

Interpretasi Distribusi Struktur Geologi Berdasarkan Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit Di Kabupaten Bener Meriah

Muhammad Kamal¹, Marwan¹, Muhibbuddin²

¹Prodi Teknik Geofisika, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²PT. Piyeung Mining, Banda Aceh, Indonesia

Email: kamalgeofisika@gmail.com

Abstract

A research about the interpretation of geological structure distribution has been conducted in Bener Meriah District. This research used gravity field anomaly data from Geodetic Satellite (GeoSat) and European Remote Sensing-1 (ERS-1) Satellite which had corrected free air anomaly. This research goal is to obtain gravity anomaly of rock and distribution of geological structure as faults at Bener Meriah regency. Gravity data yield after applying the topography correction, Bouguer correction and computing the simple Bouguer anomaly to obtain the distribution of geological structure circumstance in the subsurface. The data interpolated to result in contour mapping of simple Bouguer anomaly. The simple Bouguer anomaly filtered by Total Horizontal Derivative (THD) to obtain the distribution of geological structure at research area. This research resulted in the dominant geological structure of the distribution in East-West direction.

Keywords: Simple Bouguer gravity anomaly, Geological structures, Bener Meriah

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang interpretasi distribusi struktur geologi dengan memanfaatkan data anomali medan gravitasi citra *Geodetic Satellite (GeoSat)* dan *European Remote Sensing-1 (ERS-1) Satellite* yang telah terkoreksi udara bebas. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai gravitasi batuan dan indikasi distribusi struktur geologi berupa sesar/patahan di Kabupaten Bener Meriah. Data gravitasi dilakukan koreksi topografi, koreksi Bouguer dan perhitungan anomali Bouguer sederhana untuk menentukan indikasi distribusi struktur geologi. Data yang diperoleh dilakukan interpolasi sehingga menghasilkan peta kontur anomali Bouguer sederhana. Setelah didapatkan anomali Bouguer sederhana dilakukan THD untuk mendapatkan distribusi struktur geologi di lokasi penelitian. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa distribusi struktur geologi dominan berarah timur-barat.

Kata kunci: Anomali gravitasi Bouguer sederhana, Struktur geologi, Bener Meriah

1. Pendahuluan

Patahan adalah pergeseran struktur rekahan dari posisi semula. Struktur geologi berupa sesar/patahan memiliki ciri seperti kelurusan di permukaan bumi[1]. Kajian geologi dan morfologi tidak cukup dalam menentukan distribusi suatu patahan akan tetapi harus didukung dengan kajian geofisika bawah permukaan[2].

Salah satu metode geofisika yang dapat menentukan distribusi struktur geologi yaitu metode gravitasi. Metode gravitasi didasarkan pada pengukuran variasi medan gravitasi di permukaan bumi. Variasi medan gravitasi ini timbul karena adanya perbedaan massa jenis batuan bawah permukaan. Pengukuran data gravitasi dapat dilakukan dengan cara pengukuran langsung ke lapangan maupun dengan menggunakan satelit, misalnya *Geodetic Satellite (GeoSat)* dan *European Remote Sensing-1 (ERS-1) Satellite*. Hasil pengukuran gravitasi citra satelit memiliki keakuratan yang baik dalam menentukan indikasi keberadaan struktur geologi[3]. Indikasi struktur geologi dicirikan oleh variasi kontras nilai gravitasi dimana nilai gravitasi berhubungan dengan densitas batuan bawah permukaan[4].

Bener Meriah merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Aceh yang berada pada dataran tinggi.

Berdasarkan peta geologi, kawasan ini merupakan daerah vulkanik yang memiliki struktur geologi yang kompleks. Distribusi struktur geologi dominan berarah barat-timur[5]. Untuk mengetahui distribusi struktur geologi dibawah permukaan maka dilakukan kajian mengenai pengukuran anomali medan gravitasi citra satelit.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

- Bagaimana mengoreksi data anomali medan gravitasi citra satelit?
- Bagaimana hubungan anomali gravitasi citra satelit dengan struktur geologi?

Bagaimana menentukan distribusi struktur geologi berdasarkan anomali medan gravitasi citra satelit?

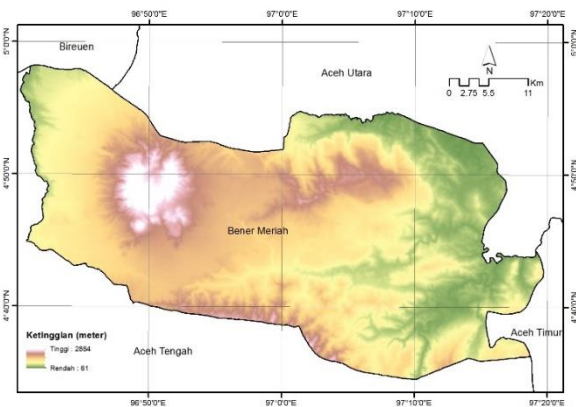
1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

- Mengkoreksi data anomali medan gravitasi citra satelit.
- Mengetahui hubungan anomali gravitasi citra satelit dengan struktur geologi.
- Memperoleh distribusi struktur geologi.

2. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan peta geomorfologi (Gambar 1) yang dimodifikasi dari data satelit *Digital Elevation Model* (DEM), lokasi penelitian merupakan dataran tinggi dengan elevasi dari 61 m dpl – 2,864 m dpl.



Gambar 1 Peta geomorfologi Kabupaten Bener Meriah (modifikasi *Digital Elevation Model*, 2017)[6]

Variasi topografi ini diduga disebabkan karena adanya aktivitas tektonik yang mengakibatkan terbentuknya sesar/patahan. Keberadaan sesar/patahan dapat dideteksi dengan menggunakan metode gravitasi[7]. Metode gravitasi merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan prinsip hukum Newton dimana gaya tarik menarik antara dua massa terjadi karena massa m_1 dan m_2 yang terpisah dengan jarak sejauh r [8]:

$$\vec{F}(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

dimana F adalah gaya, m_1 dan m_2 adalah massa setiap benda, r adalah jarak antara dua massa, dan G adalah konstanta gravitasi universal ($6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$).

Pengukuran metode gravitasi didasarkan pada kontras densitas dari batuan bawah permukaan bumi. Semakin besar densitas batuan bawah permukaan maka nilai gravitasi akan semakin tinggi. Ketika terjadi pengurangan nilai gravitasi secara kontras pada suatu area maka terdapat anomali yang memiliki densitas yang rendah dibawah permukaan[8]. Indikasi struktur geologi berupa sesar/patahan dicirikan memiliki kontras nilai gravitasi pada suatu area karena struktur geologi merupakan zona lemah yang memiliki nilai gravitasi rendah[4].

Nilai gravitasi yang diukur dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pasang surut air laut, topografi, referensi bumi, rapat massa batuan dan ketinggian[8]. Namun pada data anomali medan gravitasi citra satelit yang dihasilkan telah terkoreksi udara bebas sehingga koreksi yang dilakukan yaitu koreksi topografi dan koreksi Bouguer. Koreksi topografi yaitu menjadikan data gravitasi berada pada ketinggian yang sama. Data diangkat/diturunkan pada ketinggian tertentu dengan cara mengurangi/ menjumlahkan ketinggian titik pengukuran dengan nilai tertentu. Koreksi Bouguer dilakukan karena ada ketergantungan nilai gravitasi terhadap ketinggian dan rapat massa batuan bawah permukaan. Sehingga koreksi Bouguer dirumuskan pada persamaan berikut[8]:

$$KB = 0.1491 \times \rho \times h \quad (2)$$

Dimana ρ merupakan rapat massa rata-rata batuan dan h adalah ketinggian (m).

Anomali Bouguer sederhana dihitung dengan cara mengurangkan anomali gravitasi udara bebas dengan hasil koreksi Bouguer. Sehingga anomali Bouguer sederhana dirumuskan pada persamaan berikut:

$$ABS = AUB - KB \quad (3)$$

dimana AUB merupakan anomali gravitasi udara bebas dan KB adalah hasil dari koreksi Bouguer.

Total Horizontal Derivative (THD) merupakan salah satu filter yang digunakan untuk merepresentasikan batas-batas dari tubuh anomali. Batas tersebut diasumsikan sebagai struktur geologi berupa sesar/patahan. Filter THD dapat dihitung dengan menggunakan rumus [9,10]:

$$\nabla(x, y) = \left[\left(\frac{\delta H}{\delta x} \right)^2 + \left(\frac{\delta H}{\delta y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

dimana, $\left(\frac{\delta H}{\delta x} \right)$ dan $\left(\frac{\delta H}{\delta y} \right)$ adalah *horizontal derivative* data gravitasi pada arah x dan y. Sedangkan x dan y adalah data anomali gravitasi kearah 0° dan 90° .

3. Metodologi

Penelitian ini terletak di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh. Data anomali gravitasi citra satelit beserta koordinat geografis telah disediakan oleh *The Scripps Institution of Oceanography University of California San Diego US* dan dapat diakses dari http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi. Data yang diperoleh dalam format ASCII – XYZ telah tersusun secara grid. Jarak antar titik sebesar 1 menit/grid. Data gravitasi ini telah terkoreksi udara bebas sehingga dalam pengolahan data hanya melakukan koreksi topografi dan koreksi Bouguer. Setelah melakukan koreksi bouguer kemudian melakukan perhitungan anomali bouguer sederhana dengan cara mengurangkan anomali udara bebas dengan hasil dari koreksi bouguer.

