

ANALISIS *RADIALLY AVERAGED POWER SPEKTRUM* (RAPS) DALAM PEMISAHAN ANOMALI MEDAN MAGNETIK DAERAH PANAS BUMI TERAK, KABUPATEN BANGKA TENGAH

Tri Kusmita^a, Yuant Tiandho, dan Siska Oktaviyani

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Balunujuk, Bangka, Bangka Belitung, Indonesia 33172

^{a)} email korespondensi: trikusmita@ubb.ac.id

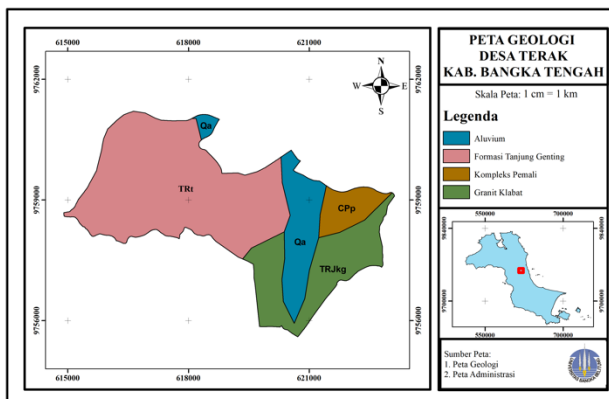
ABSTRAK

Sistem panasbumi yang terdapat di daerah Terak, Kabupaten Bangka Tengah merupakan salah satu jenis sistem panasbumi non-vulkanik yang berasosiasi dengan keberadaan batuan granit yang mengalami peluruhan radioaktivitas sebagai sumber panas. Identifikasi bawah permukaan wilayah panas bumi dapat dilakukan dengan metode geofisika, salah satunya yaitu metode magnetik. Anomali magnetik total hasil reduksi masih memuat anomali regional (kedalaman dalam dan luasan area yang lebih luas) dan residual (kedalaman dangkal dengan luasan area lokal). Maka dari itu, diperlukan pemisahan anomali residual dan regional untuk mendapat informasi sesuai target yang dingin di capai. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah menggunakan metode analisis kurva *Radiantly Averaged Power Spektrum* (RAPS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat memisahkan anomali regional, residual serta noise dengan lebih baik menggunakan bantuan bandpass filter. Anomali regional menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara -3.1726 nT hingga 4.3847 nT. Anomali residual menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara -1.9455 nT hingga 1.4332 nT. Nilai ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai anomali Total yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan anomali regional dan residul yang dihasilkan merupakan power spektrum yang dihasilkan dari pemisahan anomali yang dilakukan.

Kata kunci: anomali, magnetik, Terak, RAPS

PENDAHULUAN

Panas bumi di Pulau Bangka berasal dari proses radiogenik atau peluruhan unsur radioaktif seperti Torium, Kalium, dan Uranium dalam batuan granit (ESDM, 2017). Begitu juga halnya panasbumi di Terak, Bangka Tengah. Daerah terak secara umum tersusun oleh batuan metamorf berumur permo-karbon, batuan beku plutonik tua berupa granit berumur trias, dan endapan permukaan, serta endapan aluvium (Gambar 1).



Gambar 1. Geologi daerah Terak

Struktur dominasi berupa struktur sesar mendatar berarah timurlaut – baratdaya, sesar normal dan sesar mendatar berarah baratlaut-tenggara (Margono, Supandjono, & E, 1995). Beberapa penelitian tentang

panasbumi di Desa Terak telah dilakukan antara lain identifikasi struktur batuan bawah permukaan dengan metode gravity (Firdaus, et al., 2021; Gusnia & Kusmita, 2023), analisis anomali gravity (Gusnia, et al., 2022), dan sebaran batuan berdasarkan anomali magnetik (Alawiyah and Kusmita, 2022). Data magnetik yang terukur merupakan jumlah medan magnet yang dihasilkan oleh variasi distribusi batuan bawah permukaan serta keadaan regional di sekitar daerah penelitian (Alawiyah and Kusmita, 2022).

