

## Delineasi Subcekungan Daerah Menggala dan Sekitarnya, Provinsi Lampung Berdasarkan Anomali Magnetik dan Gaya Berat

Rifatul Auzan, Yudha Arman\*, Zulfian

Program Studi Geofisika, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr.H. Hadari Nawawi, Pontianak

\*Email: [yudha\\_arman@physics.untan.ac.id](mailto:yudha_arman@physics.untan.ac.id)

(Diterima 12 Oktober 2020; Disetujui 17 Desember 2020; Dipublikasikan 29 Desember 2020)

### Abstrak

Delineasi subcekungan daerah Menggala dan sekitarnya dilakukan berdasarkan anomali magnetik dan gravitasi. Data anomali magnetik dan anomali Bouguer yang digunakan sudah melewati proses koreksi. Subcekungan daerah Menggala diasosiasikan dengan nilai anomali magnetik dan gravitasi yang rendah. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sebanyak 9 (sembilan) subcekungan dengan isian sedimen berupa tuff, lempung, endapan rawa dan mineral diamagnetik teridentifikasi. Setiap subcekungan dibatasi oleh batuan beku dengan kedalaman berkisar 1 km dari permukaan. Subcekungan yang diidentifikasi memiliki arah timurlaut, baratlaut dan barat-baratlaut ke timurtenggara. Batuan *basement* (dasar) daerah Menggala diduga berupa batuan granit yang memiliki nilai densitas dan suseptibilitas masing-masing  $2,643 \text{ g/cm}^3$  dan  $0,033767 \text{ SI}$ .

Kata kunci: anomali magnetik, anomali gaya berat, delineasi, menggala, subcekungan

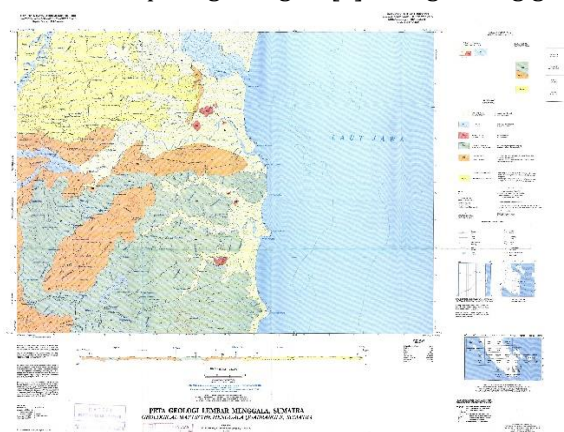
### 1. Latar Belakang

Cekungan sedimen merupakan suatu bagian dari kerak bumi yang terbentuk dari proses tektonik dan merupakan tempat berakumulasinya endapan sedimentasi [1]. Bentuknya ini berdimensi sangat besar dan sering diasosiasikan dengan keberadaan cebakan hidrokarbon dan mineral. Cebakan tersebut biasanya dapat ditemukan pada bagian kecil dari cekungan yang disebut juga subcekungan. Bagian kecil ini merupakan rangkaian dari objek yang ditelaah pada kegiatan eksplorasi migas dan mineral.

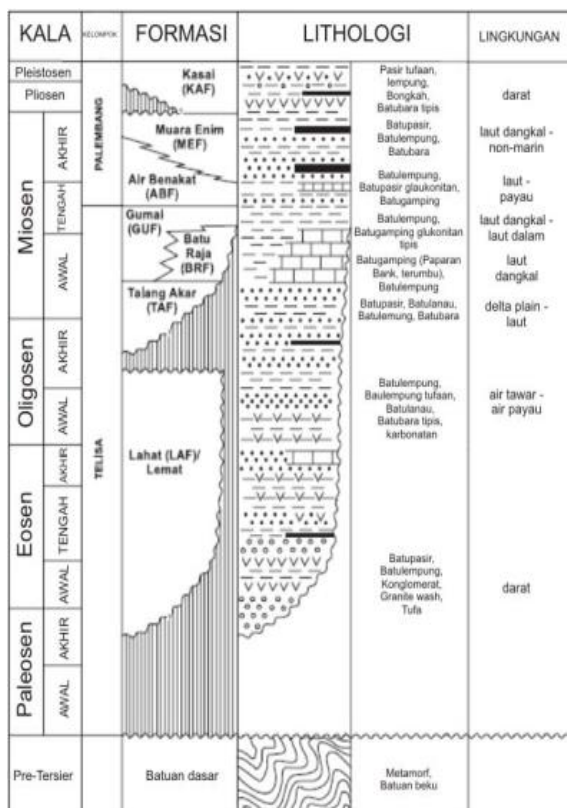
Terdapat beberapa cekungan berpotensi ekonomis di Pulau Sumatera. Cekungan Sumatera Selatan terbentuk dari aktifitas tektonik yang berkaitan dengan proses subduksi Lempeng Indo-Australia yang bergerak dari arah utara hingga timurlaut ke Lempeng Eurasia yang relatif diam. Daerah subduksi ini terletak di bagian barat Pulau Sumatera dan selatan Pulau Jawa. Bentuknya ini berumur tersier yang perkembangannya dikendalikan oleh batuan dasar pra-Tersier [2]. Selain itu, cekungan di daerah Menggala, Provinsi Lampung terletak di bagian selatan dari cekungan Sumatera Selatan. Cekungan ini berasal pada zaman Eosen tengah sampai Oligosen awal yang disebabkan oleh persesaran bongkah dan batuan alas yang meluas di zaman pra-Tersier. Perluasan batuan tersebut melintang dengan arah timurlaut-baratdaya dan baratlaut-tenggara yang diakibat-

kan oleh tekanan yang berarah utara-selatan. Substruktur pada cekungan ini termasuk pada sedimen tersier [3,4].

