

Anomali Gravitasi Daerah Manifestasi Panas Bumi Bitung Berdasarkan Data Satelit *GeoSat dan ERS-1*

Dwi Intan Oktavia* dan Zulfian

Prodi Geofisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Dr. Prof. Hadari Nawawi Pontianak Indonesia

*Email : dwiintanok@gmail.com

Abstrak

Daerah manifestasi panas bumi di kawasan Bitung telah diidentifikasi berdasarkan data anomali medan gravitasi terkoreksi hingga koreksi udara bebas yang diperoleh dari *Geodetic Satellite* (Geosat) dan *European Remote Sensing-1* (ERS-1). Dari data ini kemudian dilakukan koreksi *Bouger* dan koreksi medan. Nilai anomali medan gravitasi yang dijadikan sebagai data identifikasi adalah nilai anomali gravitasi lokal yang telah dipisahkan menggunakan filter *Second Vertical Derrivative* (SVD). Manifestasi ditunjukkan oleh anomali tinggi dan rendah dengan nilai 6.5 mGal dan -7.5 mGal. Daerah dengan anomali tinggi dan rendah diduga sebagai daerah panas bumi di kawasan Bitung.

Kata Kunci : anomali gravitasi, panas bumi, data satelit, Bitung, koreksi Bouger.

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber energi terbarukan, panas bumi merupakan salah satu diantaranya. Sampai saat ini, sumber energi panas bumi telah menyumbangkan 29.215 MW cadangan dunia atau sekitar 40% dari cadangan dunia yang tersebar di 285 titik. Meskipun demikian, jumlah energi ini baru menyumbangkan 1.200 MW dari kebutuhan energi nasional. "Salah satu potensi yang Sulawesi Utara miliki dan dikategorikan sebagai *green energy* adalah panas bumi yang cukup banyak tersedia, sekitar 1.030 MW" [1].

Beberapa daerah yang sangat strategis serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi, dengan adanya panas bumi ini. Bitung adalah salah satu kota di Sulawesi Utara yang memiliki manifestasi panas bumi di Indonesia. Kota yang disebut kota industri ini merupakan magnet para pekerja hingga tidak heran pertumbuhan penduduk di Kota Bitung ini sangat cepat. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2017 mencatat telah ada sekitar 257.098 jiwa. Bitung berada pada posisi yang sangat strategis serta merupakan jalur vulkanologi. Sehingga, jika terdapat manifestasi-manifestasi yang berkaitan dengan potensi panas bumi, maka akan sanggup memberikan pemenuhan kebutuhan masyarakat sekitar serta mengoptimalkan energi yang berkaitan dengan industri yang ramah lingkungan.

Terdapat beberapa metode geofisika untuk pengamatan secara langsung maupun tidak langsung yang digunakan dalam eksplorasi energi panas bumi. Pengamatan langsung dilakukan melalui pengukuran suhu, resistivitas, dan potensial. Sementara pengamatan tidak langsung berkaitan dengan keberadaan potensi

panas bumi yang dapat dilakukan melalui pengukuran magnetik, *microearthquake* dan gravitasi [2]. Metode gravitasi adalah salah satu metode geofisika yang berdasarkan pada pengukuran medan gravitasi bumi. Pengukuran ini dapat dilakukan di permukaan bumi, dikapal maupun di udara. Dalam metode ini yang dipelajari adalah variasi medan gravitasi akibat variasi rapat masa batuan di bawah permukaan sehingga yang diselidiki adalah perbedaan medan gravitasi dari suatu titik observasi lainnya. Metode gayaberat umumnya digunakan dalam eksplorasi jebakan minyak (*oil trap*). Disamping itu metode yang ini juga banyak dipakai dalam eksplorasi mineral lainnya [3]. Prinsip dasar metode gravitasi ini berdasarkan hukum Newton tentang gaya berat. Persamaan Newton yang digunakan berikut ini [4]:

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

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

Saat ini telah berkembang metode gravitasi menggunakan satelit dengan mengukur data medan gravitasi. Satelit yang digunakan merupakan satelit *Geodetic Satellite* (GeoSat) dan *European Remote Sensing-1* (ERS-1). Satelit gravitasi ini, memiliki akurasi yang cukup bagus dan biaya yang murah tanpa harus survei lapangan. Data yang diperoleh di gunakan untuk memetakan anomali medan gravitasi global dipermukaan bumi termasuk diatas laut [5].

