



Analisis Anomali Gravity Daerah Panas Bumi Non-Vulkanik Di Bangka Tengah (Studi Kasus Panas Bumi Terak dan Keretak)

Eri Gusnia^{*)}, Tri Kusmita dan Anisa Indriawati

Jurusan Fisika, Universitas Bangka Belitung

JL. Kampus Peradapan, Kampus Terpadu Balunijuk Gd. Dharma Penelitian Lt 1, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia 33172

^{*)}E-mail korespondensi: erigusnia2019@gmail.com

Info Artikel: Abstrack

Dikirim:
10 Mei 2022

Revisi:
15 Juni 2022

Diterima:
30 Juni 2022

Keywords:

Gravity, Non-volcanic
Geothermal,
Keretak, Terak

Central Bangka is one area that has geothermal potential such as the Terak and Keretak area. These area have hot spring manifestation. Geothermal manifestations in Bangka is the type of non-volcanic radiogenic geothermal. Origin sources of this manifestation suspected from rocks run into the crack, folds and faults. The purpose of this study was to identify rock spreading in geothermal area and it's correlation between geothermal manifestation in Terak and Keretak.

he data obtained from the TOPEX/Poseidon satellite is in the form of FAA (Free Air Anomaly) data. The data is then corrected using Burger correction and field correction. Spectral analysis was performed by Fourier transform with moving average filter. The results showed that Complete Bouger Anomaly has 13 mGal-39 mGal. Regional anomaly has 5,4 mGal - 9.8 mGal. Residual anomaly has 7 mGal sampai 29 mGal. There area was consist of intrusive granite rock from the Granite Klabat formation, clas and sandstone from Tanjung Genting Formation. Gravity anomaly shown Geothermal Terak and Keretak are composed of the same distribution of rock.

PENDAHULUAN

Panas bumi Bangka memiliki sistem panas bumi non-vulkanik yang sumbernya bukan berasal dari aktivitas vulkanisme [1]. Sumber panas bumi di Bangka di duga berasal dari batuan yang mengalami singkapan ataupun lipatan dan patahan [2]. Salah satu daerah Bangka yang memiliki sumber panas bumi berasal di daerah Bangka Tengah khususnya di Terak dan Keretak. Manifestasi panas bumi di Terak dan Keretak berupa mata air panas [3]. Di daerah panas bumi Keretak memiliki struktur batuan berupa air tanah, tanah lempung, tanah lanau, batupasir, kerikil kering dan batu granit [4]. Sumber panas bumi di Bangka Tengah di duga berasal dari batuan granit yang mengalami rekahan yang dihasilkan dari peluruhan unsur radioaktif seperti uranium, thorium dan potasium [5]. Singkapan dan rekahan pada batuan granit menyebabkan energi panas keluar dari batuan yang berinteraksi langsung dengan lapisan sekitarnya [2]. Hal inilah yang menyebabkan panas bumi di Bangka Tengah termasuk ke dalam panas bumi tipe radiogenik. Struktur batuan bawah permukaan sistem panas bumi non-vulkanik di Desa Terak berupa batupasir, granit dan diorit.

Struktur geologi dan densitas batuan pada sistem panas bumi dapat diidentifikasi menggunakan metode *gravity* [6] [7] maupun metode Magnetotelurik [8]. Metode *gravity* melibatkan hukum newton yang dinyatakan oleh persamaan 1 berikut [9]:

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

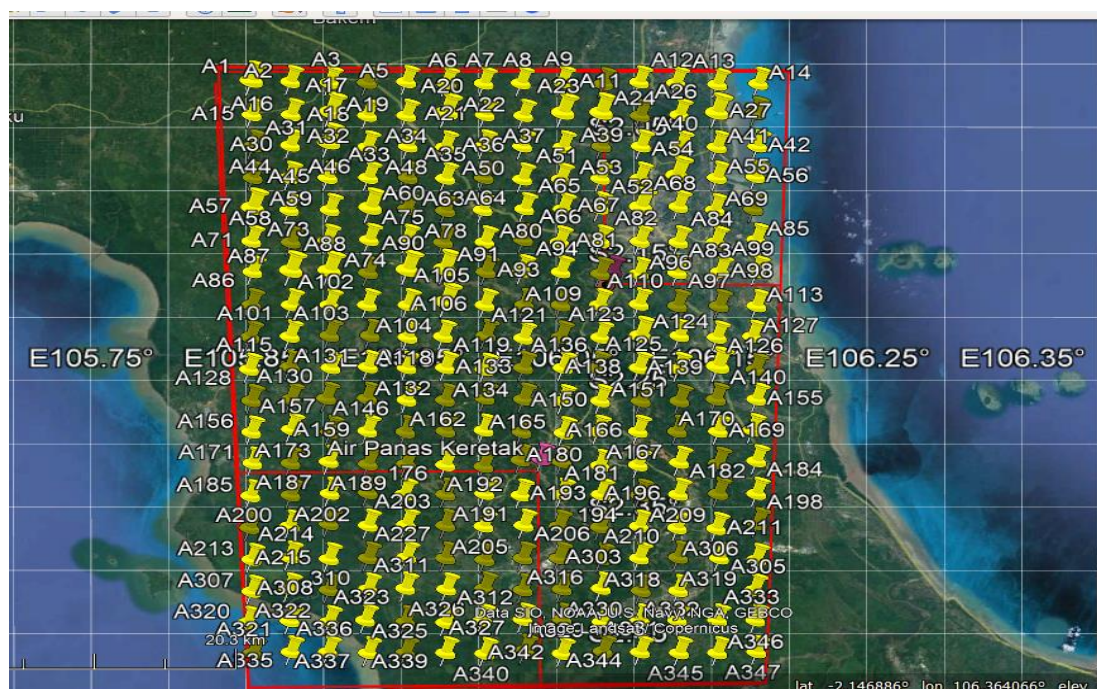
Keterangan :

- F = gaya pada antara m_1 dan m_2 (Newton)
- m_1, m_2 = massa benda (kg)
- γ = konstanta gravitasi universal ($6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{g}^2$)
- r = jarak m dan m (m)

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui kelurusan tektonik dan struktur bawah permukaan panas bumi di Bangka Tengah dengan menggunakan metode *gravity*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di air panas Terak dan air panas keretak, Bangka Tengah. Titik kordinat pengambilan adalah koordinat longitude ($595451.6701^\circ - 630636.2023^\circ$) dan latitude ($9776205.729^\circ - 9726478.077^\circ$) dengan luas wilayah $\pm 37 \times 54$ Kilometer.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data yang digunakan diperoleh melalui satelit TOPEX yang dapat diakses di laman <https://topex.ucsd.edu>. Data tersebut berupa data elevasi dan *free air anomaly* (FAA). Nilai *simple bourger anomaly* (SBA) diperoleh dari persamaan 2 [10] :

$$SBA = FAA - BC \quad [2]$$

dimana SBA (*Simple Bourger Anomaly*) dalam mGal, FAA (*Free Air Anomaly*) dalam mGal, dan BC (*Bourger Correction*) dalam mGal. Selanjutnya dilakukan koreksi bourger dan koreksi medan. Koreksi bourger bertujuan untuk menghilangkan tarikan massa yang berada di titik pengamatan dan titik acuan [11] Persamaan koreksi bourger dapat diperoleh melalui persamaan 3 sebagai berikut :

$$BC = 2\pi g\rho h \quad \text{atau} \quad BC = 0.04188h\rho \quad [3]$$

Dengan, BC : Koreksi Bourger (mGal)

H : Elevasi (m)

ρ : Densitas rata-rata pada batuan ($2,67\text{g/cm}^3$)

Koreksi medan bertujuan untuk mendapatkan kontur complete bourger anomaly (CBA) dengan menggunakan software oasis montaj. Adapun persamaan complete bourger anomaly (CBA) dapat diperoleh melalui persamaan 4 sebagai berikut [12]:

$$BCA = SBA + TC \quad [4]$$

dengan CBA (*Coumplete Bourger Anomaly*) dalam mGal, TC (*Terrain Correction*) dalam mGal, dan SBA (*Simple Bourger Anomaly*) dalam mGal.

