

Perbandingan Koreksi Medan (*Terrain Correction*) Konvensional dan Modern pada Metode Gravitasi Menggunakan Data DEM ERTM2160 dan SRTM2gravity pada Wilayah Cianjur

Afikatul Awaliyah, Ahmad Fauzi Pohan*

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 22 Juni 2024
Direvisi: 21 Juli 2024
Diterima: 22 Agustus 2024

Kata kunci:

Anomali
CBA
DEM ERTM2160
Sesar Cugenang
SRTM2gravity

Keywords:

Anomalies
CBA
DEM ERTM2160
Cugenang Fault
SRTM2gravity

Penulis Korespondensi:

Ahmad Fauzi Pohan
Email: ahmadfauzipohan@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk melihat perbandingan sebaran nilai anomali yang diperoleh melalui koreksi medan konvensional dan modern untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan wilayah Cianjur khususnya di sekitar lokasi Sesar Cugenang. Data yang digunakan merupakan data gravitasi disturbance setara Free Air Anomaly (FAA) dari GGMplus, data DEM ERTM2160 sebagai data topografi, dan data koreksi medan modern dari SRTM2gravity. Data diolah menggunakan *software Microsoft Excel, Oasis Montaj, dan Surfer*. Berdasarkan hasil peta kontur CBA yang diperoleh, pengaplikasian data SRTM2gravity sebagai koreksi medan modern memberikan hasil yang lebih baik sehingga untuk pemodelan struktur bawah permukaan akan memberikan hasil yang lebih akurat. Peta kontur CBA yang dihasilkan dari koreksi medan modern memberikan hasil topografi yang lebih jelas dibandingkan koreksi medan konvensional menggunakan data topografi DEM ERTM2160. Selanjutnya, dengan menggunakan data koreksi medan modern SRTM2gravity memberikan hasil kontras densitas batuan lebih jelas di sepanjang jalur aktif Sesar Cugenang.

A study has been conducted to compare the distribution of anomaly values obtained through conventional and modern terrain correction to identify the subsurface structure of the Cianjur region, especially around the location of the Cugenang Fault. The data used are gravity disturbance data equivalent to Free Air Anomaly (FAA) from GGMplus, ERTM2160 DEM data as topographic data, and modern terrain correction data from SRTM2gravity. Data is processed using Microsoft Excel, Oasis Montaj, and Surfer software. Based on the results of the CBA contour map obtained, the application of SRTM2gravity data as a modern terrain correction provides better results so that subsurface structure modeling will provide more accurate results. The CBA contour map produced from modern terrain correction provides clearer topographic results than conventional terrain correction using ERTM2160 DEM topographic data. Furthermore, using SRTM2gravity modern terrain correction data provides clearer rock density contrast results along the active path of the Cugenang Fault.

Copyright © 2024 Author(s).

I. PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki aktivitas kegempaan yang tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh zona konvergensi pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia yang menghasilkan zona subduksi dan sesar di daratan Pulau Jawa (Meilano dkk., 2020). Salah satu gempa bumi yang baru terjadi dalam kurun waktu lebih dari satu tahun terakhir ini ialah gempa di Cianjur. Gempa ini terjadi pada tanggal 21 November 2022 berkekuatan $5,6 M_w$ dengan hiposenter 10 km. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mengungkapkan adanya sesar atau patahan baru yang menjadi penyebab gempa di Cianjur, yaitu Sesar Cugenang (BMKG, 2023). Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui struktur bawah permukaan wilayah Cianjur, salah satunya dengan metode geofisika.

Metode geofisika adalah metode yang mengkaji fenomena kebumiharian dengan menggunakan prinsip-prinsip fisika, salah satunya yaitu metode gravitasi (Kearey & Brooks, 1991). Metode gravitasi digunakan untuk mengetahui informasi tentang gambaran bawah permukaan bumi. Metode ini didasarkan pada perbedaan massa jenis batuan penyusunnya yang ditandai dengan adanya anomali gravitasi di permukaan bumi (Maulidina, 2023). Metode ini memanfaatkan data anomali gravitasi yang dapat diakses secara terbuka seperti data *Global Gravity Model plus* (GGMplus) berupa data gravitasi *disturbance* yang setara dengan nilai *Free Air Anomaly* (FAA) (Hirt dkk., 2013). Untuk mengetahui struktur bawah permukaan, data FAA yang diperoleh dari GGMplus perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan nilai *Complete Bouguer Anomaly* (CBA), salah satunya adalah melakukan koreksi medan (*terrain*).