2. Metodologi

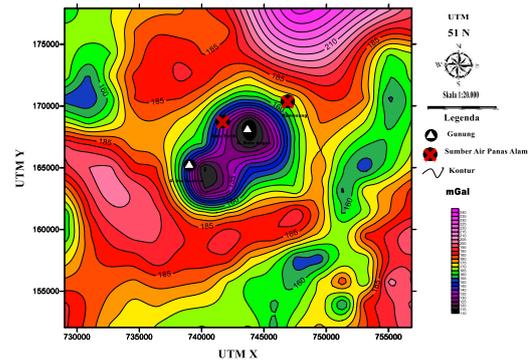
Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari data satelit. Data satelit ini berasal dari *Geologi Satellit and European Remote Sensing-1* (GeoSat and ERS-1) yang dapat diunduh melalui laman http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi. Data yang disajikan berupa data koordinat bujur, lintang, percepatan gravitasi dan topografi. Data yang diunduh ada dua, data percepatan gravitasi dan DEM (*Digital Elevation Model*). Data ini diperoleh dengan memasukkan koordinat batas lokasi penelitian pada laman *webside* topex. Data anomali percepatan gravitasi memiliki ketelitian 0.1 mGal untuk posisi lintang dan posisi bujur pada 1 menit/grid. Sedangkan ketelitian ketinggian sebesar 1 meter.

Setelah mendapatkan data gaya berat dari hasil pengukuran satelit, langkah selanjutnya adalah pengolahan data untuk mendapatkan anomali gaya berat atau anomali *Bouguer*. Data yang anomali gravitasi yang diperoleh telah terkoreksi hingga koreksi udara bebas, sehingga koreksi yang perlu dilakukan hanya koreksi medan (*terrain*) dan koreksi *Bouguer*. Kemudian hasil anomali *Bouguer* lengkap yang didapatkan direduksi ke bidang datar. Hasilnya akan menunjukkan rentang warna. Warna hitam hingga warna biru merupakan warna anomali rendah. Warna hijau hingga jingga merupakan anomali sedang. Kemudian, warna merah hingga merah muda merupakan anomali tinggi. Peta kontur anomali *Bouguer* lengkap dioverlay dengan peta geologi daerah Bitung.

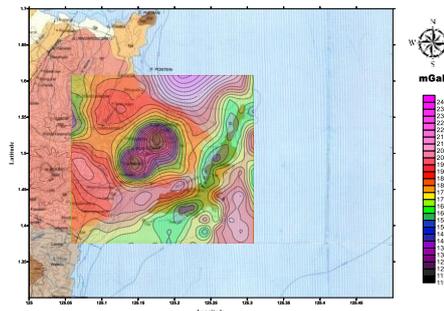
Setelah direduksi ke bidang datar, melakukan koreksi, menggunakan filter *Second Vertical Derrivative* (SVD). Persamaan SVD yang digunakan berikut ini :

$$SVD = - \left(\frac{\partial^2 g}{\partial^2 x} \right) \tag{2}$$

Persamaan ini digunakan untuk pemisahan anomali *Bouguer* residual. Tujuan pemisahan anomali *Bouguer* residual ialah untuk memperlihatkan nilai persebaran anomali yang menunjukan daerah manifestasi panas bumi di kawasan Bitung.



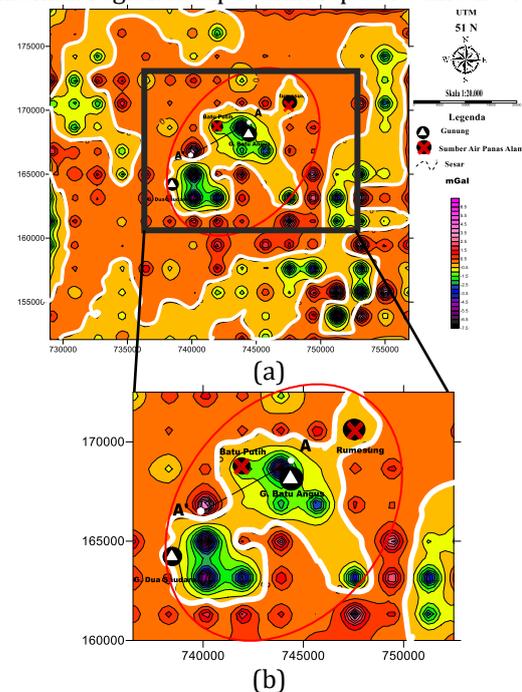
Gambar 1. Peta Kontur Anomali *Bouguer* Lengkap.