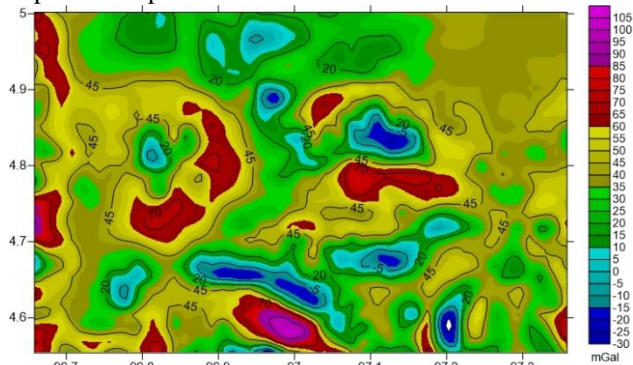
Tahap pengolahan data selanjutnya yaitu melakukan *total horizontal derivative* yang bertujuan meningkatkan nilai batas anomali. Batas-batas anomali ini diduga sebagai struktur geologi berupa sesar/patahan.

Tahap akhir yaitu melakukan interpretasi kualitatif dengan melihat pola kontur anomali bouguer dan peta kontur *total horizontal derivative*. Interpretasi kualitatif merupakan langkah untuk menafsirkan data gravitasi berdasarkan tinggi rendahnya nilai gravitasi pada peta kontur anomali.

4. Hasil Penelitian

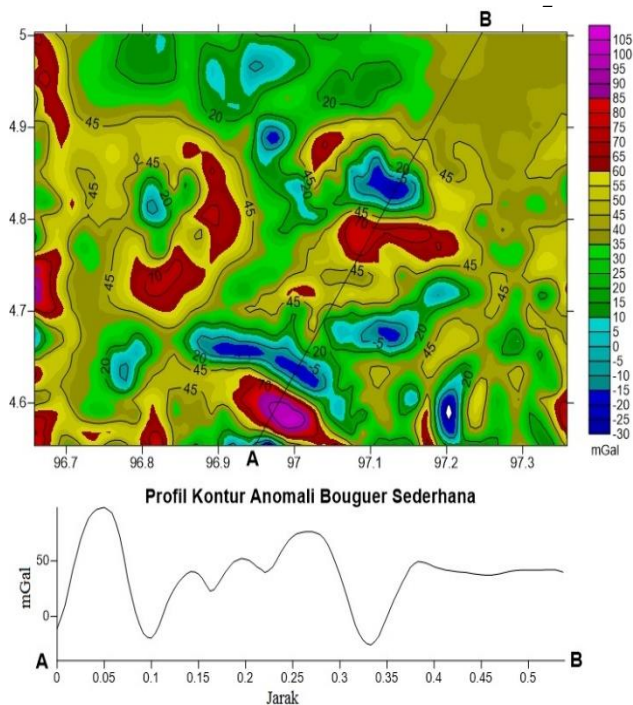
Data anomali medan gravitasi yang didapat telah terkoreksi udara bebas. Data ini selanjutnya dilakukan koreksi topografi dan koreksi Bouguer. Hasil yang didapatkan berupa nilai anomali Bouguer sederhana setelah dilakukan pengurangan antara anomali medan gravitasi udara bebas dengan nilai koreksi Bouguer. Data anomali Bouguer sederhana yang digunakan dalam menentukan distribusi struktur geologi pada lokasi

penelitian. Distribusi nilai anomali Bouguer sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi anomali Bouguer sederhana pada lokasi penelitian.

Gambar 2 menunjukkan hasil interpolasi nilai anomali Bouguer sederhana sehingga didapatkan kontur anomali Bouguer sederhana. Kontur dihasilkan dengan menggunakan *software* Surfer. Dari pola kontur ini dapat dilihat variasi nilai gravitasi yang dipengaruhi oleh densitas batuan dibawah permukaan. Semakin besar nilai gravitasi maka semakin padat batuan dibawah permukaan. Struktur geologi berupa sesar/patahan memiliki nilai gravitasi rendah karena memiliki rongga yang berkaitan dengan rendahnya densitas batuan. Nilai anomali Bouguer maksimum sebesar 105 mGal sedangkan nilai minimum sebesar -30 mGal. Untuk melihat variasi nilai gravitasi secara jelas, maka dilakukan penarikan profil A – B seperti pada Gambar 3.