Koreksi medan dilakukan untuk mengoreksi adanya pengaruh penyebaran massa yang tidak teratur di sekitar titik pengamatan. Bukit dan lembah yang ada di sekitar titik pengamatan dapat mengurangi besarnya medan gaya berat yang sebenarnya. Oleh sebab itu, koreksi medan harus ditambahkan terhadap nilai medan gravitasi (Telford dkk., 1990). Beberapa tahun terakhir Hirt dkk. (2019) mengembangkan model koreksi medan terbaru yang disebut SRTM2gravity. Model ini berfungsi sebagai sumber data baru di seluruh dunia untuk koreksi medan lengkap yang sesuai untuk mengurangi survei gravimetrik dalam geodesi dan geofisika (Hirt dkk., 2019). Pohan dkk. (2023) menggunakan data gravitasi dari GGMplus dan SRTM2gravity untuk mengkaji struktur bawah permukaan wilayah aéroport Bandara Internasional Yogyakarta. Hasil dari penelitian ini berupa pemodelan inversi struktur bawah permukaan wilayah tersebut. Pola anomali gravitasi dan model perlapisan densitas batuan memberikan hasil yang bersesuaian dengan kondisi geologi regional wilayah Yogyakarta.

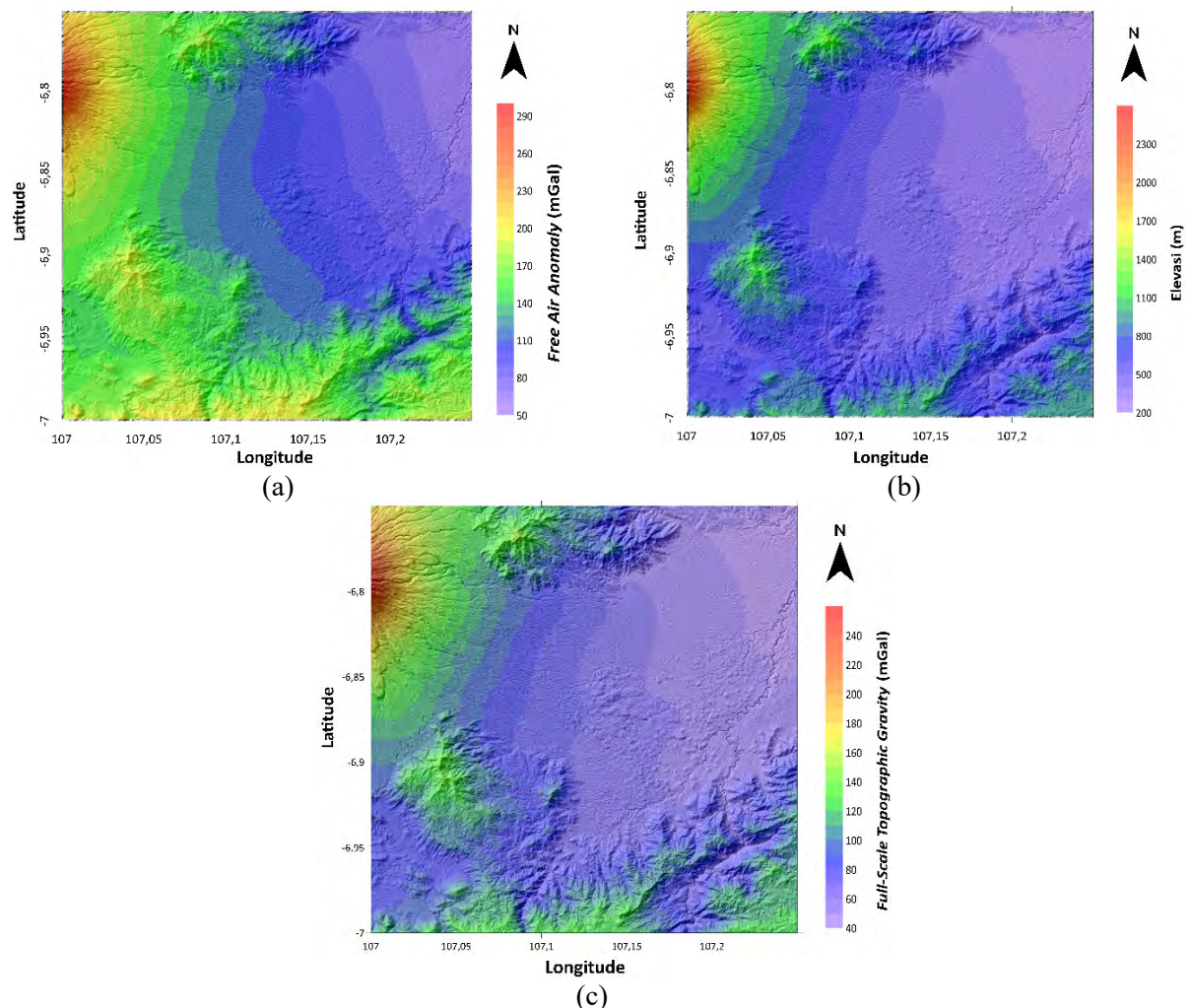
Gempa yang terjadi di Cianjur pada tahun 2022 lalu diduga disebabkan oleh adanya jalur sesar baru yang belum teridentifikasi sebelumnya (BMKG, 2023). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Supendi dkk. (2022), sesar baru ini memiliki mekanisme sesar geser mengiri pada arah Barat Daya – Timur Laut yang sejajar dengan Sesar Cimandiri segmen Rajamandala. Menurut Putri (2023) dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan data gravitasi dan analisis derivatif, Sesar Cugenang tersebut merupakan jenis sesar mendatar (*strike-slip*). Dengan demikian, untuk mengetahui struktur bawah permukaan dapat dilihat dari sebaran nilai CBA. Penelitian ini dilakukan untuk melihat sebaran nilai CBA melalui koreksi medan konvensional dengan menggunakan data topografi dari DEM ERTM2160 dan koreksi medan modern dengan menggunakan data SRTM2gravity.