Berdasarkan peta geologi regional dan kolom stratigrafi, daerah Menggala memiliki formasi Muara Enim. Formasi batuan ini terdiri dari batu pasir, batu lempung dan batu bara. Batu bara yang berada di formasi ini diakibatkan oleh pengendapan awal yang terjadi di sepanjang daerah rawa dataran pantai. Pengendapan tersebut dilanjutkan ke delta plain yang ditandai dengan menebalnya sekuen serpih dan batu pasir dan umumnya merupakan lignit. Formasi ini paling banyak ditemukan pada bagian selatan Cekungan Sumatera Selatan dengan ketebalan 750 m [2]. Lapisan batu bara diketahui memiliki ketebalan 20–50 cm berperingkat lignit [5], mengandung gas



Gambar 1. Geologi lembar Menggala [15]



Gambar 2. Kolom stratigrafi Sumatera Selatan [2]

metana (CBM) yang umumnya dapat dikembangkan. Untuk saat ini, status pemanfaatan daerah-daerah yang memiliki formasi Muara Enim sedang berada dalam tahap pengajuan persetujuan/*plan of development* (POD), dan dapat dikatakan selangkah lagi menuju produksi CBM [6]. Melihat kondisi ini, daerah Menggala sangat menarik untuk diteliti. Kondisi geologi regional dan kolom stratigrafi Menggala disajikan pada Gambar 1 dan 2.

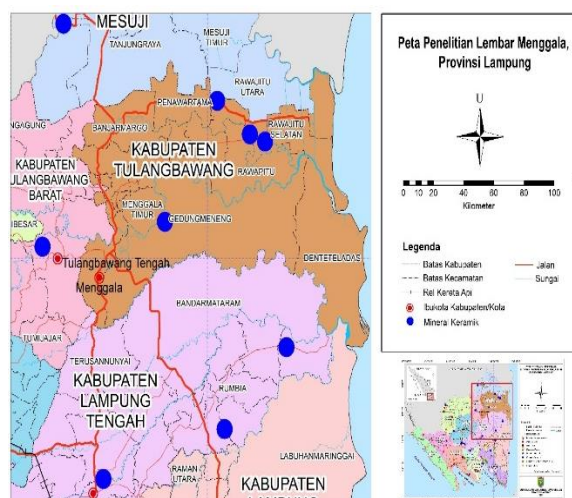
Penggunaan metode gaya berat di daerah Menggala mengindikasikan cekungan sedimen berada di kedalaman yang cukup besar. Cekungan tersebut diisi oleh batuan sedimen (batu lempung), membentuk pola berarah baratdaya – timurlaut. Batuan dasar di kawasan ini adalah batuan metamorf dengan nilai densitas sebesar 2,64 g/cm<sup>3</sup> [7]. Undulasi permukaan batuan dasar pada patahan serta intrusi batuan beku asam yang terjadi di sepanjang bidang patahan merupakan penyebab utama anomali magnetik di kawasan Menggala. Batuan sedimen menebal ke arah utara dan dikontrol oleh patahan regional berarah barat-baratlaut – timurtenggara [8]. Anomali Bouguer dan anomali magnet rendah menunjukkan adanya cekungan sedimen pada suatu struktur di bawah permukaan bumi [9].

Berdasarkan hal tersebut, proses identifikasi struktur bawah permukaan pada penelitian ini lebih difokuskan pada daerah Menggala menggunakan anomali magnetik dan gaya berat. Profil 2D benda anomali dimodelkan untuk mendapatkan distribusi vertikal struktur bawah permukaan. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat meningkatkan resolusi spasial dari penelitian sebelumnya yang menitikberatkan pada distribusi lateral.

