



Identifikasi Sesar dengan Menggunakan Metode Gaya Berat (Studi Kasus: Sulawesi Tengah)

Rara Mutia *), Mardani, Suci Fathia, Tri Kusmita

Jurusan Fisika, Universitas Bangka Belitung

*Jl. Kampus Peradaban, Kampus Terpadu Balunijuk Gd. Dharma Penelitian Lt 1, Bangka 33172,
Bangka Belitung, Indonesia*

*E-mail korespondensi: raramutiazifi@gmail.com

Info Artikel:

Dikirim:
20 November
2022

Revisi:
7 Juni 2023

Diterima:
30 Juni 2023

Kata Kunci:

Sesar, anomali,
topografi,
densitas

Abstract

The study of the geological structure of Sulawesi Island, especially the Central Sulawesi region, is very interesting because it has high complexity as a result of the dynamic interactions of the world's three main plates. Indications of high seismic activity and deformation processes in the Central Sulawesi region can be found from the morphological appearance and activity of several existing faults such as the Palu-Koro fault, the Lawanopo fault, and the Matano fault. The data used in this study are secondary data measuring the distribution of gravitational field anomalies (FAA) and topographical data using the Topex application. At CBA values ranging from 31 mGal to 56 mGal. The height anomaly on the CBA contour map is shown in red to light purple which has a value range of 40.7 mGal to 62.7mGal. Low anomaly is shown in light green to blue which has a value range of 27.3 mGal to 3.2 mGal. The regional gravity anomaly values range from 5.1 mGal to 62.8 mGal with a distribution of gravity anomalies from south to north. While in this study it can only be explained that the residual anomaly value is influenced by rock type and density. The high anomaly found in the southern part is thought to be caused by rocks having high density and being in a sedimentary rock environment which has low density.

PENDAHULUAN

Kajian mengenai struktur geologi Pulau Sulawesi khususnya wilayah Sulawesi Tengah sangat menarik sebab memiliki kompleksitas yang tinggi sebagai akibat interaksi dinamis dari tiga lempeng utama dunia. Ketiga lempeng tersebut yakni lempeng India Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia yang dalam pergerakannya saling bertemu yang mengakibatkan daerah ini mengalami deformasi kerak bumi yang aktif.

Indikasi adanya aktifitas seismik yang tinggi dan proses deformasi di wilayah Sulawesi Tengah dapat dijumpai dari penampakan morfologinya dan aktifitas beberapa sesar yang ada seperti sesar Palu-Koro, sesar Lawanopo, dan sesar Matano. Salah satu sesar aktif di Sulawesi adalah sesar Palu-Koro yang memanjang kurang lebih 240 km dari utara (Kota Palu) ke selatan (Malili) hingga Teluk Bone. Sesar ini merupakan sesar sinistral aktif dengan kecepatan

