



**Bulletin of Scientific Contribution
GEOLOGY**

**Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>

p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 23, No.3
Desember 2025

**INTEGRASI ANOMALI GRAVITASI DAN MAGNETIK UNTUK KARAKTERISASI STRUKTUR PENGONTROL
KESTABILAN LAHAN PADA RENCANA KOTA BARU SEMPAJA UTARA, KOTA SAMARINDA, KALIMANTAN
TIMUR**

**Diko Pratama Ramadhani*, Satrio Krisna Wibowo, Muhamad Arif, Muhamad Haikal, Karel Asaya Hutajulu,
Steven Silverius Hutabarat**

Program Studi Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera

*Korekpondensi: diko.122120126@student.itera.ac.id

ABSTRACT

This study aims to integrate gravity and magnetic anomaly analysis to characterize subsurface structures as an indicative basis for determining prospective zones for new city development in North Sempaja. GGMPlus gravity data were processed using complete Bouguer anomalies and regional-residual separation, while NOAA-WMM magnetic data were processed using TMI, RTE, and TDR and TDX derived filters. The processing results indicate contrasting geophysical response zoning, where the west-central sector is characterized by high to moderate gravity and magnetic anomalies, indicating relatively more compact and homogeneous rock conditions. In contrast, the east to southeast sectors and the Bukit Berambai area are dominated by low anomalies and NW-SE and NE-SW trending structural lineaments related to the complexity of shallow structures. The integration of gravity and magnetic results provides an initial indication that the west-central sector is more prospective for regional development, while the eastern sector requires further mitigation considerations. The interpretations presented are indicative and based on geophysical proxies, so verification through geotechnical investigations is still necessary.

Keywords: gravity, magnetic, subsurface structure, Bouguer anomaly, land stability, North Sempaja

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengintegrasikan analisis anomali gravitasi dan magnetik untuk mengkarakterisasi struktur bawah permukaan sebagai dasar indikatif penentuan zona prospektif pengembangan kota baru di Sempaja Utara. Data gravitasi GGMPlus diolah melalui anomali Bouguer lengkap serta pemisahan regional-residual, sedangkan data magnetik NOAA-WMM diproses menggunakan TMI, RTE, dan filter turunan TDR serta TDX. Hasil pengolahan menunjukkan adanya zonasi respon geofisika yang kontras, di mana sektor barat-tengah dicirikan oleh anomali gravitasi dan magnetik tinggi hingga sedang yang mengindikasikan kondisi batuan relatif lebih kompak dan homogen. Sebaliknya, sektor timur hingga tenggara dan kawasan Bukit Berambai didominasi oleh anomali rendah serta pola kelurusan struktur berarah NW-SE dan NE-SW yang berkaitan dengan kompleksitas struktur dangkal. Integrasi hasil gravitasi dan magnetik memberikan indikasi awal bahwa sektor barat-tengah lebih prospektif untuk pengembangan kawasan, sementara sektor timur memerlukan pertimbangan mitigasi lanjutan. Interpretasi yang disajikan bersifat indikatif dan didasarkan pada proksi geofisika, sehingga verifikasi melalui investigasi geoteknik tetap diperlukan.

Kata kunci: gravitasi, magnetik, struktur bawah permukaan, anomali Bouguer, kestabilan lahan, Sempaja Utara

PENDAHULUAN

Pengembangan wilayah Sempaja Utara sebagai rencana kota baru menuntut pemahaman yang komprehensif terhadap kondisi geologi bawah permukaan, mengingat wilayah ini berada pada kawasan perbukitan tropis yang rentan terhadap

pelapukan intensif, rekahan, dan ketidakstabilan lereng (Amanda, 2025). Struktur geologi seperti sesar minor dan zona lemah yang berkembang pada Formasi Pulau Balang serta pengaruh tektonik Cekungan Kutai berpotensi menjadi faktor pengontrol utama kestabilan lahan dan keamanan

pembangunan infrastruktur (Rizky dkk., 2022). Oleh karena itu, kajian geofisika yang mampu mengidentifikasi variasi densitas, kemagnetan, dan struktur bawah permukaan secara luas menjadi penting sebagai dasar ilmiah dalam perencanaan tata ruang dan mitigasi risiko geologi.