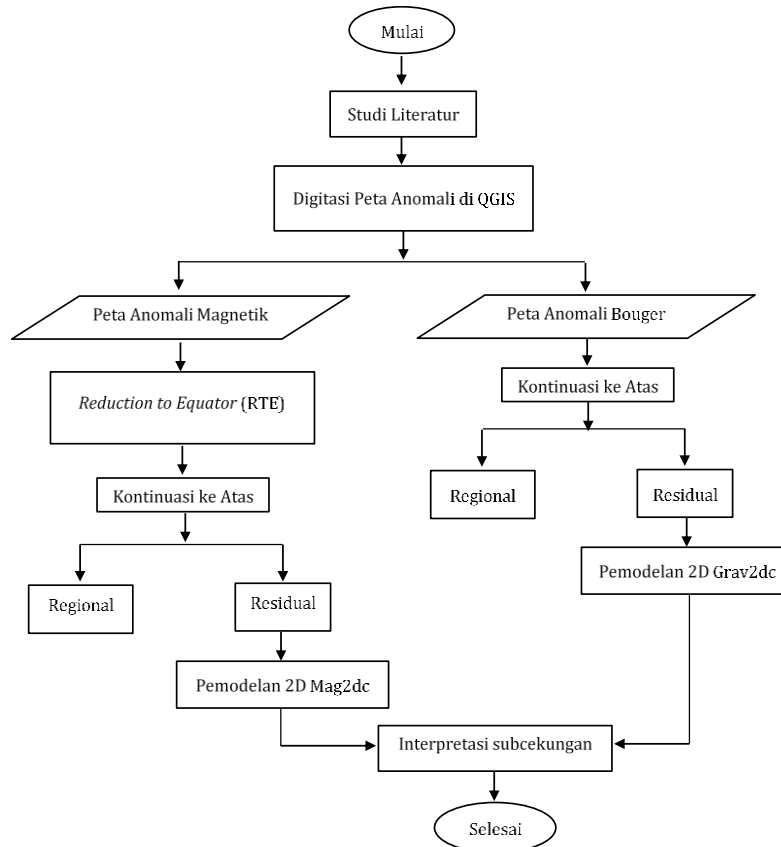
## 2. Metodologi

Daerah penelitian berada di sudut tenggara Sumatera, dengan luasan berkisar 11.319 km<sup>2</sup>, pada koordinat 4°00' – 5°00' LS dan 105°00' – 105°54' BT (Gambar 3). Daerah utara wilayah penelitian dibatasi oleh Lembar Tulungselapan, di selatan oleh Lembar Tanjungkarang, di barat oleh Lembar Baturaja dan timur oleh Laut Jawa. Berdasarkan letak geografisnya, Lembar daerah Menggala melingkupi beberapa wilayah administratif, diantaranya Kabupaten Mesuji, Tulangbawang, Tulangbawang Barat, Lampung Utara, Lampung Timur, Lampung Tengah (Provinsi Lampung) dan Ogan Komering Ilir (Provinsi Sumatera Selatan).

Data yang digunakan pada penelitian adalah data sekunder yang didapatkan dari Pusat Survei Geologi, Bandung berupa peta anomali magnetik lembar Menggala dengan skala 1:250.000 [8] dan peta anomali Bouguer lembar Menggala, Sumatera dengan skala 1:250.000 [10] yang sudah melewati proses koreksi. Wilayah penelitian berada di 4°00' hingga 5°00' LS dan 105°00' hingga 105°54' BT. Data berformat analog tersebut kemudian diubah menjadi data digital. Proses pengolahan data menggunakan aplikasi nirbayar, antara lain



Gambar 3. Peta penelitian lembar Menggala [14]



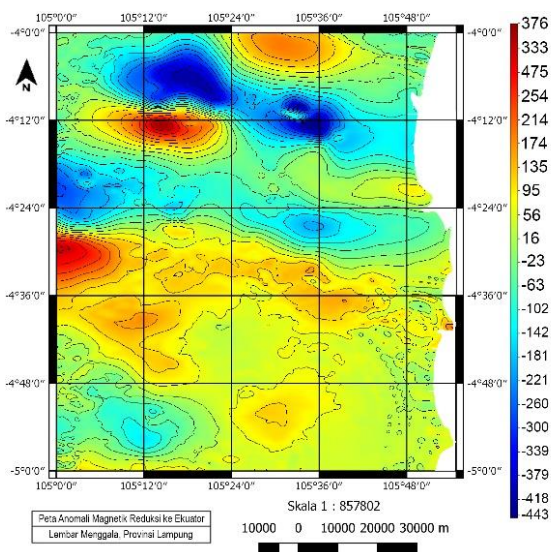
Gambar 4. Diagram alir metode magnetik dan gravitasi

Spreadsheet, Notepad, Quantum GIS (QGIS), Magpick, Mag2dc, Grav2dc dan Inkscape. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 4.

### 3. Hasil dan Pembahasan

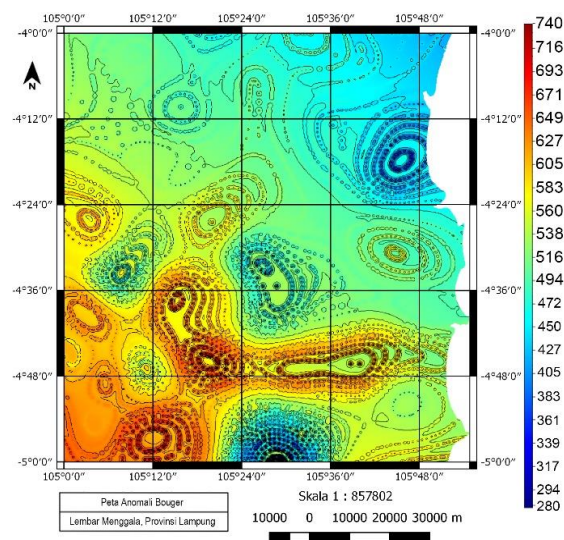
#### 3.A. Interpolasi

Interpolasi dilakukan untuk mendapatkan nilai anomali magnetik dan gravitasi di daerah yang



