

Karakteristik Anomali Magnetik dari Metode Reduksi ke Kutub dan Reduksi ke Ekuator pada Struktur Sesar

Aulia Huda Pinandita^{1*}, Wahyu Sutresno²

^{1,2}Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

Alamat: Jl. Raya Perjuangan, Marga Mulya, Bekasi Utara, Jawa Barat.

Korespondensi penulis: aulia.huda.pinandita@dsn.ubharajaya.ac.id*

Abstract. *Magnetic interpretation has its own challenges due to the bipolar nature of the Earth's magnetic field. So it is necessary to apply the reduction to poles and reduction to equator methods to make structure's identification easier. In this research, magnetic data collection has been carried out in Lembang, West Java with the aim of validating the synthetic model anomaly results with field data to identify the position of the Lembang fault structure. By applying the pole reduction and equator reduction methods to magnetic anomaly field data, the structure of the Lembang Fault can be identified well and the anomaly character obtained from each method.*

Keywords: *Magnetic, Reduction to poles, Reduction to equator, Lembang fault*

Abstrak. Interpretasi magnetik memiliki tantangan tersendiri karena sifat dwikutub yang dimiliki oleh medan magnet Bumi. Maka perlu diterapkan metode reduksi ke kutub dan reduksi ke ekuator untuk mempermudah identifikasi struktur. Pada penelitian ini telah dilakukan pengambilan data magnetik di Lembang, Jawa Barat dengan tujuan memvalidasi antara hasil anomali model sintetik dengan data lapangan untuk mengidentifikasi posisi struktur sesar Lembang. Dengan menerapkan metode reduksi ke kutub dan reduksi ke ekuator pada anomali magnetik data lapangan, maka struktur Sesar Lembang dapat diidentifikasi dengan baik serta diperoleh karakter anomali dari masing-masing metode.

Kata kunci: Magnetik, Reduksi ke kutub, Reduksi ke Ekuator, Sesar Lembang

1. LATAR BELAKANG

Salah satu metode Geofisika yang sampai saat ini masih menjadi andalan dalam kegiatan eksplorasi, baik dalam menentukan daerah prospek panas bumi (Refiani, dkk., 2023), mengidentifikasi zona mineral (Arlin, dkk., 2023), serta pemetaan struktur-struktur geologi (Adiltha, dkk., 2024), yaitu metode Magnetik. Dimana pada metode Magnetik memanfaatkan medan magnet Bumi. Dibandingkan dengan metode Gravity, interpretasi data pada metode Magnetik lebih sulit untuk menentukan posisi anomali. Hal ini disebabkan adanya dwikutub pada medan magnet Bumi yang mempengaruhi data. Oleh karena itu, untuk mengurangi pengaruh adanya dwikutub medan magnet Bumi pada data Magnetik, perlu dilakukan metode Reduksi ke Kutub dan Reduksi ke Ekuator pada proses pengolahannya. Pada dasarnya, kedua metode ini mengasumsikan bahwa respon anomali magnetik seolah – olah berada di kutub atau di ekuator daerah pengukuran sehingga hasil reduksinya akan menunjukkan anomali yang bersifat monopol dan memudahkan dalam menginterpretasi anomali magnetik.

Pemodelan sintetik dari data magnetik yang dilakukan oleh (Rusman, dkk., 2023) menerapkan metode Reduksi ke Kutub dan Reduksi ke Ekuator pada pemodelannya. Dengan memodelkan beberapa balok, Rusman dkk., menunjukkan bahwa metode ini efektif untuk mengurangi pengaruh dwikutub medan magnet dan membantu dalam menginterpretasi posisi anomali. Untuk mengujinya pada data lapangan, maka penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data magnetik pada struktur sesar yang sudah diketahui keberadaannya, sehingga hasil pengujian dapat tervalidasi. Pengambilan data magnetik pada penelitian ini, dilakukan pada struktur Sesar Lembang.

2. KAJIAN TEORITIS

Konsep Reduksi ke Kutub pertama kali diperkenalkan oleh Baranov (1957) dimana Reduksi ke Kutub merupakan operasi konvolusi pada domain spasial. Sedangkan untuk menampilkan Reduksi ke Kutub dalam domain frekuensi, diterapkannya Fast Fourier Transform oleh (Bhattacharyya, 1965). Menurut (Gerovska, dkk., 2009), hasil dari metode Reduksi ke Kutub menjadi tidak akurat apabila inklinasi mendekati nol atau kurang dari 5° . Dari persamaan berikut, diketahui bahwa ketidakstabilan dapat terjadi apabila inklinasinya rendah bahkan mendekati 0, dan $D - \theta = \pm 90^\circ$.