Gambar 2. Peta overlay anomali *Bouguer* lengkap

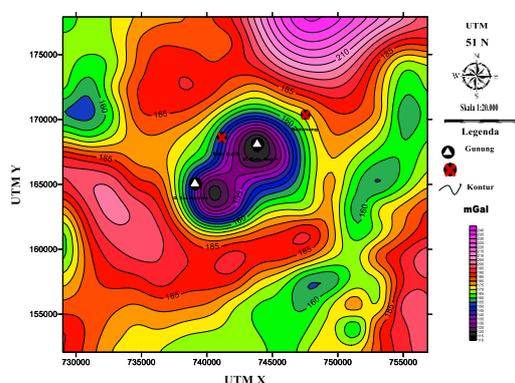
3. Hasil dan Pembahasan

Data anomali *Bouguer* harus dianalisis melalui proses pemisahan anomali residual dan anomali regional. Pemisahan ini menggunakan metode *Second Vertical Derrivative* (SVD) Elkins 1951. Hasil interpretasi anomali residual dan anomali regional dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) dan (b) Peta kontur anomali residual.

Gambar 3, merupakan gambar residual, gambar yang mencerminkan daerah penelitian yang bersifat lokal atau dangkal. Kemudian dicirikan dengan anomali yang frekuensinya tinggi. Peta anomali residual memiliki rentang percepatan gravitasi -7.5 mGal sampai 6.5 mGal. Pada rentang warna ungu tua pada anomali kecil, kuning pada anomali sedang, dan merah muda pada anomali besar. Daerah dengan nilai anomali rendah yang mengindikasikan zona runtutan berimpit dengan kawasan kawah yang merupakan tempat manifestasi air panas, sedangkan anomali tinggi yang berada disekitar anomali rendah kemungkinan komposisi batuan terbing bersifat massive yang menyusun kawasan tersebut [6]. Daerah lingkaran merah pada Gambar 3, merupakan daerah yang akan analisis dalam penelitian ini.



Gambar 4. Peta kontur anomali regional.

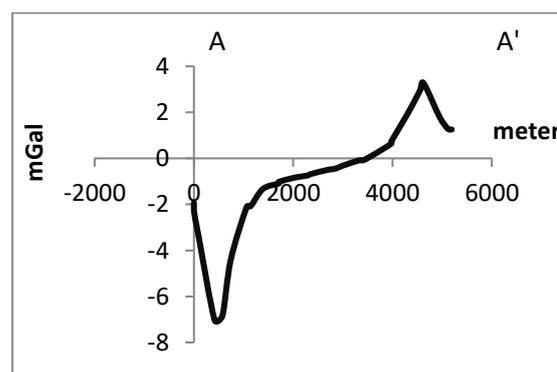
Gambar 4, merupakan peta kontur regional merupakan peta kontur yang dihasilkan melalui filter untuk menghilangkan efek masa batuan yang bersifat luas dan dicirikan memiliki frekuensi yang rendah. Anomali regional di atas memiliki rentang percepatan gravitasi 110 mGal sampai 240 mGal. Anomali rendah ditandai dengan warna hitam sampai hijau, anomali sedang ditandai dengan warna kuning sampai kuning tua, dan anomali tinggi ditandai dengan warna merah sampai merah muda.

Pada peta anomali residual dan anomali regional tersebut terdapat segitiga merah yang merupakan gunung Dua Saudara dan gunung Batu Angus. Pada gunung tersebut terdapat manifestasi panas bumi yang cukup besar merupakan peta kontur anomali residual yang diperbesar. Dimana pada peta kontur anomali gravitasi residual ini terdapat beberapa kenampakan.

Segitiga merah merupakan gunung Dua Saudara dan gunung Batu Angus. Sistem panas bumi di daerah Minahasa Utara dan Bitung yang berada pada lingkungan vulkanik muda gunung Dua Saudara, gunung Tangkoko, gunung Klabat, dan gunung Mahawu, diduga berada pada sistem

panas bumi di daerah tinggi (*high terrain*) yang berasosiasi dengan kegiatan magmatisme dan vulkanisme kuartar. Daerah tempat munculnya manifestasi panas bumi di permukaan diperkirakan hanya merupakan daerah *outflow* saja [7]. Selain itu pada daerah Bitung ditemukan daerah sumber mata air panas Rumesung di kelurahan Makawidey Kecamatan Aertambang bitung yang ditunjukkan dengan simbol silang yang berada pada koordinat UTM 51N 170190.57 LU dan 746622.45 BT dan air panas Batu Putih pada koordinat 170077.44 LU dan 724710.99 BT. Kontur SVD residual bernilai 0 (nol) mGal yang digambarkan dengan garis berwarna putih mengindikasikan adanya struktur sesar dangkal atau patahan pada daerah penelitian [8]. Diduga pada garis kontur putih terdapat struktur geologi sesar yang erat kaitannya dengan manifestasi panas bumi.