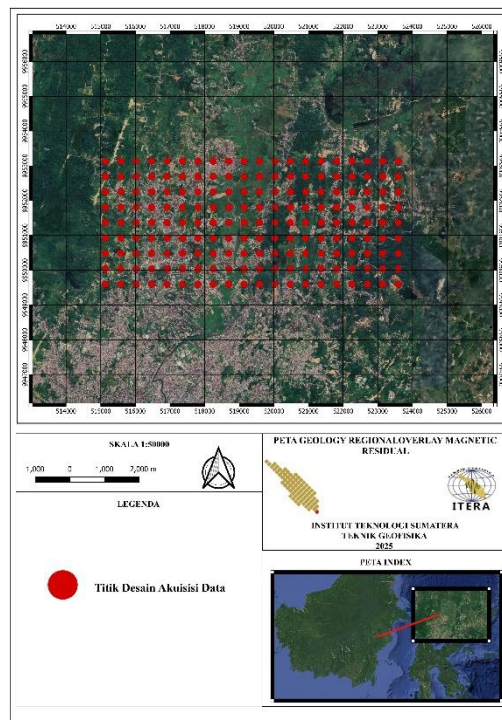
Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan di wilayah Samarinda dan sekitarnya dengan memanfaatkan metode gravitasi maupun magnetik untuk mengidentifikasi struktur sesar dan konfigurasi geologi bawah permukaan. Studi berbasis anomali *Bouguer* berhasil mengungkap keberadaan sesar dan lipatan regional yang berarah dominan NW-SE hingga NE-SW, yang mencerminkan kontrol tektonik regional Cekungan Kutai (Tazali dkk., 2024). Penelitian lain yang mengintegrasikan metode gravitasi dengan metode geofisika tambahan juga menekankan efektivitas data potensial dalam memetakan struktur bawah permukaan berskala regional hingga cekungan (Irawati dkk., 2022). Namun, sebagian besar kajian tersebut difokuskan pada aspek struktural dan geologi regional, serta diaplikasikan dalam konteks eksplorasi sumber daya atau pemahaman tektonik, tanpa mengaitkan secara langsung hasil interpretasi geofisika dengan kebutuhan aplikatif perencanaan wilayah perkotaan.

Dengan demikian, masih terdapat keterbatasan studi yang mengintegrasikan data gravitasi dan magnetik resolusi regional sebagai alat evaluasi awal tata ruang kota baru di wilayah perbukitan tropis. Penelitian ini bertujuan untuk integrasi analisis anomali gravitasi dan magnetik, termasuk pemisahan regional-residual dan analisis filter turunan, untuk mengkarakterisasi struktur geologi pengontrol kestabilan lahan di Sempaja Utara. Penelitian ini menyatakan bahwa zona dengan anomali gravitasi dan magnetik tinggi hingga sedang merepresentasikan batuan yang lebih kompak dan stabil, sehingga lebih layak untuk pengembangan kawasan perkotaan, sedangkan zona dengan anomali rendah dan kelurusan struktur yang intensif mencerminkan kondisi geologi yang lebih lemah dan berisiko tinggi terhadap ketidakstabilan lahan.

METODOLOGI

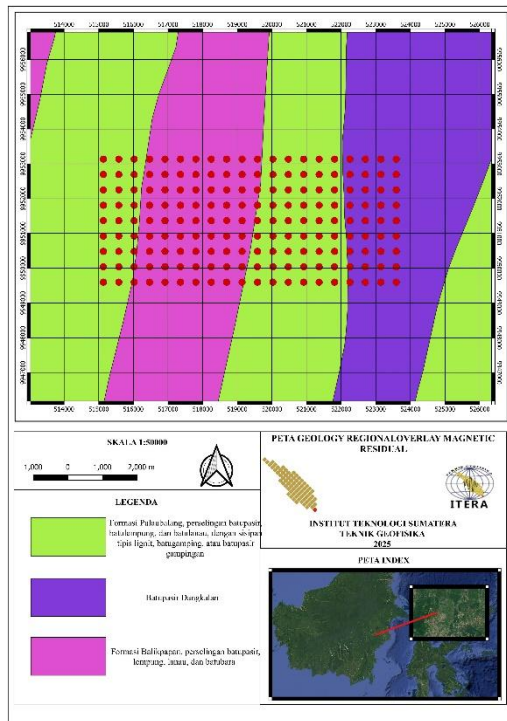
Daerah penelitian terletak di Sempaja Utara, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, dengan luas area sekitar 42 kilometer persegi yang berada di perbatasan antara Kota Samarinda dan Kabupaten Kutai Kartanegara, secara geologi penelitian ini termasuk dalam Cekungan Kutai dan didominasi oleh Formasi Pulau Balang dengan karakter perbukitan struktural dan

tingkat pelapukan yang relatif tinggi (Umar dkk., 2018). Secara geografis, Kota Samarinda terletak antara $0^{\circ}21'81''$ - $1^{\circ}09'16''$ Lintang Selatan dan $116^{\circ}15'16''$ - $117^{\circ}24'16''$ Bujur Timur, dan dilalui oleh garis ekuator (Geospasial, 2020). Sempaja Utara memiliki karakteristik topografi berupa perbukitan struktural endogen dengan puncak tertinggi mencapai 200 meter dan berbentuk memanjang, khususnya di kawasan Bukit Berambai yang menjadi bagian penting dari daerah penelitian (Cahyani dkk., 2024). Gambar 1 merupakan desain lokasi penelitian menunjukkan batas area kajian di Sempaja Utara yang digunakan sebagai dasar pengambilan dan pengolahan data gravitasi dan magnetik skala regional.