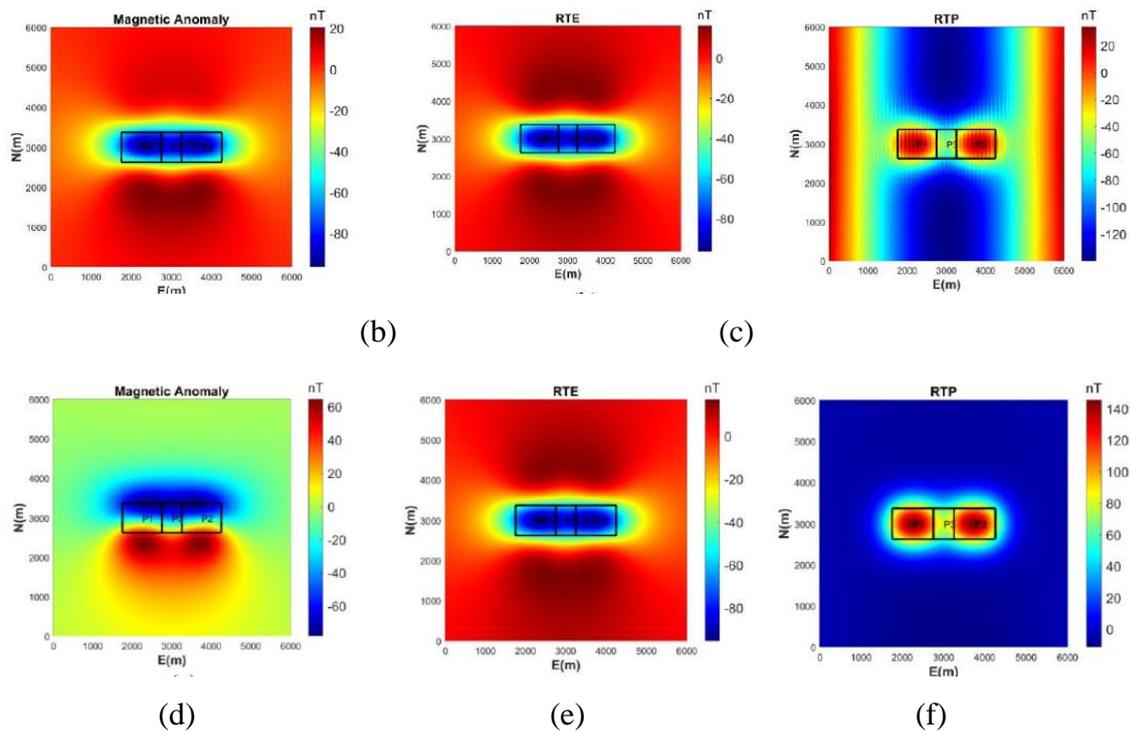
$$R(\theta) = \frac{1}{[\sin(I) + i\cos(D-\theta)]^2} \quad (i)$$

Sehingga (Blakely, 1995) mengusulkan penggunaan dari Reduksi ke Ekuator, dimana;

$$L(\theta) = \frac{1}{[\sin^2(I') + \cos^2(I')\cos^2(D-\theta)] \times [\sin^2(I) + \cos^2(I)\cos^2(D-\theta)]} \quad (ii)$$

Beberapa penelitian juga telah dilakukan oleh (Silva, 1986; Shi, dkk., 2012, Guo, dkk., 2013 Hao, dkk., 2018, Zuo, dkk., 2021) dalam mengatasi permasalahan Reduksi ke Kutub di daerah khatulistiwa.

Berdasarkan Gambar 1. oleh (Rusman, dkk., 2023), anomali magnetik hasil dari pemodelan sintetik pada inklinasi 5° dan 30° . Hasil model sintetik pada inklinasi 5° menunjukkan *low anomaly* yang merupakan karakter dari anomali yang berada di zona ekuator, begitupula dengan hasil reduksi ke ekuator. Sedangkan hasil reduksi ke kutub menunjukkan hal sebaliknya, yaitu *high anomaly* yang merupakan karakter dari anomali yang berada di zona kutub. Yang menjadi perhatian khusus yaitu pada model sintetik inklinasi 30° , benda berada diantara respon *high and low anomaly*. Hal ini yang menjadi ambiguitas atau permasalahan pada interpretasi anomali magnetik. Sehingga perlu menerapkan reduksi ke kutub atau reduksi ke ekuator.



