

IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN MINYAK “HUF” SUMATERA SELATAN UNTUK MENDELINIASI STRUKTUR CEKUNGAN HIDROKARBON BERDASARKAN DATA GAYABERAT

Ade Setiawan*¹, Muh. Sarkowi¹, Bagus Sapto Mulyatno¹
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Jurusan Teknik Geofisika, FT UNILA

e-mail: *¹adesetiawan.10@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian di Lapangan Minyak “HUF” daerah Banyuasin, Sumatera Selatan menggunakan data gayaberat dengan tujuan mengetahui struktur patahan berdasarkan analisis SVD dan mengetahui struktur cekungan hidrokarbon berdasarkan model inversi 3D dari anomali Bouguer dan anomali residual. Daerah penelitian memiliki anomali Bouguer antara 13 mGal hingga 33 mGal dengan interval 1 mGal, dimana nilai anomali Bouguer tinggi memiliki rentang nilai 26 mGal hingga 33 mGal yang berada di arah barat. Sedangkan nilai anomali Bouguer rendah memiliki rentang nilai 13 mGal hingga 20 mGal yang berada di arah timur. Untuk mengetahui keberadaan struktur patahan, dilakukan *filtering Second Vertical Derivative (SVD)* pada peta Anomali Bouguer, Regional dan Residual. Pola struktur patahan ditunjukkan dengan kontur bernilai nol dan diapit kontur tinggi dan rendah. Dari hasil analisis SVD anomali Bouguer lengkap dan SVD Anomali Residual terdapat 4 (empat) patahan, sedangkan dari SVD Anomali Regional terdapat 3 (empat) patahan. Pemodelan inversi 3D Anomali Residual dilakukan untuk membuktikan keberadaan patahan yang dianalisis berdasarkan hasil analisis SVD dan untuk mengetahui struktur cekungan hidrokarbon. Berdasarkan hasil inversi 3D anomali residual didapatkan cekungan berada pada kedalaman 1500 m – 3300 m dengan nilai densitas berkisar antara 2.24 gram/cc sampai 2.32 gram/cc yang diidentifikasi merupakan cekungan batu pasir.

ABSTRACT

Oil field research in regional Banyuasin “HUF” , South Sumatra have been done by the gravity data with objective of knowing fault structure based on analysis of hydrocarbon SVD and knows hollow structure based on the 3D model of the Bouguer Anomaly and Residual Anomaly. Study areas had Bouguer Anomaly between 13 mgal up to 33 mgal to the interval 1 mgal, where the value of Bouguer Anomaly high have a range value 26 mgal up to 33 mgal which is in the direction of west. While the low value of Bouguer Anomaly have a range value 13 mgal to 20 mgal that is in the east. To know the existence of structure fault, filtering Second Vertical Derivative (SVD) on a Bouguer Anomaly, Regional and Residual map. Pattern of structure fault indicated the contours of a zero value and between the high and low contours. From the results of the analysis SVD Complete Bouguer Anomaly and SVD Residual Anomaly there were 4 (four) fault, while from SVD Regional Anomaly there are 3 (three) fault. 3D modeling the Residual Anomaly were conducted to prove the existence of the fault SVD analyzed based on the results of the analysis and to know the hydrocarbon basin. Based on the results of the inversion of 3D the Residual Anomaly, basin was found in the depth of 1500 m – 3000 m with a value of the density ranges from 2.24 gram/cc until 2.32 gram/cc which identified as sandstone basin.

Keywords— *basin, gravity, hydrocarbon 3D inverse modelling SVD*

1. PENDAHULUAN

Wilayah Nusantara dikenal mempunyai 128 cekungan yang diisi oleh batuan sedimen berumur Tersier. Sekitar 40 % dari seluruh cekungan berada di daratan (*onshore*).

Cekungan Sumatera Selatan adalah suatu hasil kegiatan tektonik yang berkaitan erat dengan penunjaman Lempeng Indo-Australia, yang bergerak ke arah utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia yang relatif diam.

Metode gayaberat sendiri merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi dengan cara mengukur variasi medan gayaberat bumi.