Gambar 1. Peta Desain Lokasi

Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa wilayah Sempaja Utara berada dalam Cekungan Kutai dan didominasi oleh satuan sedimen Tersier, yaitu Formasi Balikpapan dan Formasi Pulau Balang. Formasi Balikpapan tersusun oleh perselingan batupasir kuarsa, batulempung, lanau, serpih, dan sisipan batubara dengan lingkungan pengendapan delta hingga transisi darat-laut. Formasi Pulau Balang didominasi *greywacke* dan batupasir kuarsa yang lebih kompak, dengan sisipan batulempung, batugamping, dan tuf, serta terbentuk pada lingkungan laut dangkal (Eghi dkk., 2025).



Gambar 2. Peta Geologi Regional

Untuk mengkarakterisasi kondisi bawah permukaan pada skala regional hingga semi-dangkal, digunakan data gravitasi GGMPlus dan data magnetik global NOAA-World Magnetic Model (WMM). Data GGMPlus dipilih karena memiliki resolusi spasial yang cukup tinggi dan mampu merepresentasikan variasi densitas batuan pada wilayah dengan topografi kompleks, model ini menyediakan berbagai parameter gravitasi seperti percepatan gravitasi, *disturbance*, anomali *Bouguer*, dan anomali *Free-Air* dengan resolusi mencapai ± 200 -500 meter (Hardianza dkk., 2025). Sementara data magnetik dari NOAA adalah singkatan dari *National Oceanic and Atmospheric Administration*. NOAA memegang peran krusial dalam penyediaan arsip data geomagnetik global melalui *National Centers for Environmental Information* (NCEI) (Chulliat, 2020).

Metode gravitasi pada penelitian ini digunakan untuk mengidentifikasi variasi litologi dan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan perubahan medan gravitasi yang disebabkan oleh perbedaan densitas batuan secara lateral (Novianda dkk., 2024).

Dalam praktik survei gravitasi, besaran yang diamati bukan gaya gravitasi, melainkan percepatan gravitasi (g), yang secara matematis dinyatakan sebagai (Nuzula, 2023)

$$g = -G \frac{M1}{r^2} \quad (1)$$

dengan:

G :Konstanta gravitasi ($6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

g :Percepatan gravitasi (m/s^2)

$M1$:Massa 1 (Kg)

r :Jarak kedua benda (m)

Data gravitasi yang digunakan dalam penelitian ini direduksi hingga diperoleh anomali *Bouguer* lengkap, yang merepresentasikan respon gravitasi akibat heterogenitas densitas batuan setelah pengaruh non-geologi dieliminasi. Proses reduksi meliputi koreksi *free-air* untuk pengaruh elevasi, koreksi *Bouguer* untuk massa batuan di antara titik pengukuran dan datum referensi, serta koreksi medan (*terrain correction*) untuk menghilangkan efek penyebaran massa topografi yang tidak teratur di sekitar titik pengamatan. Secara kuantitatif, anomali *Bouguer* lengkap dihitung menggunakan persamaan (Nuzula, 2023)

$$CBA = FAA - BC + TC \quad (2)$$

dengan:

CBA :Anomali *bouguer* lengkap di topografi (mgal)

FAA :*Gravity free-air*(mgal)

BC :Koreksi *Bouguer* (mgal)

TC :Koreksi Medan(mgal)

Metode magnetik digunakan untuk mengidentifikasi variasi litologi dan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan kontras suseptibilitas magnetik batuan yang termagnetisasi terhadap lingkungan sekitarnya. Variasi tersebut terekam sebagai anomali medan magnet total hasil pengukuran. Untuk memperoleh anomali magnetik yang merepresentasikan respon geologi, data magnetik direduksi melalui koreksi harian (*diurnal correction*) untuk menghilangkan pengaruh variasi medan magnet luar akibat aktivitas matahari dan perbedaan waktu pengukuran, serta koreksi medan magnet utama Bumi menggunakan *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF). Secara kuantitatif, anomali magnetik dihitung menggunakan persamaan (Hanatha, 2024)

$$H = H_{OBS} - H_{VAR} - H_{IGRF} \quad (3)$$

dengan:

H :Anomali magnetik(nT)

H_{obs} :Nilai magnetik observasi (nT)

H_{var} :Anomali magnetik harian (nT)

H_{IGRF} :Anomali magnetik pada *international geomagnetic reference field* (nT)

Untuk menegaskan batas struktur dan kelurusan geologi pada anomali residual, digunakan filter derivatif *Tilt Derivative* (TDR)

dan *Total Derivative Normalized* (TDX). Filter TDR dipilih karena mampu menampilkan tepi sumber anomali secara seimbang tanpa dipengaruhi amplitudo medan magnet, sehingga efektif dalam mengidentifikasi batas litologi dan sesar, khususnya pada daerah dengan variasi suseptibilitas yang kompleks. Secara matematis, TDR dihitung sebagai (Miller, 1994)

$$TDR = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{\partial \Delta H}{\partial z}}{\sqrt{\left(\frac{\partial \Delta H}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial y}\right)^2}} \right) \quad (4)$$

dengan :

