



Identifikasi Struktur Tektonik Sistem Geothermal Non-Vulkanik Daerah Nyelanding dan Permis Bangka Selatan Menggunakan Metode Gravity

Githa Nurvilia Afni*), Tri Kusmita

Jurusan Fisika, Universitas Bangka Belitung

Desa Balunijuk, Kabupaten Bangka 33172, Bangka Belitung, Indonesia

*E-mail korespondensi: githanurvilia@gmail.com

Info Artikel:

Dikirim:

11 November 2021

Revisi:

15 Desember 2021

Diterima:

26 Desember 2021

Kata Kunci:

Geothermal, Non-volcanic, Gravity, Permis, Nyelanding

Abstract

Non-volcanic geothermal is a heat system that is not related to volcanism such as in Nyelanding and Permis areas. In previous studies, hot springs in the Nyelanding area were spread from West to Northeast, with the constituent rocks of sandstone, dry gravel and granite. In the Permis area, the manifestation is influenced by shear faults trending Northwest to Southeast and the geothermal source is granite. Therefore, this study was conducted to analysis anomaly Gravity in Area Nyelanding – Permis and it's connection with fault. The data used in this study are the FAA (Free Air Anomaly) and topography data obtained through the TOPEX website. The gravity anomaly is obtained by performing spectral analysis using the Fourier Transform and moving average filter. Result study shown Complete Bouger Anomaly was 10 mGal – 48 mGal. Reginal anomaly 7,4 mGal – 38 mGal and residual anomaly 2 mGal - 38 mGal. Residual anomaly was relevant with local fault in this area.

PENDAHULUAN

Energi panas bumi merupakan energi panas alami yang tersimpan dalam batuan di bawah permukaan bumi dan terkandung fluida di dalamnya. Sumber panas bumi biasanya berasal dari magma yang menghantarkan panas secara konduktif pada batuan di sekitarnya yang berada di dalam bumi. Potensi energi panas bumi di permukaan biasanya dapat terlihat yaitu dengan adanya sumber mata air panas, geyser, lumpur panas, dan fumarol yang biasa dikenal dengan manifestasi permukaan [1]. Panas bumi biasanya ditandai dengan keberadaan gunungapi sebagai sumber panas bumi, tetapi ada beberapa sumber panas bumi yang tidak berkaitan dengan aktifitas gunungapi (non-vulkanik). Sumber panas bumi non-vulkanik banyak tersebar di daerah yang terkandung unsur radioaktif yaitu batu granit [2]. Pulau Bangka merupakan salah satu daerah yang mempunyai potensi panas bumi non-vulkanik. Di daerah Bangka Selatan, khususnya pada daerah Nyelanding dan Permis.

Ekplorasi geothermal menggunakan metode geofisika sudah banyak dilakukan, diantaranya magnetotelurik [3], geolistrik [2], gravity [4]. Berdasarkan metode Geolistrik sebaran sumber air panas di daerah Nyelanding mengarah dari Barat ke Timurlaut dengan batu penyusunnya yaitu air tanah, batu lempung, batu lanau, batu pasir, kerikil kering, dan batu granit [5]. Berdasarkan metode *Gravity* memperlihatkan bahwa manifestasi daerah Permis dipengaruhi