Gambar 5. Hasil Interpolasi peta anomali magnetik

tidak terwakili oleh proses digitasi. Metode *moving average* dilakukan untuk menghaluskan sinyal (data) dan mengecilkan peranan gangguan (*noise*). Prinsip *moving average* adalah merata-ratakan nilai data yang berada pada sebuah rentang data yang berjalan. Untuk mengkonfirmasi data hasil interpolasi, pola kontur anomali, nilai anomali tertinggi, terendah antara data sekunder dan hasil interpolasi dilihat lalu dibandingkan. Hasil



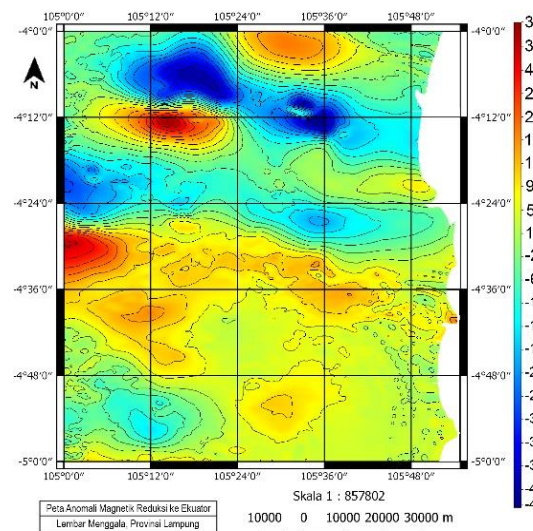
Gambar 6. Hasil interpolasi peta anomali Bouguer

interpolasi pada data yang telah didigitasi disajikan pada Gambar 5 dan 6.

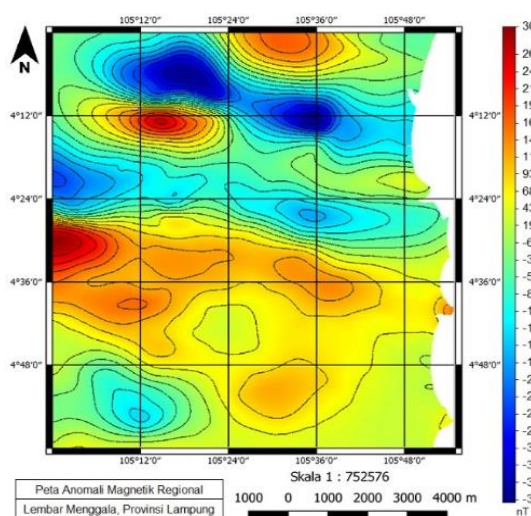
### 3.B. Metode Magnetik

Sifat dwi-kutub pada peta anomali medan magnetik total dihilangkan menggunakan *reduction to the equator* (RTE). Pemilihan parameter reduksi yang digunakan pada proses RTE tersebut diperoleh secara *trial and error*. Hasil berdasarkan RTE diketahui lebih baik dari proses *reduction to the pole* (RTP) yang juga telah dilakukan. Gambar 7 memperlihatkan distribusi anomali magnetik setelah melalui proses RTE.

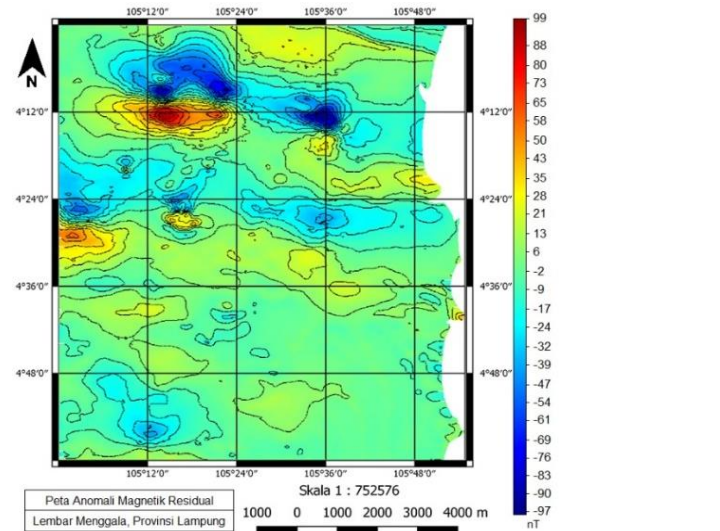
Anomali regional dan residual kemudian diekstraksi dari peta anomali hasil RTE. Hal ini dilakukan karena pemodelan 2D struktur bawah permukaan didasarkan pada anomali residual. Pemisahan kedua anomali tersebut dilakukan dengan *filter* kontinuitas ke atas. *Filter* ini berfungsi