Dalam pengolahan data magnetik, data yang diperoleh akan dilakukan koreksi data berupa koreksi harian dan IGRF (International Geomagnetic Reference Field) untuk memperoleh data anomali intensitas medan magnetik total (TMI). Anomali intensitas medan magnetik total (TMI) merupakan gabungan antara komponen anomali residual dan anomali regional. Anomali residual dipengaruhi oleh struktur bawah permukaan kedalaman dangkal, sedangkan anomali regional dipengaruhi oleh struktur bawah permukaan kedalaman dalam (Telford, et al., 1990). Target survei dalam eksplorasi panas bumi merupakan struktur berskala kecil yang berada dalam kedalaman dangkal, dan respons magnetik dari target tersebut masih menyatu pada medan anomali regional yang berasal dari sumber magnet yang lebih besar atau lebih dalam dari target (Reynolds, 2011). Interpretasi dan pemodelan numerik dilakukan pada data anomali residual, dan interpretasi sangat bergantung pada keberhasilan

pemisahan anomali residual dan regional (Li & Oldenburg, 1998). Maka dari hal tersebut perlu dilakukan pemisahan anomali residual dan regional.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk pemisahan anomali residual dan regional seperti metode *trend surface analysis* (Nugraha and Santoso, 2021), polinomial, *moving average* dan inversi (Purnomo, Koesuma and Yuniyanto, 2013) maupun *digital filtering* dan *Radially Averaged Power Spektrum* (RAPS) (Gunawan, Anjani and Anjalni, 2022). Digital filtering digunakan pada data observasi dimana domain spasial ditransformasikan ke dalam domain bilangan gelombang dimana menggunakan transformasi Fourier. Pendekatan domain bilangan gelombang sangat efisien dan mudah dilakukan, pendekatan ini menjadi metode populer untuk pemisahan residual dan regional (Li & Oldenburg, 1998). Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode analisis kurva Radially Averaged Power Spektrum (RAPS) menggunakan filter bandpass. Kurva RAPS merupakan kurva hubungan antara ln power terhadap frekuensi. Kurva ini memuat anomali regional dan anomali residual. Pemisahan anomali dilakukan dengan penentuan zona cut off-nya dapat dilihat dari titik yang paling terjal pada kurva tersebut. Sementara, Filter bandpass meloloskan frekuensi (bilangan gelombang) dalam interval tertentu. Selain itu, estimasi daya spektrum dapat ditentukan dari komponen residual, regional, maupun keduanya. Aplikasi spektrum dapat digunakan untuk mengestimasi variasi kedalaman magnetisasi batuan, khususnya 'kedalaman spektral' dari spektrum radial (Naidu & Mathew, 1998). Penelitian ini meliputi analisis spektrum data anomali magnetik untuk menganalisis variasi anomali residual dan regional wilayah panas bumi Desa Terak, Kabupaten Bangka Tengah.

METODE PENELITIAN

Akuisisi data magnetik dilakukan di daerah manifestasi panas bumi Desa Terak, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Batas koordinat akuisisi data yaitu koordinat lintang (-2.196°) – (-2.185°) dan koordinat bujur (106.081°-106.088°). pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan Geosoft Oasis Montaj. Data magnetik yang diperoleh kemudian dilakukan koreksi berupa koreksi harian dan IGRF untuk memperoleh anomali intensitas medan magnet total (TMI). Pemisahan anomali residual dan regional dilakukan dengan metode Radially Averaged Power Spektrum (RAPS) menggunakan data anomali intensitas medan magnet total (TMI).

Koreksi Harian

Koreksi harian dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnetik luar bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek intensitas magnetik di ionosfer. Perhitungan koreksi harian berdasarkan pada Persamaan (1) berikut (Blakely, 1995).

$$\Delta H = H_{total} \pm \Delta H_{harian} \quad (1)$$

Koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*)

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnetik utama bumi. Nilai IGRF

ditetapkan oleh *International Association of Geomagnetism and Aeronomy* (IAGA) dan diperbarui per 5 tahun. Perhitungan koreksi IGRF berdasarkan pada Persamaan (2) berikut (Blakely, 1995).

$$\Delta H = H_{total} \pm \Delta H_{harian} \pm H_0 \quad (2)$$

dimana, H_0 adalah medan magnet IGRF (nT)

