



# IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN BERDASARKAN ANALISIS DATA GAYABERAT DI DAERAH PALEMBANG DAN SEKITARNYA SEBAGAI CEKUNGAN POTENSI HIDROKARBON

Eddy Mirnanda\*<sup>1</sup>, Alfalah Adam Saputra<sup>2</sup> dan Lukman Arifin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pusat Riset Sumber Daya Geologi, BRIN, Bandung, Indonesia

<sup>2</sup> Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

\*Corresponding author: eddy006@brin.go.id

Received 2022-09-19, Revised 2023-02-20, Accepted 2023-04-02

Available Online 2023-04-05, Published Regularly April 2023

## ABSTRACT

Research has been conducted in the Palembang area using gravity data with the aim of knowing the basin structure that has hydrocarbon potential based on 2D and 3D modeling. The Palembang area is one of the regions that has hydrocarbon potential which is characterized by several Sub-Basins namely the South Jambi Sub-Basin, the North Palembang Sub-Basin, and the West Palembang Sub-Basin. The study area has a Complete Bouguer Anomaly value (CBA) between 20.7 mGal to 55.2 mGal. Based on 2D modeling, rocks with a density value of around 2.35 g/cm<sup>3</sup> are identified as reservoir zones located in the Talang Akar Formation with depths of around 4000 meters to 5000 meters below the surface. Rocks with density values between 2.35 g/cm<sup>3</sup> to 2.4 g/cm<sup>3</sup> are identified as seals in the form of shale as cover rocks that are good at trapping hydrocarbons. In 2D modeling there are fault structures in the form of normal faults and reverse faults that are identified based on analysis Second Vertical Derivative (SVD). Based on 3D gravity inversion modeling, the reservoir zone was found to be at a depth of about 4000 meters to 5000 meters below the surface which has a density value between 2.31 g/cm<sup>3</sup> to 2.53 g/cm<sup>3</sup>.

**Keywords :** Hydrocarbons; reservoirs; gravity anomalies; 2D and 3D models.

## ABSTRAK

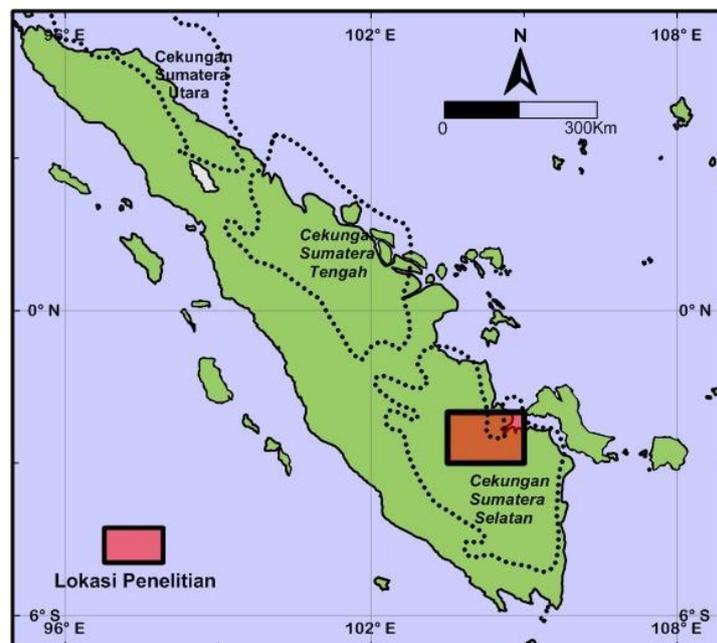
Telah dilakukan penelitian di daerah Palembang dan sekitarnya menggunakan data gayaberat dengan tujuan mengetahui struktur cekungan yang memiliki potensi hidrokarbon berdasarkan pemodelan 2D dan 3D. Daerah Palembang dan sekitarnya merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi hidrokarbon yang ditandai adanya beberapa subcekungan yaitu Subcekungan Jambi Selatan, Subcekungan Palembang Utara, dan Subcekungan Palembang Barat. Daerah penelitian memiliki nilai Anomali Bouguer Lengkap (ABL) berkisar antara +21 mGal hingga +55 mGal. Berdasarkan pemodelan 2D, batuan dengan nilai densitas sekitar 2,35 gr/cm<sup>3</sup> diidentifikasi sebagai zona reservoir yang berada pada Formasi Talang Akar dengan kedalaman sekitar 4000 meter sampai 5000 meter di bawah permukaan. Batuan dengan nilai densitas antara 2,35 gr/cm<sup>3</sup> sampai 2,40 gr/cm<sup>3</sup> diidentifikasi sebagai batuan penutup (seal) berupa shale sebagai batuan penutup yang baik menjebak hidrokarbon. Dalam pemodelan 2D terdapat struktur patahan berupa *normal fault* dan *reverse fault* yang diidentifikasi berdasarkan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD). Sedangkan berdasarkan pemodelan inversi 3D gayaberat, zona reservoir ditemukan berada pada kedalaman sekitar 4000 meter sampai 5000 meter dibawah permukaan yang memiliki nilai densitas antara 2,31 gr/cm<sup>3</sup> sampai 2,53 gr/cm<sup>3</sup>.

**Kata kunci :** Hidrokarbon; reservoir; anomali gayaberat; model 2D dan 3D; SVD

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi cadangan hidrokarbon di dunia. Hasil dari penyusunan peta sebaran cekungan sedimen berdasarkan data gayaberat (data geofisika) dan informasi geologi terdapat kurang lebih 128 cekungan sedimen yang memiliki potensi ekonomi yang cukup tinggi<sup>[1]</sup>. Beberapa cekungan sedimen tersebut dijumpai di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara dan Papua. Di Indonesia yang terbukti telah menghasilkan hidrokarbon salah satunya adalah Cekungan Sumatera Selatan. Penelitian di daerah Sumatera Selatan terdapat dua bidang diskontinuitas densitas batuan, yaitu pada kedalaman rata-rata batuan alas sekitar 3,05 km dan pada kedalaman rata-rata bidang Moho sekitar 15,98 km. Berdasarkan hasil analisis data gayaberat bahwa daerah Sumatera Selatan memiliki pola kelurusan relatif baratlaut - tenggara. Analisis data gayaberat dilakukan dengan menggunakan analisis spektrum yaitu dengan menggunakan metode *moving average* yang bertujuan untuk mengetahui perkiraan kedalaman sumber anomali dangkal dan dalam serta dapat memisahkan anomali regional dan anomali residual<sup>[2]</sup>. Hasil interpretasi yang dilakukan akan memberikan informasi mengenai potensi hidrokarbon daerah penelitian melalui analisis struktur geologi berdasarkan analisis metode gayaberat dengan menggunakan metode *Second Vertical Derivative* (SVD) serta *Forward Modeling* dan *Inverse Modeling* pada peta Anomali Residual di daerah Palembang dan sekitarnya, Sumatera Selatan.

Secara geografis, lokasi penelitian terletak pada koordinat 2°00' - 3°00' LS dan 103°30' - 105°00' BT dengan luas daerah penelitian sekitar 180 x 120 km<sup>2</sup> yang berada di lembar Palembang, Provinsi Sumatera Selatan yang ditunjukkan pada Gambar 1.

