksi *Bouguer* ditentukan, maka nilai SBA dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\text{SBA} = \text{FAA} - \text{BC}$$

Nilai SBA dianggap sebagai nilai BA pada penulisan ini, karena nilai Terrain Correction tidak ikut disertakan.

**c) Memplotting anomali *Bouguer* ke dalam peta kontur.**

Data SBA yang telah didapatkan selanjutnya akan diproses menggunakan software Surfer 9. Adapun cara untuk memplotting kontur *Bouguer Anomaly* berdasarkan Pribadi & Delfy (2015) antara lain:

- Pilih menu *Grid*, lalu menu *Data*.
- Pilih input data dalam arah X, Y, dan Z. Untuk arah X, pilih input data bujur geografis atau koordinat GPS dalam format UTMX. Untuk arah Y, pilih input data lintang geografis atau koordinat GPS dalam bentuk UTM Y. Sedangkan untuk sumbu Z, pilih input data SBA. Kemudian data di-gridding.
- Membuat peta kontur, caranya pilih icon Contour Map, lalu pilih data yang telah di-grid sebelumnya.
- Memplotting kontur residual setelah difilter dengan filter matriks Elkins

Untuk memplotting kontur residual, langkah yang dilakukan adalah:

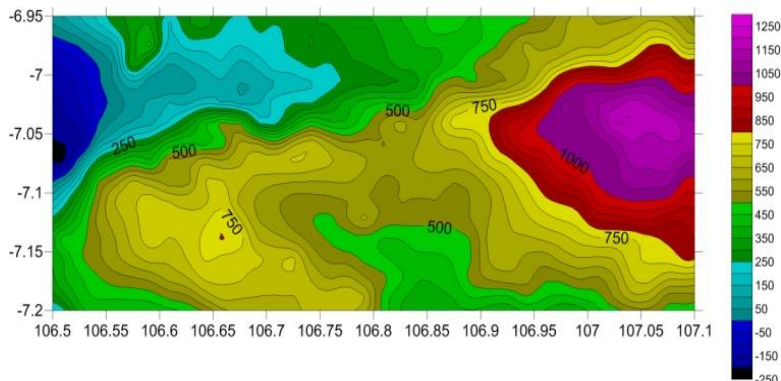
- Pilih menu *Filter* pada *Grid Menu*.
- Pilih filter *General Used-Defined* pada menu *Used Defined Filters*.
- Masukkan nilai matriks Elkins pada Filter Size, lalu pilih OK, maka akan terbentuk data griddingnya.
- Untuk memplotting, lakukan cara yang sama seperti langkah plotting di atas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data residu anomali dan *filtering* anomali serta plotting kontur yang dilakukan, maka dapat ditentukan kontur *Bouguer Anomaly*, kontur regional, dan kontur residual (Octonovrilna & Pudja, 2012).

## Kontur Topografi di Sekitar Sesar Cimandiri

### Topographic Contour Cimandiri Fault



Gambar 1. Topografi Sesar Cimandiri

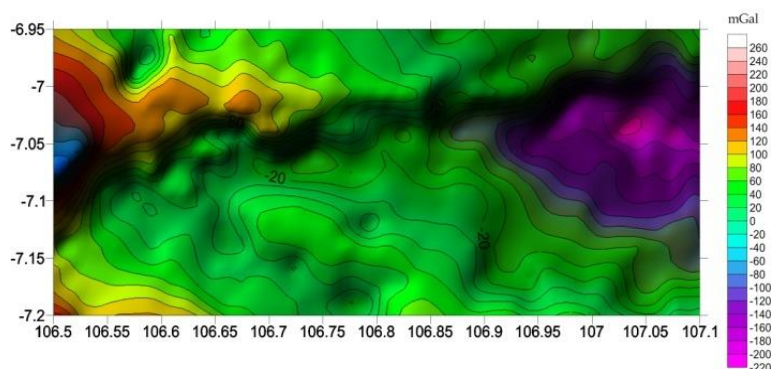
Dari kontur pada Gambar 1, terlihat bahwa topografi daerah sekitar sesar Cimandiri memiliki variasi yang beragam, mulai dari daerah pesisir di daerah Pelabuhan Ratu di sebelah barat (ditandai dengan kontur biru) dan terus bertambah elevasinya ke arah Sukabumi yang terletak di kaki gunung Gede. Sesar Cimandiri sendiri membentang di sepanjang sisi sungai Citarik. Kontur topografi ini digunakan untuk membantu deskripsi data dan validasi terhadap koreksi-koreksi yang berhubungan dengan elevasi (ketinggian).