Pemisahan anomali regional dan residual dari CBA dilakukan dengan analisis spektral. Analisis spektral dilakukan dengan menerapkan persamaan transformasi fourier. Hal ini dilakukan karena data yang diperoleh berupa data dalam domain spasial, sehingga harus ditransformasikan menjadi domain frekuensi atau bilangan gelombang (k) [13]. Penentuan anomali regional-residual dilakukan dalam domain frekuensi karekan anomali regional berasosiasi dengan frekuensi rendah sedangkan anomali residual berasosiasi dengan frekuensi tinggi. Adapun persamaan dalam transformasi fourier untuk penampang data anomali bourger seperti pada persamaan 5 dibawah ini [14]:

$$F(k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-ikx} dx \quad [5]$$

Diketahui, nilai k adalah bilangan gelombang terhadap panjang gelombang λ atau frekuensi f . Nilai k dapat didapat melalui persamaan 6 sebagai berikut:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad [6]$$

Nilai k dan amplitudo bertujuan untuk menentukan lebar jendela pada proses filter *Moving Average*. Pemisahan anomali regional dan residual dilakukan menggunakan persamaan 7 sebagai berikut [15]:

$$\Delta T_{residual} = \Delta T - \Delta T_{reg} \quad [7]$$

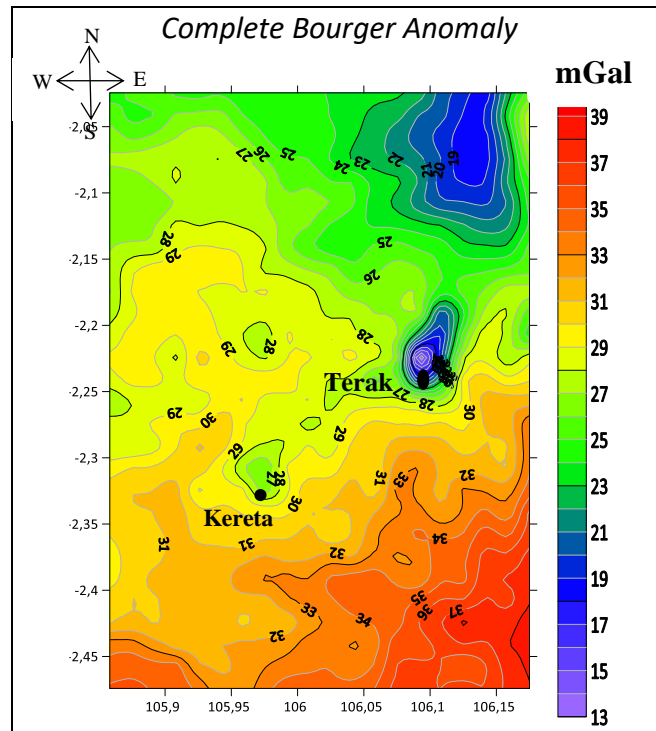
dimana, $\Delta T_{residual}$: besarnya anomali residual (mGal)

ΔT : besarnya anomali bourger (mGal)

ΔT_{reg} : besarnya anomali regional (mGal)