Gambar 7. Hasil RTE



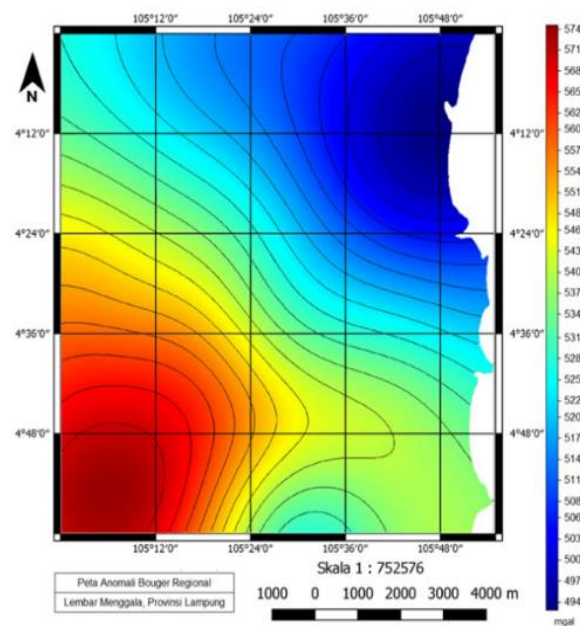
Gambar 8. Peta anomali magnetik regional



Gambar 9. Peta anomali magnetik residual

untuk memperkuat resolusi anomali pada target dalam. Hal ini bersesuaian dengan estimasi target subcekungan yang berada di kedalaman yang besar sesuai dengan penelitian sebelumnya [13]. Seperti halnya proses RTE, pemilihan parameter yang memberikan hasil terbaik dilakukan secara *trial and error*. Reduksi nilai anomali maksimal ditetapkan sebesar 25% dari data nilai anomali tertinggi, atau sebesar 282 nT. Jika nilai pemisahan anomali regional mendekati nilai tersebut, maka variasi ketinggian dihentikan. Melalui proses tersebut, parameter berupa nilai ketinggian sebesar 800 m memberikan hasil yang bersesuaian dengan kondisi yang ditetapkan pada perhitungan.

Gambar 8 merupakan peta anomali magnetik regional yang diperoleh setelah proses *filter* konti-



Gambar 10. Peta anomali gravitasi regional.

nuasi ke atas. Dari gambar terlihat intensitas magnetik sebesar 167 nT hingga 306 nT tersebar di bagian selatan dan sebagian kecil di utara wilayah penelitian. Daerah dengan intensitas magnetik rendah yang terdistribusi ke arah barat-baratlaut – timurtenggara terlihat di bagian tengah dan utara lokasi penelitian. Khusus di bagian utara ini, wilayah berintensitas rendah diapit oleh dua kontur tertutup berintensitas magnetik tinggi.

Distribusi anomali magnetik residual hasil kontinuasi ke atas dapat dilihat pada Gambar 9. Pada gambar, terlihat sebaran nilai intensitas magnetik yang dihasilkan memiliki pola yang relatif lebih beragam jika dibandingkan dengan yang ditunjukkan oleh anomali regional, walaupun disparitas nilai intensitas magnetiknya lebih kecil. Terdapat banyak kontur tertutup di wilayah utara lokasi penelitian, baik itu berintensitas tinggi maupun rendah.

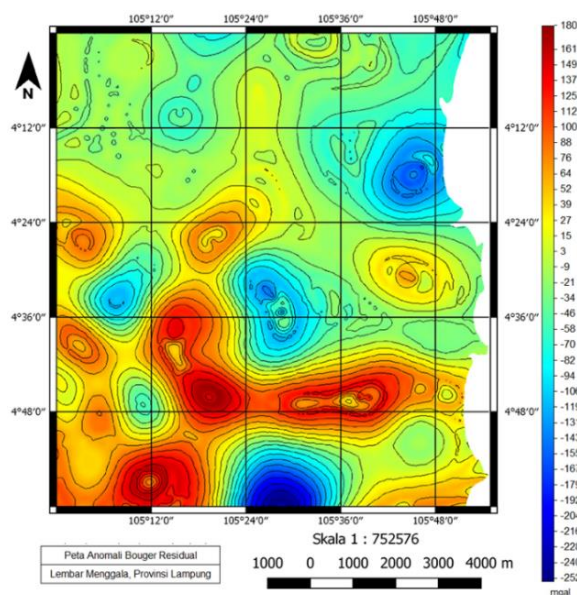
Dari kedua peta hasil *filter* kontinuasi ke atas tersebut, nilai anomali magnetik rendah dan sedang diasosiasikan sebagai batuan sedimen yang memiliki nilai suseptibilitas yang rendah. Sementara itu, batuan beku yang diketahui memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi berasosiasi dengan nilai anomali magnetik tinggi.

### 3.C. Metode Gaya Berat

Penggunaan metode gaya berat untuk identifikasi struktur bawah permukaan di daerah Menggala sebelumnya telah dilakukan oleh Setiadi (2010) [11]. Model yang dibangun menunjukkan permukaan daerah Menggala hingga kedalaman 3 km didominasi oleh batuan sedimen berupa batupasir dan lempung. Lebih lanjut, batuan metamorf atau granitan ditemukan pada kedalaman berkisar 3 km yang diasosiasikan sebagai batuan dasar.

Pendugaan struktur bawah permukaan di daerah Menggala berdasarkan anomali gaya berat juga pernah dilakukan sebelumnya oleh Hidayat (2010) [7]. Penggunaan *step* model pada proses pendugaan berdasarkan anomali gaya berat regional menunjukkan terdapatnya cekungan dengan pola berarah baratdaya-timurlaut yang berisi batuan sedimen berupa batu lempung.

