

# Analisis *Euler Deconvolution* untuk Mengidentifikasi Patahan Lembang Berdasarkan Data Gravitasi Satelit

Khafidh Nur Aziz<sup>1</sup>, Rahmawati Fitrianingtyas<sup>2</sup>, Denny Darmawan<sup>1</sup>, Sumarna<sup>1</sup> dan Laatifah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Geofisika UPN “Veteran” Yogyakarta

\*Email: khafidh.na@uny.ac.id

Submit: 27 September 2022; Revised: 27 Agustus 2023 ; Accepted: 21 November 2023

**Abstrak:** Patahan Lembang mengalami pergerakan 6 mm/tahun dan memiliki prediksi gempa dengan magnitudo mencapai 6. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui korelasi data gravitasi GGMplus terhadap data gravitasi TOPEX dan pola sebaran Anomali Bouger Lengkap (ABL) GGMplus, mengidentifikasi posisi dan kedalaman sumber anomali Patahan Lembang berdasarkan analisis *Euler Deconvolution*, dan memodelkan struktur bawah permukaan Patahan Lembang. Penelitian ini menggunakan data GGMplus dan TOPEX. Data *gravity disturbance* GGMplus akan digunakan dalam perhitungan koreksi *terrain* untuk mendapatkan nilai ABL, pemisahan anomali, analisis *Euler Deconvolution*, dan pemodelan 2D. Hasil penelitian menunjukkan korelasi data gravitasi GGMplus dan TOPEX sebesar 0,871. Nilai ABL daerah penelitian dalam rentang 8 mGal hingga 37 mGal. Kedalaman sumber anomali Patahan Lembang berdasarkan *Euler Deconvolution* berada dalam rentang 820 m – 1096 m. Berdasarkan pemodelan 2D, batuan penyusun di daerah penelitian terdiri dari Formasi Cilang, Formasi gunung api tua, Tufa Berbatuapung, dan Formasi Tufa Pasir. Formasi yang mendominasi adalah Formasi Cilang dengan densitas  $2,52 - 2,83 \text{ g/cm}^3$  dan bersesuaian dengan batu gamping.

**Kata kunci:** Patahan Lembang, GGMplus, *Euler Deconvolution*.

*Abstract:* The Lembang Fault experiences movement at a rate of 6 mm/year and has predicted earthquakes with magnitudes up to 6. The aim of this research is to determine the correlation between GGMplus gravity data and TOPEX gravity data, analyze the distribution pattern of the GGMplus Complete Bouguer Anomaly (CBA), identify the position and depth of the Lembang Fault anomaly source based on Euler Deconvolution analysis, and model the subsurface structure of the Lembang Fault. This research utilizes GGMplus and TOPEX data, with GGMplus gravity disturbance data being used for terrain correction calculations to obtain CBA values, anomaly separation, Euler Deconvolution analysis, and 2D modeling. The results show a correlation of 0.871 between GGMplus and TOPEX gravity data. The ABL values in the study area range from 8 mGal to 37 mGal. The source depth of the Lembang Fault anomaly, based on Euler Deconvolution, ranges from 820 m to 1096 m. Based on 2D modeling, the rocks in the research area consist of the Cilang Formation, old

*volcanic formation, pumice tufa, and sand tufa formation, with the dominant Cilang Formation having a density of  $2.52 - 2.83 \text{ g/cm}^3$  and corresponding to limestone.*

**Keywords:** Lembang Fault, GGMplus, *Euler Deconvolution*

## 1 PENDAHULUAN

Indonesia terletak diantara tiga lempeng mayor yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bergerak dari selatan menunjam ke Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik bergerak dari timur ke barat. Akibat adanya pertemuan tiga lempeng tersebut menyebabkan penekanan pada lapisan bawah bumi dan menyebabkan Indonesia memiliki relief yang bervariasi, serta adanya aktivitas tektonik dan vulkanik (Herman, 2015). Tiga lempeng yang bertemu di Indonesia masih bergerak aktif satu sama lain. Kondisi ini menjadikan Indonesia sebagai daerah tektonik aktif dengan tingkat kegempaan yang tinggi (Syafitri dkk., 2018).

Pergerakan lempeng juga menghasilkan struktur geologi lain seperti patahan dan lipatan (Lubis, 2020). Patahan merupakan daerah yang rawan gempa dan sifat kekompakan batuan yang kurang sehingga ketika lempeng bumi bergerak sebagian besar rambatan gelombang disalurkan melalui jalur patahan tersebut (Muljo dan Helmi, 2007). Indonesia memiliki 295 patahan aktif yang sudah teridentifikasi dengan baik dan menjadi sumber gempa di Indonesia, jumlah tersebut berdasarkan hasil analisis pemutakhiran peta sumber dan bahaya gempa Indonesia (Sulthan dkk., 2019). Salah satu patahan aktif di Indonesia adalah Patahan Lembang di Kota Bandung.