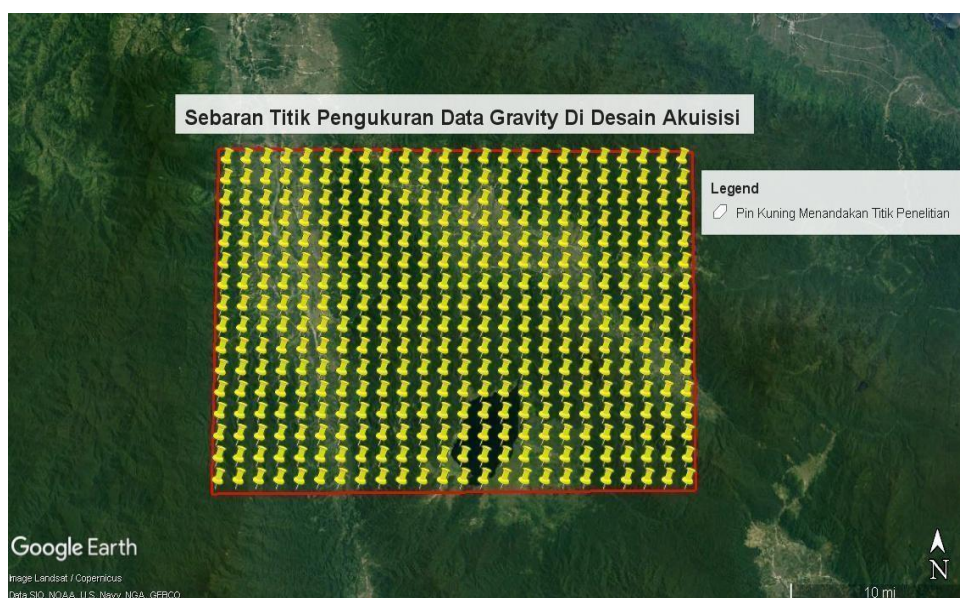
pergeseran sekitar 25 - 30 mm/tahun (Kaharuddin drr., 2011). Sesar Matano terbentang mulai dari Sulawesi Tengah bagian Selatan hingga Teluk Tolo, yang merupakan bagian lengan tenggara Sulawesi. Sesar ini terbagi menjadi 6 segmen yaitu Segmen Kuleana, Pewusai, Matano, Pamsoa, Ballawai, dan Geressa. Struktur patahan Matano sangat kompleks, sehingga diperlukan adanya studi lebih lanjut untuk mitigasi bencana gempa bumi. Sesar mendatar lainnya di Sulawesi bagian tengah adalah Sesar Lawanopo yang dijumpai di lengan tenggara Sulawesi. Gerakan sesar tersebut bersama dengan Sesar Lawanopo diduga telah mengakibatkan terbukanya Teluk Bone. Namun sistem sesar ini, yang merupakan sistem sesar penting pada Neogen, sudah tidak aktif, berbeda dengan Sesar Matano yang sangat aktif.

Gaya berat merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam penggambaran struktur geologi bawah permukaan. Metode ini menggunakan prinsip variasi medan gravitasi bumi akibat perbedaan densitas secara lateral. Dalam perkembangannya metode gaya berat mengalami kemajuan yang cukup signifikan sehingga metode gaya berat sangat menunjang dalam penelitian mengenai ketebalan sedimen, batas batuan dasar (basement), sumber energi, air tanah, dan rekayasa sipil. Salah satu metode untuk meneliti dugaan adanya sesar adalah metode gaya berat. Gaya berat sangat bergantung pada perbedaan densitas material yang dapat mengakibatkan variasi pada pengukuran.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui sesar dengan menggunakan metode gaya berat (Studi kasus: Sulawesi Tengah).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di provinsi Sulawesi Tengah. Luas area penelitian adalah 44,28 km x 28,96 km dengan batas koordinat latitude (-1.1082°) sampai (-1.3581°) dan batas koordinat longitude (119.858°) sampai (120.242°).



Gambar 1. Desain Akuisisi Data Penelitian Sulawesi Tengah

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder pengukuran sebaran anomali medan gravitasi (FAA) dan data topografi yang diperoleh dari laman [https://topex.ucsd.edu/\[1\]cgi-bin/get_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/[1]cgi-bin/get_data.cgi). Nilai Simple Bouger Anomaly (SBA) diperoleh dari persamaan 1:

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

Dimana Simple Bouger Anomaly (SBA) dalam mGal, Free Air Anomaly (FAA) dalam mGal, dan Bouger Correction dalam mGal. Kemudian dilakukan koreksi bouger dan koreksi medan. Persamaan koreksi medan diberikan Persamaan 1 berikut (Telford, et al., 1990).

$$Tc = 2\pi G\rho R \quad (2)$$

Dimana:

Tc : koreksi medan

G : konstanta gravitasi newton ($6,67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$)