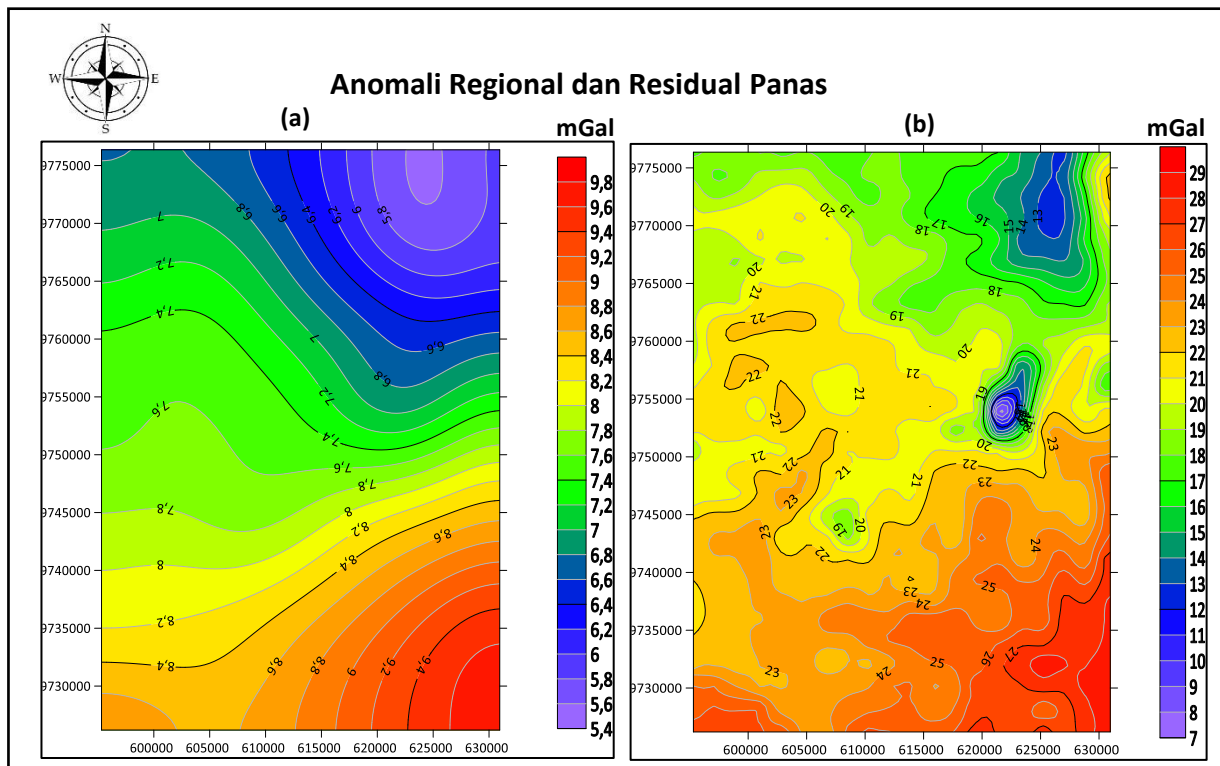
HASIL DAN PEMBAHASAN

Complete Bourger Anomaly (CBA) adalah nilai total dari anomali yang telah dikoreksi medan yang disebabkan oleh pengaruh rapat massa batuan yang menyebabkan adanya anomali regional dan anomali residual [16]. CBA digunakan untuk sebagai gambaran nilai densitas batuan bawah permukaan di daerah tersebut. Kontur *Complete Bourger Anomaly* (CBA) dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut. Kontur *Complete Bourger Anomaly* (CBA) memiliki rentang nilai 13 mGal hingga 39 mGal (Warna ungu hingga orange). Nilai CBA dibagi menjadi tiga rentang yaitu rentang tinggi, sedang dan rendah. Anomali tinggi terjadi pada rentang 31 mGal sampai 39 mGal (warna kuning hingga orange). Anomali sedang terjadi pada rentang 23 mGal sampai 30 mGal (warna hijau hingga hijau kekuningan). Anomali rendah terjadi pada rentang 13 mGal sampai 22 mGal (warna ungu hingga biru). Pola anomali rendah ini berada di daerah Timurlaut berada di daerah gunung Mangkol yang diindikasikan adanya batuan yang memiliki densitas rendah [17]. Nilai sebaran anomali tinggi diindikasikan batuan yang memiliki densitas batuan yang tinggi dibandingkan daerah sekitarnya. Nilai anomali tinggi terdiri dari granit sedangkan di daerah sekitarnya terdiri dari batuan sedimen pada formasi tanjung genting berumur Trias seperti batupasir dan batu lempung [18]. Pola anomali kontur yang tinggi menyebar pada bagian selatan di daerah sumber panas bumi.



