

# INTERPRETASI DATA GEOMAGNET MENGGUNAKAN TRANSFORMASI TILT DERIVATIVE UNTUK PEMETAAN PATAHAN DI PULAU WEH

Afrahun Naziah<sup>1</sup>, Muhammad Nanda<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan,  
Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email : m.nanda@usk.ac.id

(Received: March 2023 / Revised: March 2023 / Accepted: March 2023)

## ABSTRAK

Segmen Seulimum merupakan salah satu segmen aktif dari Patahan Sumatera. Segmen ini diketahui sudah lama tidak mengalami gempa bumi, sehingga diperkirakan berpotensi menghasilkan gempa dengan magnitudo yang besar. Pulau Weh merupakan bagian dari jalur segmen Seulimum. Saat ini Pulau Weh sedang berkembang menjadi kawasan *Free Trade Zone* (FTZ) dalam bidang pemukiman, pariwisata, pelabuhan juga perikanan, sehingga penting diketahui bagaimana jalur patahan yang terdapat di Pulau Weh. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jalur patahan di Pulau Weh menggunakan metode geomagnet. Metode geomagnet merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat kemagnetan bumi untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Pengambilan data dilakukan sebanyak 204 titik dengan jarak antar titik 500 meter di seluruh Pulau Weh menggunakan *Proton Precession Magnetometer* (PPM). Pengolahan data dasar seperti koreksi diurnal dan koreksi *International Geomagnetic Reference Field* [IGRF] digunakan untuk memperoleh data intensitas magnetik total. Kemudian diterapkan transformasi *Tilt Derivative* untuk mempermudah interpretasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sebaran patahan sebanyak 13 patahan dengan orientasi timur laut- tenggara Pulau Weh. Orientasi ini sesuai dengan arah patahan Sumatera.

**Kata Kunci:** Patahan Sumatera, Segmen Seulimum, Geomagnet, Pulau Weh.

## 1. PENDAHULUAN

Segmen Seulimum merupakan salah satu segmen dari Patahan Sumatera atau dikenal dengan *The Great Sumatran Fault* (GSF). GSF adalah patahan aktif yang membentang secara paralel sepanjang 1900 km dari Lampung ke Aceh [1]. Segmen Seulimum dimulai dari Seulimum menerus ke Krueng Raya Aceh Besar hingga ke Pulau Weh [2], [3]. Segmen ini sudah lama tidak mengalami gempa (*seismic gap*) sehingga berpotensi mengalami gempa dengan magnitudo yang besar. Hal ini mengancam Pulau Weh yang berada di jalur patahan dan merupakan bagian dari segmen seulimum. Pulau Weh saat ini dihuni lebih dari 30.000 penduduk [4] dan sedang berkembang sebagai kawasan *Free Trade Zone* [FTZ] yaitu pengembangan dalam sektor pelabuhan, industri, pariwisata dan perikanan [5]. Selain itu, posisi Pulau Weh juga sangat strategis karena berbatasan langsung dengan beberapa negara-negara lain dan merupakan alur pelayaran internasional bagi kapal-kapal yang masuk maupun keluar dari arah barat Indonesia. Se jauh ini, kajian patahan di Pulau Weh masih minim, seperti kajian secara geologi dan geomorfologi [6], kajian geometri dan kinematika patahan [7], serta distribusi patahan berdasarkan kajian geomorfologi [8]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sebaran patahan di Pulau Weh menggunakan metode geomagnet. Metode geomagnet merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengukur variasi medan magnetik di permukaan bumi. Variasi yang terukur ditafsirkan dalam bentuk distribusi bahan magnetik bawah permukaan, kemudian digunakan sebagai pendugaan awal keadaan geologi suatu daerah yang terukur [9].