II. METODE

2.1 Data Gravitasi

Penelitian ini memanfaatkan data satelit gravitasi dari *Global Gravity Model plus* (GGMplus) berupa data gravitasi *disturbance* setara *Free Air Anomaly* (FAA) (Gambar 1a) yang diproduksi oleh grup Geodesi Curtin University, Australia (Hirt dkk., 2013). Selanjutnya digunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) berdasarkan *Earth Residual Terrain Model* (ERTM) 2160 (Gambar 1b) dari Curtin University pada tahun 2014 sebagai data topografi (Hirt dkk., 2014). Untuk koreksi medan modern digunakan data *Shuttle Radar Topography Mission 2 gravity* (SRTM2gravity) yang dikembangkan oleh Hirt dkk pada tahun 2019 (Gambar 1c). Pada Gambar 1a dan 1c dapat dilihat sebaran nilai FAA dan SRTM2gravity pada wilayah Cianjur berkisar antara pada 40 mGal – 290 mGal, sedang nilai topografi (Gambar 1c) berkisar antara 200 m – 2300 m. Wilayah yang digunakan dalam penelitian

ini adalah daerah Cianjur di sekitar lokasi Sesar Cugenang koordinat 107°E – 107,25°E dan 6,75°S – 7°S.



Gambar 1 (a) Gravitasi *disturbance* setara FAA; (b) DEM ERTM2160; (c) Koreksi medan modern dari SRTM2gravity.

