



Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Kota Semarang Berdasarkan Data Anomali Gravitasi Citra Satelit

Purwaditya Nugraha[✉], Supriyadi, Ian Yulianti

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Diterima April 2014
Disetujui Mei 2014
Dipublikasikan Juni 2014
***ADA TANGGALNYA**

Keywords:

Anomali Bouger, Struktur
Bawah Permukaan, GeoSat

Abstrak

Pendugaan struktur bawah permukaan kota Semarang dilakukan dengan metode gravitasi berdasarkan anomali gravitasi yang dihasilkan dari citra satelit. Pengukuran citra satelit didapatkan dari hasil pengukuran *Geodetic Satellite (GeoSat)* dan *European Remote Sensing-1 (ERS-1)* yang telah terkoreksi hingga koreksi udara bebas. Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh anomali Bouger lengkap (ABL) yang digunakan sebagai data interpretasi struktur bawah permukaan. Densitas rata-rata yang digunakan adalah 2.67 g/cm^3 . Pemodelan bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak GRAV2DC for Window. Hasilnya menunjukkan pendugaan struktur bawah permukaan dengan terdapat beberapa jenis lapisan dengan berbagai densitas diantaranya lapisan dasar dengan densitas 2.9 g/cm^3 kemudian terdapat dua lapisan kontak batuan yaitu batuan dengan densitas 1 g/cm^3 dengan 2.8 g/cm^3 dan 0.7 g/cm^3 dengan 2.76 g/cm^3 . Berdasarkan informasi geologi lokasi penelitian terletak pada formasi aluvium yang merupakan dataran pantai, sungai dan danau yang umumnya terdiri dari lempung dan pasir.

PENDAHULUAN

Anomali gravitasi citra satelit merupakan pengembangan dari metode gravitasi relatif, hanya saja pada anomali gravitasi citra satelit dalam pengukurannya tidak perlu melakukan pengukuran data anomali gravitasi lapangan, yang perlu dilakukan hanya perlu mengakses halaman website yang sudah disediakan oleh pihak terkait.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pendugaan struktur bawah permukaan tanah Kota Semarang berdasarkan data anomali gravitasi citra satelit.

Data yang didapatkan dari anomali gravity citra satelit merupakan percepatan gravitasi yang sudah terkoreksi hingga koreksi udara bebas sehingga untuk analisisnya perlu dilakukan koreksi terrain dan koreksi *bouger* hingga didapatkan anomali *bouger* untuk dapat diketahui struktur bawah permukaan daerah Kota Semarang.

Penelitian tentang gaya berat didasari oleh hukum Newton tentang gaya berat yang dipublikasikan oleh Newton pada tahun 1687 dalam bukunya yang berjudul *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* [6].

Hubungan kedua massa tersebut mematuhi persamaan Newton berikut:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad (1)$$

Dimana G merupakan konstanta gravitasi yang besarnya adalah $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ [1].

Prinsip dasar dari metode gravitasi adalah dengan mengukur nilai medan gravitasi bumi disuatu tempat di permukaan bumi dengan ketelitian dalam orde miliGal atau bahkan mikroGal ($1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2$) [3].

Dalam pengukuran metode gravitasi terdapat dua jenis. Pertama adalah pengukuran absolut yang merupakan nilai gravitasi. Meskipun pengukuran ini sangat akurat dengan keakuratan hingga mencapai 0.01 sampai 0.001 mGal tetapi pengukuran tersebut mahal, berat, dan sangat besar. Pengukuran kedua adalah pengukuran relatif dimana pengukuran ini adalah pengukuran gravitasi dengan pengukuran gravitasi di dua lokasi berbeda [5]. Sekarang ini telah dikembangkan metode pengukuran data medan gravitasi dari satelit,