## 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini berada di ujung barat laut Pulau Sumatera, secara geografis terletak antara  $95^{\circ} 13' 02'' - 95^{\circ} 22' 36''$  BT dan  $05^{\circ} 46' 28'' - 05^{\circ} 54' 28''$  LU. Pengukuran dilakukan dengan peralatan *Proton Precession Magnetometer* (PPM). Proses akuisisi data meliputi penentuan titik-titik pengukuran yang kemudian dilakukan proses pengambilan data. Pengambilan data dilakukan di seluruh Pulau Weh sebanyak 204 titik dengan spasi antar titik 500 m. Hasil yang diperoleh dari pengukuran ini berupa data nilai intensitas magnetik. Data tersebut kemudian dilakukan koreksi harian berdasarkan persamaan 1 dan koreksi IGRF berdasarkan persamaan 2 untuk mendapatkan anomali total yang berasal dari objek bawah

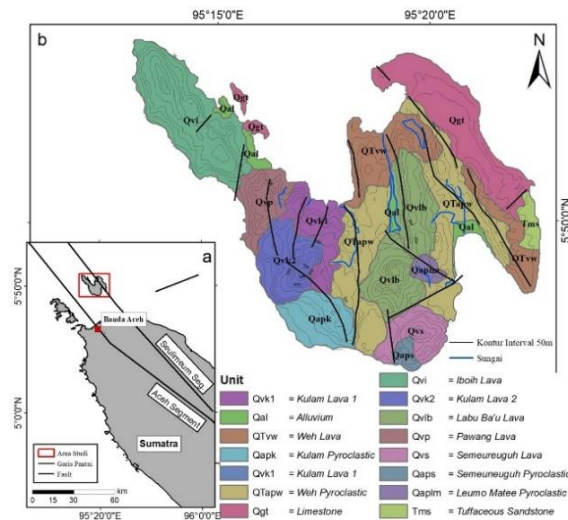
permukaan. Selanjutnya transformasi *Tilt Derivative* dilakukan untuk menghasilkan output agar mempermudah interpretasi.

$$H_{corr} = H_{rover} - \Delta H_{diurnal} \quad (1)$$

dimana,  $H_{corr}$  merupakan medan magnet terkoreksi,  $H_{rover}$  merupakan bacaan medan magnet yang terukur di lapangan, dan  $\Delta H_{diurnal}$  merupakan nilai koreksi diurnal.

$$\Delta T = H_{rover} \pm \Delta H_{diurnal} - H_{IGRF} \quad (2)$$

dimana,  $\Delta T$  merupakan anomali medan magnet total [target yang dicari dalam survei,  $H_{rover}$  merupakan bacaan medan magnet terukur di lapangan,  $\Delta H_{diurnal}$  merupakan nilai koreksi diurnal dan  $H_{IGRF}$  merupakan medan utama magnetik bumi.

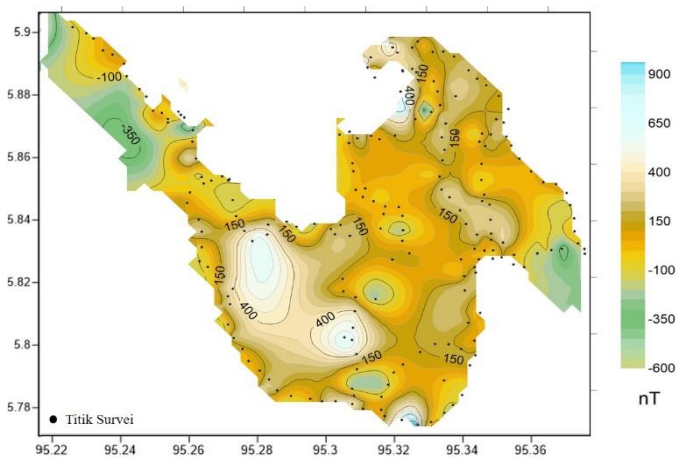


**Gambar 1.** Lokasi penelitian

(a) bagian utara Pulau Sumatra (b) Peta geologi daerah penelitian yang telah dimodifikasi