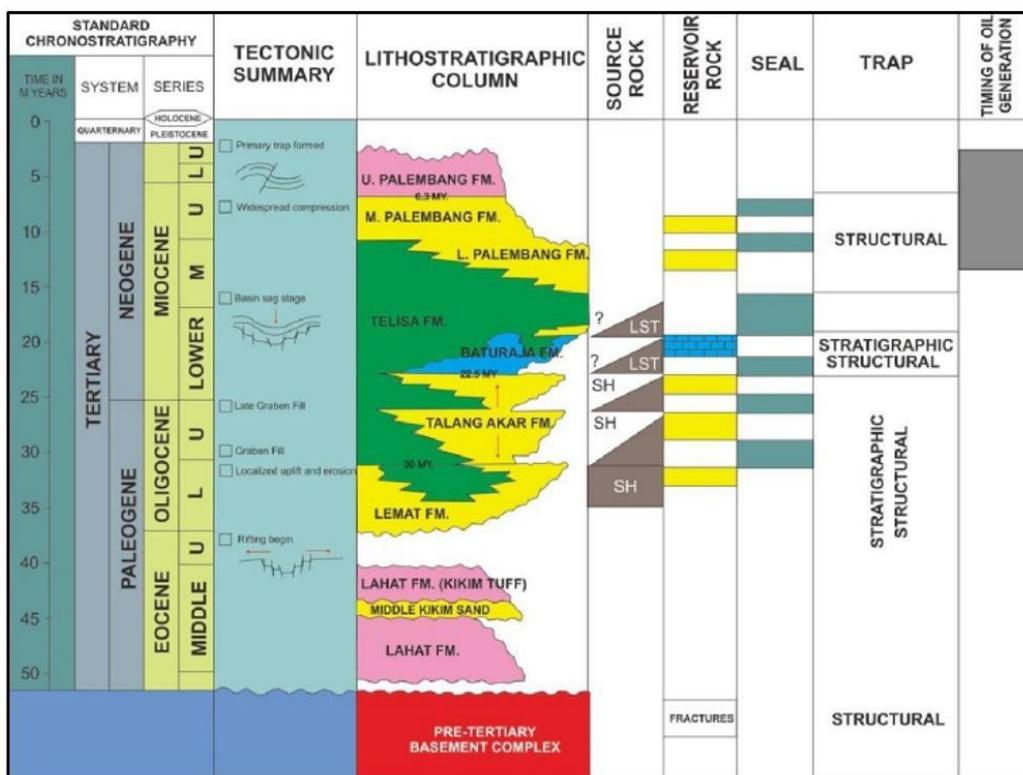


Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

Penelitian tentang cekungan penting dilakukan, karena cekungan merupakan tempat terakumulsinya hidrokarbon, walaupun tidak semua cekungan sedimen mempunyai potensi hidrokarbon. Keberadaan subcekungan sedimen di Sumatera Selatan hingga saat ini masih menjadi perdebatan di antara ahli ilmu kebumihan khususnya mengenai jumlah dan posisi subcekungan tersebut. Cekungan Sumatera Selatan terbagi atas 4 (empat) subcekungan<sup>[3]</sup>, diantaranya adalah Subcekungan Jambi Selatan; Subcekungan Palembang Utara; Subcekungan Palembang Tengah dan Subcekungan Palembang Selatan<sup>[4]</sup>.

Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan yang produktif sebagai penghasil minyak dan gas. Hal itu dibuktikan dengan banyaknya rembesan minyak dan gas yang dihubungkan oleh adanya antiklin. Letak rembesan ini berada di kaki bukit Gumai dan pegunungan Barisan. Sehingga dengan adanya peristiwa rembesan tersebut, dapat digunakan sebagai indikasi awal untuk eksplorasi adanya hidrokarbon yang berada di bawah permukaan berdasarkan petroleum system [5]. Dalam cekungan Sumatera Selatan, beberapa formasi dapat menjadi reservoir yang efektif untuk menyimpan hidrokarbon, antara lain adalah pada basement, Formasi Lahat, Formasi Talang Akar, Formasi Batu Raja, dan Formasi Gumai. Sedangkan untuk subcekungan Palembang Selatan produksi hidrokarbon terbesar berasal dari Formasi Talang Akar dan Formasi Batu Raja. Basement yang berpotensi sebagai reservoir terletak pada daerah *uplifted* dan *paleohigh* yang didalamnya mengalami rekahan dan pelapukan.

Secara umum, stratigrafi daerah Cekungan Sumatera Selatan dapat diketahui satu *megacycle*(daur besar) yang terdiri dari suatu transgresi dan diikuti regresi, seperti tampak pada Gambar 2. Formasi yang terbentuk selama fase transgresi dikelompokkan menjadi kelompok Telisa (Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, dan Formasi Gumai). Formasi Lemat dan *older* Lemat diendapkan sebelum fase transgresi utama, sedangkan kelompok Palembang diendapkan selama fase regresi (Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai) [6].



Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan [4].

**METODE**

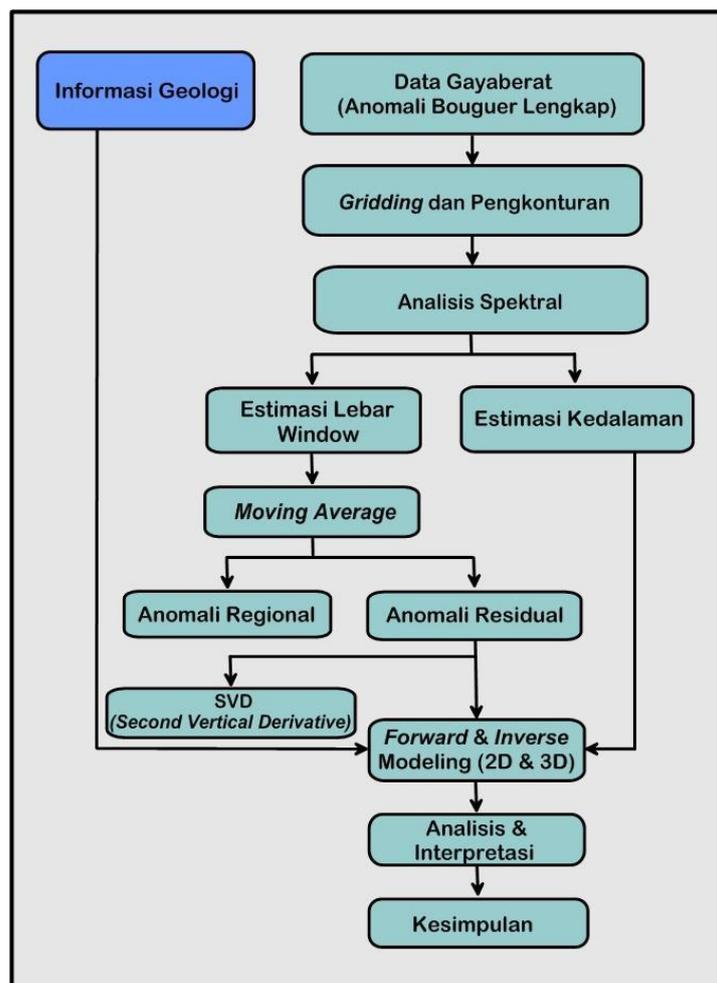
Data penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan di lapangan. Data tersebut merupakan data gayaberas di daerah lembar Palembang dan sekitarnya. Data yang digunakan berjumlah 156 titik pengukuran yang tersebar secara acak dengan interval antara 5 sampai 6 km.

Anomali Bouguer Lengkap merupakan anomali yang disebabkan oleh variasi densitas secara lateral pada batuan di kerak bumi yang telah berada pada bidang referensi yaitu bidang geoid. Persamaan untuk mendapatkan nilai anomali adalah sebagai berikut <sup>[7]</sup>:

$$ABL = G_{obs} - G_n + FAC - BC + TC \quad (1)$$

Dimana, *ABL*: Anomali Bouguer Lengkap (mGal), *G<sub>obs</sub>* : Nilai gaya berat pengamatan (mGal), *G<sub>n</sub>* : Nilai gaya berat pada suatu lintang (mGal), *BC* : Koreksi Bouguer (mGal), *FAC* : Koreksi udara bebas (mGal) dan *TC*: Koreksi medan (mGal).

Data hasil pengukuran gayaberat tersebut, diperoleh di lapangan berupa nilai Anomali Bouguer Lengkap (*ABL*) melalui beberapa koreksi meliputi: koreksi apungan (*drift*), koreksi pasang surut (*tidal*) dan koreksi kondisi topografi (ketinggian, medan, latitude, dan koreksi Bouguer). Kemudian dilakukan analisis spektral dalam pemisahan pada nilai *ABL* menjadi anomali residual dan anomali regional. Hasil dari analisis spektral akan mendapatkan lebar window yang kemudian digunakan untuk memisahkan anomali regional dan residual dengan menggunakan metode *Moving Average*.



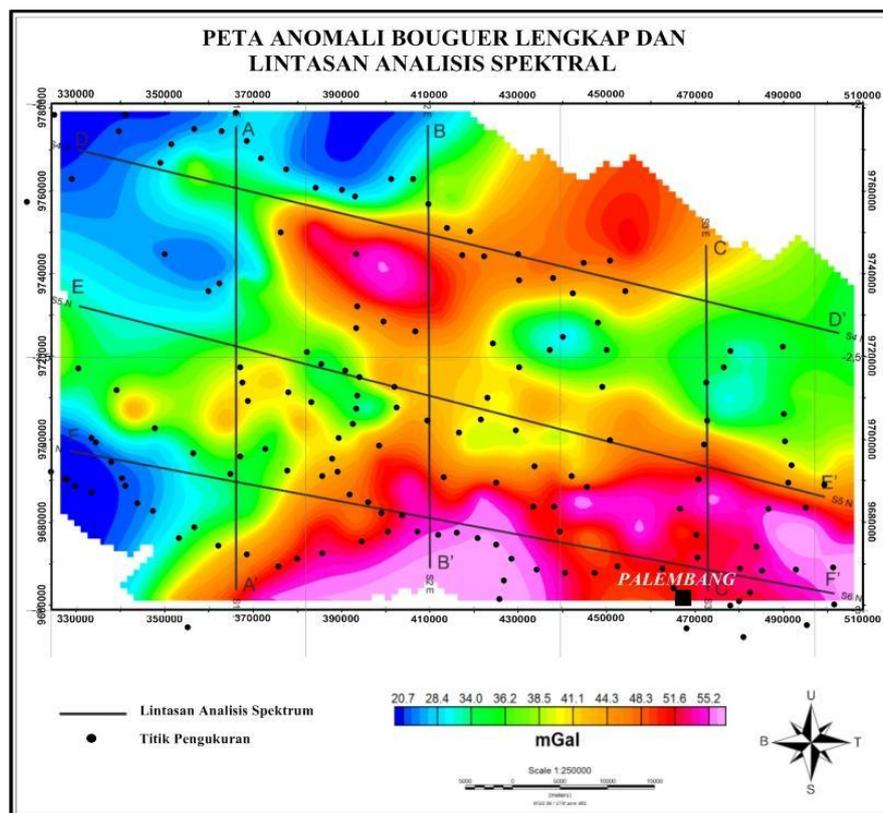
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Dilanjutkan dengan metode *Second Vertical Derivative* (*SVD*) yang memberi petunjuk bahwa sumber anomali yang bersifat dangkal atau residual. Metode *Second Vertical Derivative* ini juga mampu menampilkan struktur patahan dan sesar dengan menggunakan operator filter Elkins (1951) <sup>[8]</sup>.