TDR : nilai *Tilt Derivative* yang dinyatakan dalam sudut fase (radian)

Sementara itu, filter TDX dipilih karena sensitivitasnya yang tinggi terhadap gradien horizontal, sehingga mampu menonjolkan zona perubahan kontras magnetik dan pola kelurusan struktur secara lebih jelas. Nilai TDX dihitung menggunakan persamaan (Cooper, 2006)

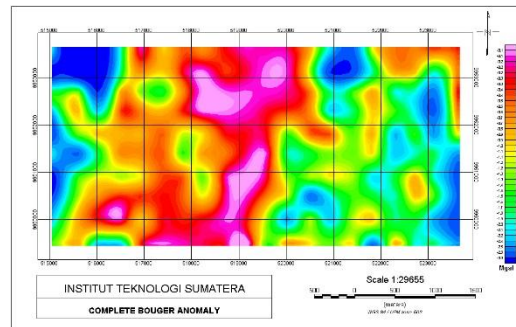
$$TDX = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{\partial \Delta H}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial y}\right)^2}}{\left| \frac{\partial \Delta H}{\partial z} \right|} \right) \quad (5)$$

dengan :

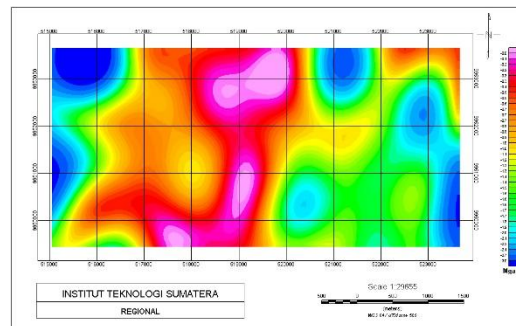
TDX : nilai *Total Derivative Normalized* yang dinyatakan dalam sudut fase (radian)

HASIL DAN PEMBAHASAN

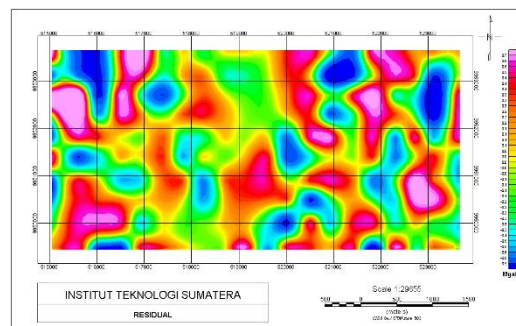
Bagian hasil dan pembahasan ini menyajikan sintesis hasil pengolahan data gravitasi dan magnetik untuk mengidentifikasi pola anomali dan struktur bawah permukaan pada wilayah Sempaja Utara, sebagaimana diterapkan dalam kajian integrasi metode gravity dan geomagnetik dalam pemetaan struktur bawah permukaan (Hanatha, 2024). Interpretasi difokuskan pada keterkaitan konsisten antara respon anomali dan variasi sifat fisik batuan, tanpa menekankan deskripsi visual tiap peta. Temuan yang berkaitan dengan homogenitas batuan, intensitas struktur, dan implikasi terhadap kestabilan lahan dibahas sebagai indikasi berbasis proksi geofisika, sehingga interpretasi yang disajikan merepresentasikan gambaran awal kondisi bawah permukaan.