2.2 Koreksi Data Gravitasi

Anomali yang digunakan pada penelitian ini yaitu anomali gravitasi *disturbance* setara *Free Air Anomaly* (FAA) dari model GGMplus 2013 (Hirt dkk., 2013). FAA hanya memperhitungkan perbedaan ketinggian antara instrumen dan level datum, sehingga perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan nilai *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) yang memperhitungkan massa di atas atau di bawah level datum. Anomali bouguer terdiri atas dua jenis yaitu *Simple Bouguer Anomaly* (SBA) dan *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). *Simple Bouguer Anomaly* (SBA) dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$SBA = FAA - BC \quad (1)$$

SBA merupakan *Simple Bouguer Anomaly* (mGal), FAA adalah nilai anomali gravitasi yang diperoleh dari GGMplus (mGal) dan BC adalah *Bouguer Correction* yang di hitung menggunakan Persamaan 2.

$$BC = 0,419\rho h \quad (2)$$

ρ merupakan densitas batuan wilayah penelitian (gram/cm^3) digunakan 2.9 gram/cm^3 yang diperoleh dari perhitungan menggunakan metode nettleton, dan h merupakan ketinggian topografi (m) yang

diperoleh dari data DEM ERTM 2160. Selanjutnya dilakukan koreksi medan untuk mendapatkan *Complate Bouguer Anomaly* (CBA) dengan menggunakan Persamaan 3.

$$TC = 2\pi G\rho \left[R_2 - R_1 + \sqrt{(R_1^2 - z^2)} - \sqrt{(R_2^2 - z^2)} \right] \quad (3)$$

TC merupakan koreksi medan (*terrain*), G adalah konstanta gravitasi, R_1 adalah radius lokal wilayah kajian, R_2 adalah radius regional wilayah kajian, dan z merupakan elevasi.

2.3 *Complate Bouguer Anomaly* (CBA)

Pada proses koreksi medan secara konvensional, setelah nilai *Simple Bouguer Anomaly* (SBA) dan koreksi medan (*terrain*) di peroleh, maka untuk menghitung nilai CBA digunakan Persamaan 4.

$$CBA = SBA + TC \quad (4)$$

di mana SBA merupakan nilai *Simple Bouguer Anomaly* (mGal) dan TC adalah nilai koreksi medan (mGal) yang telah dihitung menggunakan Persamaan (3).

CBA adalah anomali yang sering digunakan sebagai anomali utama dalam survei geofisika metode gravitasi. Anomali ini berbeda dengan *Free Air Anomaly* (FAA) karena ada tambahan percepatan gravitasi dari massa antara titik pengamat dan datum survei (Hinze dkk., 2010). Pada koreksi medan modern data yang telah diperoleh dari SRTM2gravity dapat di kalkulasikan langsung dengan nilai FAA untuk menghitung nilai CBA yang di rumuskan dalam Persamaan 5 (Hirt dkk., 2019)

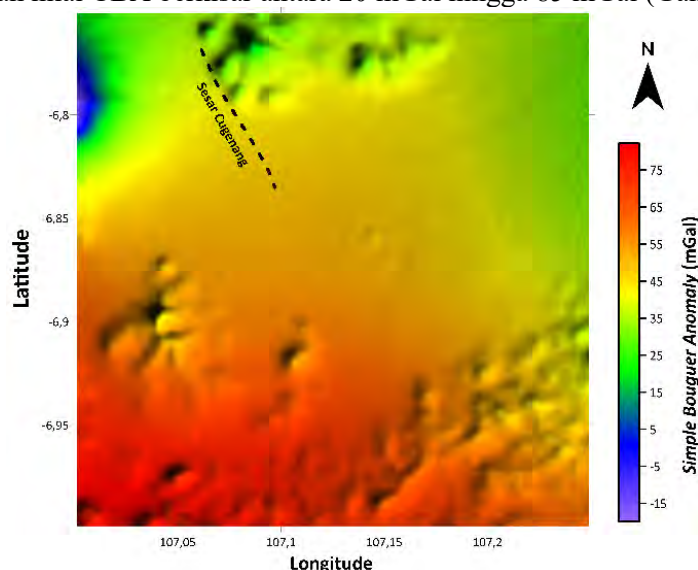
$$CBA = FAA + FSTG \quad (5)$$

dengan FSTG adalah nilai *full-scale* topografi gravitasi (mGal) dari SRTM2gravity.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Perbandingan *Complate Bouguer Anomaly* (CBA) Berdasarkan Koreksi Medan Modern dan Konvensional