Patahan Lembang membentang sepanjang 29 km, dimulai dari daerah Padalarang yang memanjang ke timur hingga berada di antara Gunung Manglayang dan Bukit Lonceng (Andhika dan Aprilana, 2020). Patahan Lembang ini sebelumnya dianggap oleh para ahli dan peneliti sebagai Patahan tidak aktif, namun penelitian terbaru menunjukkan bahwa Patahan Lembang mengalami pergerakan yang mencapai 6 mm/tahun (Meilano dkk., 2012). BMKG telah memprediksi magnitudo gempa yang bisa disebabkan oleh pergerakan aktif Patahan Lembang berdasarkan data katalog gempa yaitu dengan magnitudo 6,8. Pusat gempa diprediksi terjadi di sebelah barat Kota Bandung, Selatan Ci-

mahi, dan Utara. BMKG juga memprediksi dampak gempa bumi ini mencapai skala VI - VII (Budianto, 2021). Patahan Lembang terletak di utara Cekungan Bandung (Bandung Basin area).

Patahan ini terbentuk sejak sekitar 500.000 tahun yang lalu atau jaman Kuartar Pleistosen yang ditandai dengan batuan berumur kuartar (Rasmid, 2014). Patahan Lembang masuk dalam jenis patahan turun (*normal fault*) (Firdaus dkk., 2016).

Metode Gravitasi merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan dalam menggambarkan struktur bawah permukaan. Prinsip yang digunakan dalam metode ini adalah variasi medan gravitasi akibat perbedaan densitas batuan di bawah permukaan (Telford dkk., 1990). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *Global Gravity Model plus* (GGMplus) dan TOPEX. Data GGMplus menyediakan gambaran lengkap tentang gravitasi bumi beresolusi tinggi dan mencakup keseluruhan benua termasuk zona pesisir dalam  $\pm 60^\circ$  lintang serta memiliki spasi  $\sim 221$  m (Hirt dkk., 2013). Parameter penelitian yang akan diseleksi peneliti adalah variasi anomali penelitian dan kedalaman sumber anomali di daerah Patahan Lembang. Kedalaman sumber anomali Patahan Lembang akan diidentifikasi dengan *Euler Deconvolution*.

Pada penelitian ini, tahapan yang dilakukan diawali dengan korelasi data *gravity disturbance* GGMplus dengan data *Free Air Anomaly* (FAA) TOPEX, koreksi Bouguer, koreksi *terrain*, pemisahan anomali, analisis Euler Deconvolution, dan pemodelan 2D.

### 1.1 Prinsip Dasar Metode Gravitasi

Metode gravitasi merupakan salah satu metode dalam geofisika yang dapat digunakan untuk mengukur variasi medan gravitasi bumi akibat dari perbedaan densitas batuan bawah permukaan (Hinze dkk., 2013). Prinsip dasar dari metode gravitasi yaitu Hukum Newton mengenai gravitasi universal, dalam hukum ini dijelaskan bahwa gaya tarik menarik diantara dua massa yaitu  $m_1$  dan  $m_2$  berbanding terbalik dengan jarak kuadrat massa dan sebanding dengan massa kedua partikel (Reynolds, 2011). Hukum Newton gravitasi dijabarkan dalam persamaan berikut:

$$F = G \left( \frac{m_1.m_2}{r^2} \right) \tag{1}$$

dengan, konstanta gravitasi ( $G$ ) =  $6,67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$ ;  $m_1, m_2$  = massa benda ( $kg$ );  $R$  = jarak antar massa ( $m$ ). Besaran yang terukur dalam metode gravitasi adalah percepatan gravitasi. Besar percepatan gravitasi dari  $m_1$  adalah gaya per satuan massa ( $m_2$ ), sehingga dapat dinyatakan pada persamaan berikut:

$$\frac{F}{m_2} = G \frac{m_1}{R^2} \tag{2}$$

Berdasarkan pada Hukum II Newton menyatakan bahwa besar gaya sebanding dengan perkalian percepatan gravitasi yang dialami dikalikan dengan massa benda. Hubungan antara gaya dengan percepatan gravitasi dinyatakan pada persamaan berikut MacDougall (2012):

$$F = m.g \tag{3}$$

sehingga  $g = \frac{F}{m}$ .