Gambar 3. Peta CBA



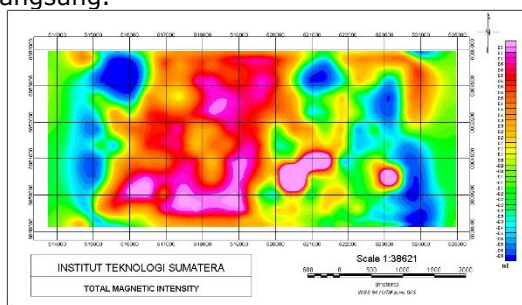
Gambar 4. Peta Regional Gaya Berat



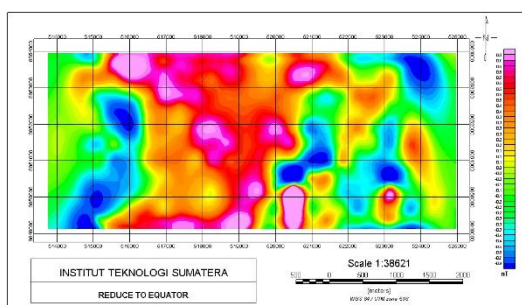
Gambar 5. Peta Residual Gaya Berat

Peta anomali *Bouguer* lengkap, regional, dan residual (Gambar 3-5) menunjukkan zonasi anomali yang konsisten di wilayah penelitian. Sektor barat-tengah dicirikan oleh anomali gravitasi tinggi hingga sedang, sedangkan sektor timur, tenggara, dan kawasan Bukit Berambai didominasi oleh anomali rendah, baik pada komponen regional maupun residual. Komponen residual memperlihatkan variasi anomali dangkal yang lebih kontras dibandingkan komponen regional (Karunianto dkk., 2017). Pola anomali tersebut mengindikasikan adanya perbedaan sifat fisik batuan bawah permukaan. Anomali gravitasi tinggi ditafsirkan berkaitan dengan batuan yang relatif lebih padat dan homogen, sedangkan anomali rendah merepresentasikan material yang lebih terlapukkan, berpori, atau terpengaruh oleh zona rekahan dangkal (Salsabila dkk., 2025). Berdasarkan proksi geofisika ini, sektor barat-tengah diinterpretasikan memiliki kondisi bawah permukaan yang relatif lebih

seragam dibandingkan sektor timur, tanpa menyimpulkan kestabilan geoteknik secara langsung.

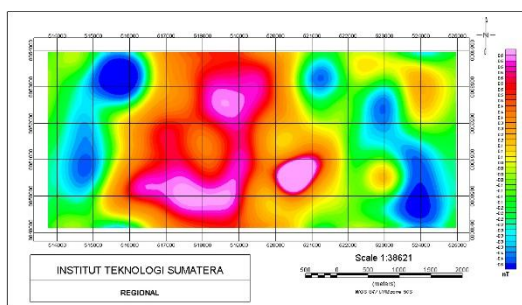


Gambar 6. Peta TMI

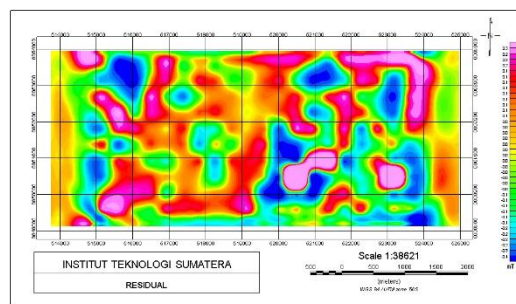


Gambar 7. Peta RTE Magnetik

Peta anomali magnetik total (TMI) dan hasil reduksi ke ekuator (RTE) pada Gambar 6 dan 7 memperlihatkan kontras kemagnetan yang jelas antara sektor barat-tengah dan sektor timur wilayah penelitian. Nilai magnetik relatif tinggi terkonsentrasi di bagian barat-tengah, sementara nilai rendah lebih berkembang di bagian timur dan sekitar Bukit Berambai. Variasi kemagnetan tersebut ditafsirkan mencerminkan perbedaan kandungan mineral magnetik dan tingkat alterasi batuan (Refiani dkk., 2023). Zona magnetik rendah diinterpretasikan berkaitan dengan batuan yang telah mengalami pelapukan lebih intensif atau kehilangan mineral ferromagnetik. Pola ini memperkuat indikasi adanya heterogenitas kondisi batuan dangkal di sektor timur dibandingkan sektor barat-tengah, berdasarkan respon magnetik.

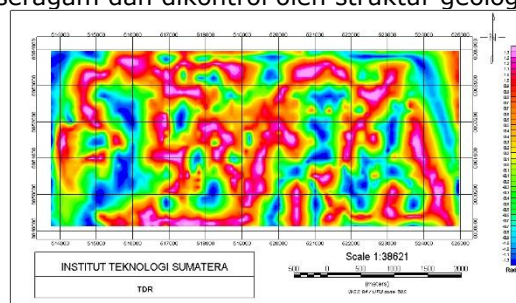


Gambar 8. Peta Regional Magnetik

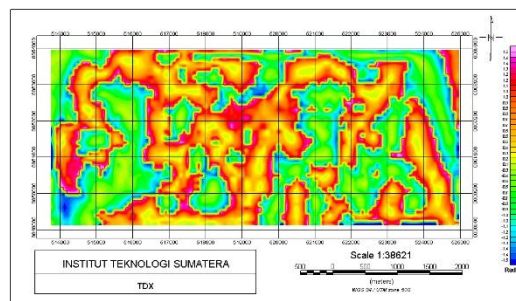


Gambar 9. Peta Residual Magnetik

Peta magnetik regional (Gambar 8) menunjukkan pola anomali berskala besar dengan kelurusan dominan berarah NW-SE dan NE-SW. Setelah komponen regional dihilangkan, peta magnetik residual (Gambar 9) menampilkan variasi kemagnetan dangkal yang lebih tajam, terutama di sektor timur dan kawasan Bukit Berambai. Kelurusan pada peta regional ditafsirkan berkaitan dengan kontrol struktur geologi regional, sedangkan anomali residual mencerminkan pengaruh struktur dangkal seperti rekahan atau sesar minor (Sulandari dkk., 2023). Dominasi anomali residual rendah di sektor timur menunjukkan tingkat kompleksitas struktur dangkal yang lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa variasi kondisi bawah permukaan di wilayah penelitian tidak seragam dan dikontrol oleh struktur geologi.