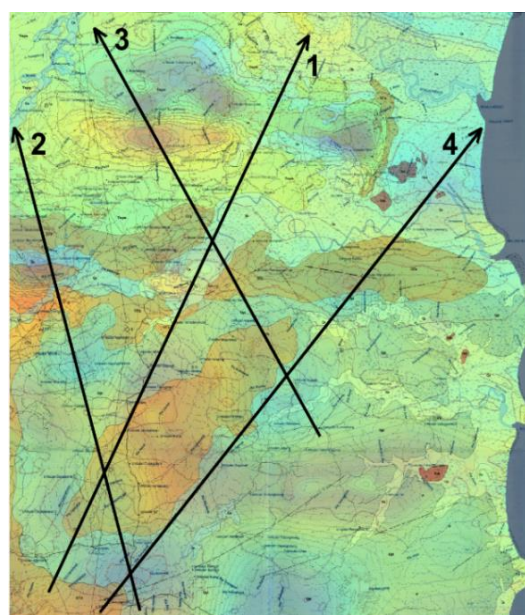
Pengolahan data anomali gaya berat di daerah Menggala pada penelitian ini dilakukan mengadopsi proses yang dilakukan oleh Hidayat, (2010) [7]. Gambar 10 merupakan hasil yang diperoleh untuk anomali gravitasi regional. Pada gambar terlihat anomali Bouguer tinggi terdapat di bagian



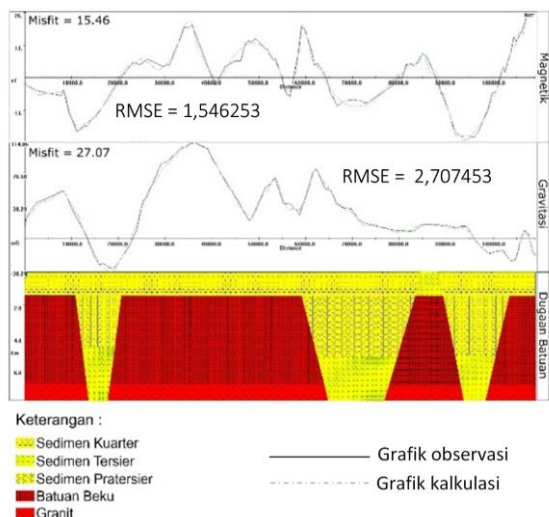
Gambar 11. Peta anomali gravitasi residual

timurlaut, sedangkan anomali rendah berada di wilayah baratdaya. Kedua wilayah tersebut diperlihatkan seperti halnya dua buah kutub yang mengapit wilayah beranomali 522 mGal hingga 548 mGal.

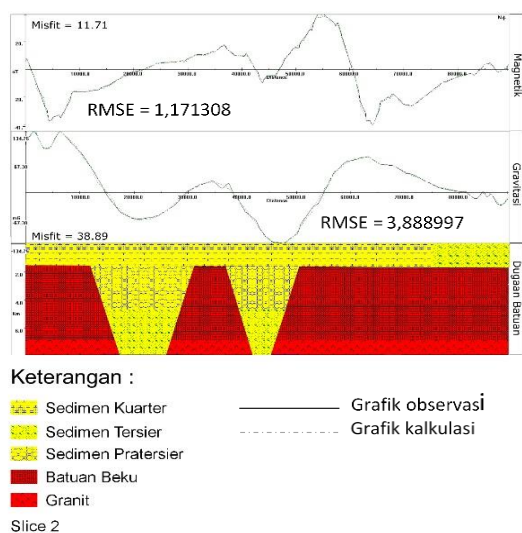
Gambar 11 memperlihatkan peta anomali gravitasi residual. Model 2D yang dibuat pada penelitian ini didasarkan pada profil anomali residual ini. Hal ini dilakukan karena struktur bawah permukaan yang menjadi target penelitian relatif lebih dangkal jika dibandingkan pada Hidayat (2010) [7]. Pada Gambar 11 ini terlihat sebaran anomali Bouguer menunjukkan pola yang lebih kompleks. Terdapat kurva-kurva tertutup di



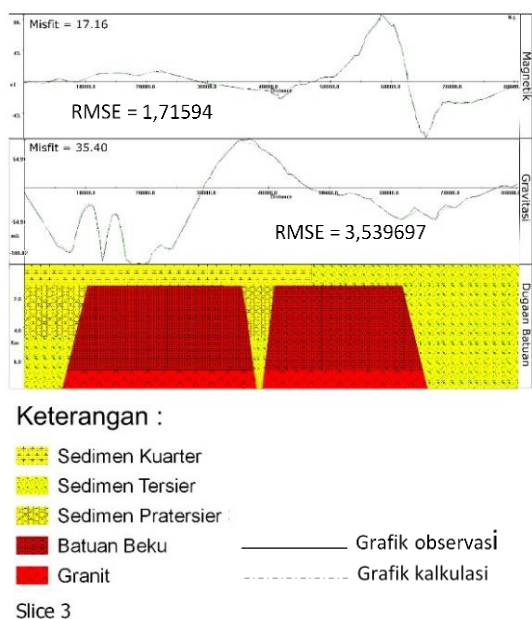
Gambar 12. Lokasi pemilihan profil lembar Menggala



Gambar 13. Model 2D dan dugaan batuan slice 1



Gambar 14. Model 2D dan dugaan batuan slice 2



Gambar 15. Model 2D dan dugaan batuan slice 3

bagian Selatan wilayah penelitian. Perbedaan signifikan dengan distribusi anomali regional adalah terdapatnya wilayah beranomali rendah di bagian baratdaya.