**Tabel 1.** Nilai struktur indeks untuk gaya berat (Whitehead dan Musselman, 2015)

Sumber	Struktur Indeks
<i>Sill/ Dyke</i>	0
<i>Horizontal Cylinder</i>	1
<i>Pipa</i>	1
<i>Bola</i>	2

dengan begitu persamaan 2 dapat dituliskan kembali seperti pada persamaan berikut:

$$g = G \frac{m_1}{R^2} \tag{4}$$

### 1.2 Euler Deconvolution

Metode *Euler Deconvolution* digunakan untuk mengestimasi kedalaman sumber anomali gaya berat ataupun anomali magnetik (Handyarso dan Mauluda, 2018). Metode ini mengestimasi kedalaman suatu objek berdasarkan turunan parsial tiga arah ( $x, y, z$ ) dari suatu fungsi (Matswana, 2019). Untuk menyelesaikan analisis dengan metode ini maka menggunakan persamaan berikut (Reid dkk., 1990):

$$(x - x_0) \frac{\partial g_i}{\partial x} + (y - y_0) \frac{\partial g_i}{\partial y} + (z - z_0) \frac{\partial g_i}{\partial z} = N g_i \tag{5}$$

dengan : ( $x_0, y_0, z_0$ ) = posisi dan kedalaman dari sumber anomali gravitasi;  $\frac{\partial g}{\partial x}, \frac{\partial g}{\partial y}, \frac{\partial g}{\partial z}$  = turunan data gravitasi ke arah  $x, y, z$ ;  $N$  = struktur indeks (tetapan yang berkaitan dengan bentuk geometri benda) ;  $g_i$  = data gaya gravitasi.

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dibatasi oleh koordinat  $6^\circ 788' LS - 6^\circ 982' LS$  dan  $107^\circ 512' BT - 107^\circ 752' BT$ . Titik penelitian data GGMplus yaitu 11.640 titik dengan spasi antar titik  $\sim 221$  m. Daerah penelitian ditunjukkan dengan Gambar 1.

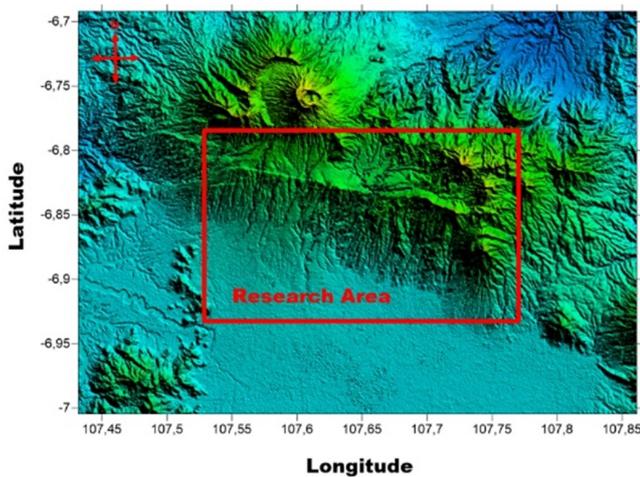
### 2.2 Data Penelitian

Data – data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

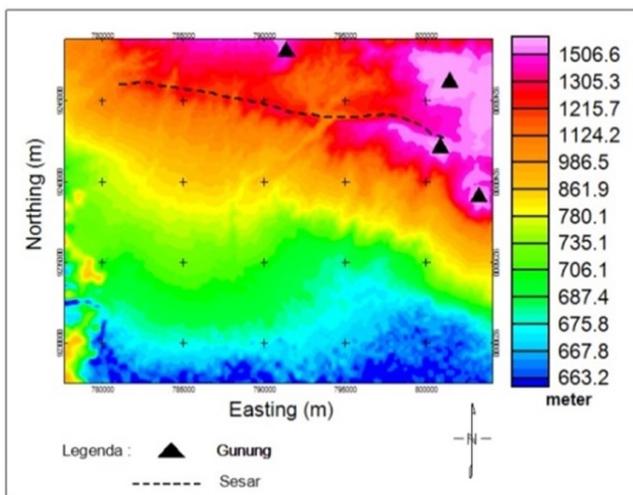
- Data percepatan gravitasi dan *gravity disturbance* GGMplus di permukaan dengan spasi antar titik  $\sim 221$  m;
- Data *free air* TOPEX dengan spasi antar titiknya 1,8 km;
- Data topografi GGMplus;
- Data *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM;
- Data densitas batuan bawah permukaan didapatkan dari penelitian sebelumnya.

### 2.3 Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan data satelit gravitasi GGMplus yang berupa nilai *gravity disturbance* dan percepatan gravitasi dan TOPEX. Nilai percepatan gravitasi akan divisualisasikan dalam bentuk peta kontur untuk mengetahui per-



**Gambar 1.** Peta DEM SRTM daerah penelitian. Daerah penelitian ditunjukkan oleh garis kotak merah dengan luas 27 km × 21 km.