Sedangkan *Forward Modeling* dan *Inverse Modeling* dilakukan terhadap peta anomali residual hasil filtering *Moving Average* yang diperlukan sebagai dasar dalam pembuatan pemodelan yaitu meliputi peta geologi daerah penelitian, peta anomali residual, informasi estimasi nilai densitas. Secara umum, diagram alir penelitian selengkapnya dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pola sebaran anomali Bouguer berkisar antara +21 mGal hingga +55 mGal di daerah Palembang dan sekitarnya seperti tampak pada Gambar 4. Gradasi warna pada peta menunjukkan variasi nilai anomali gayaberat dari tinggi menuju rendah di daerah penelitian. Sebaran anomali terbagi atas tiga lajur yang berbeda.



Gambar 4. Peta Anomali Bouguer dan Lintasan Analisis Spektラル Daerah Palembang dan Sekitarnya<sup>[9]</sup>

Lajur anomali tinggi, yang memiliki rentang anomali antara +50 mGal hingga +55 mGal menempati bagian tengah hingga timurlaut dan bagian selatan hingga tenggara daerah penelitian. Sebaran anomali pada peta ditunjukkan warna merah-muda, merah hingga jingga. Kemudian, lajur anomali sedang, yang memiliki rentang anomali +34 mGal sampai dengan +49 mGal terdapat di sebelah barat dan timur daerah penelitian yang pada peta ditunjukkan dengan warna hijau muda hingga, kuning dan orange. Sedangkan lajur Anomali rendah, memiliki rentang anomali dari +21 mGal sampai dengan +33 mGal terdapat disebelah baratdaya dan barat laut yang ditunjukkan dengan warna biru-muda hingga biru-tua. Batuan yang memiliki nilai densitas yang tinggi merupakan anomali tinggi, begitu juga sebaliknya batuan yang memiliki nilai densitas relatif rendah merupakan anomali rendah.

Proses analisis Spektラル diawali dengan membuat lintasan yang ditentukan dari peta Anomali Bouguer. Dalam penelitian ini, ditentukan sebanyak enam lintasan guna analisis spektral terbagi atas tiga lintasan yaitu lintasan A, B dan C yang lintasannya berarah Utara-Selatan, sedangkan tiga lintasan lainnya, yaitu lintasan D, E dan F lintasannya berarah

Baratlaut-Tenggara daerah penelitian. Setelah ditentukan lintasan dan didapatkan nilai anomali dari peta ABL, maka dilakukan Transformasi Fourier <sup>[10]</sup> yang bertujuan untuk mendapatkan nilai berupa nilai bilangan gelombang ( $k$ ) dan Ln amplitudo ( $\ln A$ ) yang nantinya kedua nilai tersebut diplot dalam bentuk grafik bilangan gelombang ( $k$ ) terhadap Ln amplitudo ( $\ln A$ ). Berdasarkan grafik tersebut, dengan memisahkan trend-trend persebaran titik regional, residual dan efek noise kemudian diperoleh nilai kemiringan (gradient) sehingga didapatkan estimasi kedalaman anomali regional maupun residual dan akan mengetahui nilai lebar jendela (*window*) yang digunakan untuk pemisahan anomali peta ABL. Persamaan hubungan antara nilai bilangan gelombang ( $k$ ) terhadap Ln amplitudo ( $\ln A$ ) dan estimasi kedalaman anomali adalah sebagai berikut <sup>[11]</sup>:

$$\ln A = (z_0 - z')|k| \quad (2)$$

$$\lambda = n \cdot \Delta x \text{ atau } n = \frac{\lambda}{\Delta x} = \frac{2\pi}{\Delta x \cdot k} \quad (3)$$

**Tabel 1.** Kedalaman Anomali Lintasan Analisis Spektral

No.	Lintasan Slice	Kedalaman Regional (m)	Kedalaman Residual (m)
1.	Lintasan A-A'	-24992	-935.75
2.	Lintasan B-B'	-9781.8	-1336.6
3.	Lintasan C-C'	-10171	-1199.3
4.	Lintasan D-D'	-22916	-1083.1
5.	Lintasan E-E'	-29272	-1692
6.	Lintasan F-F'	-16735	-1463.6
	<b>Rata-rata</b>	<b>-18977.96667</b>	<b>-1285.058333</b>

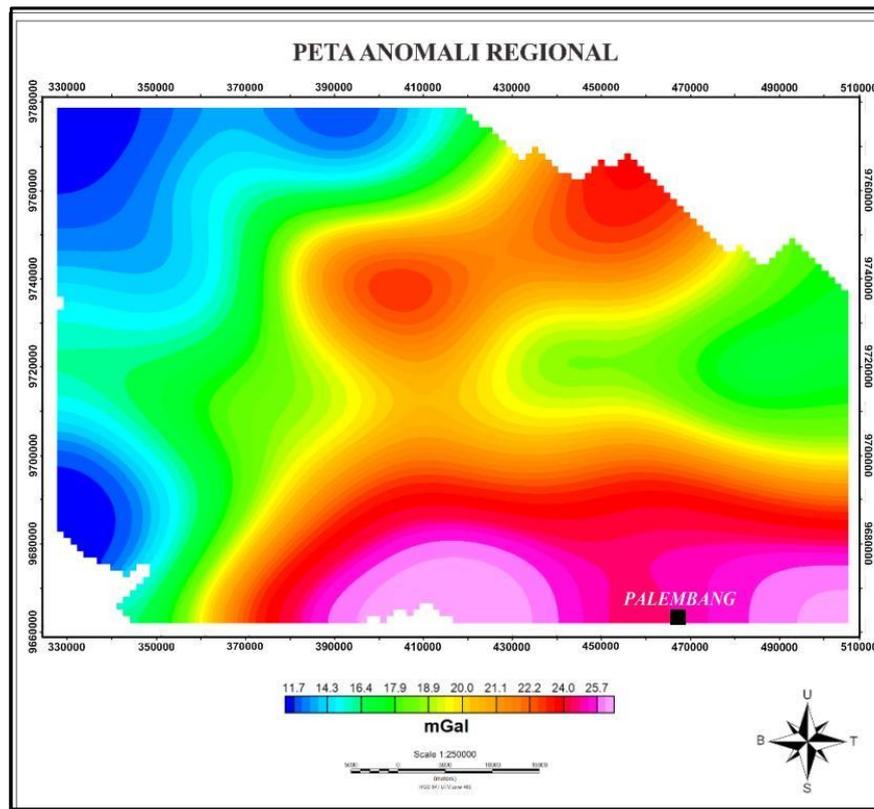
Hasil analisis spektral dari semua lintasan akan mendapatkan nilai *Cut off* bilangan gelombang ( $k$ ) yang digunakan untuk menentukan nilai lebar jendela (*window*) seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai *Cut off* dan Lebar Jendela Analisis Spektral

No.	Lintasan Slice	$k$ (Cut Off)	Lebar Jendela
1.	Lintasan A-A'	0.000224478	18.16013303
2.	Lintasan B-B'	0.000215424	19.44438577
3.	Lintasan C-C'	0.000364635	11.48761053
4.	Lintasan D-D'	0.000137623	30.43679491
5.	Lintasan E-E'	0.000117070	35.78011455
6.	Lintasan F-F'	0.000147891	28.32352922
	<b>Rata-rata</b>	<b>0.000201187</b>	<b>24.02209467</b>
	<b>Nilai Lebar Jendela</b>		<b>25</b>