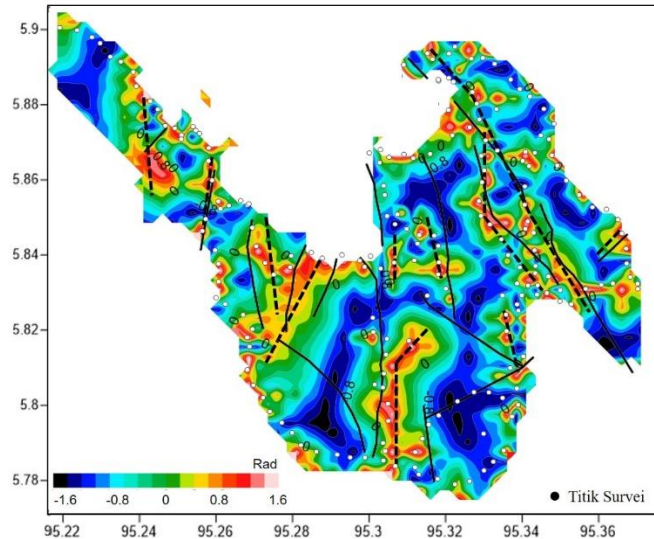
### 3. HASIL dan PEMBAHASAN

Data yang didapatkan berupa data nilai intensitas medan magnetik total. Data tersebut masih dipengaruhi oleh nilai magnetik dari luar, seperti nilai intensitas medan magnetik utama bumi, intensitas medan magnetik akibat aktivitas matahari (dari luar angkasa) dan intensitas medan magnetik yang berasal dari benda anomali. Kemudian proses koreksi data dilakukan untuk mendapatkan anomali total yang berasal dari objek bawah permukaan. Hasil koreksi tersebut disajikan pada Gambar 2.



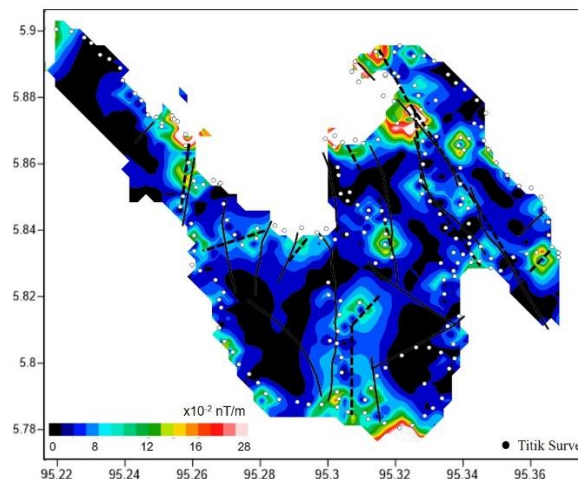
**Gambar 2.** Nilai anomali medan magnet total

Peta sebaran nilai anomali medan magnetik total disajikan pada gambar 2 dengan interval -600 s/d 900 nT. Mayoritas sebaran nilai di seluruh pulau berada pada interval -100 s/d 450 nT (indikator jingga-kekuningan). Sebaran nilai terendah ditemukan disisi timur Pulau Weh pada ujung arah tenggara (-600 s/d -200 nT, indikator warna kehijauan). Sedangkan nilai terendah disisi barat pulau terletak di ujung barat laut. Sedangkan sebaran nilai anomali tinggi ditemukan di sisi timur pulau pada arah ujung barat laut hampir menuju ke tenggara pulau di sisi timur (600 s/d 900 nT, indikator kebiruan). Pada sisi barat nilai tertinggi ditemukan di bagian tengah arah menuju selatan-tenggara. Intensitas anomali medan magnetik mencirikan sifat kemagnetan dari target yang dicari. Namun, intensitas anomali medan magnetik tersebut masih belum mencirikan anomali atau target yang dicari. Untuk menyelesaikan masalah tersebut bisa dilakukan dengan berbagai transformasi, salah satunya adalah perhitungan *tilt derivative*.



**Gambar 3.** Sebaran patahan berdasarkan transformasi *tilt derivative*. Garis putus-putus merupakan interpretasi patahan dari transformasi *tilt derivative*. Garis hitam solid perbandingan dengan kajian geomorfologi[8].

Transformasi *tilt derivative* dilakukan berdasarkan sudut yang menandai tepi batas anomali [9], [10]. Keberadaan patahan ditandai pada distribusi nilai 0.8 – 1.6 (indikator warna kuning-merah). Sehingga interpretasi distribusi patahan ditampilkan pada garis hitam putus – putus. Perbandingan distribusi patahan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan data penelitian berbeda diterapkan pula sebagai pembanding (garis hitam *solid*, Gambar 4).



**Gambar 4.** Sebaran patahan berdasarkan *total horizontal derivative* dari *tilt derivative* diinterpretasikan oleh garis putus-putus. Garis hitam solid perbandingan dengan kajian geomorfologi[8].