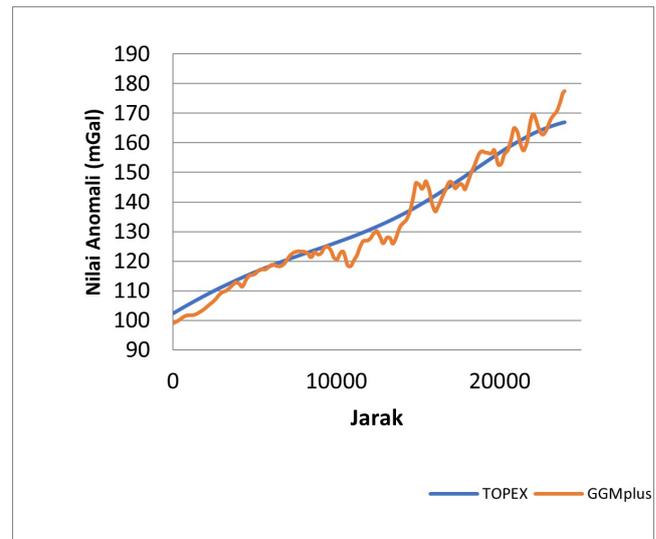
**Gambar 2.** Peta Kontur Topografi daerah penelitian dengan luas area 27 km × 21 km.

sebaran nilai percepatan gravitasi di daerah penelitian. Nilai *gravity disturbance* digunakan dalam perhitungan koreksi *Bouguer* dan *terrain* untuk mendapatkan nilai Anomali Bouguer Lengkap (ABL), pemisahan anomali, dan analisis *Euler Deconvolution*. Hasil pemisahan anomali yaitu anomali lokal akan dimodelkan dengan pemodelan 2D untuk mengetahui struktur bawah permukaan.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Daerah Penelitian

Daerah penelitian memiliki ketinggian dengan rentang 650 m – 1.500 m di atas permukaan air laut (Gambar 2). Dalam daerah penelitian terdapat empat gunung tidak aktif yaitu Gunung Pulasari, Gunung Bukit Tanggul, Gunung Putri dan Gunung Manglayang.



**Gambar 3.** Korelasi data *gravity disturbance* dengan data *free air anomaly* pada line 3

#### 3.2 Korelasi Data GGMplus dan TOPEX

Korelasi data dilakukan untuk mengetahui hubungan antara data *gravity disturbance* GGMplus dan data *free-air* TOPEX. Data GGMplus memiliki spasi tiap titik ~221 m, sementara data TOPEX memiliki spasi 1,8 km tiap titiknya. Penelitian ini menggunakan delapan lintasan untuk mengetahui korelasi anomali antara kedua data. Contoh hasil korelasi dari kedua kontur untuk delapan lintasan profil yang telah dibuat disajikan pada Gambar 3 dan nilai korelasi yang didapatkan dari setiap lintasan disajikan pada Tabel 2.

Gambar 3 menunjukkan bahwa data *gravity disturbance* dan data *free air anomaly* berhimpit. Hal ini menunjukkan pola kontur yang sama antara kedua data. Pola anomali *gravity disturbance* cenderung tidak teratur, sedangkan pola *free air anomaly* teratur dan cenderung membentuk garis lurus. Perbedaan bentuk grafik ini dipengaruhi oleh spasi antar titik data antara data GGMplus dan data TOPEX yang berbeda. Spasi titik data GGMplus lebih rapat yaitu ~221 m dibandingkan dengan spasi titik data TOPEX yaitu 1,8 km. Spasi yang rapat dari data GGMplus akan memberikan nilai anomali lebih banyak dan detail.

Berdasarkan nilai korelasi pada Tabel 2, diketahui rata-rata nilai korelasi data GGMplus dan TOPEX yaitu 0,87. Secara kuantitatif nilai *gravity disturbance* GGMplus memiliki hubungan yang sama dengan nilai *free air anomaly* TOPEX. Dari hasil analisis kuantitatif dan kualitatif maka dapat dikatakan bahwa nilai *gravity disturbance* GGMplus merupakan nilai *free air anomaly*.

#### 3.3 Data Gravitasi GGMplus

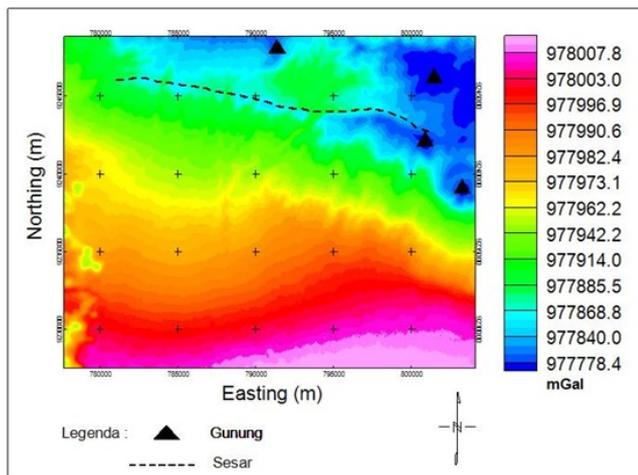
##### 3.3.1 Percepatan Gravitasi

Pengolahan data GGMplus menghasilkan peta kontur percepatan gravitasi seperti pada Gambar 4.