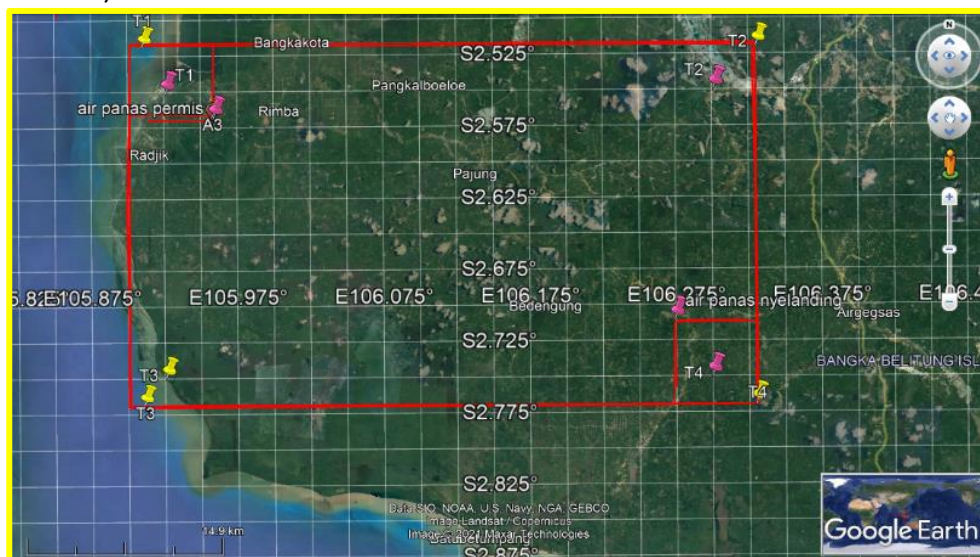
sesar geser dengan arah Baratlaut – Tenggara, dan sumber panas buminya diduga berasal dari batuan granit [6]. Sebaran air panas pada daerah tersebut mengarah ke Timurlaut dari manifestasi permukaan Permis. Berdasarkan penelitian – penelitian tersebut dilakukanlah penelitian di daerah Permis dan Nyelanding Kabupaten Bangka Selatan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya persamaan sebaran batuan di daerah Permis dan Nyelanding dengan menggunakan metode *gravity*.

Metode *gravity* adalah metode yang didasarkan oleh perbedaan medan *gravity* yang disebabkan oleh densitas massa batuan penyusun. Metode *gravity* dapat digunakan untuk menentukan karakteristik *geothermal* disuatu daerah panas bumi. Data tersebut dapat digunakan untuk menentukan struktur geologi bawah permukaan dengan potensi energi panas bumi di daerah penelitian [7] Metode *gravity* dinyatakan oleh hukum Newton, bahwa gaya antara dua partikel bermassa m_1 dan m_2 yaitu berbanding lurus dengan hasil kali massa dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar pusat massa (r), persamaannya dinyatakan pada persamaan 1 berikut [8].

$$F = \gamma \left(\frac{m_1 m_2}{r^2} \right) r_1 \quad [1]$$

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di daerah panas bumi Permis dan Nyelanding Kabupaten Bangka Selatan pada koordinat 105,9083–106,325 BT dan -2,5241–2,7738 LS dengan luasan area 48 x 28 km (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Daerah Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa Data FAA (*Free Air Anomaly Gravity*) dan data topografi. Data tersebut diakses melalui website https://TOPEX.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi.

Koreksi Bouguer Untuk SBA

Koreksi Bouguer adalah koreksi yang digunakan untuk menghilangkan efek gaya tarik massa antara titik pengamatan dan titik acuan. Koreksi bouguer dilakukan dengan menghitung tarikan *gravity* yang disebabkan oleh batuan berupa *slab* dengan ketinggian h (meter) dan densitas ρ . Besar koreksi bouguer yaitu [9]:

$$BC = 0.04188h\rho \quad [2]$$

Dengan, BC : koreksi bouguer (mGal)

h : ketinggian (m)

ρ : massa jenis (gr/cc)

Setelah *Bouguer correction* (BC) ditentukan, anomali *gravity* menjadi *Simple Bouguer Anomaly* (SBA) sehingga persamaannya yaitu sebagai berikut [9]:

$$SBA = FAA - BC \quad [3]$$

Koreksi Medan

Koreksi medan dilakukan karena akibat dari koreksi Bouguer dengan *slab* horizontal tak terhingga. Koreksi medan dilakukan untuk mengoreksi adanya penyebaran massa yang tidak teratur di sekitar titik pengukuran karena topografi yang tidak rata (Sugita, et al., 2020). Dalam koreksi Bouguer, keberadaan massa di atas bidang Bouguer dan ketiadaan massa di bawah bidang Bouguer yaitu lembah yang tidak diperhitungkan. Efek dari massa ini disebut efek medan (*terrain effect*). Untuk mengatasi hal tersebut koreksi medan (*terrain correction*) dilakukan. Koreksi medan dapat ditulis yaitu sebagai berikut [10]:

$$TC = G\rho\theta \left(r_2 - r_1 + \sqrt{r_1^2 + z^2} - \sqrt{r_2^2 + z^2} \right) \quad [4]$$