Pada penelitian ini metode gayaberat yang digunakan yaitu pemodelan inversi 3D anomali Bouguer dan analisis *Second Vertical Derivatif (SVD)*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui struktur patahan dan model 3D *source* daerah penelitian. Permodelan diasosiasikan dengan informasi geologi di daerah tersebut, sehingga didapatkan informasi struktur bawah permukaan daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia. Secara geografis terletak pada koordinat 415000 m – 445000 m UTM X dan 9715000 m – 9735000 m UTM Y. Dan luas lokasi penelitian sebesar 40 x 30 km² seperti tertera pada **Gambar 1**.

2.2. Struktur Geologi

Geologi Cekungan Sumatera Selatan adalah suatu hasil kegiatan tektonik yang berkaitan erat dengan penunjaman Lempeng Indo-Australia, yang bergerak ke

arah utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia yang relatif diam. Zona penunjaman lempeng meliputi daerah sebelah barat Pulau Sumatera dan selatan Pulau Jawa. Beberapa lempeng kecil (*micro-plate*) yang berada di antara zona interaksi tersebut turut bergerak dan menghasilkan zona konvergensi dalam berbagai bentuk dan arah. Penunjaman lempeng Indo-Australia tersebut dapat mempengaruhi keadaan batuan, morfologi, tektonik dan struktur di Sumatera Selatan. Tumbukan tektonik lempeng di Pulau Sumatera menghasilkan jalur busur depan, magmatik, dan busur belakang (Bishop, 2000).

Cekungan Sumatera Selatan termasuk kedalam cekungan busur belakang (*Back Arc Basin*) yang terbentuk akibat interaksi antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng mikro-sunda. Cekungan ini dibagi menjadi 4 (empat) sub cekungan (Pulonggono, 1984) yaitu:

1. Sub Cekungan Jambi
2. Sub Cekungan Palembang Utara
3. Sub Cekungan Palembang Selatan
4. Sub Cekungan Palembang Tengah

2.3. Stratigrafi

Stratigrafi daerah Cekungan Sumatra Selatan secara umum dapat dikenal satu *megacycle* (daur besar) yang terdiri dari suatu transgresi dan diikuti regresi. Formasi yang terbentuk selama fase transgresi dikelompokkan menjadi Kelompok Telisa (Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, dan Formasi Gumai). Kelompok Palembang diendapkan selama fase regresi (Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim, dan Formasi Kasai), sedangkan Formasi Lemat dan *older* Lemat diendapkan sebelum fase transgresi utama.

Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan menurut *De Coster* 1974 (**Gambar 2**) adalah sebagai berikut:

1. Kelompok Pra Tersier. Formasi ini merupakan batuan dasar (*basement rock*) dari Cekungan Sumatra Selatan. Tersusun atas batuan beku Mesozoikum, batuan metamorf Paleozoikum Mesozoikum, dan batuan karbonat yang termetamorfosa. Hasil *dating* di beberapa tempat menunjukkan bahwa beberapa batuan berumur Kapur Akhir sampai Eosen Awal. Batuan metamorf Paleozoikum-Mesozoikum dan batuan sedimen mengalami perlipatan dan pensesaran akibat intrusi batuan beku selama episode orogenesis Mesozoikum Tengah (Mid-Mesozoikum).
2. Formasi Kikim Tuff dan *older* Lemat atau Lahat. Batuan tertua yang ditemukan pada Cekungan Sumatera Selatan adalah batuan yang berumur akhir Mesozoik. Batuan yang ada pada Formasi ini terdiri dari batupasir tuffan, konglomerat, breksi, dan lempung. Batuan-batuan tersebut kemungkinan merupakan bagian dari siklus sedimentasi yang berasal dari *Continental*, akibat aktivitas vulkanik, dan proses erosi dan disertai aktivitas tektonik pada akhir Kapur awal Tersier di Cekungan Sumatera Selatan.
3. Formasi Lemat Muda (Lahat Muda). Formasi Lemat tersusun atas klastika kasar berupa batupasir, batu lempung, fragmen batuan, breksi, "*Granit Wash*", terdapat lapisan tipis batubara, dan tuf. Semuanya diendapkan pada lingkungan kontinen. Formasi Lemat berumur Paleosen-Oligosen, dan Anggota Benakat berumur Eosen Akhir-Oligosen, yang ditentukan dari spora dan pollen, juga dengan *dating* K-Ar. Ketebalan formasi ini bervariasi, lebih dari 2500 kaki (\pm 760 M). Pada Cekungan Sumatra Selatan dan lebih dari 3500 kaki (1070 M) pada zona depresi sesar di bagian tengah cekungan (didapat dari data seismik).
4. Formasi Talang Akar