Pemisahan Anomali dengan *Radially Averaged Power Spektrum* (RAPS)

Anomali intensitas medan magnet total (TMI) diperoleh setelah data magnetik dikoreksi. Transformasi Fourier dilakukan untuk mengubah anomali intensitas medan magnet total dalam domain spasial menjadi domain bilangan gelombang. Filter Bandpass dilakukan untuk menyaring fungsi bilangan gelombang dalam interval tertentu. Spektrum daya anomali medan magnet total ($\Phi_{\Delta T}$) dipaparkan dalam Persamaan (3) berikut (Blakely, 1995).

$$\Phi_{\Delta T}(k_x, k_y) = \Phi_M(k_x, k_y) \cdot F(k_x, k_y)$$

dengan,

$$F(k_x, k_y) = 4\pi^2 C_m^2 |\Theta_m|^2 |\Theta_f|^2 e^{-2|k|Z_t} (1 - e^{-|k|Z_b - Z_t})^2 \quad (3)$$

dimana $\Phi_{\Delta T}$ adalah spektrum daya yang disebabkan oleh magnetisasi Φ_M , C_m adalah konstanta, Θ_m adalah faktor arah magnetisasi, Θ_f adalah faktor arah medan magnet, k_x adalah bilangan gelombang pada arah x, dan k_y adalah bilangan gelombang pada arah y, Z_b adalah kedalaman batas atas dari anomali magnetik, Z_t adalah kedalaman batas bawah dari anomali magnetik, $|\Theta_m|^2$ dan $|\Theta_f|^2$ adalah radial simetris dimana nilai radial rata-rata dari konstanta Θ_m dan Θ_f . Jika magnetisasi pada anomali $M(k_x, k_y)$ bersifat acak dan tidak bergantung satu sama lain, maka spektrum daya yang disebabkan oleh magnetisasi $\Phi_M(k_x, k_y)$ menjadi konstan, sehingga spektrum daya anomali medan magnet total $\Phi_{\Delta T}$ menjadi:

$$\Phi_{\Delta T}(|k|) = A e^{-2|k|Z_t} (1 - e^{-|k|(Z_b - Z_t)})^2 \quad (4)$$

dengan A adalah konstanta. Jika Panjang gelombang jauh lebih kecil dari dua kali ketebalan anomali sumber magnetisasi, maka Persamaan (4) menjadi:

$$\ln [\Phi_{\Delta T}(|k|)^{1/2}] = \ln B - |k|Z_t \quad (5)$$

dengan B adalah konstanta. Untuk memperkirakan kedalaman (Z_0) sumber anomali magnetik pusat, maka Persamaan (3) menjadi:

$$\Phi_{\Delta T}(|k|^{1/2}) = C e^{-2|k|Z_0} (e^{-|k|(Z_t - Z_0)} - e^{-|k|(Z_b - Z_0)})^2 \quad (6)$$

dengan C adalah konstanta. Jika panjang gelombang yang besar, maka Persamaan (6) menjadi:

$$\Phi_{\Delta T}(|k|)^{1/2} = C e^{-2|k|Z_0} (e^{|k|(-d)} - e^{-|k|(d)}) \approx C e^{-2|k|Z_0} 2|k|d \quad (7)$$

dengan $2d$ adalah ketebalan sumber anomali magnetik. Berdasarkan Persamaan (7), maka:

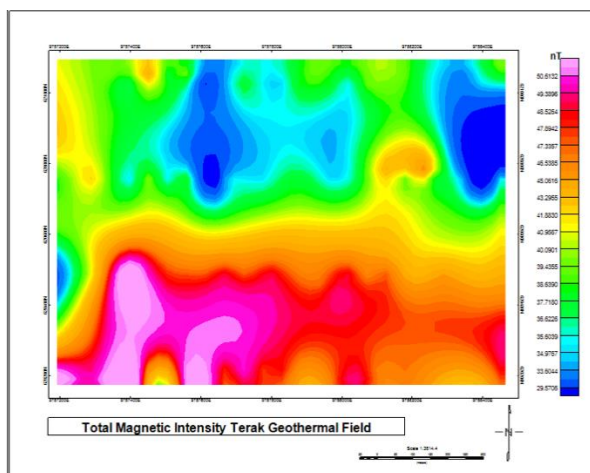
$$\ln \left\{ \left[\frac{\Phi_{\Delta T} (|k|)^{\frac{1}{2}}}{|k|} \right] \right\} = \ln D - |k|Z_0 \quad (8)$$

dengan D adalah konstanta. Berdasarkan kemiringan kurva spektrum daya anomali magnetik pada Persamaan (8), kedalaman pusat anomali magnetik (Z_0) dapat diprediksi. Kedalaman batas bawah anomali magnetik Z_b dapat dihitung dengan Persamaan (9) berikut.