Gambar 1. Anomali sintetik magnetik 5° (a), RTE 5° (b), RTP 5° (c), Anomali sintetik magnetik 30° (d), RTE 30° (e), RTP 30° (f). (Rusman, dkk., 2023)

Hal ini akan diterapkan pada penelitian kali ini dengan studi kasus pada struktur sesar yang sudah diketahui keberadaannya yaitu Sesar Lembang. Menurut (Junursyah, dkk., 2023) sesar Lembang merupakan sesar aktif. Sistem sesar Lembang didominasi dengan sesar normal. Sehingga akan menjadi target yang sesuai untuk memvalidasi hasil model sintetik yang dilakukan Rusman, dkk., 2023.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data Magnetik di Lembang, Jawa Barat dengan total 326 titik. Pengambilan data dilakukan dengan jarak antar titiknya 10 m menggunakan *Proton Precision Magnetometer* seperti pada Gambar 2. Data magnetik yang diperoleh, kemudian dilakukan *QC data*, koreksi variasi harian, dan koreksi IGRF untuk memperoleh anomali magnet total. Pengolahan data pada anomali magnet total dilakukan dengan menerapkan metode Reduksi ke Kutub dan Reduksi ke Ekuator untuk diinterpretasi.



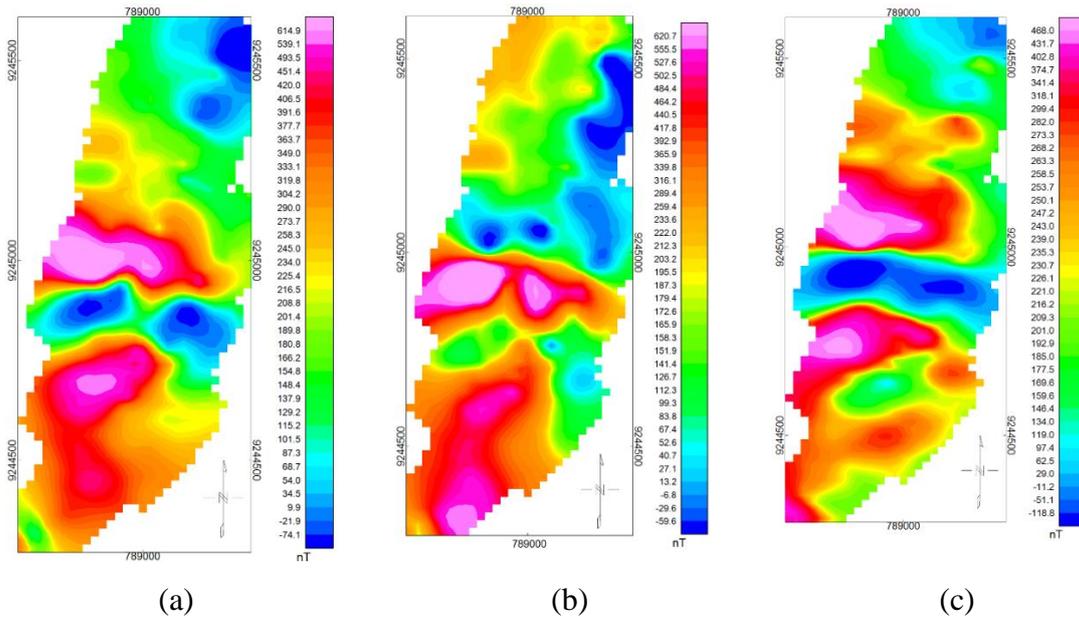
Gambar 2. Peta lokasi penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3. menunjukkan hasil dari penerapan metode Reduksi ke Kutub dan Reduksi ke Ekuator pada anomali magnet total daerah Sesar Lembang. Pada daerah ini termasuk pada daerah yang memiliki inklinasi 30° , sehingga target anomali Sesar Lembang berada dibawah respon *low and high anomaly* seperti yang ditunjukkan juga pada Gambar 4. dimana anomali medan magnet total memiliki nilai medan magnet dengan range -74.1 nT hingga 614 nT. Dalam hal ini, sulit untuk menentukan posisi Sesar Lembang.