Pada gambar kontur ini terlihat bahwa kenampakan sesar Cimandiri (lingkaran kuning) cukup jelas terlihat, namun besar anomali yang terjadi sepanjang sesar belum teridentifikasi dengan jelas, terlihat dari warna kontur hijau mendominasi sepanjang sesar bahkan di topografi sekitar 20-40 mGal, dan di sebelah timur anomali gravitasinya cukup besar mencapai -100 mGal berwarna ungu. Pada kontur ini, ketepatan anomali di sesar Cimandiri belum terlihat jelas, sehingga perlu dianalisa dengan pemisahan anomali regionalnya.

### Kontur Anomali Regional

Pada gambar kontur anomali regional ini, variasi anomali yang terlihat mulai banyak, terutama di sesar Cimandiri (lingkaran kuning) dimana kontur anomali semakin rapat dan ditambah dengan kecenderungan topografi yang memperjelas bidang sesar yang dilingkari kuning. Warna hijau masih mendominasi dengan nilai anomali 20 – 40 mGal. Wilayah tertinggi anomalnya di arah timur-tenggara dengan anomali sekitar – 100 mGal. Untuk memperjelas lagi, maka perlu dipetakan kontur anomali residualnya untuk melihat efek dangkal dari keberadaan sesar Cimandiri terhadap anomali nilai gravitasinya.

### Bouguer Anomaly Cimandiri Fault

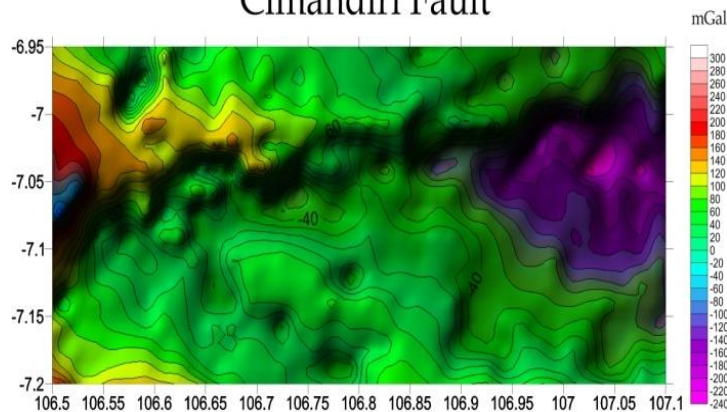


Gambar 2. Kontur Anomali *Bouguer*

### Kontur Anomali Residual

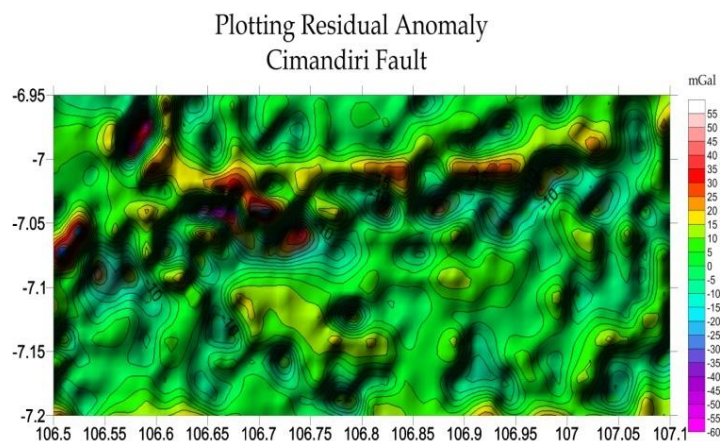
Gambar 3 merupakan kontur anomaly regional, variasi anomali semakin variatif dan mulai menjelaskan anomali gravitasi yang semakin detail dan jelas. Pada wilayah sesar Cimandiri terlihat bahwa ada perbedaan anomali yang semakin jelas dan membedakan dengan anomali di sekitarnya sehingga membuat kenampakannya terlihat. Anomali pada sesar Cimandiri berdasarkan kontur ini berkisar rata-rata antara 10-20 mGal, sedangkan anomali tinggi terlihat di daerah koordinat 7.05° LS dan 106.65-106.68° BT atau di sepanjang lembah sungai Citarik sebesar 40mGal dan terletak di tengah lipatan-lipatan sesar. Terbukti bahwa *filtering* matriks Elkins memiliki keakuratan yang bagus untuk menganalisa keberadaan sesar Cimandiri.