ρ : rapat massa

R : jari-jari bumi

Selanjutnya persamaan koreksi bouger dapat diperoleh melalui persamaan 3 sebagai berikut:

$$BC = 2 \pi G \rho h \text{ atau } BC = 0,04193 \rho h \quad (3)$$

Dimana :

BC : koreksi bouger (mGal)

ρ : densitas bouger (gr/cm^3)

G : konstanta gravitasi ($6,67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$)

h : elevasi (m)

Koreksi medan atau Terrain Correction (TC) bertujuan untuk mendapatkan kontur Complete Bouger Anomaly (CBA) dengan menggunakan software Oasis Montaj. Adapun persamaan Complete Bouger Anomaly (CBA) dapat diperoleh melalui persamaan 4 sebagai berikut:

$$CBA = FAA - BC + TC \quad (4)$$

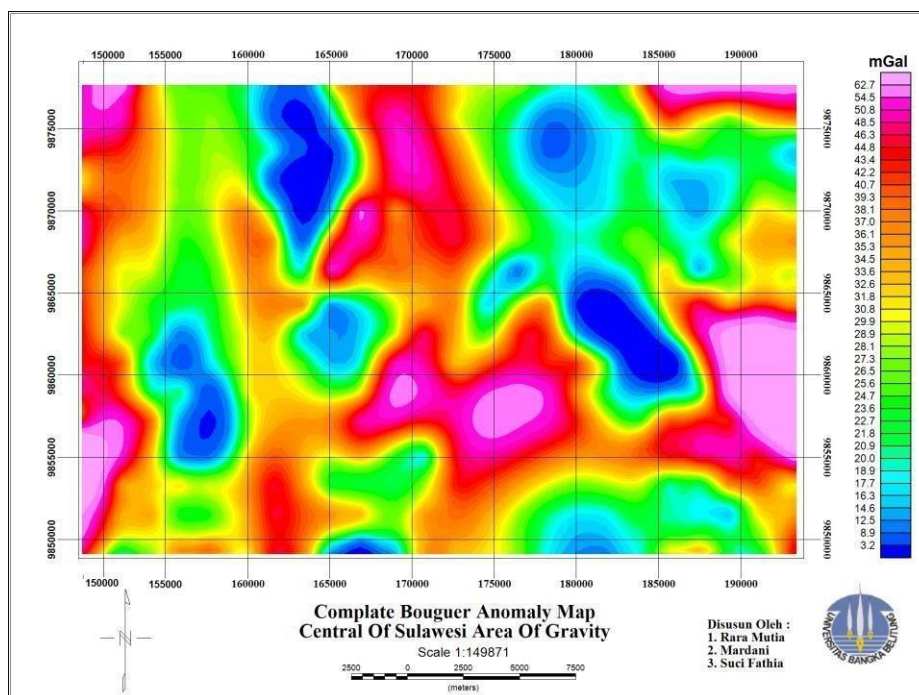
Dengan CBA dalam mGal, FAA dalam mGal, BC dalam mGal dan TC dalam mGal.

Pemisahan anomali gravitasi regional, residual dan noise diawali dengan proses kontinuitas ke atas (upward continuation) yang merupakan proses perubahan data medan gravitasi yang diukur disuatu titik permukaan bumi menjadi data gravitasi yang diukur seakan- akan berada pada titik permukaan yang lebih tinggi (Karunianto, et al., 2017). Kontinuitas ke atas didasarkan pada teori yang dikemukakan oleh G.G. Stokes pada tahun 1819-1903 yang menyatakan bahwa nilai gravitasi pada suatu titik dapat diketahui dimanapun di permukaan bumi. Kemudian dikembangkan oleh Blackey ditahun 1995 dalam bentuk Tranformasi Fourier (Persamaan 5) sebagai berikut (Blackey, 1995):

$$Y_{up}(u, v) = \int_{-\alpha}^{\alpha} \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{h/2\pi}{(x^2 + y^2 + h^2)^{3/2}} e^{-i(ux + vy)} dx dy = e^{-h(u^2 + v^2)^{1/2}} \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran gravity digunakan untuk menentukan kontras densitas dan luas lateral bawah permukaan. Data yang diperoleh berupa anomali udara bebas dan topografi kemudian dilakukan koreksi bouger dan koreksi terrain menghasilkan Complete Bouguer Anomaly (CBA). Nilai CBA digunakan untuk mendapatkan gambaran nilai densitas batuan bawah permukaan yang sebenarnya di daerah penelitian. Adapun peta kontur CBA ditampilkan dalam Gambar 2 berikut:

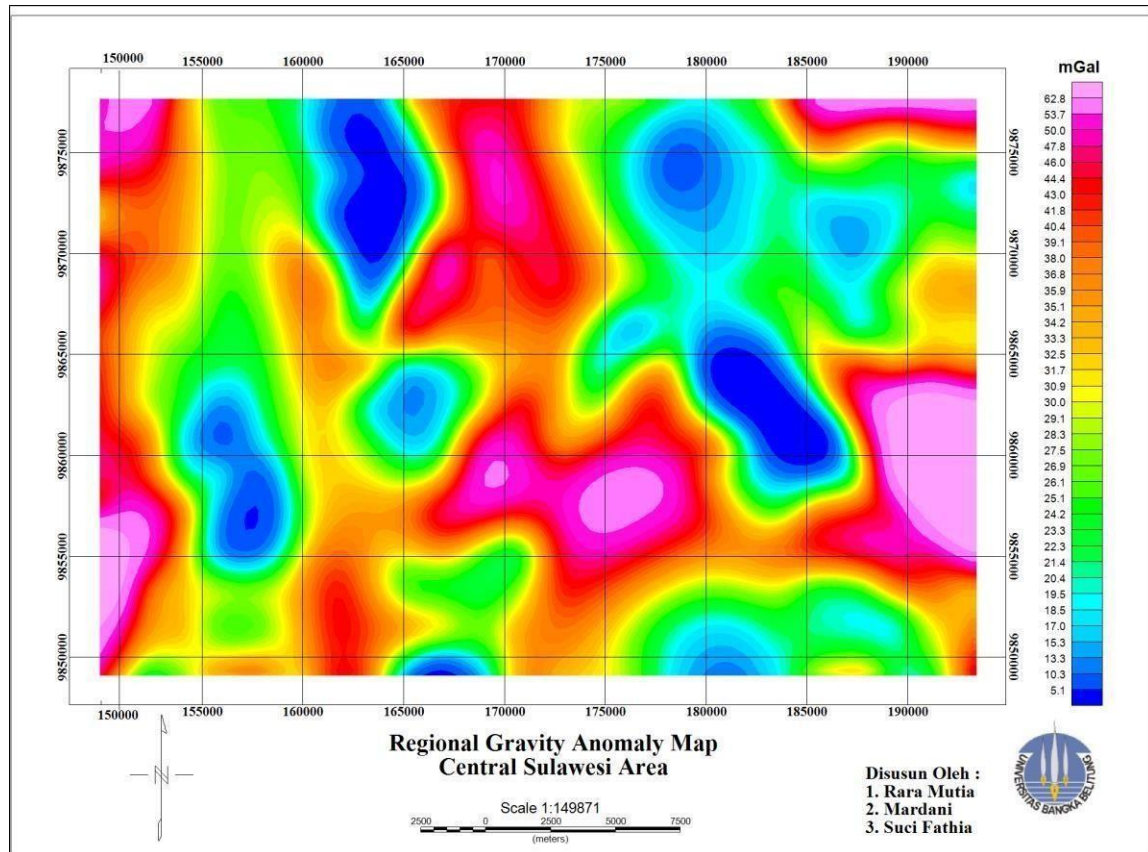


Gambar 2. Kontur Complete Bouguer Anomaly (CBA)