Gambar 2. Kontur Complete Bourger Anomaly

Pemisahan regional dan residual menggunakan metode *Moving Average 5x5* (Gambar 3). Metode ini akan mempresentasikan kedalaman yang lebih dalam. Peta sebaran anomali regional ini menyajikan batuan dasar dari formasi batuan didaerah penelitian tersebut.



Gambar 3. (a) anomali Regional, (b) anomali residual

Berdasarkan pola sebaran anomali regional pada gambar 3(a), nilai anomali regional berkisar antara 5,4 mGal (warna ungu) sampai dengan 9,8 mGal (warna *orange*). Nilai anomali regional dibagi menjadi tiga rentang yaitu rentang tinggi, sedang dan rendah. Nilai anomali tinggi terjadi pada rentang 8,2 mGal sampai dengan 9,8 mGal (warna kuning sampai *orange*). Nilai anomali sedang terjadi pada rentang 7 mGal sampai dengan 8,2 mGal (warna hijau sampai hijau kekuningan). Nilai sebaran anomali yang rendah berada pada rentang 5,4 mGal sampai 7 mGal (warna ungu sampai biru). Anomali regional disebabkan oleh perbedaan densitas batuan pada daerah yang lebih dalam [6]. Nilai anomali tinggi dimungkinkan adanya batuan yang memiliki densitas dan ketebalan yang tinggi [19]. Nilai anomali sedang dimungkinkan adanya batuan yang memiliki densitas sedang dan kedalaman yang tinggi sedangkan nilai anomali rendah memiliki densitas rendah dan kedalaman yang tinggi. Pada anomali yang tinggi disebabkan adanya batuan yang memiliki densitas dan kerapatan yang tinggi hal ini didukung berdasarkan geologi daerah yang terdiri granit klabat yang mengalami rekahan dan tersesarkan. Pada anomali rendah adanya rekahan yang dipengaruhi oleh kerapatan batuan bawah permukaan.

Anomali residual adalah anomali lokal yang disebabkan oleh sumber-sumber anomali gravitasi yang berada pada posisi dangkal [6]. Sebaran anomali residual dapat dilihat pada gambar 3(b). Nilai sebaran anomali residual berbeda-beda disebabkan adanya densitas batuan yang berbeda [19]. Berdasarkan gambar 3, nilai anomali residual berkisar antara 7 mGal sampai 29 mGal (warna ungu sampai *orange*). Anomali tinggi berada pada rentang nilai 21 mGal sampai 29 mGal (warna kuning sampai *orange*). Anomali sedang berada pada rentang nilai 14 mGal sampai 20 mGal (warna hijau hingga hijau kekuningan) sedangkan anomali rendah berada pada rentang 7 mGal sampai 13 mGal (warna ungu hingga biru).

Nilai anomali tinggi pada bagian Barat menyebar ke bagian Baratdaya, Selatan, Tenggara dan Timur yang dimungkinkan adanya batuan yang memiliki densitas tinggi dari kedalaman yang dalam hingga dangkal. Nilai anomali sedang dibagian Barat laut menyebar ke Utara hingga Timurlaut. Nilai anomali rendah berada di Baratdaya dan menurun ke Timurlaut yang dimungkinkan adanya batuan yang memiliki densitas lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya. Berdasarkan peta geologi regional di daerah yang memiliki anomali tinggi disebabkan dari hasil intrusif batuan granit dari formasi granit Klabat yang memiliki struktur sesar atau rekahan pada lapisan batuan daerah tersebut [18]. Formasi granit Klabat terdiri dari jenis satuan granit, granodiorit, adamalit, diorit dan diorit kuarsa yang mengalami kekar dan tersesarkan [20]. Nilai sebaran anomali sedang dan rendah ini diindikasikan batuan yang berada pada formasi tanjung genting berumur Trias [6]. Batuan tersebut berupa batupasir dan batu lempung [20]. Dari gambar 3 terlihat bahwa air panas Keretak dan air panas Terak ini memiliki kelurusan tektonik yang bisa diindikasikan mempunyai struktur batuan yang sama.