lengkap dengan data posisi geografis titik ukur dipermukaan bumi. Salah satunya adalah *Geodetic Satellite* (GeoSat) dan *European Remote Sensing-1* (ERS-1) *Satellite*. GeoSat merupakan satelit observasi bumi milik U. S. Navy, sedangkan satelit ERS-1 adalah satelit observasi bumi pertama yang diluncurkan Badan Antariksa Eropa (*European Space Agency*). Data yang diperoleh digunakan untuk memetakan anomali medan gravitasi global dipermukaan bumi, termasuk diatas laut. Berbagai deposit alam seperti batu bara, zinc, bauksit, dan beberapa mineral logam lainnya yang sulit dideteksi menggunakan metode geofisika lainnya dan ternyata dapat dengan mudah dideteksi dengan menggunakan metode gravitasi citra satelit. [2].

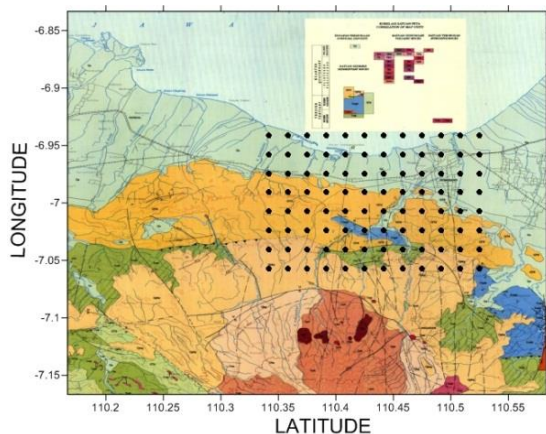
Anomali yang muncul dari metode merupakan target dalam survei penelitian gravitasi. Anomali ini akan memudahkan para peneliti untuk menafsirkan struktur geologi bumi [4].

METODE EKSPERIMEN

Penelitian ini tidak perlu terjun ke lapangan untuk pengambilan data anomali gaya berat. Anomali gaya berat yang digunakan adalah anomali gaya berat hasil dari citra satelit yang dapat diakses di website: http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi yang disediakan oleh *Script Institution of Oceanography*, University of California San Diego USA. Data elevasi maupun gaya berat yang diperoleh telah tersusun secara grid dengan teratur dalam format ASCII-XYZ, sesuai dengan batas-batas yang diinputkan. Setelah mendapatkan data gaya berat dari hasil pengukuran satelit, langkah selanjutnya adalah pengolahan data untuk mendapatkan anomali gaya berat atau anomali *bouger*. Peralatan yang digunakan adalah 1 set laptop dengan software microsoft excel digunakan untuk pengolahan data, Surfer 9.0 digunakan untuk melukiskan kontur anomali, Oasis Montaj untuk menentukan nilai koreksi topografi dan Grav2DC untuk melakukan pemodelan struktur bawah permukaan, kemudian diperlukan juga peta geologi untuk interpretasi daerah penelitian.

Data anomali gaya berat yang didapatkan dari satelit adalah data anomali gaya berat yang telah terkoreksi hingga koreksi udara bebas, sehingga langkah selanjutnya untuk mendapatkan anomali *bouger* adalah mengoreksi Terrain atau topografi. Koreksi topografi menggunakan perangkat lunak Oasis Montaj dan Microsoft excel. Koreksi ini bertujuan untuk menghilangkan efek massa batuan dalam kerak bumi yang berada di antara bidang sferoida dengan titik pengukuran (Sarkowi, 2009).