Dari Gambar 2. didapatkan nilai CBA yang berkisar 31 mGal hingga 56 mGal. Anomali tinggi pada peta kontur CBA ditunjukkan dengan warna merah hingga ungu muda yang memiliki rentang nilai 40,7 mGal hingga 62,7mGal. Anomali rendah ditunjukkan dengan warna hijau muda hingga biru yang memiliki rentang nilai 27,3 mGal hingga 3,2 mGal. Nilai anomali tinggi dapat disebabkan oleh komposisi batuan penyusun memiliki densitas batuan yang tinggi, lebih massive, adanya intrusi mafik batuan beku yang menerobos ke permukaan, dan adanya pengendapan silikat dari aktivitas hidrotermal (Huenges, 2010). Nilai complete bouger anomali tinggi pada daerah ini diperkirakan disebabkan oleh batuan dengan densitas yang lebih tinggi dibandingkan sekitarnya. Anomali rendah dikaitkan dengan batuan yang berperan sebagai reservoir. Data CBA yang dihasilkan merupakan data yang mengandung anomali regional, anomali residual, dan noise sehingga perlu dilakukan pemisahan masing-masing data tersebut. Pemisahan anomali regional dan anomali residual dilakukan menggunakan Transformasi Fourier dan analisis spektrum Gaussian Filtering.

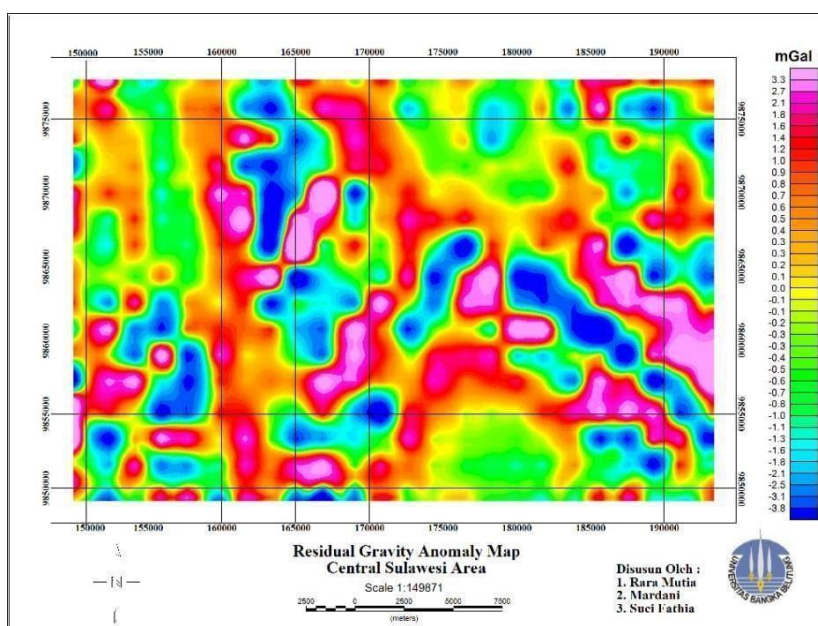
Data CBA (Complete Bouguer Anomaly) yang dihasilkan dari proses sebelumnya merupakan kumpulan data dari anomali gravitasi regional, residual dan noise sehingga mengakibatkan nilai anomali yang tumpang tindih dan menyulitkan dalam proses interpretasinya (Karunianto, et al., 2017). Oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan antara anomali regional, anomali residual dan noise. Adanya anomali tinggi tersebut disebabkan oleh densitas dan ketebalan batuan yang tinggi. Dari gambar 3 nilai anomali gravitasi regional memiliki rentang nilai antara 5,1 mGal sampai 62,8 mGal dengan sebaran anomali gravitasi dari arah selatan ke utara. Nilai anomali sedang hingga tinggi antara 26,9 mGal sampai 62,8 mGal berada di daerah selatan-barat yang

direpresentasikan oleh warna merah hingga ungu muda. Nilai anomali yang sedang hingga tinggi merupakan representatif dari area bagian selatan-timur yang memiliki batuan dengan ketebalan yang cukup besar dengan densitas yang seragam. Sedangkan anomali rendah memiliki rentang 27,5 mGal sampai 10,3 mGal dan terletak diarah utara-timur yang direpresentasikan oleh warna hijau muda hingga ke biru tua. Berdasarkan pada peta geologi regional, terdapat rekahan di bagian utara menuju selatan yang merupakan area anomali rendah.