Dengan, TC : koreksi medan (mGal)

G : konstanta *gravity* umum

ρ : densitas batuan

θ : sudut sektor (radian)

r_1 : radius *inner zone* (m)

r_2 : radius *outer zone* (m)

z : modulus dari perbedaan elevasi antara stasiun dengan elevasi rata-rata segmen

Koreksi Bouguer untuk CBA

Nilai CBA (*complete bouguer anomaly*) merupakan penjumlahan dari anomali-anomali yang disebabkan oleh pengaruh densitas massa batuan dari pusat inti ke permukaan bumi. Persamaan nilai CBA dapat di tulis sebagai berikut [9]:

$$CBA = SBA + TC \quad [5]$$

Dengan, CBA : anomali bouguer lengkap (mGal)

SBA : anomali bouguer sederhana (mGal)

TC : koreksi medan (mGal)

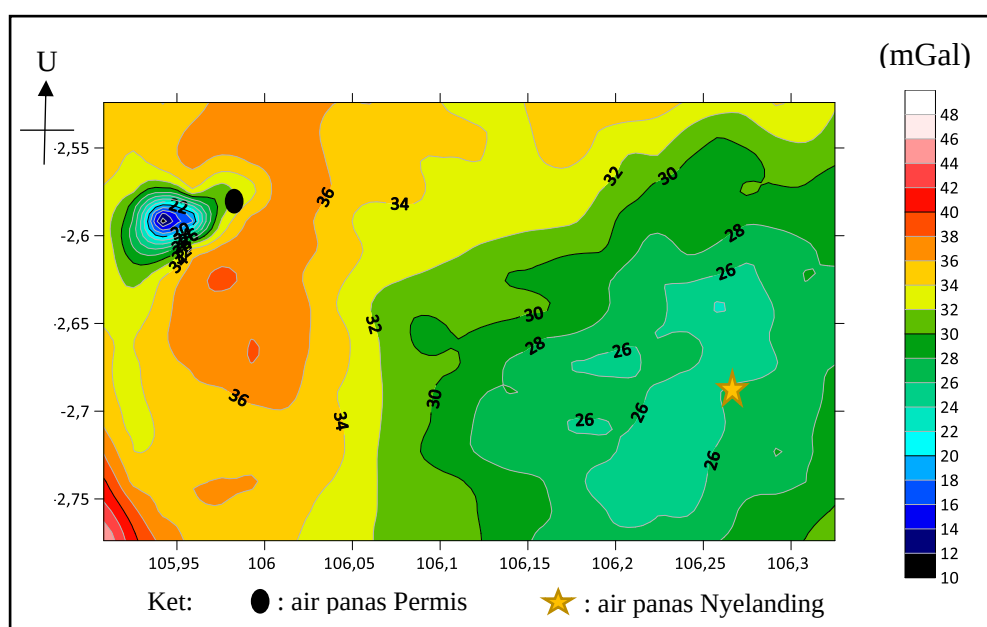
Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Residual