Manifestasi-manifestasi yang berkaitan dengan panas bumi dapat diidentifikasi berdasarkan anomali pada peta kontur anomali residual. Persebaran anomali yang diduga sebagai manifestasi, terlihat dari anomali tinggi dan anomali rendah. Anomali tinggi yang ditandai dengan warna merah kemudian berasosiasi dengan anomali rendah yang ditandai warna biru. Sehingga jika terdapat anomali yang bernilai besar dan anomali yang bernilai kecil diduga terdapat manifestasi-manifestasi panas bumi yang ditandai dengan adanya sumber mata air panas yang berada di Batu Putih. Dengan temuan tersebut dibuatlah grafik lintasan A-A' untuk memperlihatkan nilai anomali tinggi dan anomali rendah pada daerah manifestasi panas bumi menggunakan nilai anomali residual.



Gambar 5. Grafik Nilai SVD lintasan A-A'.

Gambar 5, menunjukkan grafik nilai anomali residual lintasan A-A' yang berada di daerah sekitaran manifestasi panas bumi. Pada grafik tersebut memperlihatkan nilai tinggi dan rendah yang merupakan daerah manifestasi panas bumi. Lintasan ini diambil karena ada temuan

sumber air panas Batu Putih yang semakin menguatkan dugaan adanya manifestasi panas bumi di daerah tersebut. Nilai anomali tinggi dan nilai anomali rendah yang diperlihatkan pada grafik berturut-turut 3.26 mGal dan -7.03 mGal. Nilai-nilai tersebut semakin menguatkan dugaan adanya manifestasi-manifestasi yang berkaitan dengan panas bumi. Daerah manifestasi panas bumi terkait dengan adanya pola aliran hidrotermal, serta struktur bawah permukaan yang berupa patahan atau sesar.

4. Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa daerah anomali residual dengan rentang percepatan gravitasi 6.5 mGal dan -7.5 mGal yang ditandai dengan anomali rendah merupakan anomali daerah pegunungan, yang merupakan indikasi adanya panas bumi. Sedangkan daerah yang anomali tinggi diduga merupakan struktur penyusun daerah sekitar pegunungan. Nilai anomali residual tinggi dan rendah merupakan daerah manifestasi panas bumi yang ditandai dengan adanya sumber mata air panas Batu Putih. Daerah manifestasi panas bumi terkait dengan adanya pola aliran hidrotermal, serta struktur bawah permukaan yang berupa patahan atau sesar.

Saran

Perlu dilakukan identifikasi penampang 2D untuk interpretasi struktur geologi daerah Bitung.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Dr. Azrul Azwar M.Si selaku dosen pembimbing skripsi. Terima kasih kepada Udhi Catur Nugroho S.T dan Atriyon Zulzarika S.T., M.T, sebagai pembimbing KP di LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) .

Daftar Pustaka

- [1]. Marten. P, *Pusat Penelitian Geothermal Di Tomohon* (Architecture Confort and Energy), 153.
- [2]. Georgsson, L. S. (2013). *Geophysical Methods used in Geothermal Exploration. United Nation University-Geothermal Training Programme*, : Reykjavik, Iceland.
- [3]. Keare, P., Brooks, M., & Hill, I. (2002). *An Introduction to Geophysical Exploration*. London: *Blackwell Science*.

- [4]. Purnomo, J., Koesuma, S., & Yuniarti. (2013). Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode Moving Average, Polynomial, dan Inversion., *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3: 10. (Jurnal)
- [5]. Kurniawan., Fatwa Aji., & Sehad. (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. (Jurnal)
- [6]. Meilisa and Sarkowi., M. (2013), Analisis Data Gravity Untuk Menentukan Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panasbumi Di Lereng Selatan Gunung Ungaran. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung* ., 5: 181-193. (Jurnal)
- [7]. I D Setiawan., E Mulyadi., & Sundhoro, E. (2015), Penyelidikan Pendahuluan Geologi Dan Geokimia Daerah Panas Bumi Kabupaten Minahasa Utara Dan Kota Bitung. Provinsi Sulawesi Utara. *Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi*.
- [8]. Yulistina, S. (2017). *Studi Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Untuk Mengetahui Sistem Sesar Berdasarkan Analisis First Horizontal Derivative (FHD), Second Vertical Derivative (SVD), Dan 2,5d Forward Modeling di Daerah Manokwari Papua Barat Lampung*. Lampung. (Skripsi)