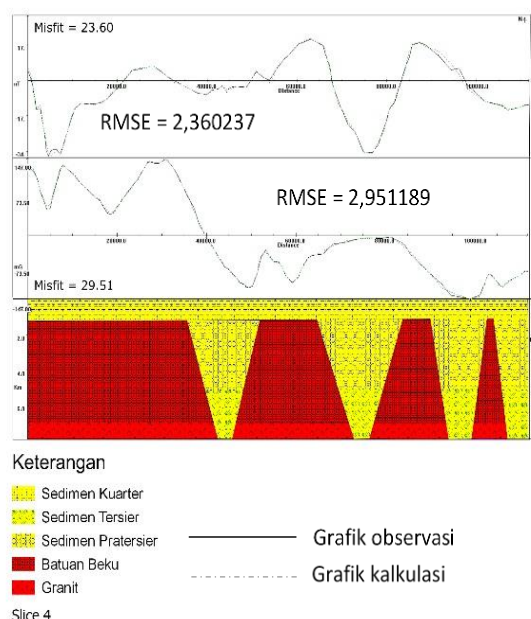
Anomali rendah dan sedang pada peta anomali gravitasi diidentifikasi sebagai batuan sedimen yang memiliki nilai densitas yang rendah. Sementara itu, anomali tinggi berasosiasi dengan nilai densitas yang tinggi yang dimiliki oleh batuan beku.

### 3.D. Pemodelan 2D dan Interpretasi

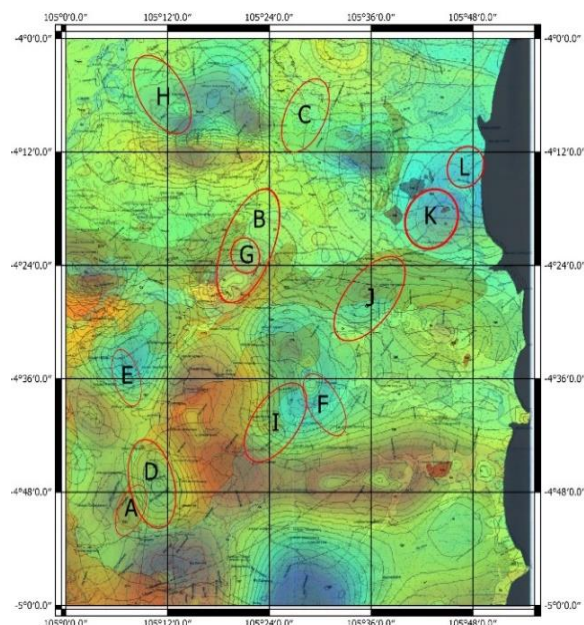
Profil anomali residual magnetik dan gravitasi di wilayah-wilayah tertentu digunakan sebagai masukan bagi proses pemodelan. Wilayah yang diambil profilnya merupakan wilayah yang diduga merupakan batas subcekungan. Penentuannya dimulai dengan melakukan *overlay* peta anomali residual magnetik dan gaya berat di atas peta geologi regional menggunakan aplikasi QGIS. Profil dipilih pada lokasi-lokasi yang memiliki nilai anomali rendah. Lokasi yang akan dilihat profilnya disajikan pada Gambar 12.

Pemodelan 2D metode magnetik dilakukan menggunakan aplikasi Mag2dc, sedangkan pemodelan 2D metode gaya berat dilakukan dengan aplikasi Grav2dc. Kedalaman yang digunakan untuk pemodelan 2D adalah 8 km. Kedalaman perkiraan daerah penelitian dengan metode magnetik adalah 5 km hingga 8 km dari permukaan [8].

Interpretasi batuan dilakukan dengan membandingkan nilai suseptibilitas dan densitas hasil



Gambar 16. Model 2D dan dugaan batuan slice 4



**Gambar 17.** Lokasi dugaan subcekungan

model dengan nilai yang sudah ditabulasi hasil penelitian sebelumnya [12], informasi yang didapatkan pada peta geologi regional [4] dan lithologi daerah penelitian. Hasil pemodelan 2D dan interpretasi dugaan batuan disajikan pada Gambar 13 hingga 16.

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 13 hingga Gambar 16, model 2D hasil anomali gaya berat dan magnetik saling mengkonfirmasi. Batuan pengisi subcekungan diduga berupa sedimen yang memiliki umur yang berbeda-beda. Batuan sedimen yang ditemukan diperkirakan berupa batuan tuff, lempung, endapan rawa dan mineral diamagnetik. Batuan pembatas sedimen diduga berupa batuan beku berjenis basalt, andesit, beku asam dan beku basa yang memiliki nilai intensitas magnetik yang tinggi. Batuan *basement* di daerah penelitian diduga berupa granit yang mempunyai nilai densitas  $2,643 \text{ g/cm}^3$  dan suseptibilitas  $0,033767 \text{ SI}$ .