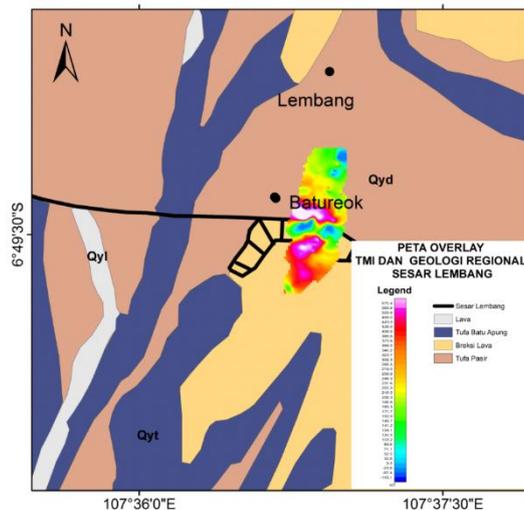
Sedangkan pada anomali hasil reduksi ke kutub maupun reduksi ke ekuator, Sesar Lembang dapat langsung diidentifikasi posisinya seperti pada Gambar 5. dan Gambar 6. Hal ini disebabkan oleh respon anomali magnetik yang seolah – olah berada di kutub atau di ekuator daerah pengukuran sehingga hasil reduksinya akan menunjukkan anomali yang bersifat monopol dan memudahkan interpretasi.

Pada anomali hasil reduksi ke ekuator, Sesar Lembang ditunjukkan dengan respon *low anomaly* yang merupakan karakter dari anomali yang berada di zona ekuator dengan range nilai medan magnet -118.8 nT hingga 468 nT. Sedangkan hasil reduksi ke kutub menunjukkan hal sebaliknya, Sesar Lembang ditunjukkan dengan respon *high anomaly* yang merupakan karakter dari anomali yang berada di zona kutub dengan *range* nilai medan magnet -59.6 nT hingga 620.7 nT.

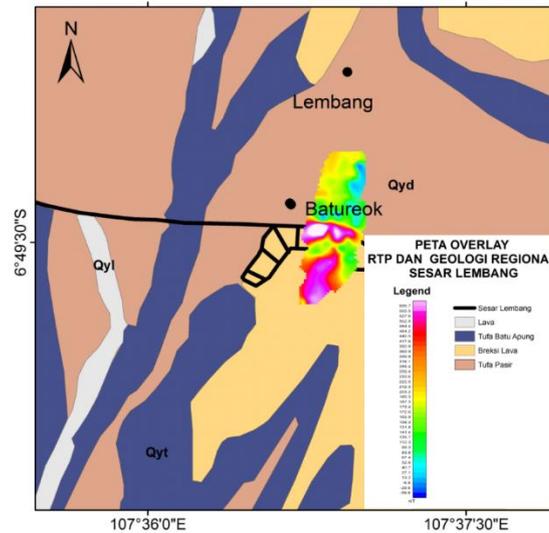


Gambar 3. Anomali magnet total (a), Reduksi ke Kutub (b), Reduksi ke Ekuator (c)

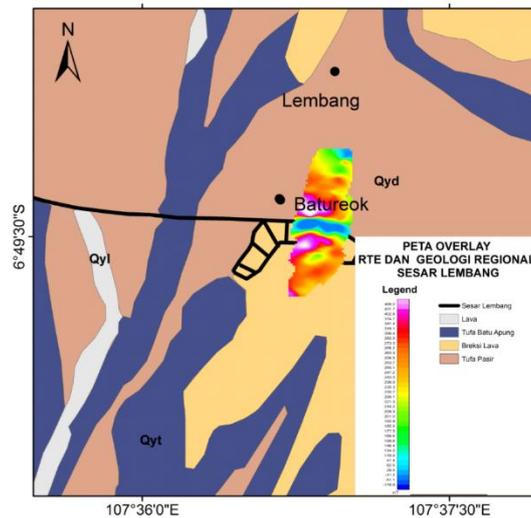
Untuk menentukan posisi Sesar Lembang terhadap hasil anomali magnetik baik reduksi ke kutub maupun reduksi ke ekuator, maka peta geologi regional pada Sesar Lembang hasil modifikasi dari (Silitonga, 1973) di-*overlay* dengan peta anomali magnetik yang dapat dilihat pada Gambar 4. Dapat dilihat Sesar Lembang ditunjukkan dengan simbol garis warna hitam, berada dibawah respon *low* and *high anomaly* dari anomali medan magnet total. Sedangkan pada Gambar 5. Sesar Lembang berada di bawah respon *high anomaly* dari hasil reduksi ke kutub. Begitu juga dengan Gambar 6. yang menunjukkan Sesar Lembang dapat diidentifikasi dari hasil reduksi ke ekuator yang digambarkan dengan respon *low anomaly*.