Daerah penelitian memiliki percepatan gravitasi bervariasi dengan rentang 977,778 mGal hingga 978,007 mGal. Nilai percepatan gravitasi rendah yang ditandai dengan kontur berwarna biru di sisi utara berkorelasi dengan keberada-

**Tabel 2.** Nilai korelasi data *gravity disturbance* dan *free air anomaly*

Lintasan	Korelasi GGMplus & TOPEX
1	0,807126991
2	0,951049214
3	0,987545349
4	0,920054091
5	0,904620234
6	0,815871798
7	0,855452327
8	0,726842226
rata-rata	0,871070279

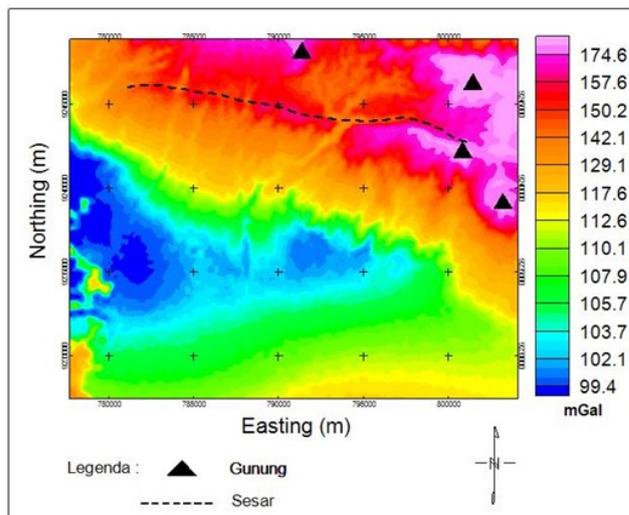


**Gambar 4.** Peta kontur percepatan gravitasi GGMplus.

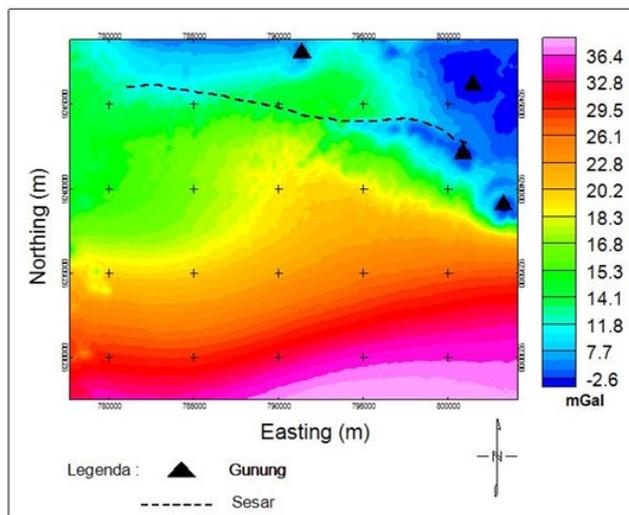
an Gunung Pulasari, Gunung Bukit Tanggul, Gunung Putri dan Gunung Manglayang. Sedangkan pada bagian selatan, nilai percepatan gravitasi tinggi yang ditandai dengan kontur warna merah muda berkorelasi dengan keberadaan Cekungan Bandung. Selain itu, Gambar 4 juga menunjukkan bahwa nilai percepatan gravitasi berbanding terbalik dengan nilai elevasi daerah penelitian. Daerah yang memiliki nilai elevasi tinggi memiliki nilai percepatan gravitasi yang rendah, begitu pula sebaliknya.

### 3.3.2 Gravity Disturbance

Daerah penelitian memiliki nilai anomali *gravity disturbance* dengan rentang 99 mGal hingga 174 mGal (Gambar 5). Anomali tinggi yang direpresentasikan dengan warna merah hingga merah muda mendominasi bagian utara daerah penelitian berkorelasi dengan Gunung Manglayang, Gunung Bukit Tanggul, Gunung Putri dan Gunung Pulosari. Anomali rendah yang direpresentasikan dengan warna biru hingga biru muda mendominasi bagian barat menuju ke tengah daerah penelitian dan berkorelasi dengan Cekungan Bandung. Selain itu, nilai anomali *gravity disturbance* masih dipengaruhi oleh topografi daerah penelitian.



**Gambar 5.** Peta kontur anomali *gravity disturbance* GGMplus.



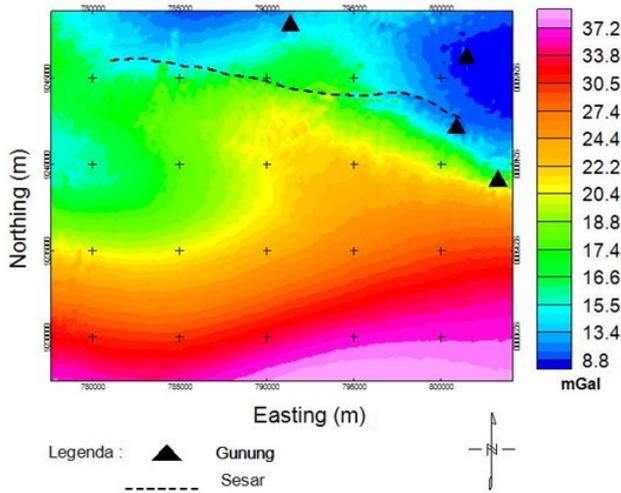
**Gambar 6.** Peta kontur anomali Anomali Bouguer Sederhana (ABS).