Formasi Talang Akar terdapat di Cekungan Sumatra Selatan. Formasi ini terletak di atas Formasi Lemat dan di bawah Formasi Telisa atau anggota Basal Batu gamping Telisa. Formasi Talang Akar terdiri dari batu pasir yang berasal dari *delta plain*, serpih, lanau, batu pasir kuarsa, dengan sisipan batu lempung karbonan, batubara dan di beberapa tempat konglomerat.

5. Formasi Baturaja

Formasi Baturaja diendapkan pada bagian intermediate-shelfal dari Cekungan Sumatera Selatan, di atas dan di sekitar platform dan tinggian. Komposisi dari Formasi Baturaja ini terdiri dari Batu gamping Bank (*Bank Limestone*) atau platform dan *reefal*. Ketebalan bagian bawah dari formasi ini bervariasi, namun rata-rata 200-250 feet (sekitar 60-75 m). Singkapan dari Formasi Baturaja di Pegunungan Garba tebalnya sekitar 1700 *feet* (sekitar 520 m).

6. Formasi Telisa (Gumai)

Formasi Gumai tersebar secara luas dan terjadi pada zaman Tersier, formasi ini terendapkan selama fase transgresif laut maksimum, (*maximum marine transgressive*) ke dalam 2 cekungan. Batuan yang ada di formasi ini terdiri dari napal yang mempunyai karakteristik *fossiliferous*, banyak mengandung foram plankton. Sisipan batu gamping dijumpai pada bagian bawah. Ketebalan dari formasi ini bervariasi tergantung pada posisi dari cekungan, namun variasi ketebalan untuk Formasi Gumai ini berkisar dari 6000 – 9000 feet (1800-2700 m). Penentuan umur Formasi Gumai dapat ditentukan dari *dating* dengan menggunakan foraminifera planktonik.

7. Formasi Lower Palembang (Air Benakat)

Formasi *Lower* Palembang diendapkan selama awal fase siklus regresi. Komposisi dari formasi ini

terdiri dari batu pasir glaukonitan, batu lempung, batu lanau, dan batu pasir yang mengandung unsur karbonatan. Pada bagian bawah dari Formasi *Lower Palembang* kontak dengan Formasi *Telisa*. Ketebalan dari formasi ini bervariasi dari 3300 – 5000 kaki (sekitar 1000 – 1500 m).

8. Formasi *Middle Palembang* (Muara Enim)

Batuan penyusun yang ada pada formasi ini berupa batu pasir, batu lempung, dan lapisan batubara. Batas bawah dari Formasi *Middle Palembang* di bagian selatan cekungan berupa lapisan batubara yang biasanya digunakan sebagai marker. Jumlah serta ketebalan lapisan-lapisan batubara menurun dari selatan ke utara pada cekungan ini. Ketebalan formasi berkisar antara 1500 – 2500 kaki (sekitar 450-750 m).

9. Formasi *Upper Palembang* (Kasai)

Formasi ini merupakan formasi yang paling muda di Cekungan Sumatra Selatan. Formasi ini diendapkan selama orogenesis pada Plio-Pleistosen dan dihasilkan dari proses erosi Pegunungan Barisan dan Pegunungan Tiga Puluh. Komposisi dari formasi ini terdiri dari batu pasir tuffan, lempung, dan kerakal dan lapisan tipis batubara. Umur dari formasi ini tidak dapat dipastikan, tetapi diduga Plio-Pleistosen. Lingkungan pengendapannya darat.

2.4. Fisiografi

Secara fisiografis Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan Tersier berarah barat laut – tenggara, yang dibatasi Sesar Semangko dan Bukit Barisan di sebelah barat daya, Paparan Sunda di sebelah timur laut, Tinggian Lampung di sebelah tenggara yang memisahkan cekungan tersebut dengan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di sebelah barat

laut yang memisahkan Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatra Tengah. Posisi Cekungan Sumatra Selatan sebagai cekungan busur belakang (Blake, 1989).