Anomali Bouguer adalah penjumlahan dari anomali regional dan anomali residual. Kedua anomali ini berinteraksi dan menyebabkan anomali yang tumpang tindih. Oleh karena itu, untuk mendapatkan anomali residual yang mempresentasikan objek anomali dangkal, perlu dilakukan pemisahan anomali regional dengan residual [11]. Anomali bouguer lengkap perlu dianalisis spektrumnya, sebelum dilakukan pemisahan anomali regional dan anomali residual. Hal tersebut untuk mengetahui estimasi kedalaman regional dan residualnya, dan untuk mendapatkan lebar *window* yang digunakan untuk proses filter *moving average* [12]. Dalam analisis spektral, dilakukan transformasi Fourier, yang merupakan formula yang digunakan untuk mengkonversi data dalam domain ruang atau waktu ke domain frekuensi. Proses filter *moving average* dilakukan dengan cara merata-ratakan nilai anomali CBA. Hasil dari perataan ini merupakan anomali regional, sedangkan anomali residual diperoleh dengan mengurangi data hasil pengukuran *gravity* dengan anomali regional [12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah panas bumi, anomali *gravity* biasanya berasosiasi dengan sistem panas bumi di daerah tersebut. Daerah panas bumi biasanya memiliki anomali *gravity* yang rendah. DATA FAA yang diperoleh mengabaikan massa titik pengukuran dan bidang referensi. Dalam mengoreksi udara bebas, massa antara titik pengukuran dan bidang referensi diabaikan. Oleh karena itu, koreksi Bouguer diperlukan untuk menghilangkan efek massa antara titik pengukuran dan bidang referensi.

Gambar 2 merupakan kontur CBA yang diperoleh dari hasil perhitungan koreksi medan dan SBA. CBA merupakan nilai percepatan *gravity* total yang disebabkan oleh adanya variasi batuan di bawah permukaan bumi terhitung mulai dari permukaan tanah hingga ke batuan basement. Pada gambar 2 terlihat nilai anomali (CBA) berkisar antara 10 mGal (warna hitam) sampai dengan 48 mGal (warna putih). Nilai CBA merupakan penjumlahan dari anomali yang dipengaruhi oleh adanya rapat massa batuan dari pusat inti bumi sampai ke permukaan bumi. Anomali ini meliputi anomali regional dan residual. Oleh karena itu anomali, dapat dipisahkan menjadi anomali regional dan anomali residual.

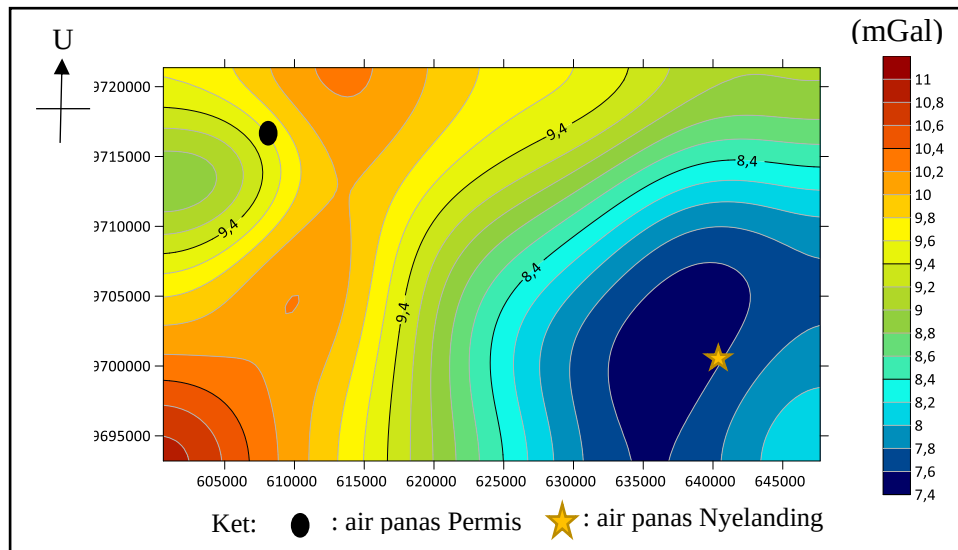


Gambar 2. Kontur CBA Daerah penelitian

Anomali regional adalah anomali *gravity* yang berkaitan dengan struktur regional kerak bumi. Anomali regional memiliki pola kontur yang lebih teratur, yang disebabkan oleh pengaruh batuan dalam seperti batuan dasar (*basement*). Hal ini menyebabkan anomali regional cenderung lebih homogen dibandingkan dengan batuan dangkal. Pola sebaran anomali regional dapat dilihat pada Gambar 3, dimana variasi nilai anomali regional ditunjukkan dengan warna biru tua hingga ungu muda. Nilai anomali tinggi mengidentifikasi bahwa batuan dasar pada daerah tersebut memiliki densitas yang cukup tinggi dibandingkan dengan batuan yang berada pada nilai anomali rendah [4].