### 3.E. Delineasi Subcekungan

Subcekungan merupakan bagian dari cekungan. Subcekungan perlu diketahui untuk membantu pencarian mineral dan hidrokarbon yang lebih akurat karena berada di dekat permukaan. Pada penelitian sebelumnya diketahui cekungan di lembar Menggala berdasarkan anomali gaya berat regional berada di kedalaman  $\pm 12 \text{ km}$ . Cekungan daerah Menggala berarah baratdaya-timurlaut [7]. Anomali Bouguer dan anomali magnet rendah menunjukkan adanya cekungan

sedimen pada suatu struktur di bawah permukaan bumi [9]. Subcekungan didelineasi dengan mengikuti pola wilayah bernilai suseptibilitas dan densitas yang rendah, serta memperhatikan dugaan batuan yang telah diinterpretasi sebelumnya. Hasil delineasi subcekungan lembar Menggala disajikan pada Gambar 17.

Berdasarkan Gambar 17, sebanyak 9 (sembilan) subcekungan diduga berada di lembar Menggala. Pada proses identifikasi, walaupun profil A dan D masing-masing memperlihatkan adanya sebuah subcekungan, namun keduanya hanya mengkonfirmasi terdapatnya sebuah subcekungan yang sama. Hal serupa juga ditunjukkan oleh Profil B dan G serta I dan F. Kedalaman subcekungan yang diidentifikasi diperkirakan sebesar  $1 \text{ km}$  hingga  $8 \text{ km}$ .

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, sebanyak 9 (sembilan) subcekungan ditemukan di daerah Menggala. Struktur yang mengisi subcekungan tersebut adalah batuan sedimen yang diduga berupa tuff, lempung, endapan rawa dan mineral diamagnetik. Setiap subcekungan dibatasi oleh batuan beku yang berasosiasi dengan nilai intensitas magnetik dan densitas yang tinggi. Kedalaman rata-rata subcekungan diperkirakan berkisar  $\pm 1 \text{ km}$ . Berdasarkan model yang dibangun, orientasi subcekungan memiliki arah timurlaut, baratlaut dan barat-barat laut ke timur tenggara. Hasil ini bersesuaian dengan pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya berdasarkan anomali gaya berat regional [7]. Batuan *basement* (dasar) daerah Menggala diduga berupa batuan granit yang mempunyai nilai densitas  $2,643 \text{ g/cm}^3$  dan suseptibilitas  $0,033767 \text{ SI}$ .

## 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Survei Geologi (PSG), Bandung yang telah mengizinkan penggunaan data serta pembimbingan yang telah diberikan. Terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Yoga Satria Putra, M.Si. dan Radhitya Perdhana, M.Sc. atas diskusi yang membangun kerangka ilmiah bagi penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- [1] Ingersoll, R. V., Tectonics of Sedimentary Basins, with Revised Nomenclature, In Tectonics of Sedimentary Basins, pp.1–43, 2011.

- [2] Bishop, M.G., South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System, USGS Open File Report, 2001.
- [3] Coster, G. L. De , The Geology of the Central and South Sumatra Basins, Proceedings Indonesian Petroleum Association Third Annual Convention, pp.77–110, 2018.
- [4] Katz, B. J., In Controls on lacustrine source rock development: a model for Indonesia, 20th Annual Convention Proceedings, pp.587-619, 1991.
- [5] Maryono, A., Wahono, B., Tatang, A., Laporan Evaluasi Potensi Sumber Daya Batubara Blok 1, Kabupaten Mesuji, Provinsi Lampung, PSDMBG, LA 2018 -6, 2018.
- [6] Santoso, B., Daulany, B., Coalification Trend in South Sumatera Basin, Indonesia Mining Journal, (9)6, pp.9-21, 2006.
- [7] Hidayat, W., Pemodelan Struktur Regional Daerah Menggala Menggunakan Step Model, 1st Earth Science International Seminar, pp.1, 2010.
- [8] Wahyono, H., Rohandi, U., Sobari, I., Peta Anomali Magnet Lembar Menggala, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 2004.
- [9] Subagio, S. and Patmawidjaya, T., Pola Anomali Bouguer dan Anomali Magnet Dan Kaitannya Dengan Prospek Sumber Daya Mineral dan Energi Di Pulau Laut, Pulau Sebuku dan Selat Sebuku, Kalimantan Selatan, Jurnal Geologi Kelautan, 11(3), pp.115, 2016.
- [10] Subagio, Suharyono, S., Buyung, N., Peta Anomali Bouger Lembar Menggala, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1991.
- [11] Setiadi, I., Setyanta B., dan Widijono, B.S., Delineasi Cekungan Sedimen Sumatra Selatan Berdasarkan Analisis Data Gaya Berat, JSDG, 20(2), 2010.
- [12] Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., Applied Geophysics, 2nd ed, Cambridge University Press, 1990.
- [13] Pawlowski, R. S., Preferential continuation for potential-field anomaly enhancement, Geophysics, 60(2), pp.390–398, 1995.
- [14] ESDM, Peta Potensi Sumber Daya Mineral, Batu bara dan Panas Bumi di Provinsi Lampung, Dinas ESDM Lampung, 2019.
- [15] Burhan, G., Gunawan, W., Noya, Y., Peta Geologi Lembar Menggala, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1993.