$$Z_b = 2Z_0 - Z_t \quad (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geologi, Desa Terak secara umum tersusun oleh batuan metamorf berumur Permo-Karbon, batuan beku plutonik tua berupa granit berumur Trias, dan endapan permukaan, serta endapan aluvium (ESDM, 2017) seperti aluvium, batupasir, granit, granodiorit, diorit, dan diorit kuarsa (Margono, Supandjono, & E, 1995). Sebaran anomali intensitas medan magnet total (TMI) daerah penelitian berkisar 29.5705 nT hingga 50.6132 nT (Gambar 2). Variasi nilai intensitas magnet total tersebut disebabkan oleh perbedaan kandungan magnetik pada batuan dibawah permukaan. Sebaran anomali intensitas medan magnet total rendah berada pada nilai 29.5705 nT hingga 40.9567 nT yang direpresentasikan pada warna biru hingga hijau kekuningan. Anomali magnetik rendah berasosiasi dengan sumber panasbumi. Hal ini dikarenakan apabila batuan tersebut berada di sekitar sumber panas, maka batuan akan mengalami demagnetisasi (Huenges, 2010). Oleh karena itu, di daerah yang terdapat sumber panas menyebabkan intensitas medan magnet batuan akan lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya.

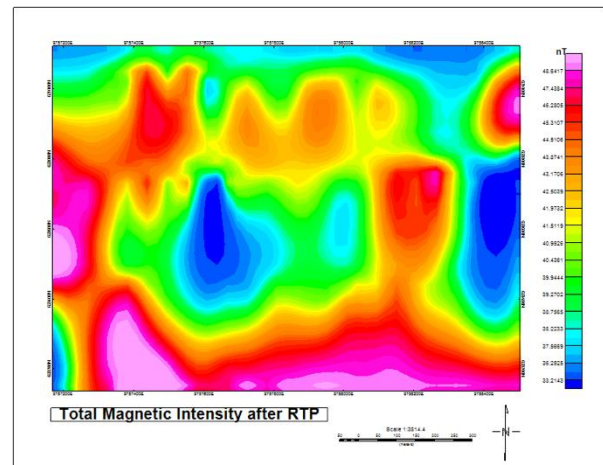


Gambar 2. Anomali Intensitas Medan Magnet Total (TMI)

Sebaran anomali intensitas medan magnet total tinggi berada pada nilai 40.9567 nT hingga 50.6132 nT yang direpresentasikan pada warna kuning hingga ungu. Anomali bernilai tinggi mengindikasikan nilai susceptibilitas yang relatif tinggi pada batuan dan adanya struktur geologi (Huenges, 2010). Anomali tinggi tersebar di bagian Selatan daerah penelitian, hal ini diperkirakan berkaitan dengan susunan bawah

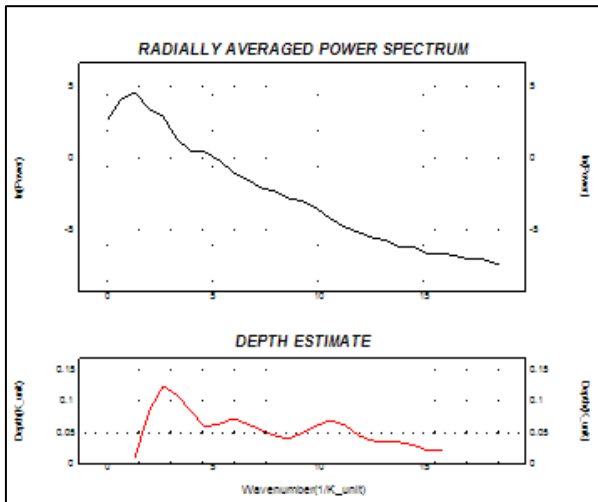
permukaan yang terdiri dari batuan granit hingga anomali (Margono, Supandjono, & E, 1995) yang belum mengalami ubahan sehingga masih memiliki nilai kemagnetan yang anomali tinggi (Telford, et al., 1990).