KESIMPULAN

Hasil analisis anomali *gravity* pada daerah air panas Terak dan Keretak Kabupaten Bangka Tengah memperlihatkan bahwa di daerah penelitian terdiri dari batuan granit intrusif dari formasi Granit Klabat, klas dan batupasir dari Formasi Tanjung Genting. Anomali gravitasi yang ditunjukkan Geothermal Ketak dan Keretak tersusun atas sebaran batuan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.

- [2] 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.
- [3] D. E. Direktorat Panas Bumi, *Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1*, Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017.
- [4] Yunizar, "Analisa geolistrik untuk identifikasi sebaran sumber air panas menggunakan konfigurasi schlumberger di Desa Kretak Kecamatan Sungaiselan Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung," Universitas Bangka Belitung, Bangka, 2015.
- [5] C. Zang, S. Hu, S. Zhang, S. Li, L. Zhang, Y. Kong, Y. Zuo, R. Song, G. Jiang and Z. Wang, "Radiogenic Heat Production Variations in The Gonghe Basin, Northeastern Tibetan Plateau: Implications For the origin of High-Temperature Geothermal Resoirces," *Renewable Energy*, vol. 148, pp. 284-297, 2020.
- [6] 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.
- [7] N. Hidayat and A. Basid, "Analisis Anomali Gravitasi Sebagai Acuan Dalam Penentuan Struktur Geologi Bawah Permukaan dan Potensi Geothermal," *Jurnal Neutrino*, vol. 4, no. 1, pp. 35-47, 2011.
- [8] 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.
- [9] W. M. Telford, L. P. Geldart and R. Sheriff, *Applied Geophysics Second Edition*, New York: Cambrige University Press, 1990.
- [10] D. J. W. Cooper, M. Y. Ali, M. Searle and A. Al-azki, "Salt intrusions in Jabal Qumayrah, northern Oman Mountains: Implications from structural and gravity investigations," *Georabia Manama*, vol. 18, pp. 141-176, 2013.
- [11] I. LATifah, "Penentuan Anomali Bourger dan Densitas Rata-Rata Batuan Berdasarkan Data Gravtasi di Daerah Semarang," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2010.
- [12] J. M. Reynolds, *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*, England: Jhon Willey & Sons., 1997.
- [13] O. Yilmaz, *Seismic Data Analysis: Processing, Inversion, and Interpretation of Seismic Data*, Society of Exploration Geophysicists, 2010.
- [14] supriyadi, "Studi Gaya Berat Relatif di Semarang," *Jurnal Fisika Indonesia*, vol. 5, pp. 54-61, 2009.
- [15] J. Purnomo, S. Koesuma and M. Yunianto, "Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode Moving Average, Polynomial dan Inversion," *Indonesian Journal of Applied Physics*, vol. 3, no. 1, 2013.
- [16] M. I. Sugita, A. F. Janah and K. Supriyadi, "Analisis Data Gaya Berat Di daerah Bendan Duwur Semarang," *Jurnal of Research and Technology*, vol. 6, p. 2020.
- [17] T. Padmawidjaja, "Deliniasi Endapan Timah Berdasarkan Analisis Anomali Gaya Berat Di Daerah Bangka Selatan.," *Buletin Sumber Daya Geologi*, vol. 8, 2013.

- [18] 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.
- [19] G. N. Afni and T. Kusmita, "Identifikasi Struktur Tektonik Sistem Geothermal Non-Vulkanik Daerah Nyelanding dan Permis Bangka Selatan Menggunakan Metode Gravity," *JRFI*, vol. 2, no. 1, pp. 1-6, 2022.
- [20] A. Manga and B. Djamal, "Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Sumatra.," in *Peta Geologi Sumatera*, Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1990.