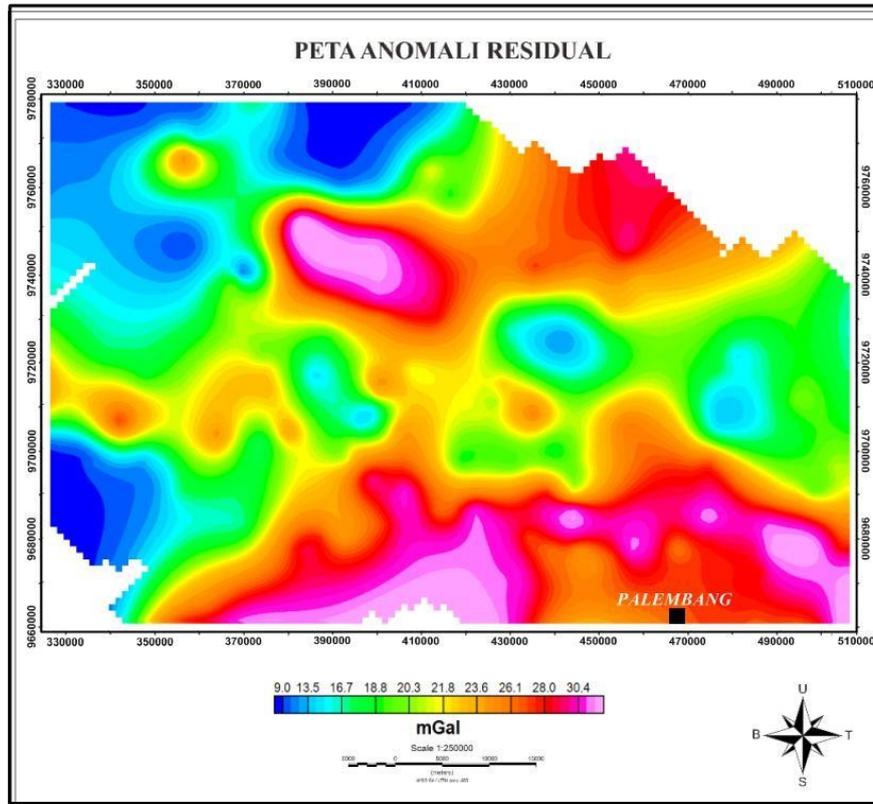
Berdasarkan hasil analisa spektral, maka diperoleh peta anomali regional daerah penelitian sesuai Gambar 5, secara umum pola anomali regional memperlihatkan adanya respon regional dengan rentang nilai anomali berkisar antara +12 mGal hingga + 26 mGal didaerah penelitian. Tampak pada peta anomali adanya gradasi pola sebaran anomali gayaberat dari tinggi ke rendah yaitu relatif berarah Tenggara- Baralaut. Anomali rendah ditunjukkan pada peta dengan warna biru-tua hingga biru-muda yang memiliki rentang nilai anomali berkisar antara +12 mGal hingga +16 mGal. Anomali sedang ditunjukkan pada peta dengan warna hijau, kuning dan orang pada rentang nilai anomali antara +17 mGal sampai dengan +22

mGal. Selanjutnya anomali tinggi ditunjukkan pada peta dengan warna merah, merah muda dan jingga memiliki rentang nilai anomali antara +23 mGal hingga +26 mGal. Pola anomali regional ini menggambarkan pengaruh dari struktur batuan pada posisi yang lebih dalam.



**Gambar 5.** Peta Anomali Regional Daerah Palembang dan Sekitarnya.

Peta anomali regional daerah penelitian menggunakan filter *moving average*, dan filter tersebut dapat memisahkan peta anomali residual. Nilai anomali residual didapatkan dari hasil pengurangan nilai Anomali Bouguer Lengkap terhadap peta anomali regional seperti pada Gambar 6. Adanya gradasi pola sebaran anomali gayaberat dari tinggi ke rendah yaitu relatif berarah Tenggara-Baratlaut. Anomali rendah ditunjukkan pada peta dengan warna biru-tua hingga biru-muda yang memiliki rentang nilai anomali antara +9 mGal sampai dengan +17 mGal. Anomali sedang ditunjukkan pada peta dengan warna hijau, kuning dan orange pada rentang nilai anomali antara +18 mGal sampai dengan +26 mGal. Selanjutnya anomali tinggi ditunjukkan pada peta dengan warna merah, merah muda dan jingga dengan rentang nilai anomali antara +27 mGal sampai dengan +31 mGal. Pola anomali residual ini menggambarkan pengaruh dari struktur batuan pada posisi yang lebih dangkal.



**Gambar 6.** Peta Anomali Residual Daerah Palembang dan Sekitarnya

*Second Vertical Derivative* (SVD) merupakan metode pemisahan anomali dimana didapatkan dari peta anomai residual. Proses SVD ini, tidak dilakukan dengan analisis spektral seperti yang dilakukan metode *Moving Average*, melainkan diperoleh dari penurunan persamaan Laplace sebagai berikut <sup>[11]</sup> :

$$\nabla^2 \Delta_g = 0 \tag{4}$$

Sehingga,

$$\frac{\partial^2(\Delta_g)}{\partial z^2} = - \left[ \frac{\partial^2(\Delta_g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta_g)}{\partial y^2} \right] \tag{5}$$

$$\frac{\partial^2(\Delta_g)}{\partial z^2} = - \left[ \frac{\partial^2(\Delta_g)}{\partial z^2} \right] \tag{6}$$

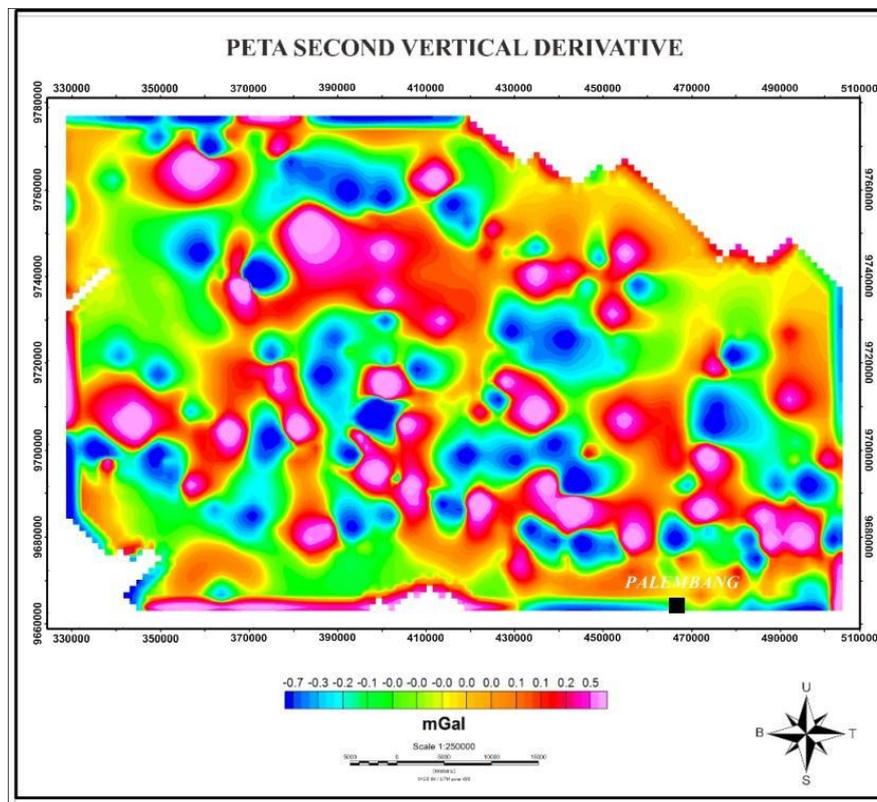
Dari beberapa persamaan bahwa *Second vertical derivative* dari suatu anomali gayaberat adalah sama dengan negatif dari derivative orde 2 horizontalnya, artinya bahwa SVD dapat melalui derivative orde 2. Dalam penelitian ini menggunakan operator filter Elkins<sup>[8]</sup> seperti pada Gambar 7.

Elkins (1951)				
0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0.0000	-0.0334	+1.0668	-0.0334	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000

Gambar 7. Operator Filter Elkins (1951) Second Vertical Derivative (SVD)

Peta kontur *Second Vertical Derivative* (SVD) memiliki nilai anomali mendekati 0 mGal. Pada peta SVD daerah penelitian didominasi oleh nilai negatif dan juga nilai anomali tinggi yang terdapat pada daerah sekitarnya. Berdasarkan peta SVD yang tampak pada Gambar 8 yang merupakan anomali SVD memiliki nilai rentang anomali antara -0,7 mGal hingga 0,5 mGal.

Nilai kontur anomali SVD bernilai 0 dapat diidentifikasi sebagai struktur sesar ataupun patahan bawah permukaan jika dilihat persebaran nilai anomalnya berarah Baratlaut-Tenggara daerah penelitian.