Tahap selanjutnya adalah interpretasi kontur anomali *bouger* yang dibandingkan dengan peta geologi untuk menentukan titik *slice* atau lintasan yang akan dibuat model 2D. Setelah ditentukan lintasan yang akan dibuat permodelan maka proses pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Grav2DC. Interpretasi pemodelan dilakukan kembali dengan mempertimbangkan hasil pemodelan 2D dengan informasi geologi setempat serta data-data pendukung lainnya. Desain survei pengukuran dapat dilihat pada peta desain survei berikut:

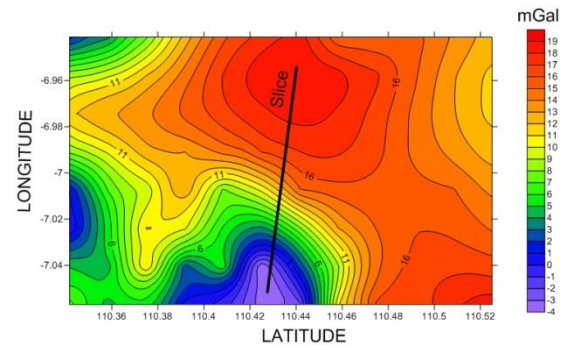


Gambar 1. Desain Survei penelitian

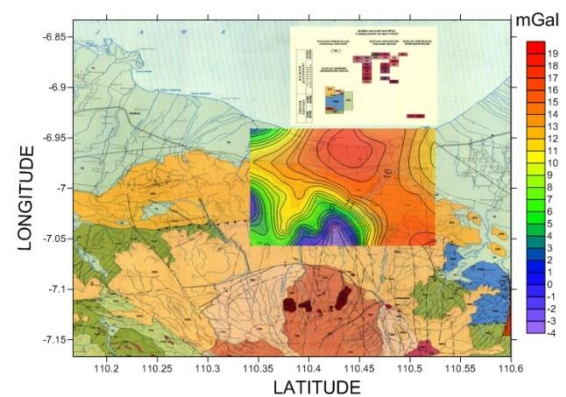
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data anomali gravitasi hasil pengukuran satelite harus melalui proses pengolahan data sebelum dapat diinterpretasikan untuk menduga struktur bawah permukaan. Setelah dilakukan pengolahan data didapatkan nilai anomali *bouger* yang kemudian dibuat kontur anomali *bouger* sehingga dapat dijelaskan bahwa persebaran nilai anomali *bouger* sangat beragam

dari nilai maksimum 19 mGal dan nilai minimum -4 mGal. Dengan nilai densitas rata-rata batuan permukaan sebesar 2.67 g/cm^3 .



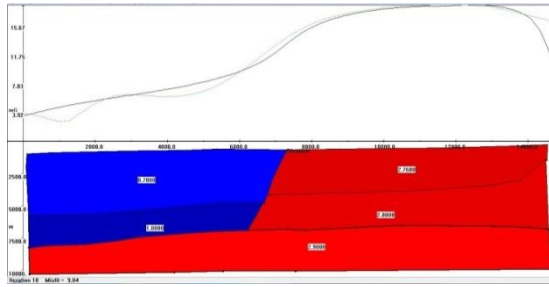
Gambar 2. Peta kontur anomaly *bouger*



Gambar 3. Overlay Peta Anomaly Bouguer dengan Peta Geologi

Berdasarkan peta kontur diatas terdapat kontras anomali *bouger* yang dapat diindikasikan sebagai kontak batuan karena jika dihubungkan dengan densitas batuan maka daerah dengan warna ungu memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang berwarna merah. Seperti kita ketahui bahwa nilai medan gravitasi dipengaruhi oleh densitas batuan bawah permukaan bumi. Densitas rendah akan menghasilkan anomali negatif dan densitas tinggi akan menghasilkan anomali positif. Oleh sebab itu untuk mengetahui struktur bawah permukaan diantara daerah tersebut dibuatlah lintasan *slice* yang kemudian akan dibuat pemodelan 2D. Pemodelan 2D dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Grav2DC dengan cara mencocokkan kurva teoritik dengan kurva permodelan. Dalam pemodelan ini hanya dibuat satu lintasan *slice* seperti yang sudah tergambar pada peta kontur anomali **gambar 1**.