Gambar 10. Peta TDR Magnetik

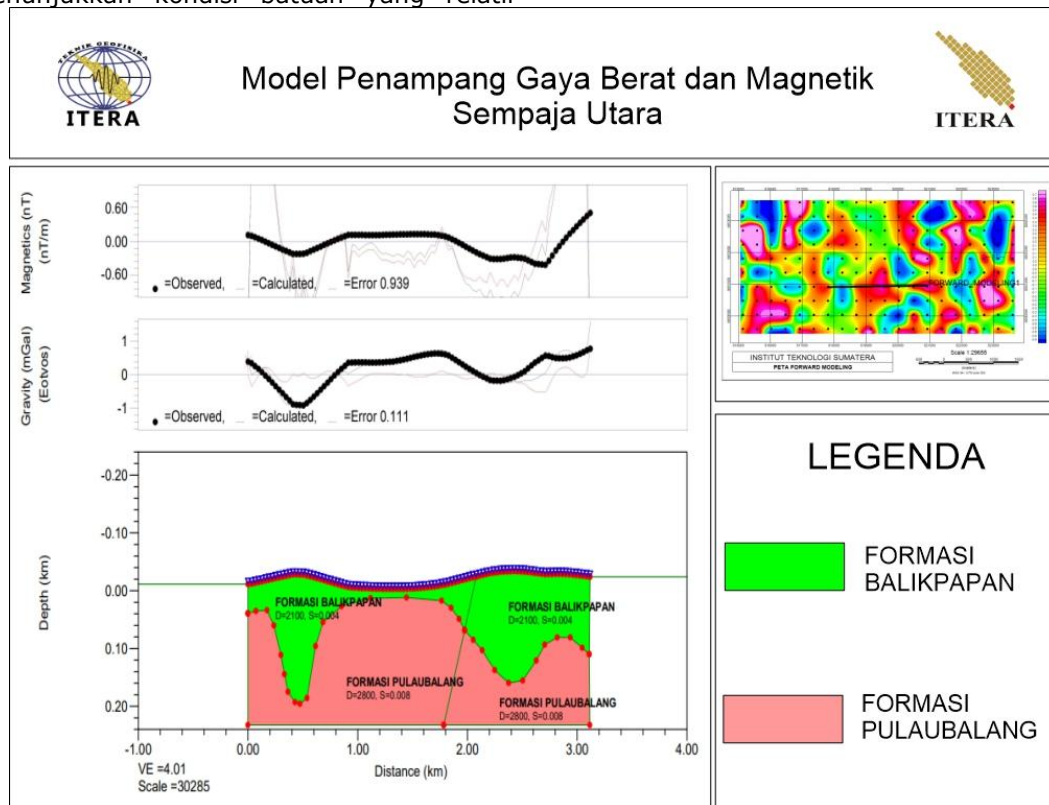


Gambar 11. Peta TDX Magnetik

Peta TDR dan TDX (Gambar 10 dan 11) menampilkan zona gradien tinggi yang terkonsentrasi di sektor timur dan sekitar Bukit Berambai, dengan pola kelurusan utama berarah NW-SE dan NE-SW. Sektor barat-tengah menunjukkan respon derivatif yang lebih rendah dan relatif homogen. Zona

TDR dan TDX tinggi ditafsirkan sebagai area dengan perubahan lateral sifat fisik batuan yang tajam, yang berkaitan dengan keberadaan sesar minor, rekahan intensif, atau batas litologi kontras (Rais dkk., 2020; Nirwandi dkk., 2024). Sebaliknya, respon derivatif yang rendah di sektor barat-tengah menunjukkan kondisi batuan yang relatif

lebih homogen. Berdasarkan proksi geofisika ini, sektor timur diindikasikan memiliki intensitas struktur dangkal yang lebih tinggi, yang berpotensi mempengaruhi kondisi kestabilan lereng, namun interpretasi tersebut bersifat indikatif dan memerlukan konfirmasi geoteknik.