Anomali magnetik total kemudian dilakukan transformasi reduksi ke kutub (Gambar 3). Dengan transformasi reduksi ke kutub ini diharapkan dapat menghasilkan suatu pola anomali magnetik yang bersifat monopole atau satu kutub (Manzella, 1999), sehingga dapat memudahkan proses interpretasi karena lebih dapat menggambarkan sebaran anomali magnetik lokasi penelitian (Saputra, et al., 2020). Hasil anomali total setelah di reduksi ke kutub menunjukkan bahwa anomali tinggi terpusat di bagian barat daerah penelitian, memanjang hingga kearah baratdaya, menerus ke utara dan berakhir di bagian tenggara. Sementara anomali rendah terpusat di tengah daerah lintasan dan di sebelah timur daerah penelitian. Apabila mengacu kepada kondisi lapangan Ketika dilakukan survei, daerah, anomali rendah tersebut kemungkinan berasosiasi dengan keterdapatn manifestasi panasbumi yang berada di tengah daerah penelitian dan memiliki pola kemenerusan ke arah timur daerah penelitian.



Gambar 3. Anomali Magnetik Total setelah dilakukan transformasi ke kutub.

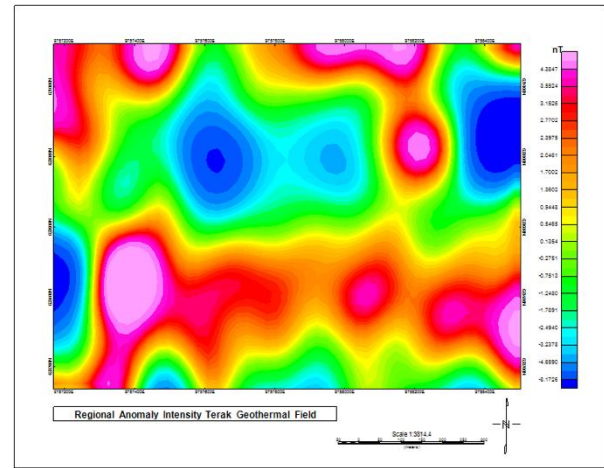
Dalam Gambar 4 berikut merupakan hasil perhitungan spektrum daya rata-rata secara radial dan estimasi kedalaman. Spektrum energi rata-rata secara radial adalah fungsi dari bilangan gelombang. Hal ini ditentukan dengan merata-ratakan energi ke segala arah untuk bilangan gelombang yang sama. Bilangan gelombang k adalah frekuensi spasial suatu gelombang yang diukur dalam siklus per satuan jarak (Nyakundi, et al., 2019). Kemiringan kurva spektrum daya rata-rata 2D secara radial berkaitan dengan kedalaman sumber anomali-anomali dibawah permukaan (Rasimeng, et al., 2018).



Gambar 4. Kurva Spektrum Daya Rata-Rata Secara Radial dan Estimasi Kedalaman.

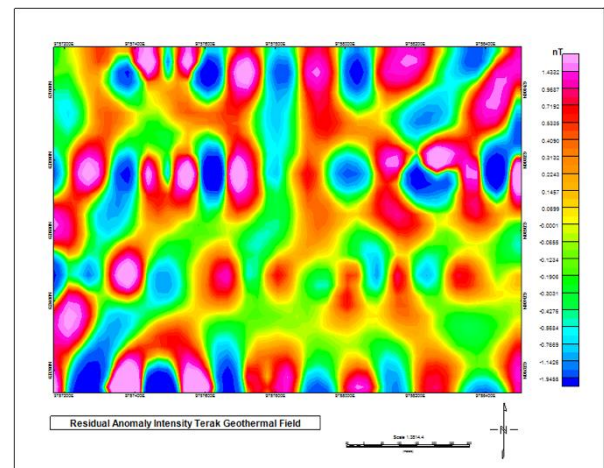
Spektrum daya anomali intensitas magnet total yang dihasilkan bergantung pada kedalaman, ketebalan, dan magnetisasi pada batuan sumber anomali. Bentuk spektrum daya dari anomali magnetik sebagian besar dipengaruhi oleh kedalaman rata-rata batuan. Spektrum daya meluruh secara eksponensial terhadap bilangan gelombang (sumbu x), pada laju peluruhan yang sebanding dengan kedalaman rata-rata (sumbu y). Berdasarkan hal tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan kedalaman sumber magnetik dari anomali total medan magnetik (Abdeslem & Ness, 1994).