Complate Bouguer Anomaly (CBA) diperoleh setelah melakukan seluruh faktor koreksi pada wilayah kajian. Koreksi yang dilakukan pada *Free Air Anomaly* (FAA) berupa koreksi bouguer dan koreksi medan (*terrain*). Setelah melakukan koreksi, sehingga menghasilkan nilai *Simple Bouguer Anomaly* (SBA) berdasarkan Persamaan (1) selanjutnya diperoleh *Complate Bouguer Anomaly* (CBA) berdasarkan Persamaan (2). Nilai SBA wilayah Cianjur berkisar antara -15 mGal hingga 75 mGal (Gambar 2), sedangkan nilai CBA berkisar antara 20 mGal hingga 85 mGal (Gambar 3a).

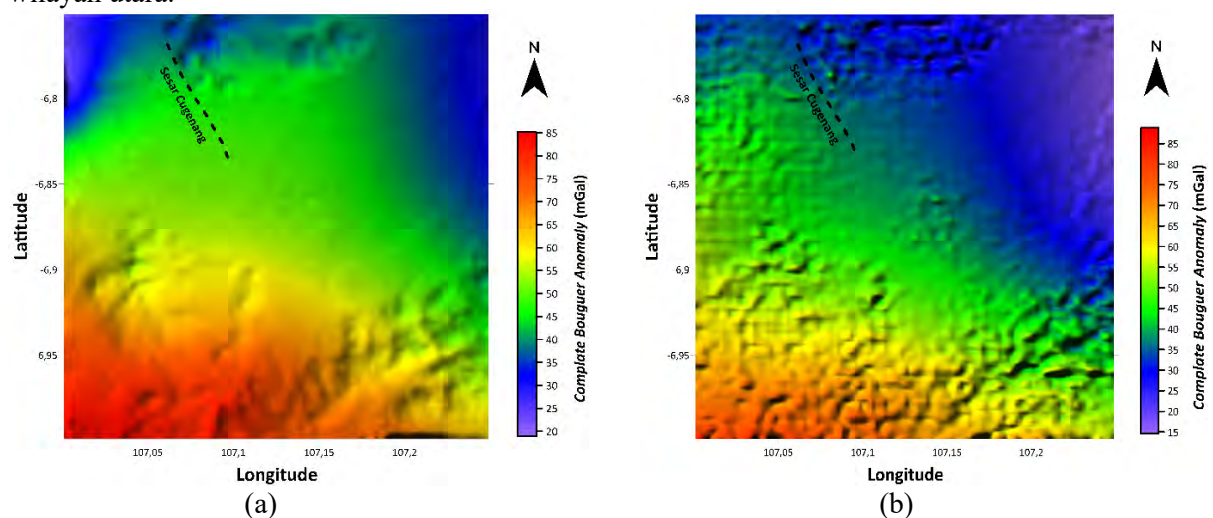


Gambar 2 *Simple Bouguer Anomaly* (SBA)

Secara umum kedua anomali ini (Gambar 2 dan Gambar 3a) memiliki pola kontur yang sama, di mana anomali tinggi mendominasi bagian selatan diduga behubungan dengan zona subduksi yang

berada di wilayah selatan Pulau Jawa (Ashar dkk., 2017). Berdasarkan peta lembar geologi, anomali tinggi yang mendominasi bagian selatan ini mencerminkan batuan andesit, diorit, dan lava yang merupakan hasil gunung api tertua (Sudjatmiko, 2003). Batuan tersebut memiliki densitas yang besar. Anomali rendah umumnya terdapat di bagian utara, khususnya di bagian Gunung Gede, yang merupakan salah satu gunung aktif yang berada di Jawa Barat. Anomali rendah ini biasanya berhubungan dengan batuan gunung api yang belum kompak atau endapan vulkanik muda (Navalia dkk., 2023).