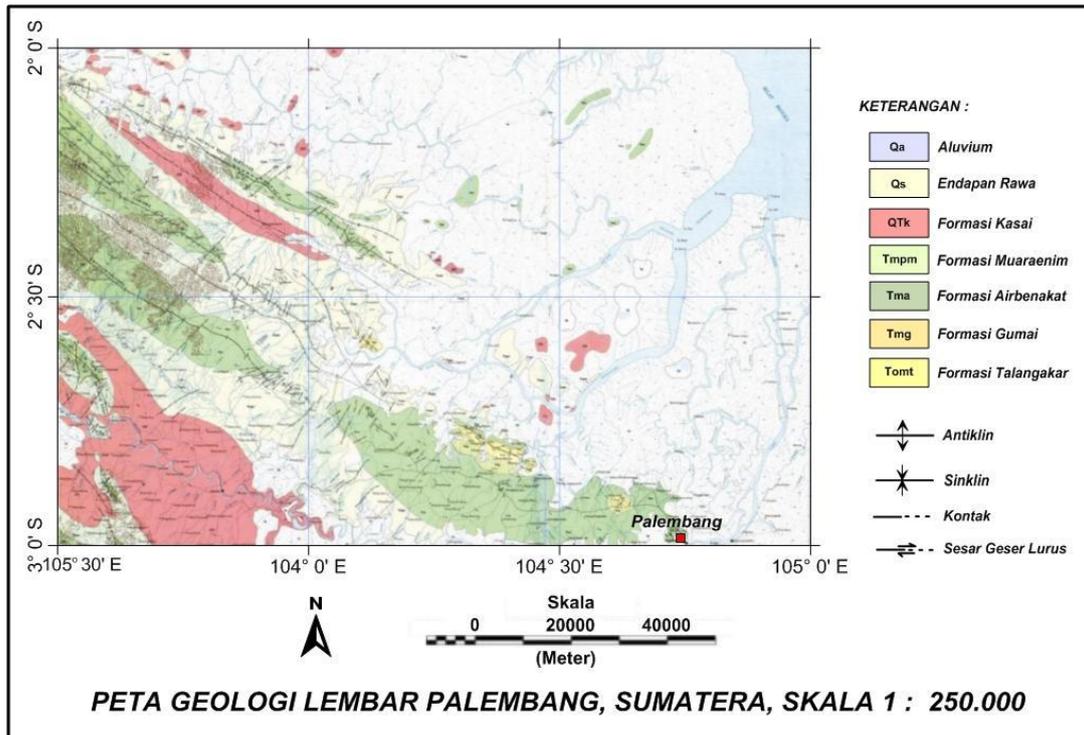


Gambar 8. Peta SVD Anomali Residual Menggunakan Filter Elkins

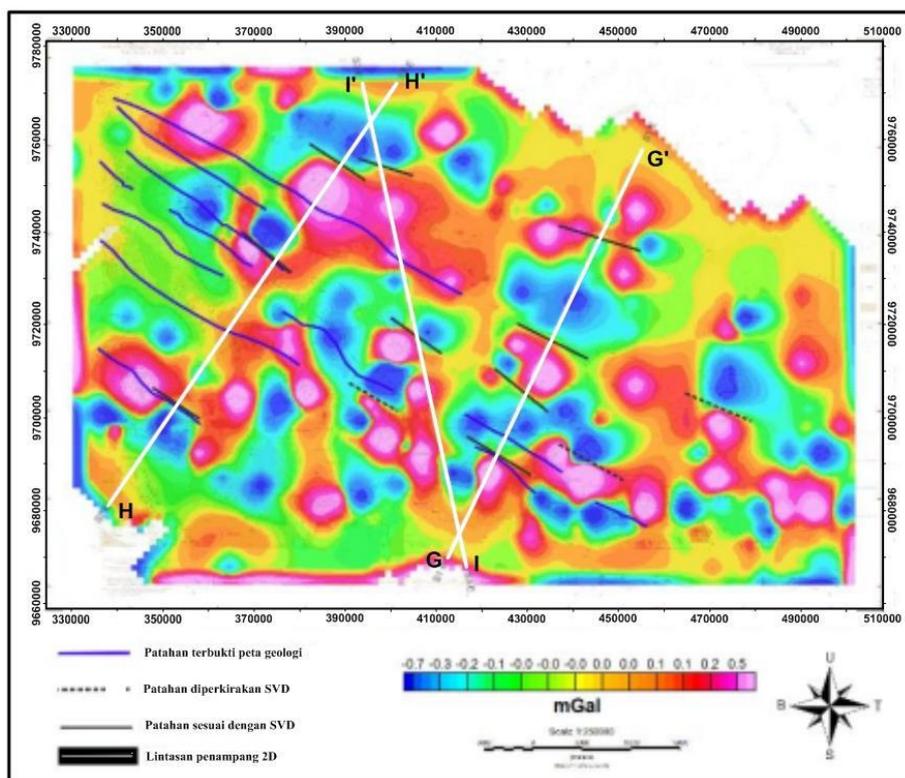
Interpretasi analisis struktur secara kualitatif akan mengetahui struktur patahan di permukaan maupun di bawah permukaan dengan melihat peta geologi daerah penelitian.

Jika dilihat pada Gambar 9, arah struktur patahan didominasi berarah Baratlaut-Tenggara daerah penelitian. Setelah diketahui arah struktur patahan yang dilihat pada peta SVD lalu di *overlay* dengan peta Geologi lembar Palembang, maka nilai garis kontur 0 diidentifikasi sebagai struktur patahan daerah penelitian. Bila dilihat dari letak nilai garis kontur 0 serta arah

perseberannya hampir sama dengan arah lineasi struktur patahan pada peta Geologi, yakni berarah Baratlaut-Tenggara daerah penelitian.



Gambar 9. Peta Geologi Lembar Palembang, Sumatera Selatan skala 1 : 250.000 [12]

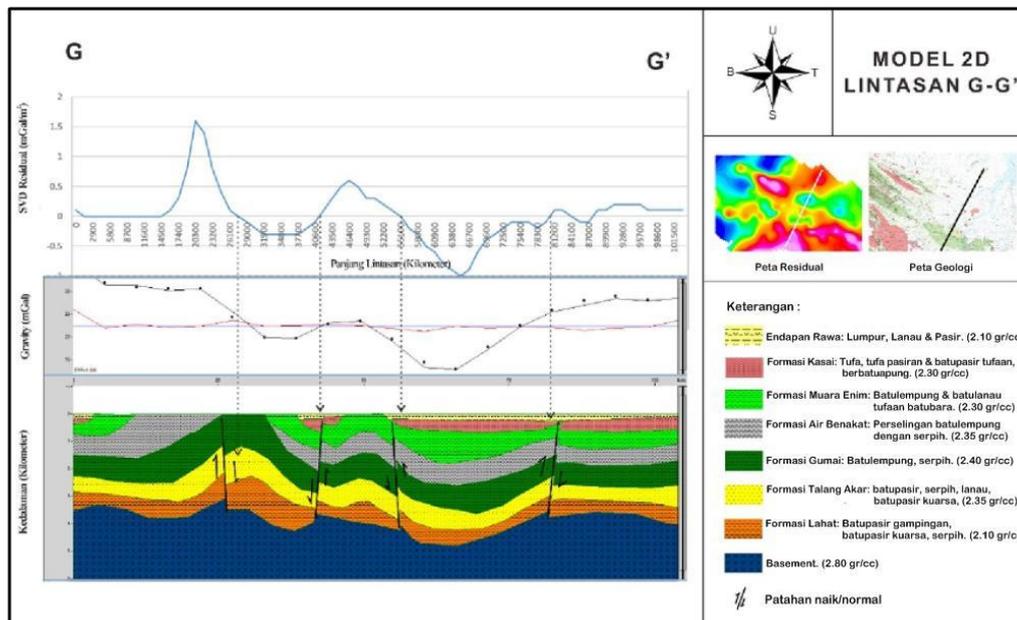


Gambar 10. Overlay Garis Interpretasi Struktur Patahan SVD Terhadap Garis Struktur Patahan Peta Geologi dan lintasan pemodelan 2D