Anomali regional ditampilkan oleh Gambar 4. Anomali regional merupakan anomali yang merepresentasikan batuan-batuan sumber anomali pada kedalaman dalam, bersifat lebih *smooth*, dan memiliki frekuensi rendah (Nettleton, 1954). Sebaran anomali regional daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara -3.1726 nT hingga 4.3847 nT (Gambar 5). Sebaran anomali regional rendah berada pada nilai -3.1726 nT hingga 0.1354 nT yang direpresentasikan pada warna biru hingga hijau kekuningan. Anomali rendah mengindikasikan batuan dengan nilai suseptibilitas batuan yang relatif rendah akibat keberadaannya di sekitar sumber panas, sehingga batuan tersebut akan mengalami degradasi kemagnetan (Huenges, 2010). Sebaran anomali regional tinggi berada pada nilai 0.5465 nT hingga 4.3847 nT yang direpresentasikan pada warna kuning hingga ungu. Anomali tinggi mengindikasikan batuan memiliki nilai suseptibilitas yang relatif tinggi. Berdasarkan peta geologi regional, jenis batuan dalam merupakan batuan beku seperti batuan Granit, Diorit, Granodiorit, dll (Margono, Supandjono, & E, 1995).



Gambar 5. Anomali Regional Intensitas Medan Magnet

Anomali residual direpresentasikan pada Gambar 6. Anomali residual merupakan anomali yang merepresentasikan batuan-batuan sumber anomali pada kedalaman dangkal dan memiliki frekuensi tinggi (Nettleton, 1954). Sebaran anomali residual daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara -1.9455 nT hingga 1.4332 nT. Setelah dilakukan pemisahan anomali, sebaran nilai anomali residual cenderung lebih kecil dari pada anomali intensitas magnet total. Sebaran anomali residual rendah berada pada nilai -1.9455 nT hingga -0.0001 nT yang direpresentasikan pada warna biru hingga hijau kekuningan. Sebaran anomali rendah cenderung bernilai negatif yang tersebar hampir diseluruh daerah penelitian.



Gambar 6. Anomali Residual Intensitas Medan Magnet

Anomali rendah merupakan nilai suseptibilitas batuan yang relatif rendah akibat keberadaannya di sekitar sumber panas, sehingga batuan tersebut akan mengalami degradasi kemagnetan (Huenges, 2010). Oleh karena itu, di daerah yang terdapat sumber panas akan memiliki nilai intensitas medan magnet batuan akan lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya. Sebaran anomali residual tinggi berada pada nilai 0.0699 nT hingga 1.4332 nT yang direpresentasikan

pada warna kuning hingga ungu. Anomali tinggi mengindikasikan batuan memiliki nilai suseptibilitas yang relatif tinggi.

Pemisahan anomali menggunakan analisis kurva *Radially Averaged Power Spektrum* (RAPS) menghasilkan nilai power spektrum anomaly regional dan residual yang relatif jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai anomali medan magnetik total. Akan tetapi metode ini lebih efektif digunakan dengan mengaplikasikan bandpass filter. Aplikasi bandpass filter dapat memisahkan anomali regional, residual dan juga noise berdasarkan rentang frekuensi yang bisa diatur sesuai rentang yang sebenarnya. Hal ini menyebabkan noise tidak tergabung dengan anomaly residual.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat memisahkan anomali regional, residual serta noise dengan lebih baik menggunakan bantuan bandpass filter. Anomali regional menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara -3.1726 nT hingga 4.3847 nT. Anomali residual menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara -1.9455 nT hingga 1.4332 nT. Nilai ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai anomali Total yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan anomali regional dan residul yang dihasilkan merupakan power spektrum yang dikasilkan dari pemisahan anomali yang dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung atas pendanaan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Bangka Belitung (LPPM UBB) melalui pendanaan PDTJ UBB 2020.