Gambar 14. Model Penampang Gaya Berat dan Magnetik

Pemodelan penampang gaya berat pada Gambar 14 memberikan kontribusi penting dalam memperkuat interpretasi dua dimensi struktur bawah permukaan di wilayah Sempaja Utara. Penampang yang disusun berdasarkan slicing anomali residual arah barat-timur menampilkan kontras densitas dan suseptibilitas yang jelas antara Formasi Balikpapan, yang dicirikan oleh densitas sekitar 2100 kg/m^3 dan suseptibilitas $\pm 0,004$, serta Formasi Pulau Balang yang memiliki densitas lebih tinggi sekitar 2800 kg/m^3 dan suseptibilitas $\pm 0,008$ (Nurshafiq dkk., 2025). Nilai ini konsisten dengan konteks geologi regional Cekungan Kutai (Jamaluddin dkk., 2024). Nilai error pemodelan yang relatif kecil, yaitu sebesar 0,111 untuk gaya berat dan 0,939 untuk magnetik, menunjukkan kecocokan yang baik antara data observasi dan respon model, sehingga model dapat digunakan sebagai representasi konseptual variasi sifat fisik batuan bawah permukaan. Perubahan nilai densitas dan suseptibilitas pada beberapa segmen penampang ditafsirkan sebagai

keberadaan sesar atau zona lemah struktural yang berpotensi mengontrol distribusi rekahan dan pelapukan, sejalan dengan pola kelurusan NW-SE dan NE-SW yang teridentifikasi pada peta magnetik residual serta hasil filter TDR dan TDX. Meskipun demikian, perlu ditekankan bahwa pemodelan medan potensial memiliki keterbatasan inheren, terutama terkait non-keunikan solusi dan penyederhanaan geometri tubuh batuan, sehingga konfigurasi bawah permukaan yang berbeda dapat menghasilkan respon anomali yang serupa. Oleh karena itu, interpretasi penampang ini diperlakukan sebagai indikasi berbasis proksi geofisika dan bukan representasi geometri batuan yang deterministik, sehingga verifikasi melalui data geologi dan geoteknik tambahan tetap diperlukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi metode gravitasi dan magnetik efektif digunakan untuk mengidentifikasi variasi sifat fisik batuan dan pola struktur bawah

permukaan yang berperan sebagai pengontrol kondisi lahan di wilayah Sempaja Utara. Kontribusi ilmiah utama penelitian ini terletak pada sintesis multi tahap anomali gravitasi dan magnetik-mulai dari komponen regional hingga residual serta filter turunan yang secara konsisten mengungkap zonasi struktur dan heterogenitas batuan bawah permukaan. Hasil integrasi tersebut mengindikasikan bahwa sektor barat-tengah memiliki karakteristik respon geofisika yang relatif lebih homogen dibandingkan sektor timur, sementara sektor timur hingga tenggara dicirikan oleh kompleksitas struktur dangkal yang lebih tinggi. Pemodelan penampang gaya berat memperkuat interpretasi ini dengan menampilkan kontras litologi dan indikasi zona lemah struktural. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kerangka awal berbasis proksi geofisika untuk mendukung evaluasi spasial wilayah yang lebih prospektif dan berisiko dalam konteks perencanaan pengembangan Kota Baru Sempaja Utara. Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi pengembangan wilayah sebaiknya mempertimbangkan zonasi yang diindikasikan oleh integrasi data gravitasi dan magnetik, dengan perhatian khusus pada area yang menunjukkan kompleksitas struktur dangkal tinggi. Namun, mengingat interpretasi yang dihasilkan bersifat indikatif dan berbasis proksi geofisika, verifikasi lapangan melalui investigasi geoteknik seperti pengeboran, uji penetrasi standar (SPT), dan pengukuran sifat fisik batuan menjadi langkah yang sangat penting. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengintegrasikan metode geofisika tambahan, seperti geolistrik atau seismik dangkal, guna memperjelas geometri sesar dan ketebalan zona lapuk. Integrasi yang lebih kuat antara data geofisika dan geoteknik diharapkan dapat meningkatkan keandalan rekomendasi tata ruang serta mendukung perencanaan pembangunan kota baru yang aman dan berkelanjutan.