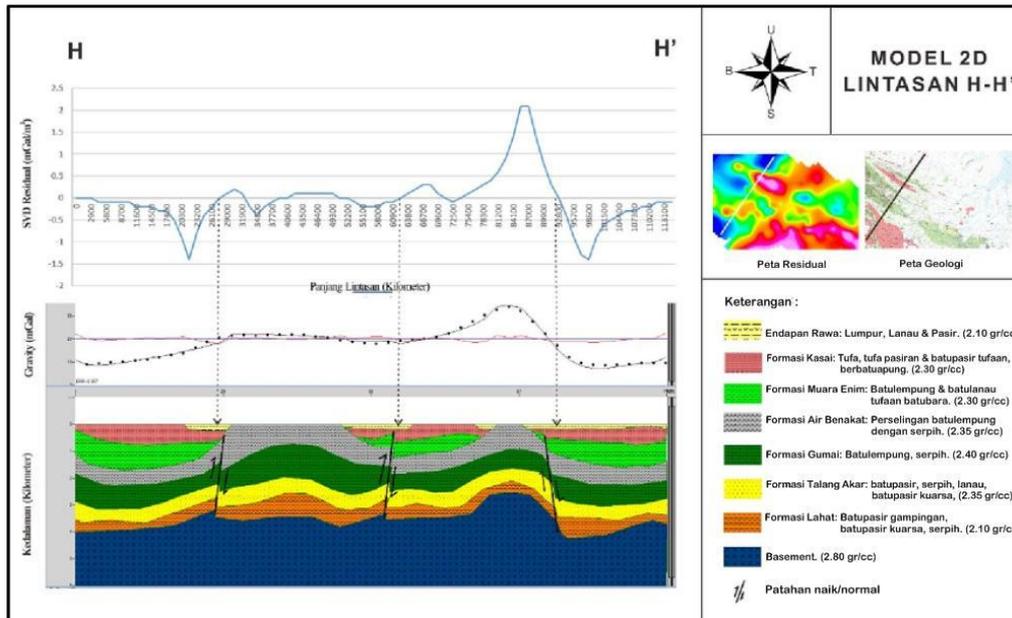
Dari hasil interpretasi struktur patahan yang ditunjukkan pada Gambar 10, secara kualitatif dalam penelitian ini terdapat 2 (dua) lineasi yaitu garis struktur patahan *Seceond Vertical Derivative* (SVD) yang bergaris tegas, dimana pada interpretasi ini ketika di *overlay* dengan garis struktur patahan yang ada pada peta geologi relatif sama dan sesuai. Sementara hasil interpretasi garis struktur patahan SVD yang bergaris putus-putus, dimana dugaan interpretasi selain mempertimbangkan nilai kontur 0 anomali SVD dan arah garis struktur patahan pada peta Geologi, peta SVD ialah nilai anomali dangkal di bawah permukaan.

Interpretasi kuantitatif yang dilakukan di daerah penelitian ini menggunakan *Forward Modeling* dan *Inverse Modeling* dimana tujuannya ialah untuk mengetahui model bawah permukaan bumi yang sesuai dengan kondisi geologi di daerah penelitian. *Forward Modeling* pada daerah penelitian terbagi atas tiga lintasan pemodelan menggunakan peta anomali residual meliputi lintasan G-G', lintasan H-H' dan lintasan I-I' dimana satu lintasan yakni lintasan I-I' memotong berarah Baratlaut - Tenggara terhadap dua lintasan yang hampir sejajar yaitu lintasan G-G' dan lintasan H-H'.

Lintasan G-G' sepanjang 102 km dengan arah lintasannya dari Baratdaya menuju Timurlaut daerah penelitian seperti tampak pada Gambar 11. Lintasan G-G' juga memotong beberapa patahan yang terlineiasi pada peta geologi. Lintasan G-G' merupakan daerah berdasarkan peta anomali residual yang nantinya nilai anomali residual pada lintasan tersebut menggambarkan bawah permukaan. Pada lintasan G-G' juga dianalisis grafik *Second Vertical Derivative* (SVD) yang menunjukkan adanya nilai nol mengidentifikasi batas karakteristik geologi (batas litologi) dan letak dari struktur geologinya.



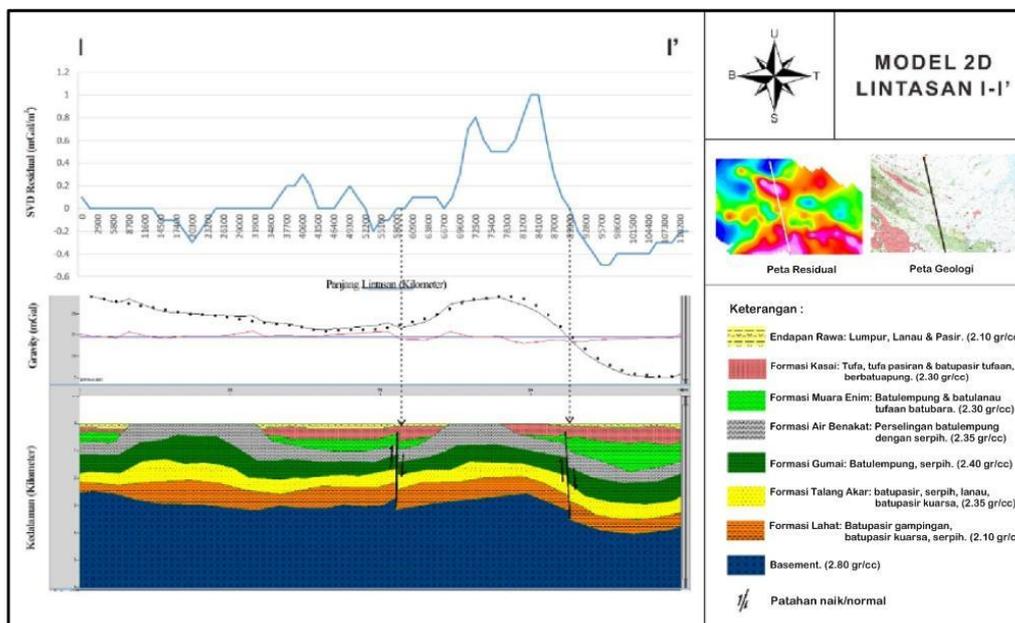
**Gambar 11.** Forward Modeling bawah permukaan dan grafik Second Vertical Derivative (SVD) Lintasan G-G'



Gambar 12. Forward Modeling bawah permukaan dan grafik Second Vertical Derivative (SVD) Lintasan H-H'

Lintasan H-H' dengan panjang lintasan sejauh 114 km dengan lintasan berarah Baratdaya - Timurlaut daerah penelitian. Lintasan H-H' memotong beberapa patahan yang terlinieasi pada peta geologi dan juga merupakan daerah yang mengacu pada peta anomali residual, seperti tampak pada Gambar 12

Lintasan I-I' dengan panjang lintasan sejauh 12 Km dengan lintasan berarah Tenggara - Baratlaut daerah penelitian seperti tampak pada Gambar 13. Lintasan I-I' ini juga memotong beberapa patahan yang terlinieasi pada peta geologi Lembar Palembang dan merupakan daerah yang mengacu pada peta anomali residual. Pada semua lintasan dilakukan analisis grafik SVD.



Gambar 13. Forward Modeling bawah permukaan dan grafik Second Vertical Derivative (SVD) Lintasan I-I'

Dari ketiga hasil *Forward Modeling* tersebut, maka terbagi atas 7 satuan batuan sedimen dan 1 satuan batuan yang teridentifikasi sebagai basemen. Urutan berdasarkan umur tua hingga termuda meliputi Formasi Lahat dengan nilai densitas 2,10 gr/cm<sup>3</sup>, Formasi Talang

Akar (Tomt) dengan nilai densitas  $2,35 \text{ gr/cm}^3$ , Formasi Gumai (Tmg) dengan nilai densitas  $2,40 \text{ gr/cm}^3$ , Formasi Air Benakat (Tma) dengan nilai densitas  $2,35 \text{ gr/cm}^3$ , Formasi Muaraenim (Tmptm) dengan nilai densitas  $2,30 \text{ gr/cm}^3$ , kemudian Formasi Kasai (QTK) dengan nilai densitas  $2,20 \text{ gr/cm}^3$ . Dan Formasi yang termuda pada lintasan di daerah penelitian yaitu Endapan Rawa, satuan batuan sedimen sebagian besar ditutupin oleh Endapan Rawa (Qs) dengan nilai densitas  $2,10 \text{ gr/cm}^3$ . Zona yang diduga sebagai daerah reservoir pada lintasan ini, adalah terdapat pada Formasi Talang Akar (Tomt) dengan satuan batuan berupa batuan pasir gampingan dengan nilai densitas yakni  $2,35 \text{ gr/cm}^3$  dengan kedalaman sekitar 2500 meter hingga 3000 meter. Terdapat pula batuan penutup (*seal*) yaitu pada Formasi Gumai dengan satuan batuan berupa batuan shale dengan nilai densitas yakni  $2,40 \text{ gr/cm}^3$ .