REFERENSI

- Abdeslem, J. G. & Ness, G. E., 1994. Inversion of the power spectrum from magnetic anomalies. *Geophysics*, 59(3), pp. 391-401.
- Alawiyah, U. & Kusmita, T., 2022. Sebaran Batuan Daerah Panas bumi Terak Bangka Tengah berdasarkan Anomali Magnetik. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 3(1), pp. 12-18.
- Blakely, R. J., 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ESDM, 2017. *Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Panas Bumi Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Firdaus, R. et al., 2021. Identification of Subsurface Rock Structure of Non-Volcanic Geothermal Systems Based on Gravity Anomalies (Terak Village, Central Bangka Regency). *JOURNAL OF Applied Geospatial Information*, 5(2), pp. 539-543.
- Gunawan, B., Anjani, A. and Anjalni, A., 2022. Identifikasi Pemodelan 2D dan Suhu Permukaan Daerah Panas Bumi Gunung Gede-Pangrango, Jawa Barat menggunakan Metode Gravitasi. *Journal of Engineering Environmental Energy and Sciece*, [online] 1(1), pp.1-14.
- Gusnia, E. & Kusmita, T., 2023. Identifikasi Batuan Penyusun Sistem Panas Bumi Non-Vulkanik Bangka Tengah Berdasarkan Penampang 2d Anomali Gaya Berat. *Journal Online Of Physics*, 8(3), pp. 8-13.
- Gusnia, E., Kusmita, T. & Indriawati, A., 2022. Analisis Anomali Gravity Daerah Panas Bumi Non-Vulkanik Di Bangka Tengah (Studi Kasus Panas Bumi Terak dan Keretak). *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 2(2), pp. 1-7.
- Huenges, E., 2010. *Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization*. s.l.:In Wiley-VCH.
- Li, Y. & Oldenburg, D. W., 1998. Separation of regional and residual magnetic field data. *Geophysics*, 63(2), pp. 431-439.
- Manzella, A., 1999. *Geophysical methods in geothermal exploration*. Pisa, Italy, International Institute for Geothermal Research.
- Margono, U., Supandjono, R. & E, P., 1995. *Peta Geologi Lembar Bangka Selatan, Sumatera*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Naidu, P. S. & Mathew, M., 1998. Power spectrum and its applications. *Advances in Exploration Geophysics*, Volume 5, pp. 75-143.
- Nettleton, L. L., 1954. Regional & Residuals, And Structures. *A Journal of General and Applied Geophysics*, Volume XIX, pp. 1-22.
- Nugraha, P. and Santoso, N.A., 2021. Penerapan Persamaan Trend Surface Analysis untuk Pemisahan Anomali Residual dan Regional pada Data Gayaberat. *Jurnal Geocelebes*, pp.102-115.
- Nyakundi, E., Githiri, J., k'Orowe, M. & Ombati, D., 2019. Spectral Analysis of Ground Magnetic Data Using Fast Fourier Transform In Eburru, Southern Rift, Kenya. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR-JAGG)*, 7(5), pp. 60-66.
- Rasimeng, S., Kadir, W. G. A., Grandis, H. & Abdullah, C. I., 2018. *Interpretation Of Curie Point Depth And Thermal Gradient Based On Magnetic Anomali Data At Southern Sumatra Geothermal Area*. Yogyakarta, Seminar Nasional Kebumihan-VII .
- Reynolds, J.M., 2011. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. 2nd ed. [online] United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- Saputra, Rizky S., Satria Putra, Y. and Suteja, A., 2020. Pemodelan Inversi 3D Daerah Panas Bumi Berbasis Data Anomali Magnetik di Kota Agung dan Sekitarnya, Provinsi Lampung. *PRISMA FISIKA*, 8(1), pp.71-78.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. & Sheriff, R. E., 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.