### 3.3.3 Anomali Bouguer Sederhana (ABS)

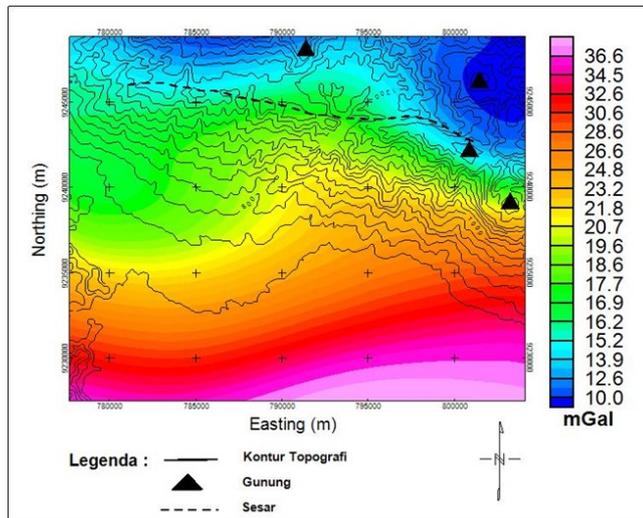
Hasil Anomali Bouguer Sederhana (ABS) ditunjukkan dengan Gambar 6. Nilai ABS daerah penelitian dalam rentang -2,6 mGal hingga 36,4 mGal. Anomali rendah yang direpresentasikan dengan warna biru hingga biru muda mendominasi bagian utara daerah penelitian, berkorelasi dengan Gunung Pulosari, Gunung Manglayang, Gunung Putri dan Gunung Bukit Tanggul. Anomali tinggi yang direpresentasikan dengan warna merah hingga merah muda mendominasi bagian selatan daerah penelitian, berkorelasi dengan Cekungan Bandung.

### 3.3.4 Anomali Bouguer Lengkap (ABL)

Peta kontur ABL menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai anomali dengan rentang 8,8 mGal hingga 37 mGal seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Nilai anomali rendah direpresentasikan dengan warna biru hingga biru



Gambar 7. Peta kontur Anomali Bouger Lengkap GGMplus.



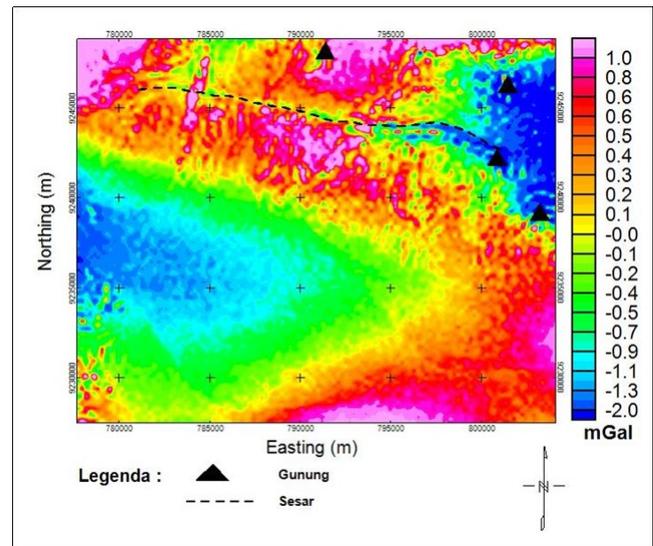
Gambar 8. Peta kontur anomali regional di-overlay dengan kontur topografi.

muda mendominasi bagian utara daerah penelitian dan berkorelasi dengan keberadaan Gunung Pulasari, Gunung Bukit Tanggul, Gunung Putri dan Gunung Manglayang. Nilai anomali tinggi direpresentasikan dengan warna merah muda mendominasi bagian selatan daerah penelitian dan berkorelasi dengan Cekungan Bandung.

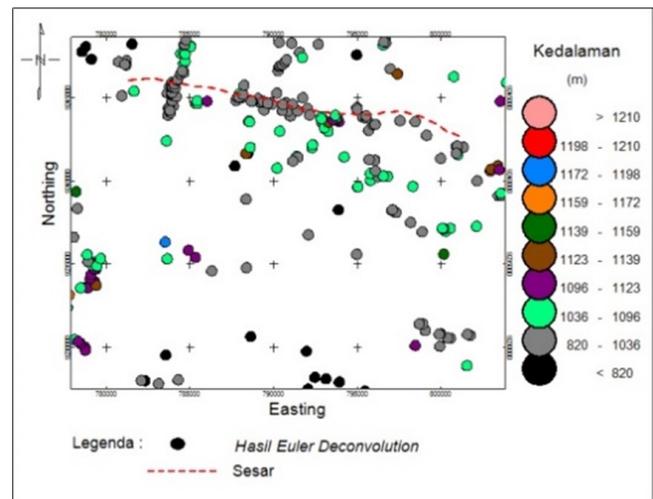
### 3.3.5 Pemisahan Anomali Regional dan Lokal

Peta anomali regional (Gambar 8) menunjukkan nilai di daerah penelitian berkisar antara 10 mGal hingga 36,6 mGal dengan anomali rendah di sisi utara berkorelasi dengan keberadaan Gunung Pulasari, Gunung Bukit Tanggul, Gunung Putri dan Gunung Manglayang, dan anomali di sisi selatan berkorelasi dengan cekungan.