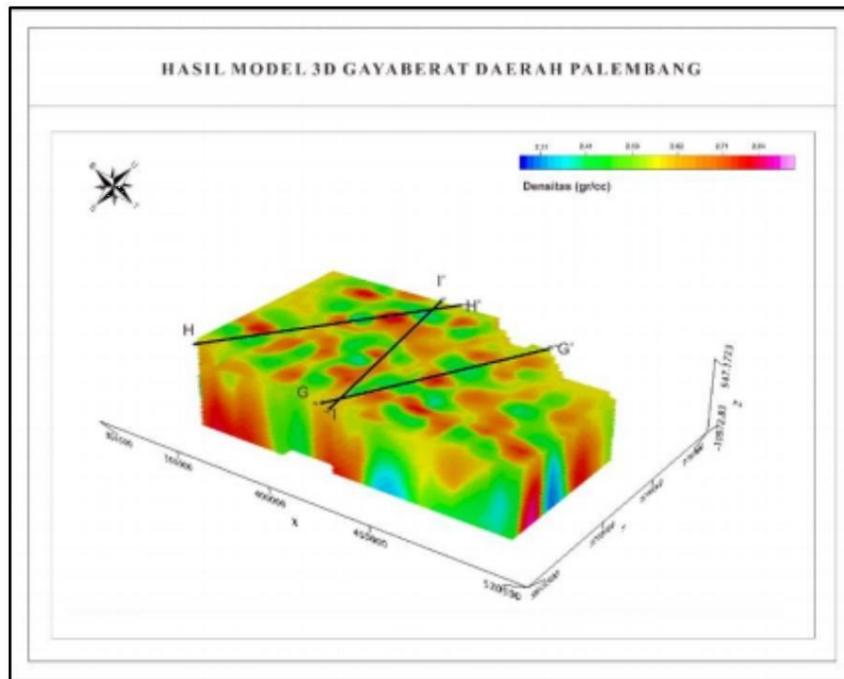
Adanya Formasi Talang Akar (Tomt) yang diduga sebagai daerah reservoir yang efektif untuk menyimpan hidrokarbon, satuan batuan berupa batuan pasir gampingan dengan nilai densitas yakni  $2,35 \text{ gr/cm}^3$ . Selain itu yang memperkuat Formasi Talang Akar sebagai pendugaan daerah reservoir ini karena terdapat patahan yang memiliki permeabilitas yang baik, dari hasil penampang tersebut zona reservoir tersebut terdapat pada kedalaman sekitar 5000 meter dari permukaan pada daerah penelitian. Terdapat pula batuan penutup (*seal*) yaitu pada Formasi Gumai, *shale* yang terdapat pada Formasi Gumai memiliki sifat *intraformational* menjadi *seal rock* yang baik untuk menjebak hidrokarbon [5].

Selain itu jebakan hidrokarbon pada cekungan Sumatera Selatan juga diakibatkan karena struktur. Tipe jebakan struktur pada cekungan Sumatera Selatan secara umum dikontrol oleh struktur-struktur tua dan struktur lebih muda. Jebakan struktur tua ini berkombinasi dengan sesar naik sistem wrench fault yang lebih muda. Jebakan struktur tua juga berupa sesar normal regional yang menjebak hidrokarbon. Sedangkan jebakan struktur yang lebih muda terbentuk bersamaan dengan pengangkatan akhir Pegunungan Barisan (pliosen sampai plistosen) [5].

Batuan penutup cekungan Sumatra Selatan secara umum berupa lapisan shale cukup tebal yang berada di atas reservoir formasi Talang Akar dan Gumai itu sendiri (*intraformational seal rock*). Seal pada reservoir batu gamping formasi Batu Raja juga berupa lapisan shale yang berasal dari formasi Gumai. Pada reservoir batupasir Formasi Air Benakat dan Formasi Muara Enim, shale yang bersifat *intraformational* juga menjadi *seal rock* yang baik untuk menjebak hidrokarbon [5].

Migrasi hidrokarbon ini terjadi secara horisontal dan vertikal dari source rock serpih dan batubara pada formasi Lahat dan Talang Akar. Migrasi horizontal terjadi di sepanjang kemiringan slope, yang membawa hidrokarbon dari source rock dalam kepada batuan reservoir dari formasi Lahat dan Talang Akar sendiri. Migrasi vertikal dapat terjadi melalui rekahan-rekahan dan daerah sesar turun mayor. Terdapatnya resapan hidrokarbon di dalam Formasi Muara Enim dan Air Benakat adalah sebagai bukti yang mengindikasikan adanya migrasi vertikal melalui daerah sesar kala Pliosen sampai Pliostosen [5].

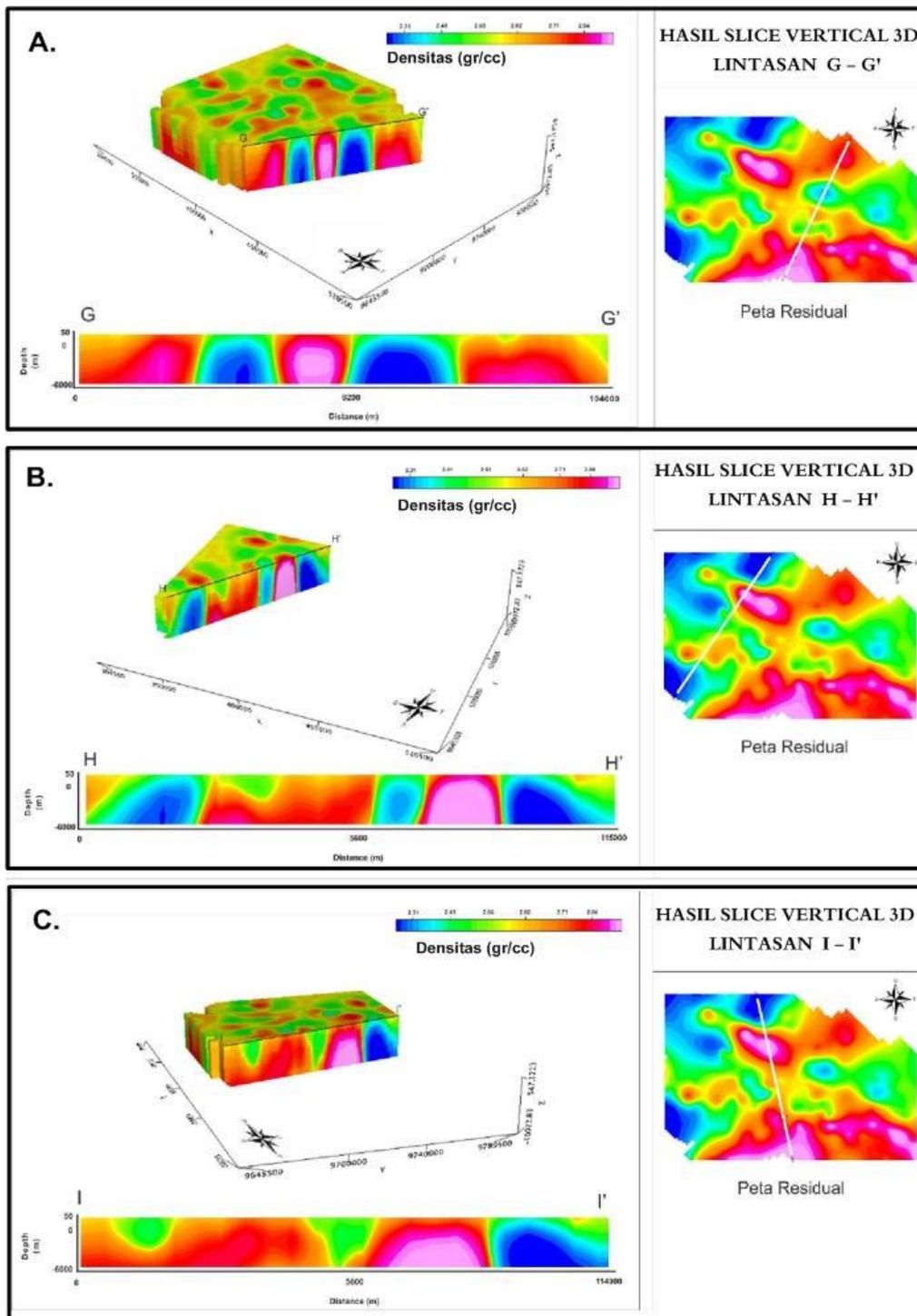
*Inverse Modeling* dilakukan dengan cara memasukkan nilai anomali residual serta menampilkan permukaan topografi, tetapi untuk permukaan topografinya tidak begitu terlihat karena pada daerah penelitian termasuk dataran rendah berupa sedimen, sehingga hasil dari pemodelan dapat mendekati keadaan yang sebenarnya.



**Gambar 14.** Hasil Inverse Modeling 3D di bawah permukaan

Model 3D yang ditunjukkan pada Gambar 14 memiliki dimensi panjang 180 km berarah Barat - Timur dan lebar 120 km berarah Utara - Selatan dengan kedalaman maksimum yang diperoleh dari model adalah 6 km dari topografi daerah penelitian. Model inversi 3D ini menunjukkan model dengan berbagai nilai densitas, yang selanjutnya di peroleh dari proses slicing secara vertikal untuk melihat persebaran anomali yang terindikasi sebagai reservoir.