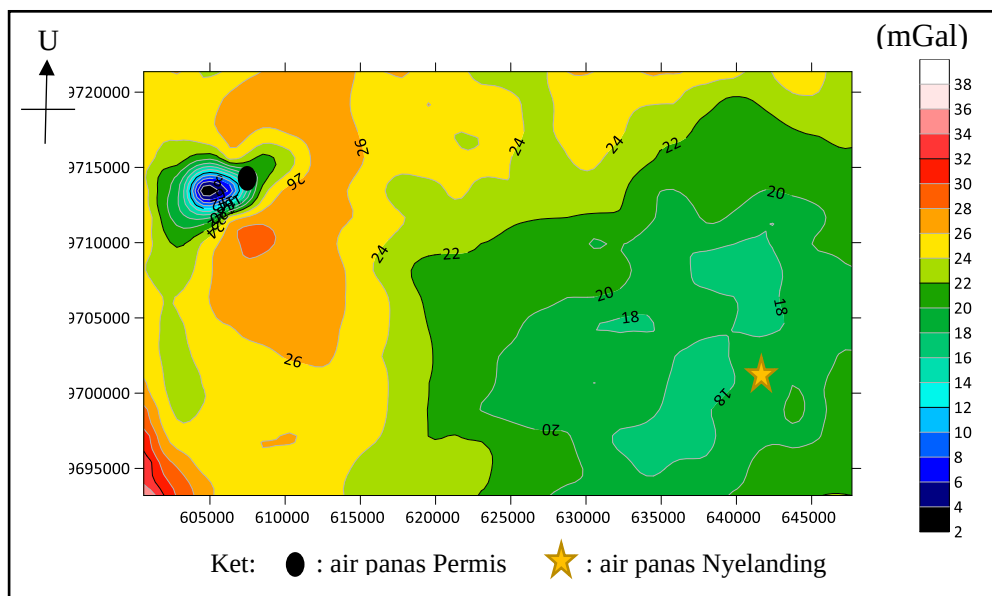
Anomali residual merupakan anomali yang berhubungan dengan struktur lokal. Anomali residual menggambarkan distribusi kecepatan batuan dangkal [4]. Batuan yang terletak pada kedalaman dangkal umumnya memiliki nilai anomali yang bervariasi, hal tersebut disebabkan oleh batuan yang bervariasi. Pola sebaran anomali residual dapat dilihat pada Gambar 4, dimana variasi nilai anomali regional ditunjukkan dengan warna biru tua hingga ungu muda. Nilai anomali

residual tinggi mengidentifikasi bahwa batuan pada daerah tersebut memiliki densitas tinggi yang memiliki kemenerusan dari kedalaman yang dalam hingga kedalaman yang dangkal.



Gambar 3. Kontur Anomali Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan struktur geologi di daerah Permis terdapat sesar yaitu sesar normal dan sesar mendatar. Sesar normal berarah Timurlaut – Baratdaya dan sesar mendatar berarah Baratlaut – Tenggara, hal tersebut berkaitan dengan nilai anomali yang tinggi pada daerah tersebut. Struktur sesar yang berarah Baratlaut – Tenggara diperkirakan sebagai pengontrol adanya manifestasi panas bumi berupa mata air panas di daerah Permis. Pada gambar 4 terdapat anomali tinggi pada daerah mata air panas Permis, hal ini diinterpretasikan sebagai adanya batuan granit yang diduga sebagai sumber panas di daerah penelitian. Berdasarkan struktur geologi di sekitar panas bumi Nyelanding, terdapat berupa sesar mendatar berarah Timurlaut – Baratdaya serta sesar normal dan sesar mendatar berarah Baratlaut – Tenggara. Pada daerah ini ditunjukkan adanya singkapan batu granit yang mengelilingi panas bumi Nyelanding. Batu granit dibawah permukaan diperkirakan merupakan batuan yang menghantarkan panas pada manifestasi panas bumi di daerah penelitian.