Peta anomali lokal ditunjukkan oleh Gambar 9. Nilai anomali di representasikan dengan warna biru hingga merah muda mulai dari rentang -2,0 mGal hingga 1,0 mGal.



Gambar 9. Peta kontur anomali lokal di-overlay dengan struktur geologi daerah penelitian.

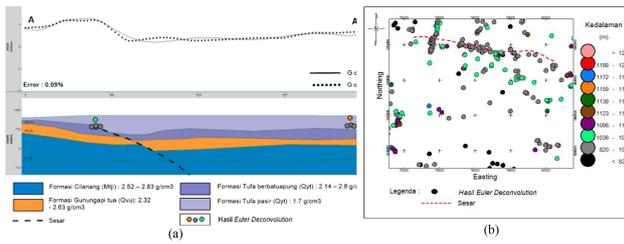


Gambar 10. Hasil Euler Deconvolution di-overlay dengan Patahan Lembang.

### 3.4 Euler Deconvolution

Struktur indeks yang digunakan untuk menganalisis patahan dengan bentuk geometri pipa (Whitehead dan Musselman, 2015). Hasil analisis Euler Deconvolution ditunjukkan pada Gambar 10.

Analisis Euler Deconvolution pada Gambar 10, menunjukkan bahwa sumber anomali pada Patahan Lembang memiliki estimasi kedalaman 820 – 1.200 m dihitung dari ketinggian 1.400 m (rata-rata ketinggian objek penelitian). Sumber kedalaman ini direpresentasikan dengan simbol lingkaran berwarna abu hingga hijau (820 - 1096 m). Analisis Euler Deconvolution juga menunjukkan bahwa kemenerusan Patahan Lembang yang ditunjukkan oleh hasil Euler Deconvolution sesuai dengan titik patahan yaitu berarah barat-timur.



**Gambar 11.** (a) Pemodelan bawah permukaan Patahan Lembeh (sayatan A – A’) yang di overlay dengan hasil Euler Deconvolution, (b) Hasil Euler Deconvolution

**3.5 Euler Deconvolution dan Pemodelan 2D**

Pemodelan dari sayatan A–A’ (Gambar 11) menunjukkan empat formasi batuan dengan densitas yang bervariasi yaitu rentang 1,7 g/cm<sup>3</sup> - 2,83g/cm<sup>3</sup>. Formasi pertama, Formasi Cilang yang memiliki densitas dengan rentang 2,52 - 2,83 g/cm<sup>3</sup>. Formasi kedua, Formasi hasil gunungapi tua memiliki densitas dengan rentang 2,32 - 2,63 g/cm<sup>3</sup>. Formasi ketiga, Formasi Tufa Berbatuapung memiliki densitas dengan rentang 2,14 - 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Formasi keempat, Formasi Tufa Pasir memiliki densitas 1,7 g/cm<sup>3</sup>.

Hasil *Euler Deconvolution* tersebar di sekitar patahan pada kontras densitas batuan penyusun daerah penelitian yaitu Formasi Tufa Pasir dan Formasi Tufa batuapung. Hasil *Euler Deconvolution* di sekitar Patahan Lembeh menunjukkan sumber anomali berada di kedalaman 820 m - 1.096 m.

**4 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode gravitasi pada daerah Patahan Lembeh, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- Data *gravity disturbance* GGMplus berkorelasi kuat dengan data *Free Air Anomaly* (FAA) TOPEX yang ditunjukkan dengan nilai korelasi rata-rata yaitu 0,871 dari delapan lintasan.
- Nilai ABL di daerah penelitian memiliki nilai berkisar antara 8 mGal hingga 37 mGal, dengan anomali rendah di bagian utara berkorelasi dengan Patahan Lembeh dan beberapa gunung, serta anomali tinggi di bagian selatan berkorelasi dengan Cekungan Bandung.
- Analisis *Euler Deconvolution* pada sayatan A-A’ menunjukkan bahwa kedalaman sumber anomali Patahan Lembeh berada dalam rentang 820 m - 1096 m yang tersebar di sekitar kontras densitas Formasi Tufa Pasir dan Formasi Tufa berbatuapung.