Berdasarkan *total horizontal derivative* dari *tilt derivative*. Perhitungan dari *tilt angle* ini juga dapat secara langsung mengenali tepi anomali pada data intensitas anomaly magnetik melalui titik maksimum data [11]. Titik maksimum dari perhitungan *total horizontal derivative* terletak di atas perubahan mendadak magnetisasi dari batuan bawah permukaan [12], [13], sedangkan *tilt angle* dapat digunakan untuk menverifikasi keberadaan anomali lemah [9]. Titik – titik puncak pada Gambar 4 diindikasikan pada range 15-26 ( $\times 10^{-2}$ ) nT/m. Sehingga interpretasi patahan ditampilkan pada garis hitam putus – putus. Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, terdapat 13 patahan diseluruh pulau, bahkan patahan disisi timur membelah sisi Pulau Weh secara diagonal. Patahan tersebut diduga merupakan patahan utama yang berada di Pulau Weh. Sedangkan patahan lainnya merupakan depresi dari patahan utama.

#### 4. KESIMPULAN

Data geomagnet dapat digunakan untuk pemetaan jalur patahan di Pulau Weh. Dari hasil interpretasi data geomagnet didapatkan 13 sebaran patahan di seluruh Pulau Weh dengan mayoritas orientasi patahan berada pada arah timur laut – tenggara. Secara umum, hasil ini menunjukkan kesesuaian sebaran patahan dengan penelitian-penelitian sebelumnya dan Orientasi ini sesuai dengan arah patahan Sumatera.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sieh, K., & Natawidjaja, D. (2000). Neotectonics Of The Sumatran Fault, Indonesia. *Journal Of Geophysical Research*, 105.
- [2] Ito, T., Gunawan, E., Kimata, F., Tabei, T., Simons, M., Meilano, I., Sugiyanto, D. (2012). Isolating Along-Strike Variations In The Depth Extent Of Shallow Creep And Fault Locking On The Northern Great Sumatran Fault. *Journal Of Geophysical Research*, 117(510), 1–16.
- [3] Ghosal, D., Singh, S. C., Chauhan, A. P. S., & Hananto, N. D. (2012). New Insights On The Offshore Extension Of The Great Sumatran Fault, Nw Sumatra, From Marine Geophysical Studies. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.1029/2012gc004122>
- [4] Badan Pusat Statistik, Statistik Indonesia. 2018
- [5] Undang - Undang RI, Perdagangan dan Pelabuhan Sabang, Indonesia
- [6] Dirasutisna, O. S., & Hasan, R. (2005). Geologi Panas Bumi Sabang, Kota Sabang, Provinsi Aceh Nanggroe Darussalam. Pemaparan Hasil Kegiatan Survei Panas Bumi, 1–18.
- [7] Blanco, D. F., Phillipon, M., & Hagke, C. Von. (2016). Structure And Kinematics Of The Sumatran Fault System In North Sumatra (Indonesia). *Tectonophysics*, (2015). <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.04.050>
- [8] Nanda, M., Rizal, S., Abdullah, F., Idroes, R., Ismail, N. 2020. Mapping Faults Distribution Based On Dem Data For Regional Spatial Plan Assessment Of Sabang Municipality, Indonesia. *International Journal Of Geomate*. 197-204.
- [9] Blakely, R.J. 1995. *Potential Theory In Gravity And Magnetic Applications*, Cambridge University Press, Usa.
- [10] Verduzco, B., Fairhead, J. D., Green, C. M. And Mackenzie, C., 2004. New Insights Into Magnetic Derivatives For Structural Mapping. *Seg The Leading Edge* February, 116-119.
- [11] Ma, G., Li, L. 2012. Edge Detection In Potential Fields With The Normalized Total Horizontal Derivative. *Computers & Geosciences* 41 (2012) 83–87.
- [12] Cordell, L. 1979. Gravimetric Expression Of Graben Faulting In Santa Fe Country And The Espanola Basin, New Mexico: New Mexico. *Geol. Soc. Guidebook, 30th Field Conf.*, 59-64.
- [13] Cordell, L., And Grauch, V. J. S., 1985, Mapping Basement Magnetization Zones From Aeromagnetic Data In The San Juan Basin, New Mexico, In Hinze, W. J., Ed., *The Utility Of Regional Gravity And Magnetic Anomaly*. *Geophysics*, 181-197.