Gambar 4. Kontur Anomali Residual Daerah Penelitian

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan yaitu *Complete Bouger Anomaly* sebesar 10 mGal – 48 mGal. Anomali regional 7,4 mGal – 38 mGal dan anomali residual 2 mGal - 38 mGal. Anomali residual daerah penelitian berkaitan dengan keberadaan sesar lokal di daerah permis dan nyelanding.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. N. Faridah and A. Krisbiantoro, "Analisis Distribusi Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Gunung Lamongan, Tiris-Probolinggo, Jawa Timur," *BERKALA FISIKA*, vol. 17, no. 2, pp. 67-72, 2014.
- [2] J. Pitulima and R. N. Siregar, "Identifikasi Struktur Geologi Sumber Air Panas Non Vulkanik Desa Nyelanding Bangka Selatan dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner," in *Seminar Nasional Riset Terapan*, 2016.
- [3] T. Kusmita, A. M. Fath, N. MZ and W. Joni, "Magnetotelluric method aplication for conceptual modelling of geothermal system Pariangan West Sumatera," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020.
- [4] R. Firdaus, S. Oktaviyani, P. Hardianti, T. Kusmita and A. Indriawati, "Identification of Subsurface Rock Structure of Non-Volcanic Geothermal Systems Based on Gravity Anomalies (Terak Village, Central Bangka Regency)," *Journal of Applied Geospatial Information*, vol. 5, no. 2, pp. 539-543, 2021.
- [5] R. N. Siregar and W. B. Kurniawan, "2D Interpretation of Subsurface Hot Spring Geothermal Structure in Nyelanding Village Through Schlumberger Geoelectructicity Configuration Method," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuni*, vol. 7, no. 1, pp. 81-87, 2018.
- [6] D. A. B. Putri and A. Harianja, "Identifikasi Prospek Panas Bumi Radiogenik Menggunakan Landsat-8 dan Gravitasi di Daerah Permis.," *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, pp. 52-70, 2021.
- [7] W. M. Telford, L. P. Geldart, R. E. Sherif and D. D. Keys, *Applied Geophysics First Edition*, New York: Cambridge University Press, 1988.
- [8] W. M. Telfold, L. P. Geldart and R. Sheriff, *Applied Geophysics Second Edition*, New York: Cambrige University Press, 1990.
- [9] M. I. Sugita, A. F. Janah, D. Rahmawati, S. and K. , "Analisis Data Gaya Berat Di Daerah Bendan Duwur Semarang," *Journal of Research and Technology*, Vols. Vol.6, No.1, pp. 81-90, 2020.
- [10] J. M. Reynolds, *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*, England: Jhon Willey & Sons., 1997.
- [11] P. Nugraha, "Penentuan Kedalaman Optimum Anomali Gaya Berat Denga Metode Korelasi Antara Analisis Spektrum dan Continuation Studi Kasus Semarang Jawa Tengah," *Skripsi*, 2016.
- [12] Supriyadi, Khumaedi, Sugiyanto and F. Setiaswan, "Pemisahan Anomali Regional dan Residual Data Gaya Berat Studi Kasus Di Kota Lama Semarang," *Physics Education Research Journal*, Vols. Vol.1, No.1, pp. 29-36, 2019.
- [13] M. Anggraini, R. N. Siregar and A. Singarimbun, "Identifikasi Unsur Radioaktif Batu Granit Nyelanding (Bangka Selatan) Menggunakan Metode X-Ray Fluorescence," *Journal of Science And Applicative Technology*, 2019.