Pada koreksi medan modern, data anomali gravitasi yang diperoleh dari GGMplus dikurangkan dengan data koreksi medan modern dari SRTM2gravity sehingga dihasilkan nilai CBA. Dengan menggunakan data koreksi medan modern dari SRTM2gravity ini, maka tidak perlu lagi melakukan koreksi bouguer dan koreksi medan terhadap data anomali gravitasi sehingga mempercepat proses pengolahan data. Berdasarkan koreksi medan modern, nilai CBA di wilayah Cianjur berkisar antara 15 mGal hingga 85 mGal (Gambar 3b). Secara umum, sebaran nilai anomali tinggi dan rendah pada hasil ini hampir sama dengan nilai CBA berdasarkan koreksi medan konvensional (Gambar 3a). Di mana anomali tinggi mendominasi bagian selatan wilayah kajian dan anomali rendah mendominasi wilayah utara.

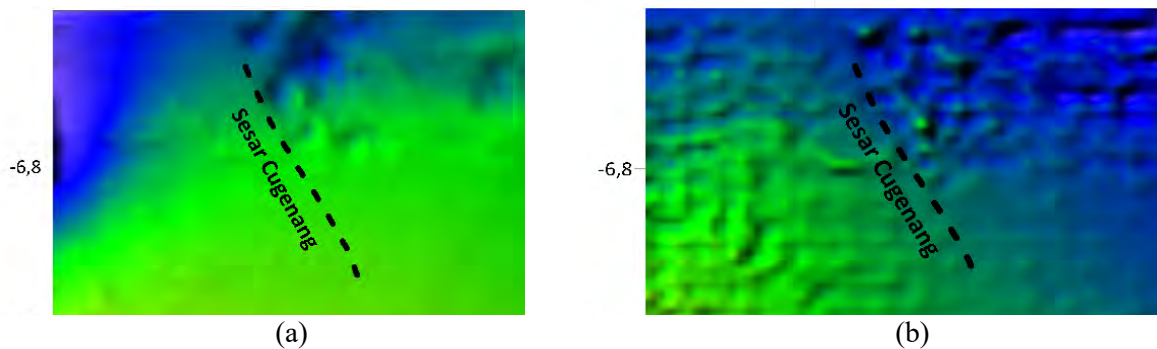


Gambar 3 *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) (a) berdasarkan koreksi medan konvensional; (b) berdasarkan koreksi medan modern

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa peta kontur CBA yang dihasilkan dari koreksi medan modern menggunakan data SRTM2gravity memiliki kontur topografi yang lebih jelas dan kompleks dibandingkan dengan hasil peta kontur CBA menggunakan koreksi medan konvensional (Gambar 3b). Hal ini disebabkan oleh spasi grid data yang digunakan pada SRTM2gravity memiliki resolusi 90 m (Hirt dkk., 2019) sedangkan data GGMplus dan DEM ERTM2160 memiliki resolusi spasi grid antar data sebesar 200 m (Hirt dkk., 2013).

3.2 Perbandingan Hasil Koreksi Medan Konvensional dan Modern Pada Jalur Aktif Sesar Cugenang

Keberadaan sesar pada peta kontur anomali gravitasi diidentifikasi berdasarkan perbedaan kontras variasi warna yang dihasilkan. Variasi warna ini mewakili nilai nilai anomali gravitasi yang dihasilkan oleh perbedaan densitas batuan penyusun di bawah permukaan bumi. Dari hasil perbesaran peta kontur *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) di sepanjang jalur aktif Sesar Cugenang, kontras densitas batuan tampak lebih jelas pada peta kontur CBA berdasarkan koreksi medan modern dibandingkan dengan peta kontur CBA dari hasil koreksi medan konvensional (Gambar 4). Dengan demikian, interpretasi struktur bawah permukaan wilayah Cianjur akan lebih akurat hasilnya jika menggunakan koreksi medan modern dari data SRTM2gravity.



Gambar 4 Hasil perbesaran peta kontur CBA pada bagian jalur aktif Sesar Cugenang (a) CBA berdasarkan koreksi medan konvensional; (b) CBA berdasarkan koreksi medan modern