Gambar 4. Peta *Overlay* Geologi dengan Anomali Magnet Total.



Gambar 5. Peta *Overlay* Geologi dengan Anomali Reduksi ke Kutub.



Gambar 6. Peta *Overlay* Geologi dengan Anomali Reduksi ke Kutub

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa karakter dari anomali reduksi ke kutub pada struktur sesar Lembang menunjukkan respon *high anomaly*, sedangkan karakter dari anomali reduksi ke ekuator pada struktur sesar Lembang ditunjukkan dengan respon *low anomaly*. Hal ini bersesuaian dengan model sintetik yang dilakukan oleh Rusman, dkk., 2023. Maka, baik metode reduksi ke kutub maupun reduksi ke ekuator dapat dengan efektif menentukan posisi dari benda anomali.

DAFTAR REFERENSI

- Adiltha, F., Muhandi, M., & Perdhana, R. (2024). Identifikasi struktur patahan di Kabupaten Pangandaran dan sekitarnya berdasarkan data anomali magnetik. *Journal Online of Physics*, 9(3), 8-17. <https://doi.org/10.22437/jop.v9i3.34121>
- Arlin, M., Jahidin, & Ngkoimani, L. O. (2023). Identifikasi keterdapatan endapan emas menggunakan metode magnetik di daerah Wumbubangka Kecamatan Rarowatu Utara Kabupaten Bombana. *Einstein 's: Research Journal of Applied Physics*, 1(1), 22-33.
- Baranov, V. (1957). A new method for interpretation of aeromagnetic maps, pseudo-gravimetric anomalies. *Geophysics*, 22, 359-363. <http://dx.doi.org/10.1190/1.1438369>
- Bhattacharyya, B. K. (1965). Two-dimensional harmonic analysis as a tool for magnetic interpretation. *Geophysics*, 30(5), 829-857. <https://doi.org/10.1190/1.1439658>
- Blakely, R. J. (1995). *Potential theory in gravity and magnetic applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gerovska, D., Aráuzo-Bravo, M. J., & Stavrev, P. (2009). Estimating the magnetization direction of sources from southeast Bulgaria through correlation between reduced-to-the-pole and total magnitude anomalies. *Geophysical Prospecting*, 57(4), 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2478.2008.00761.x>
- Guo, L., Shi, L., & Meng, X. (2013). The antisymmetric factor method for magnetic reduction to the pole at low latitudes. *Journal of Applied Geophysics*, 92, 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2013.02.018>
- Hao, M., Zhang, F., Tai, Z., Du, W., Ren, L., & Li, Y. (2018). Reduction to the pole at low latitudes by using the Taylor series iterative method. *Journal of Applied Geophysics*, 159, 127-134. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.08.004>
- Junursyah, G. M. L., Rokhis, T. A., Praromadani, Z. S., & Sugiarto, B. (2023). Interpretation of lineament and shallow structure in Gunung Batu–Lembang area based on 2D resistivity method. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 14(1), 33-47.
- Refiani, S. A., Pohan, A. F., & Putra, A. (2023). Interpretasi sebaran anomali magnetik di daerah prospek panas bumi Sumani, Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 388-394.
- Rusman, M. N., Alawiyah, S., & Gunawan, I. (2023). Study on the significance of reduction to the equator (RTE), reduction to the pole (RTP), and pseudogravity in magnetic data interpretation. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6197–6205. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4705>
- Shi, L., Guo, L. H., Meng, X. H., & Wang, Y. F. (2012). The modified pseudo inclination method for magnetic reduction to the pole at low latitudes. *Chinese Journal of Geophysics*, 55(5), 1775-1783. <https://doi.org/10.6038/j.issn.0001-5733.2012.05.035>
- Silitonga, P. H. (1973). *Geologic map of the Bandung quadrangle, Jawa* (scale 1:100,000). Geological Research and Development Centre, Bandung.

Silva, J. B. (1986). Reduction to the pole as an inverse problem and its application to low-latitude anomalies. *Geophysics*, 51(2), 369-382.

Zuo, B., Hu, X., Leão-Santos, M., Cai, Y., Kass, M. A., Wang, L., & Liu, S. (2021). Low-latitude reduction-to-the-pole and upward continuation between arbitrary surfaces based on the partial differential equation framework. *Geophysical Journal International*, 226(2), 968-983. <https://doi.org/10.1093/gji/ggab067>