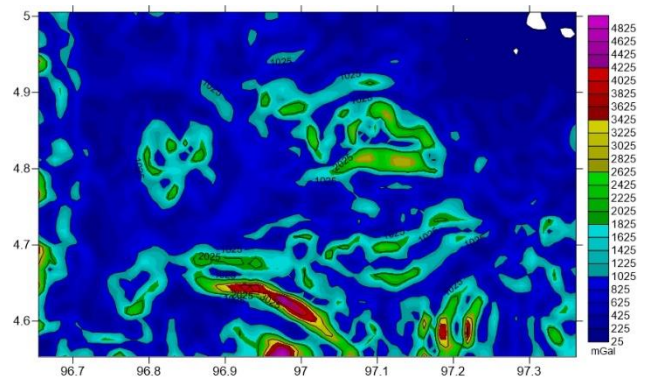


Gambar 3. Profil anomali Bouguer sederhana pada lokasi penelitian.

Gambar 3 menunjukkan nilai gravitasi yang secara tiba-tiba curam. Hal ini diduga merupakan pengaruh dari struktur geologi bawah permukaan. Dengan demikian

batas-batas anomali yang curam diinterpretasikan sebagai lokasi distribusi struktur geologi.

Selanjutnya dilakukan filter THD untuk meningkatkan nilai gravitasi pada batas anomali yang bertujuan untuk melihat distribusi sesar/patahan secara horizontal. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi anomali THD pada lokasi penelitian.

Gambar 4 menunjukkan distribusi anomali THD pada lokasi penelitian. Nilai maksimum anomali THD sebesar 4,825 mGal sedangkan nilai minimum sebesar 25 mGal. Anomali THD ini merupakan representasi dari distribusi struktur geologi horizontal. Distribusi sesar/patahan diinterpretasikan berada pada nilai 1,025 mGal – 4,825 mGal yang ditandai dengan skema berwarna biru muda, hijau, merah dan ungu. Distribusi struktur geologi ini dominan berarah barat timur.

5. Kesimpulan

Metode gravitasi citra satelit dapat digunakan untuk pemetaan distribusi struktur geologi karena memiliki sensitivitas yang baik dalam membedakan densitas batuan bawah permukaan. Data anomali Bouguer sederhana menunjukkan keberadaan struktur geologi yang dicirikan oleh nilai curam pada batas anomali.

Hasil THD diperoleh distribusi sesar/patahan secara horizontal yang berada pada nilai 1,025 mGal – 4,825 mGal. Distribusi sesar/patahan di Kabupaten Bener Meriah dominan berarah barat-timur.

6. Daftar Pustaka

- [1] Azhari, P. A., Maryanto, S., Rachmansyah, A. 2016. *Identifikasi Struktur Geologi Dan Pengaruhnya Terhadap Suhu Permukaan Tanah Berdasarkan Data Landsat 8 Di Lapangan Panas Bumi Blawan*. Jurnal Penginderaan Jauh. Vol. 13.
- [2] Manuho, J., As'ari, Pasau, G. 2015. *Identifikasi Patahan Manado Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Half Schlumberger Di Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Sains. Vol. 15.
- [3] Reswara, P.A. A., Sehad. 2014. *Pendugaan Lapisan Reservoir Panas Bumi Di Kawasan Gunungapi Slamet Dengan Memanfaatkan Data Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit*. Berkala Fisika. Vol. 17.
- [4] Seta, I., 2011. *Pendugaan Struktur Patahan Dengan Metode Gayaberat*. Positron. Vol. I.

- [5] Bennett J.D., Bridge D., Cameroon N.R, Djunuddin A., Ghazali S.A, Jeffery D.H, Whandoyo R. 1983. *Peta Geologi Lembar Takengon, Sumatera*. Pusat Penelitian Geologi, Bandung, Indonesia.
- [6] Digital Elevation Model (DEM). 2017. Lab GIS Unsyiah
- [7] Kurniawan, A.F. 2012. *Pemanfaatan Data Anomali Gravitasi Citra GEOSAT dan ERS-1 Satellite untuk Memodelkan Struktur Geologi Cekungan Bentarsari Brebes*. Indonesian Journal of Applied Physics. Vol.2.
- [8] Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, USA.
- [9] Setyawan, A., Yudianto, H., Nishijima, J., Hakim, S. 2015. *Horizontal Gradient Analysis for Gravity and Magnetic Data Beneath Gedongsongo Geothermal Manifestation, Unggaran, Indonesia*. Proceedings Worlds Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia.
- [10] Rusydy, I and Samsudin, A. R. 2011. Teknik Penapisan Data Geomagnet Untuk Mendeteksi Keberadaan Bijih Besi di Temangan Kelantan, Malaysia, in *Aceh Development International Conference (ADIC) Aceh Development International Conference*, 1015-1024.