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) berkisar antara 15 mGal – 85 mGal melalui koreksi medan konvensional menggunakan data GGMplus dan DEM ERTM2160, serta koreksi medan modern menggunakan data SRTM2gravity untuk wilayah Cianjur. Koreksi medan modern dari SRTM2gravity memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan koreksi medan secara konvensional dengan menggunakan data topografi dari DEM ERTM2160. Pada koreksi medan modern menggunakan data SRTM2gravity diperoleh hasil kontur topografi dan kontras densitas pada wilayah jalur aktif Sesar Cugenang lebih jelas dan kompleks sehingga interpretasi struktur bawah permukaan bumi untuk mengidentifikasi Sesar Cugenang selanjutnya memberikan hasil yang lebih akurat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) dengan Nomor Kontrak Induk : **041/E5/PG.02.00.PL/2024** dan Nomor Kontrak Turunan : **54/UN16.19/PT.01.03/PL/2024**. Tak lupa juga ucapan terimakasih kepada Curtin University untuk akses dan penggunaan data medan gravitasi bumi resolusi tinggi GGMplus 2013, ERTM 2160, dan SRTM2gravity secara gratis dan legal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar, M. I., Irham, M. N., & Danusaputro, H. (2017). Pemodelan bawah permukaan zona subduksi Daerah Selatan Jawa Barat berdasarkan data anomali medan gravitasi. *Youngster Physics Journal*, 6(4), 382–387.
- BMKG. (2023). Peta Bahaya Gempabumi Cianjur (dengan Sumber Gempa Patahan Cugenang). <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=peta-bahaya-gempabumi-cianjur-dengan-sumber-gempa-patahan-cugenang&lang=ID>
- Hinze, W. J., Von Frese, R. R. B., & Saad, A. H. (2010). Gravity and magnetic exploration: Principles, practices, and applications. In *Gravity and Magnetic Exploration: Principles, Practices, and Applications*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511843129>
- Hirt, C., Claessens, S., Fecher, T., Kuhn, M., Pail, R., & Rexer, M. (2013). New ultra-high resolution picture of Earth ' s gravity field. 40(16), 4279–4283. <https://doi.org/10.1002/grl.50838>
- Hirt, C., Kuhn, M., Claessens, S., Pail, R., Seitz, K., & Gruber, T. (2014). Study of the Earth's short-scale gravity field using the ERTM2160 gravity model. *Computers and Geosciences*, 73, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.09.001>
- Hirt, C., Yang, M., Kuhn, M., Bucha, B., Kurzmann, A., & Pail, R. (2019). SRTM2gravity : an ultrahigh resolution global model of gravimetric terrain corrections. *Geophysical Research*. <https://doi.org/10.1029/2019GL082521>
- Kearey, P., & Brooks, M. (1991). *An introduction to geophysical exploration*. 2nd edition. An Introduction to Geophysical Exploration. 2nd Edition.

- Maulidina, M. (2023). Analisis Kontras Densitas Lapisan Batuan Di Bawah Permukaan Tanah Dengan Metode Gravitasi Miftakhul. *Indonesian Journal of Computer Science*, 12(1), 303–308.
- Meilano, I., Tiaratama, A. L., Wijaya, D. D., Maulida, P., Susilo, S., & Fitri, I. H. (2020). Analisis Potensi Gempa di Selatan Pulau Jawa Berdasarkan Pengamatan GPS. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 11(3), 151–159. <https://doi.org/10.34126/jlbg.v11i3.352>
- Navalia, A. I., Realita, A., & Prastowo, T. (2023). Analisis Anomali Gravitasi Gunung Semeru Pasca Erupsi. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 12(1), 63–74. <https://arccgis.com/home/group.html>
- Pohan, A. F., Sismanto, S., Nurcahya, B. E., Lewerissa, R., Koesuma, S., Saputro, S. P., Amukti, R., Saputra, H., & Adhi, M. A. (2023). Utilization and modeling of satellite gravity data for geohazard assessment in the Yogyakarta area of Java Island, Indonesia. *Kuwait Journal of Science*. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.05.016>
- Putri, D. I. (2023). Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Gravitasi dan Penentuan Hiposenter Gempa Bumi dengan Metode Modified Joint Hypocenter Determination di Daerah Cianjur. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Sudjatmiko. (2003). Peta Geologi Lembar Cianjur. ESDM. <https://www.esdm.go.id/>
- Supendi, P., Jatnika, J., Sianipar, D., & Ali, Y. H. (2022). Analisis Gempabumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5 . 6 Tanggal 21 November 2022. November, 13–16.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics* (2th ed.). Cambridge University Press.