Hasil pemodelan 2D dengan perangkat lunak Grav2DC adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil pemodelan pendugaan struktur bawah permukaan

Berdasarkan hasil pemodelan pendugaan struktur bawah permukaan terdapat beberapa lapisan batuan dengan kontras densitas yang berbeda-beda. Nilai kontras densitas yang berbeda-beda ini merupakan faktor yang mempengaruhi nilai medan gravitasi pada saat pengukuran. Nilai kontras densitas batuan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pemodelan Struktur Bawah Permukaan

Lapisan Batuan	Kedalaman (meter)	Ketebalan lapisan (meter)	Kontras Densitas $\Delta\rho$ (g/cm^3)	Jenis Batuan
1	7500-10000	2500	2.9	Granit
2	5000-7500	2500	1	Batu Pasir
3	4000-7500	3500	2.8	Andesit
4	1000-6000	5000	0.7	Batu Pasir
5	1000-3000	2000	2.76	Andesit

Berdasarkan peta kontur anomali *bouger* struktur bawah permukaan terdapat beberapa kontak batuan antara batuan yang memiliki densitas rendah dengan batuan yang memiliki densitas tinggi. Lapisan kontak batuan pertama adalah kontak batuan dengan kontras densitas 1 g/cm^3 dengan batuan dengan kontras densitas 2.8 g/cm^3 , kemudian kontak batuan selanjutnya adalah antara kontak batuan dengan kontras densitas 0.7 g/cm^3 dengan batuan yang memiliki kontras densitas 2.76 g/cm^3 . Lapisan kontak batuan tersebut kemudian dilandasi oleh lapisan dasar padat

dengan kontras densitas yang mencapai 2.9 g/cm^3 .

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa struktur bawah permukaan kota Semarang diduga memiliki berbagai macam jenis batuan yang ditunjukkan oleh berbagai macamnya nilai kontras densitas pada hasil peta kontur anomali dan hasil pemodelan. Nilai kontras densitas tersebut adalah 2.9 g/cm^3 , 2.8 g/cm^3 , 2.76 g/cm^3 , 0.7 g/cm^3 , dan 1 g/cm^3 . Berdasarkan interpretasi pemodelan 2D terdapat kontak lapisan batuan dengan kandungan batuan andesit dan batu pasir yang jika dihubungkan dengan peta geologi maka struktur tersebut sesuai dengan peta geologi. Saran untuk penelitian selanjutnya coba lakukan lebih banyak pemodelan supaya hasilnya dapat lebih banyak informasi mengenai pendugaan struktur bawah permukaan daerah kota Semarang kemudian coba bandingkan hasil pengukuran satelit dengan hasil pengukuran lapangan dalam pendugaan struktur bawah permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Keare, P., Brooks, M., & Hill, I. 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration*. London: Blackwell Science.
- Kurniawan, Fatwa Aji & Sebah. 2012. Pemanfaatan Data Anomali Gravitasi Citra GEOSAT dan ERS-1 Satellite untuk Memodelkan Struktur Geologi Cekungan Bentarsari Brebes. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 2: 10.
- Nurwidyanto, M, I & Setiawan, 2011. Ari. Pemodelan Anomali Gravitasi Sesar Dengan Pendekatan Model Sheet (*Modelling Gravity Anomalies of Fault by Sheet Model Approach*). *Berkala Fisika*, 14: 129-134.
- Purnomo, J., Koesuma, S, & Yunianti, 2013. M. Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode *Moving Average*, *Polynomial*, dan *Inversion*. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 3: 10.
- Rivas, J. 2009. Gravity And Magnetic Methods. Presented at "Short Course on Surface Exploration for Geothermal Resource",

organized by UNU-GTP and LaGeo, in Ahuachapan and Santa, El Salvador.

Sota, I. 2011. Pendugaan Struktur Patahan Dengan Metode Gayabarat. *Positron*. 1: 25-30.

Sarkowi, M. 2014. *Eksplorasi Gaya Berat*. Yogyakarta: Graha Ilmu.