### Regional Anomaly Cimandiri Fault



Gambar 3. Kontur Anomali Regional

Hasil temuan Sesar Cimandiri bermanfaat dalam mendukung pengelolaan risiko bencana yang diatur dalam Undang Undang Penanggulangan Bencana No. 24 Tahun 2007 pada penyusunan perencanaan penanggulangan bencana berbunyi: "*Penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi tidak terjadi bencana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 34 huruf a meliputi perencanaan penanggulangan bencana*" (Pasal 35) dan "*Perencanaan penanggulangan bencana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 35 huruf a ditetapkan oleh Pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya*" (Pasal 36), juga turunannya Peraturan Pemerintah (PP) No. 21/2008 yang berbunyi: "*Perencanaan penanggulangan bencana merupakan bagian dari perencanaan pembangunan*" (Pasal 6).



Gambar 4. Kontur Anomali Residual

Temuan Sesar Cimandiri dengan estimasi bahaya utama dan ikutannya juga mendukung mitigasi bencana dalam Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang Nomor 1 Tahun 2018 yang berbunyi “*analisis pengurangan risiko bencana (PRB) adalah bagian dari analisis yang harus dilakukan untuk menyusun Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)*” mengingat Jawa Barat memiliki risiko tinggi gempa bumi dan bahaya ikutan lainnya yang membahayakan manusia. Selain itu perlu edukasi untuk membentuk kesadaran, kesiapsiagaan dan kewaspadaan sangat penting, sehingga Peranan Akademisi pada Perguruan Tinggi sebagai salah satu unsur Pentaheliks Penanggulangan Bencana di Indonesia amat diharapkan dapat membantu pemerintah. Kolaborasi dan sinergi untuk penyiapan mitigasi menjadi kunci pengurangan risiko tersebut.

## KESIMPULAN

Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa metode pemisahan anomali residual daerah sesar Cimandiri dengan *filtering* matriks Elkins bagus untuk menginterpretasikan kenampakan sesar Cimandiri seperti yang ditandai oleh lingkaran kuning pada tiap-tiap gambar. Kenampakan yang paling jelas terlihat pada kontur anomali residualnya. Anomali residual sesar Cimandiri berkisar antara 10-20 mGal. Dalam penulisan ini hanya dianalisis kegunaan salah satu metode *filtering* dalam pemisahan anomali residu dalam interpretasi sesar, sehingga perlu dikembangkan penelitian serupa dengan *filtering* yang berbeda untuk membandingkan *filtering* mana yang paling baik digunakan untuk interpretasi sesar Cimandiri.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan penulis atas dukungan dari BMKG yang telah memberikan data penelitian dan publikasi karya ilmiah, melalui kontrak nomor: 081296664986.

## REFERENSI

- Blakely, R.J. (1995). *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, USA.
- Budiman, T. (2012). *Perbandingan Filtering Data Gravitasi dengan Metode Trend Surface Analysis dan Moving Average, Studi Kasus : Sesar Lembang*. Retrieved 1 27, 2011, from AKADEMI METEOROLOGI DAN GEOFISIKA: Jakarta.
- Chamoly, A., and Dimri, V. P. (2010). *Spectral Analysis of Gravity Data of NW Himalaya*. Proceeding of EGM 2010 International Workshop, Capry, Italy.

- Irjayanto, D. (2009). *Pola Anomali Bouguer Berdasarkan Estimasi Densitas Rata-Rata Nettleton Daerah Riau*. Retrieved 6 07, 2010, from AKADEMI METEOROLOGI DAN GEOFISIKA: Jakarta.
- Octonovrilna, L., & Pudja, I. P. (2012). Analisa Perbandingan Anomaly Gravitasi dengan Persebaran Intrusi Air Asin (Studi Kasus Jakarta 2006-2007). *Jurnal Pendidikan*, 1(7), 1312-1322. Retrieved from BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA: Jakarta.
- Pribadi, B. A., & Delfy, R. (2015). Implementasi Strategi Peta Konsep (Concept Mapping) dalam Program Tutorial Teknik Penulisan Artikel Ilmiah. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 16(2), 76-88. Retrieved from <http://jurnal.ut.ac.id/JPTJJ/article/view/408/421>
- Sativa, O, (2008). *Pemodelan Dua Dimensi Data Gravitasi Cekungan Jakarta Menggunakan Metode Talwani*. from AKADEMI METEOROLOGI DAN GEOFISIKA: Jakarta.