Gambar 3. Peta Kontur Anomali Regional

Anomali residual merupakan anomali yang diakibatkan oleh batuan yang berada disekitar permukaan sehingga dapat merepresentasikan struktur geologi disekitar permukaan bumi (Ilmi, et al., 2014). Perbedaan kontras nilai densitas ini dipengaruhi oleh jenis batuan dan kedalaman batuan. Selain itu diperkirakan nilai anomali residual juga dipengaruhi oleh struktur geologi berupa rekahan, kontras dan diskontinuitas batuan. Akan tetapi pada penelitian ini hanya dapat dijelaskan nilai anomali residual dipengaruhi oleh jenis dan densitas batuan. Anomali tinggi terdapat di bagian selatan diperkirakan disebabkan oleh batuan memiliki densitas tinggi dan berada dalam lingkungan batuan sedimen yang memiliki densitas rendah seperti batu pasir pada Formasi Tanjung Genteng berumur Trias (Putri & Harianja, 2021).



Gambar 5. Peta Kontur Anomali Residual

KESIMPULAN

Hasil analisis anomali gravitasi pada nilai CBA yang berkisar 31 mGal hingga 56 mGal. Anomali tinggi pada peta kontur CBA ditunjukkan dengan warna merah hingga ungu muda yang memiliki rentang nilai 40,7 mGal hingga 62,7 mGal. Anomali rendah ditunjukkan dengan warna hijau muda hingga biru yang memiliki rentang nilai 27,3 mGal hingga 3,2 mGal. Pada nilai anomali gravitasi regional memiliki rentang nilai antara 5,1 mGal sampai 62,8 mGal dengan sebaran anomali gravitasi dari arah selatan ke utara. Sedangkan pada penelitian ini hanya dapat dijelaskan nilai anomali residual dipengaruhi oleh jenis dan densitas batuan. Anomali tinggi terdapat di bagian selatan diperkirakan disebabkan oleh batuan memiliki densitas tinggi dan berada dalam lingkungan batuan sedimen yang memiliki densitas rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Telford, "Bouguer dan koreksi medan," Persamaan koreksi medan, vol. 1, no. 1, p. 1, 1990.
- [2] Maulana Aji Darma and Prasetyo Danang, "Analisa Matematis pada Koreksi Bourger dan Koreksi Medan data Gravitasi Satelit Topex Dalam Penentuan Kondisi Geologi Studi Kasus Sesar Palu Kuro," Geosaintek, vol. 5, pp. 91-100, 2019.
- [3] Prasetyo Danang Aji and Setiawan Aprillia Frinanda Maulana Aji Darma, "Analisis Matematis Penentuan Konstanta Koreksi Bourger pada Gravitasi Satelit Topex dalam implikasi Kondisi Geologi Studi Kasus Sesar Palu Koro," Geosains Terapan, vol. 3, pp. 10-26, 2020.
- [4] Karunianto Andhika, "Penentuan Anomali Gaya Berat Regional dan Residual Menggunakan Filter Gaussain Daerah Mamuju," Eksplorium, pp. 89-98, 2017.
- [5] Blackey R.J, "Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications," Cambridge University Press, 1995.
- [6] Nenny Miryani Ph.D Saptadji Ir, "Teknik Panas Bumi," ITB Press, 2012.
- [7] Supriyanto, "Analisa data Geofisika," Memahami Teori Inversi, 2007.