REFERENSI

- Adhika Junara Karunianto, D. H. (2017). Penentuan Anomali Gayaberat Regional dan Residual Menggunakan Filter Gaussian Daerah Mamuju Sulawesi Barat. *Eksplorium*, 38(2), 89-98. doi:<https://doi.org/10.55981/eksplorium.2017.7933>
- Aga Rizky, I. D. (2022). Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan pada Formasi Pulau Balang Cekungan Kutai. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 9(1), 20-27. doi:<https://doi.org/10.31315/jigp.v9i1sp.9405>
- Aisyah Salsabila, A. R. (2025). Identifikasi Dan Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Kawasan Gunung Bromo-Semeru Dengan Metode Gravitasi. *Inovasi Fisika Indonesia*, 14(2), 171-177. doi:<https://doi.org/10.26740/ifi.v14n2.p171-177>
- Amanda, R. R. (2025). Studi Literatur Pengaruh Sesar Geologi terhadap Kestabilan Lereng Tambang Batubara di Indonesia. *Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(5), 188-204. doi:<https://doi.org/10.61132/venus.v3i5.1195>
- Brahmeswari Sulandari, A. S. (2023). Deliniasi Struktur Sesar Lampung-Panjang dan Identifikasi Potensi Sumberdaya Alam Berdasarkan Anomali Magnet Daerah Bandar Lampung. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 24(4), 195-203. doi:<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v24i4.721>
- Chulliat, A. W. (2020). Model Magnetik Dunia AS/Inggris untuk 2020-2025: Laporan Teknis. *National Centers for Environmental Information*. doi:10.25923/ytk1-yx35
- Cici Novianda, L. M. (2024). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan berdasarkan Data Anomali Gaya Berat Citra Satelit di Desa Pematang Buluh Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Geofisika*, 22(2), 27-31. doi:<http://dx.doi.org/10.36435/jgf.v22i2.591>
- Cooper, G. a. (2006). Meningkatkan Data Medan Potensial Menggunakan Filter Berdasarkan Fase Lokal. *Computers & Geosciences*, 1585-1591.
- Dicky Alviandi Rais, A. M. (2020). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Sebagai Pengontrol Sebaran Mineralisasi Di Dusun Plampang Dan Sangon, Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geoelebes*, 4(2), 93 - 101. doi:<https://doi.org/10.20956/geoelebes.v4i2.8924>
- Eghi, A. J. (2025). Pengaruh Ukuran Butir Batupasir terhadap Kekuatan dan Ketahanan Batuan pada Formasi Balikpapan dan Pulau Balang. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(5), 93-111. doi:<https://doi.org/10.61132/venus.v3i5.1138>
- Fauzi Daffa Hanatha, H. H. (2024). Integrasi Metode Gravity dan Metode Geomagnetik Menggunakan Dekonvolusi Euler untuk Delineasi Struktur pada Sistem Panas Bumi di Kawasan Candi Umbul-Telomoyo, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 7(1), 19-28. doi:<https://doi.org/10.14710/jgt.7.1.2024.19-28>

- Geospasial, B. I. (2020). Atlas Nasional Indonesia. *BIG*.
- Hamzah Umar, M. D. (2018). Studi Fasies Pengendapan Formasi Pulau Balang Daerah Benanga Lempake Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(1), 37-57. From <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TG/article/view/6419/3693>
- Jamaluddin, D. R. (2024). Analisis Lingkungan Pengendapan dan Karakteristik Material Organik Daerah Air Putih, Kota Samarinda, Indonesia. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 6(3), 203-214. doi: <https://doi.org/10.14710/jgt.6.3.2023.203-214>
- Jannatul Firdausi Nuzula, A. P. (2023). Penentuan Fasies Sentral Gunung Api Purba Menggunakan Metode Gravitasi Pada Kawasan Gunung Ijo, Pegunungan Kulonprogo. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika*, 4(2), 32-38. doi: <https://doi.org/10.29303/goesciencee.d.v4i2.233>
- Meno Hardianza, A. I. (2025). Identifikasi Batuan Reservoir Panas Bumi di Daerah Tambang Sawah, Lebong Provinsi Bengkulu menggunakan Data Gravitasi Satelit GGMPlus dengan Inversi 2D. *Jurnal Fisika Unand*, 14(2), 177-183. doi: <https://doi.org/10.25077/jfu.14.2.177-183.2025>
- Miller, H. S. (1994). Kemiringan Medan Potensial: Konsep Baru untuk Penentuan Lokasi Sumber Medan Potensial. *Journal of Applied Geophysics*, 32, 213-217.
- Muhaimin Nirwandi, P. N. (2024). Identifikasi Terduga Struktur Pada Daerah Panas Bumi Suoh Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung Berdasarkan Data Geomagnetik. *Repository Itera*. From https://repository.itera.ac.id/depan/submission/SB2412180020?utm_source=chatgpt.com
- Muhammad Januar Tazali, S. D. (2024). Identifikasi Struktur Sesar Menggunakan Data Anomali Bouguer Daerah Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 8(2), 10-16. doi: <https://doi.org/10.24198/jiif.v8i2.53055>
- Neja Mujini Salbitha Cahyani, R. A. (2024). Analisis Struktur Kawasan Bukit Berambai Dengan Metode Fault Fracture Density, Daerah Berambai, Sempaja Utara, Kec. Samarinda Utara, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), 34-42. doi: <http://dx.doi.org/10.30872/jtgeo.v7i1.18224>
- Nurshafiq, A. H. (2025). Integrasi Metode Geomagnetik dan Fault Fracture Density (FFD) untuk Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panas Bumi Dondang, Kutai Kartanegara. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 10(1), 38-55. doi: <https://doi.org/10.17509/wafi.v10i1.81236>
- Selvi Misnia Irawati, H. H. (2022). Integrated Magnetotelluric (MT), Gravity and Seismic Study of Lower Kutai Basin Configuration. *J. Eng. Technol. Sci.*, 54(1), 27-41. doi: <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2022.54.1.3>
- Syafira Aulina Refiani, A. F. (2023). Interpretasi Sebaran Anomali Magnetik di Daerah Prospek Panas Bumi Sumani, Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 388-394. doi: <https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.388-394.2023>