Struktur bawah permukaan daerah penelitian memiliki 4 formasi batuan, yaitu Formasi Cilang (*Mtjl*) dengan densitas 2,52 - 2,83 g/cm<sup>3</sup>, Formasi dari hasil gunung api tua yang terdiri dari breksi gunung api, lahar dan lava (*Qvu*) dengan densitas 2,32 - 2,63 g/cm<sup>3</sup>, Formasi Tufa batuapung (*Qyt*) dengan densitas 2,14 - 2,6 g/cm<sup>3</sup>, dan Formasi Tufa Pasir (*Qyd*) dengan densitas 1,7 g/cm<sup>3</sup>.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada Western Australian Geodesy Group, Curtin University atas data gravitasi yang disediakan dan kami dapat menggunakan dalam penelitian ini. Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pengulas anonim atas saran dan komentar penting.

**Pustaka**

Andhika, K. Aprilana (2020): Analisis spasial area rawan bencana longsor pada zonasi yang terletak di sesar lembang. *Prosiding FTSP Series 1*.

Budianto, A. (2021): Mitigasi gempa bumi, ini prediksi kerusakan bangunan akibat sesar lembang. *iNews Jabar*.

Firdaus, M.W., Setyawan, A. Yusuf, M. (2016): Identifikasi letak dan jenis sesar berdasarkan metode gayaberat second vertical gradient studi kasus sesar lembang, kota bandung, jawa barat. *Youngster Physics Journal*, **5**(1), 21–26, ISSN 2302-7371.

Handyarso, A. Mauluda, A. (2018): Penerapan metode dekonvolusi euler untuk estimasi kedalaman sumber anomali. studi kasus: Pendugaan ketebalan lapisan new guinea limestone group daerah mogoi, papua barat. *Geomatika*, **24**(1), 21–30, doi:<http://doi.org/10.24895/JIG.2018.24-1.726>.

Hermon, D. (2015): Geografi Bencana Alam. Rajawali Pers, 1st edn., ISBN 978-979-769-820-1.

Hinze, W.J., von Frese, R.R.B. Saad, A.H. (2013): Gravity and Magnetic Exploration: Principles, Practices, and Applications. Cambridge University Press, doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511843129>.

Hirt, C., Claessens, S., Fecher, T., Kuhn, M., Pail, R. Rexer, M. (2013): New ultrahigh-resolution picture of earth’s gravity field. *Geophysical Research Letters*, **40**(16), 4279–4283, doi:<https://doi.org/10.1002/grl.50838>.

Lubis, A.M. (2020): Telaah ulang pergerakan lempeng tektonik indo-australia dengan menggunakan data gps tahun 1994 - 2016. *Journal Online of Physics*, **5**(2), 12–16, doi:[10.22437/jop.v5i2.9751](https://doi.org/10.22437/jop.v5i2.9751).

MacDougal, D. (2012): Newton’s Gravity: An Introductory Guide to the Mechanics of the Universe. Undergraduate Lecture Notes in Physics, Springer New York, ISBN 9781461454441.

Matswana, A. (2019): Identifikasi Zona Patahan Palu-Koro Berdasarkan Data Gravitasi Satelit TOPEX. Bachelor’s thesis, Universitas Diponegoro.

Meilano, I. dkk. (2012): Slip rate estimation of the lembang fault west java from geodetic observation. *Journal of Disaster Research*, **7**(1), 12–18, doi:[10.20965/jdr.2012.p0012](https://doi.org/10.20965/jdr.2012.p0012).

Muljo, A. Helmi, F. (2007): Sesar lembang dan resiko kegempaan. *Bulletin of Scientific Contribution*, **5**(2), 94–98.

Rasmid, R. (2014): Aktivitas sesar lembang di utara cekungan bandung. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, **15**(2), doi:[10.31172/jmg.v15i2.182](https://doi.org/10.31172/jmg.v15i2.182).

Reid, A.B., Allsop, J.M., Granser, H., Millett, A.J. Somerton, I.W. (1990): Magnetic interpretation in three dimensions using euler deconvolution. *GEOFYSICS*, **55**(1), 80–91, doi:[10.1190/1.1442774](https://doi.org/10.1190/1.1442774).

Reynolds, J. (2011): An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. Wiley, ISBN 9781119957140.

- Sulthan, F., Angraini, M. Meuna, M. (2019): Tantangan pembangunan infrastruktur pasca pematakhiran peta sumber dan bahaya gempa indonesia tahun 2017. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTeKS) - 13*, vol. 2, 468–477.
- Syafitri, Y., Bahtiar Didik, L. (2018): Analisis pergeseran lempeng bumi yang meningkatkan potensi terjadinya gempa bumi di pulau lombok. *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 4(2), 139–146, doi:<https://doi.org/10.20414/konstan.v4i2.43>.
- Telford, W.M., Telford, W., Geldart, L. Sheriff, R.E. (1990): *Applied geophysics*. Cambridge university press.
- Whitehead, N. Musselman, C. (2015): Processing, analysis and visualization system for 3d inversion of potential field data for oasis montaj v6.1. tutorial and user guide. *Geosoft Inc. Toronto, Canada*.