Di Sumatra selatan ada tiga pola sesar utama yang sebagian besar direkam dalam geofisika (seismic dan gaya berat) dan dari hasil korelasi pemboran. Arah-arrah tersebut adalah: utara-selatan, timur laut-barat daya, dan barat laut-tenggara.

2.5. Petroleum System Cekungan Sumatra Selatan

Cekungan Sumatra 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* (Ariyanto, 2011).

3. TEORI DASAR

3.1. Prinsip Dasar Gayaberat

Metode gayaberat adalah salah satu metode geofisika yang didasarkan pada pengukuran medan gravitasi. Pengukuran ini dapat dilakukan di permukaan bumi, di kapal maupun di udara. Dalam metode ini yang dipelajari adalah variasi medan gravitasi akibat variasi rapat massa batuan di bawah permukaan, sehingga dalam pelaksanaannya yang diselidiki adalah perbedaan medan gravitasi dari suatu titik observasi terhadap titik observasi lainnya. Metode gayaberat umumnya digunakan dalam eksplorasi jebakan minyak (*oil trap*). Disamping itu metode ini juga

banyak dipakai dalam eksplorasi mineral dan lainnya (Kearey dkk., 2002).

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

3.2. Potensial Gayaberat

Newton juga mendefinisikan hubungan antara gaya dan percepatan. Hukum Newton II tentang gerak menyatakan gaya sebanding dengan perkalian massa benda dengan percepatan yang dialami benda tersebut.

$$g = \frac{F}{m} = G \frac{M \cdot m}{m \cdot r^2} = G \frac{M}{r^2}$$

dimana g adalah percepatan gaya tarik bumi, M adalah massa bumi, m adalah massa benda, F adalah gaya berat, r adalah jari-jari bumi.

3.3. Koreksi Medan (Terrain Correction)

Koreksi medan dilakukan karena permukaan bumi di sekitar titik pengukuran memiliki suatu efek topografi dan perbedaan elevasi yang besar.

$$TC = \frac{2\pi\gamma\rho}{n} (r_L - r_D) + (\sqrt{r_L^2 - z^2}) - (\sqrt{r_D^2 - z^2}) mGal$$

dengan:

- r_L dan r_D : radius luar dan radius dalam kompartemen
- z : perbedaan elevasi rata-rata kompartemen
- n : jumlah segmen dalam zona tersebut

3.4. Analisis Spektrum

Analisis spektrum dilakukan untuk mengestimasi lebar jendela dan mengestimasi kedalaman dari anomali gayaberat. Spektrum diturunkan dari potensial gayaberat yang teramati pada suatu bidang horizontal dimana transformasi fouriernya sebagai berikut (Blakely, 1995):

$$F(U) = 2\pi\gamma\mu \frac{e^{-|k|(z_0-z')}}{|k|}$$

dimana :

- U : potensial gayaberat
- μ : anomali rapat massa
- γ : konstanta gayaberat
- r : jarak

3.5. Metode *Moving Average*

Metode *moving average* dilakukan dengan cara merata-ratakan nilai anomali gayaberat. Hasil dari metode *moving average* adalah anomali regional. Nilai anomali residual didapatkan dengan mengurangkan nilai anomali total dengan anomali regional. Untuk kasus 1-D adalah sebagai berikut:

$$\Delta g_r = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N}$$

Sedangkan pada kasus 2 (dua) dimensi, diberikan pada persamaan sebagai berikut:

$$\Delta g_R = \frac{1}{25} [(\Delta g_{(B1)} + \Delta g_{(B2)} + \dots + \Delta g_{(B25)})]$$

3.6. *Second Vertical Derivative* (SVD)

Second vertical derivative merupakan salah satu teknik *filtering* yang dapat memunculkan anomali residual (efek dangkal). SVD bersifat *high pass filter* atau meninggikan nilai anomali dengan panjang gelombang yang pendek.

Arah kemiringan kurva SVD dapat menunjukkan jenis sesar, diketahui dari perbandingan antara harga mutlak SVD maksimum dan minimum yang diberikan oleh:

$$\text{Untuk patahan naik} \left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right)_{maks} < \left| \left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right) \right|_{min}$$

$$\text{Untuk patahan turun} \left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right)_{maks} > \left| \left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right) \right|_{min}$$

3.7. Pemodelan Inversi 3D

Pemodelan inversi dikatakan sebagai kebalikan dari pemodelan ke depan, karena dalam pemodelan inversi parameternya

diperoleh langsung dari data. Pemodelan inversi sering pula disebut sebagai data *fitting* karena dalam prosesnya dicari parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data.