Gambar 15 A. merupakan hasil slicing pada lintasan G-G' dengan arah lintasan dari Baratdaya menuju Timurlaut. Dari penampang tersebut terdapat nilai densitas yang bervariasi seperti nilai densitas rendah dengan rentang antara  $2,31 \text{ gr/cm}^3$  sampai dengan  $2,53 \text{ gr/cm}^3$  yang pada gambar ditunjukkan warna biru tua hingga biru muda. Zona dengan kontras densitas rendah tersebut dapat diinterpretasikan sebagai Subcekungan Palembang Utara yang berada pada kedalaman sekitar 5000 meter di bawah permukaan. Nilai densitas tinggi dengan rentang antara  $2,71 \text{ gr/cm}^3$  sampai dengan  $2,84 \text{ gr/cm}^3$  yang pada peta ditunjukkan warna jingga, merah hingga merah muda. Zona dengan kontras densitas tinggi tersebut dapat diinterpretasikan sebagai batuan basemen yang mengalami kenaikan akibat adanya pengaruh patahan, sehingga terbentuk pola subcekungan di daerah penelitian.



**Gambar 15.** Inverse Modeling bawah permukaan Slicing Vertikal: A). Lintasan G-G'; B). Lintasan H-H'; dan C). Lintasan I-I'

Selanjutnya, pada Gambar 15 B. merupakan hasil slicing pada lintasan H-H' berarah Baratdaya - Timurlaut yang sejajar dengan lintasan G-G'. Dari penampang tersebut terdapat nilai densitas yang bervariasi. Nilai densitas rendah dengan rentang antara 2,31 gr/cm<sup>3</sup> hingga 2,53 gr/cm<sup>3</sup> yang pada gambar ditunjukkan warna biru-tua hingga biru-muda. Zona dengan kontras densitas rendah tersebut dapat diinterpretasikan sebagai Subcekungan Palembang Barat dan Subcekungan Jambi Selatan yang berada pada kedalaman sekitar 4000 meter di bawah permukaan. Nilai densitas tinggi dengan rentang antara 2,71 gr/cm<sup>3</sup> sampai dengan 2,84 gr/cm<sup>3</sup> yang pada peta ditunjukkan warna jingga, merah hingga merah-muda. Zona dengan kontras

densitas tinggi ini dapat diinterpretasikan sebagai batuan basemen yang mengalami kenaikan akibat adanya pengaruh patahan, sehingga terbentuk pola subcekungan di daerah penelitian.

Pada Gambar 15 C. menunjukkan hasil slicing pada lintasan I-I' dengan arah Tenggara menuju Baratlaut. Dari penampang tersebut terdapat nilai densitas yang bervariasi. Nilai densitas rendah dengan rentang antara 2,31 gr/cm<sup>3</sup> sampai dengan 2,53 gr/cm<sup>3</sup> yang pada gambar ditunjukkan dengan warna biru tua hingga biru muda sehingga zona dengan kontras densitas rendah tersebut dapat diinterpretasikan sebagai Subcekungan Jambi Selatan yang berada pada kedalaman sekitar 4500 meter hingga 5000 meter di bawah permukaan. Nilai densitas tinggi dengan rentang antara 2,71 gr/cm<sup>3</sup> sampai dengan 2,84 gr/cm<sup>3</sup> yang pada gambar ditunjukkan warna jingga, merah hingga merah muda merupakan zona dengan kontras densitas tinggi yang dapat diinterpretasikan sebagai batuan basemen yang mengalami kenaikan akibat adanya pengaruh patahan, sehingga terbentuk pola subcekungan di daerah penelitian.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan interpretasi struktur patahan, maka diidentifikasi adanya kesesuaian struktur patahan yang dihasilkan dari SVD dengan kondisi geologi dan data geofisika di daerah penelitian.

Berdasarkan pemodelan 2D (*forward modeling*), batuan dengan nilai densitas sekitar 2,5 gr/cm<sup>3</sup> diidentifikasi sebagai Formasi Talang Akar (zona hidrokarbon) dijumpai pada kedalaman antara 2000 meter hingga 5000 meter. Sedangkan lapisan batuan dengan nilai densitas antara 2,35 gr/cm<sup>3</sup> sampai 2,4 gr/cm<sup>3</sup> yang diduga sebagai batuan penutup (*seal*) yang baik sebagai potensi cekungan hidrokarbon.

Pola subcekungan Sumatera Selatan berdasarkan pemodelan inversi 3D gayabarat, mengindikasikan densitas batuan antara 2,31 gr/cm<sup>3</sup> sampai 2,53 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan potensi cekungan hidrokarbon ditemukan pada kedalaman antara 2000 meter sampai 5000 meter.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pusat Survei Geologi (PSG), dan kepala Pusat Riset Sumber Daya Geologi (PRSDG) BRIN, serta dosen-dosen Institut Teknologi Sumatera (Itera) Reza Rizki, S.T., M.T., Rrahmi Adni Pema, S.Si., M.Si. yang membantu memperlancar dalam penulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Geologi. 2009. *Peta Cekungan Sedimen Indonesia berdasarkan Data Geologi dan Geofisika* skala 1 : 5.000.000. Bandung.
2. Setiadi, I., Setyanta, B., & Widjono, B.S. 2010. Delineasi Cekungan Sedimen Sumatera Selatan Berdasarkan Analisis Data Gayabarat, *Jurnal Sumber Daya Geologi (JGSDG)*, 20(2), 95-106.
3. Pulunggono, A., & Cameron, N.R. 1984. Sumatra Microplates, their Characteristics and Their Role in the Evolution of The Central Sumatera Basins. *Proceedings Indonesian Petroleum Association*.
4. Panggabean, H., & Santy, L., D. 2012. Sejarah Penimbunan Cekungan Sumatera Selatan dan Implikasinya Terhadap Waktu Generasi Hidrokarbon, *Jurnal Sumber Daya Geologi (JSDG)*, 22(4), 225-235.
5. Ariyanto, M., V. 2017. *Pemodelan Impedansi Akustik untuk Karakterisasi Reservoir Pada Daerah "X", Sumatera Selatan*. FMIPA Universitas Indonesia
6. De Coster, G. 1974. The Geology of Central and South Sumatera Basins. *Proceedings Indonesian Petroleum Association Third Annual Convention*.
7. Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys. D.A. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York : Cambridge University Press.7.

8. Elkins, T.A., 1951. The Second Derivative Method of Gravity Interpretation, *Geophysics*, 16(1), 29-50.
9. Mirnanda, E., Buyung, N., & Warker, A., D. 1991. *Peta Anomali Bouguer Lembar Palembang (Sumatera) Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung (terbit).
10. Brigham, E.O., 1988. *The fast Fourier Transform and its applications*. Printice-Hall International Inc.
11. Blakely, R.J. 1996. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, 464 ISBN: 9780521575478, 0521575478.
12. Gafoer, S., Burhan, G., & Purnomo, P. 1995. *Peta Geologi Lembar Palembang, Sumatera Selatan. Skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
13. Pulunggono, A. H. 1992. Pre-Tertiary And Tertiary Fault System As a Farmwork of The South Sumatra Basin; a Study Of Sar-Maps. *Proceedings Indonesian Petroleum Association*.
14. Firmansyah, Y., Riaviandhi, D., & Muhammad, R. 2016. Sikuen Stratigrafi Formasi Talang Akar Lapangan "DR", Subcekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan. *Bulletin of Scientific Contribution*, 14(3), 263 – 268
15. Purnomo, J. 2013. Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Garvitasi menggunakan Metode Moving Average, Polynomial dan Inversion. ISSN:2089-0133. *Indonesian Journal of Applied Physics (IJAP)*.
16. Agustin, M.,V. 2017. Sekuen Stratigrafi Sub-Cekungan Palembang Selatan Berdasarkan Data Pemboran Pada Sumur "SSB", Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan ke-10*.
17. Riyandhani, C., P. 2019. Potensi Batuan Induk Formasi Talangakar dan Lemat Penghasil Hidrokarbon Di Cekungan Sumatra Selatan, *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah*, Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 7(2), 164-172.
18. Hidartan, Syafri, I., Sulaksana, N., & Burhannudinnur. 2014. Basement Distribution Reservoir Oil And Gas In Komerling Hulu West Region, of South Sumatra, *Seminar Nasional Fakultas Teknik Geologi*. Unpad Bandung.
19. Rachman Malik, R., Bagus Supto Mulyatno, B., S., Dewanto, O., & Sulistiyono. 2108. Karakter Reservoir Menggunakan Metoda Inversi Ai (Acotic Impedance) Dan Metode Seismik Multiatribut Pada Lapangan RM, Formasi Talang Akar Cekungan Sumatera Selatan, *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 1(16), ISSN : 2356-1599.