3.8. *Basic Petroleum System*

Dalam mencari minyak dan gas bumi diperlukannya suatu eksplorasi. Eksplorasi merupakan kegiatan mencari dan menemukan sumberdaya hidrokarbon dan memperkirakan potensi hidrokarbon dalam sebuah cekungan. Namun untuk melakukan suatu eksplorasi perlu adanya suatu sistem. Sistem ini disebut dengan *Basic Petroleum System*, yaitu proses untuk menemukan kandungan hidrokarbon dibawah permukaan. Di dalam *Basic Petroleum System* terdapat komponen-komponen penting yang harus ada. Komponen-komponen tersebut adalah *source rock*, maturasi, *reservoir rock*, migrasi, *trap* (jebakan), *seal rock* (batuan penutup).

4. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder anomali Bouguer lapangan minyak "HUF", Kabupaten Banyuwasin, Provinsi Sumatra Selatan. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung.

4.2. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peta Anomali Bouguer Lengkap (ABL) daerah penelitian, peta geologi regional Sumatera Selatan, peta topografi Sumatera Selatan, *software* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Global Mapper 12*,

Surfer10, *Microsoft Office Excel*, *Oasis Montaj*, *Numeri*, *Google Map*, dan *Grav3D*.

4.3. Pengolahan Data

Data gayaberat yang diolah adalah data gayaberat sekunder dalam bentuk peta *Simple Bouguer Anomaly* (SBA). Awalnya data ini diolah dengan *software Oasis Montaj* untuk mencari nilai *Terrain* dan *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). Kemudian data ini dilakukan digitasi menggunakan *Global Mapper 12* dan *Surfer 8*, sehingga didapatkan data yang sesuai dengan data sekunder yang telah diolah dengan batas nilai UTM X :415000-445000 dan UTM Y : 9715000-9735000 dengan spasi 750 m. Setelah dilakukan proses digitasi, dilakukan *slice* pada 3 lintasan lalu dilakukan Transformasi *Fourrier* dengan menggunakan *software Numeri*.

Hasilnya digunakan sebagai analisis spektrum untuk menentukan nilai lebar jendela. Selanjutnya anomali gayaberat ini difilter dengan menggunakan metode *moving average* untuk mendapatkan nilai anomali regional, sedangkan nilai anomali residual didapatkan dengan mengurangi nilai anomali total dengan nilai anomali regional. Peta anomali Bouguer lengkap, peta anomali regional, dan peta anomali residual selanjutnya difilter dengan menggunakan filter *elkins*, sehingga didapatkan nilai kontur anomali *Second Vertical Derivative* untuk mendapatkan informasi patahan dangkal daerah sekitar.

Dari peta anomali Bouguer lengkap ditentukan lintasan permodelan 3 dimensi dengan metode *inverse modelling* tiga dimensi dengan menggunakan *software Grav3D* dengan *input* data anomali Bouguer (.grv), *mesh* (.txt), dan *topografi* (.dat) dengan *output* .den sehingga didapatkan *output* berupa model 3D daerah penelitian yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Hasil penelitian kemudian diinterpretasikan dengan

membandingkannya dengan data geologi yang ada.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Topografi

Daerah penelitian meliputi Kabupaten Musi Banyu Asin dan Kabupaten Banyu Asin, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia dengan ketinggian berkisar -5 – 52 mdpl . Secara geografis terletak pada koordinat 410000 m – 450000 m UTM X dan 9710000 m – 974000 UTM Y. Dan luas lokasi penelitian sebesar 40 x 30 km².

5.2. Anomali Bouguer

Anomali Bouguer merupakan perbedaan harga gravitasi bumi sebenarnya dari pengamatan di lapangan dengan harga gravitasi model bumi teoritis dari suatu datum referensi tertentu.

Peta anomali Bouguer pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa daerah penelitian ini memiliki nilai anomali yang bervariasi yaitu berkisar 13 mGal hingga 33 mGal dengan interval 1 mGal. Dimana nilai anomali Bouguer tinggi memiliki rentang nilai 26 mGal hingga 33 mGal yang berada di sebelah barat daerah penelitian. Sedangkan nilai anomali Bouguer rendah memiliki rentang nilai 13 mGal hingga 20 mGal yang berada di sebelah timur daerah penelitian.

5.3. Analisis Spektrum

Analisis spektrum dilakukan untuk menentukan estimasi lebar jendela dengan melakukan transformasi *Fourier* pada lintasan-lintasan. Analisis spektrum dilakukan dengan tiga lintasan dengan nilai jarak spasi adalah 750 m. Hasil dari ketiga analisis spektrum dapat dilihat pada **Tabel 1**.

5.4. Anomali Regional

Gambar 4 merupakan peta anomali regional yang merupakan *output* dari filter *moving average* jendela 19x19. *Moving average* sendiri merupakan filter yang digunakan untuk memisahkan anomali regional dan residual dengan memasukkan nilai lebar jendela yang telah didapatkan dari hasil analisis spektrum.

Peta anomali regional ini menunjukkan suatu pola kontur anomali yang beragam berkisar 17 mGal hingga 30.5 mGal. Anomali rendah dengan kontras warna biru di tenggara daerah penelitian serta anomali tinggi dengan kontras warna merah di barat laut daerah penelitian. Secara umum nilai di antara kontur tinggi dan rendah diindikasikan terdapat struktur patahan.

5.5. Anomali Residual

Gambar 5 merupakan peta anomali residual daerah penelitian. Anomali residual didapatkan dari perhitungan nilai anomali Bouguer lengkap dikurangi dengan nilai anomali regional, sehingga anomali yang muncul merupakan anomali dangkal dekat dengan permukaan.

Nilai anomali rendah memiliki rentang nilai -4.5 mGal hingga 4.5 mGal yang sebagian kecil berada di sebelah barat laut dan barat daya dan anomali rendah yang cukup besar berada di sebelah tenggara daerah penelitian yang diduga sebagai cekungan. Anomali rendah menunjukkan adanya batuan dengan kontras rapat massa yang rendah. Sedangkan nilai anomali tinggi bernilai positif berada mengelilingi anomali rendahnya. Anomali tinggi menunjukkan adanya batuan dengan kontras nilai rapat massa yang tinggi.

5.6. *Second Vertical Derivative* (SVD)

Peta *Second Vertical Derivative* (SVD) dihasilkan dari proses filter anomali

dengan menggunakan operator Elkins. Kontur anomali yang bernilai nol mengindikasikan adanya suatu struktur patahan di daerah tersebut, sehingga dari peta *Second Vertical Derivative* (SVD) dapat ditarik garis struktur patahan terhadap kontur anomali yang bernilai nol.

5.6.1. Analisis Peta SVD Anomali Bouguer

Gambar 6 menunjukkan peta anomali Bouguer yang telah dilakukan filter *Second Vertical Derivative* (SVD). Nilai SVD anomali Bouguer memiliki rentang nilai $-1,4 \text{ mGal/m}^2$ hingga 2 mGal/m^2 . Nilai kontur anomali *Second Vertical Derivative* (SVD) dari data anomali Bouguer yang rendah ditunjukkan dengan kontras warna ungu sampai biru memiliki nilai $-1,4 \text{ mGal/m}^2$ hingga $-0,4 \text{ mGal/m}^2$ dan anomali tinggi dengan kontras warna merah memiliki nilai $0,6 \text{ mGal/m}^2$ hingga 2 mGal/m^2 .

5.6.2. Analisis Peta SVD Regional

Gambar 7 menunjukkan anomali regional yang telah dilakukan filter *Second Vertical Derivative* (SVD). Nilai SVD regional memiliki rentang nilai $-0,18 \text{ mGal/m}^2$ hingga $0,34 \text{ mGal/m}^2$. Nilai anomali rendah ditunjukkan dengan kontras warna ungu sampai biru memiliki rentang nilai $-0,18 \text{ mGal/m}^2$ hingga $-0,02 \text{ mGal/m}^2$ dan anomali tinggi ditunjukkan dengan kontras warna kuning sampai merah memiliki rentang nilai $0,14 \text{ mGal/m}^2$ hingga $0,34 \text{ mGal/m}^2$. Struktur patahan SVD regional merupakan patahan yang lebih dalam dari struktur patahan residual.

5.6.3. Analisis Peta SVD Residual

Gambar 8 menunjukkan anomali residual yang telah dilakukan filter *Second Vertical Derivative* (SVD). Nilai SVD

anomali residual memiliki rentang nilai $-1,4 \text{ mGal/m}^2$ hingga 2 mGal/m^2 . Nilai kontur anomali *Second Vertical Derivative* (SVD) dari data anomali residual yang rendah ditunjukkan dengan kontras warna ungu sampai biru memiliki nilai $-1,4 \text{ mGal/m}^2$ hingga $-0,4 \text{ mGal/m}^2$ dan anomali tinggi dengan kontras warna kuning sampai merah memiliki nilai $0,6 \text{ mGal/m}^2$ hingga 2 mGal/m^2 .

Dari ketiga peta SVD di atas struktur patahan ditentukan berdasarkan nilai kontur nol yang diapit anomali tinggi dan anomali rendah. Dari peta SVD anomali Bouguer, anomali regional, dan anomali residual terlihat bahwa struktur patahan Sesar Sumatera mempunyai letak yang sama pada ketiga peta kontur SVD, yaitu yang dari barat laut ke tenggara. Selain Sesar Sumatera dan struktur patahan lain yang terdapat dalam peta geologi yang diperoleh terdapat pula indikasi struktur patahan lain yang terdapat pada ketiga peta SVD yang ditunjukkan dengan garis berwarna hitam yang dominan sejajar dengan patahan Sumatera.

5.7. Pemodelan Inversi 3D Anomali Bouguer

Pemodelan 3D ini dilakukan untuk mengetahui zona patahan dan reservoir. Dengan pemodelan 3D ini akan diketahui kedalaman, bentuk, dan volume dari reservoir daerah penelitian. Selain itu pemodelan 3D ini digunakan untuk memperkuat indikasi adanya struktur patahan di daerah penelitian.

Hasil pemodelan inversi 3D anomali Bouguer pada **Gambar 9** menunjukkan sebaran densitas daerah penelitian yang dilihat dari arah selatan dengan kedalaman 8000 meter dan memiliki rentang densitas dari $2,28 \text{ gram/cc}$ hingga $2,69 \text{ gram/cc}$. Densitas rendah yang ditandai dengan warna biru tua sebagian besar berada di timur daerah penelitian. Densitas tinggi terlihat di bagian utara dan selatan daerah

penelitian yang ditunjukkan dengan warna merah.

5.8. Analisis Struktur Patahan Berdasarkan Model 3D Anomali Residual dan Peta SVD

Analisis Struktur patahan pada SVD hanya menghasilkan gambaran patahan secara horizontal. Dengan menggunakan analisis SVD yang dikorelasikan dengan inversi anomali bouger daerah penelitian, maka kita dapat melihat patahan secara horizontal maupun vertikal.

Gambar 10, patahan nomor 2 dapat dipastikan merupakan Antiklin Berau Bentayan setelah dibandingkan dengan peta geologi dan peta SVD. Patahan 2 memanjang dari barat laut ke arah tenggara daerah penelitian dan dari model 3D dapat dilihat bahwa patahan 2 memiliki kedalaman yang dangkal.

5.9. Analisis Cekungan Berdasarkan Model 3D Anomali Residual

Selain untuk melihat struktur patahan bawah permukaan secara vertikal, model inversi 3D anomali Residual juga dapat memodelkan cekungan yang berada di daerah penelitian.

Data anomali residual digunakan dalam proses pemodelan inversi yang diharapkan dapat memperlihatkan sumber anomali dangkal yang ada. Hasil pemodelan *inversi* 3D anomali residual pada (**Gambar 11**) menunjukkan sebaran densitas daerah penelitian dengan target kedalaman 3000 meter dan memiliki nilai densitas antara 2,24 gram/cc hingga 2,32 gram/cc.

Pada **Gambar 12** menunjukkan cekungan yang ditandai dengan warna biru tua yang berada di bagian timur daerah penelitian dan memiliki densitas yang rendah berkisar antara 2.24 gram/cc sampai 2.32 gram/cc.

Kemudian setelah dilakukan proses *cutoff* pada densitas yang ditentukan sebelumnya menunjukkan bahwa cekungan berada pada kedalaman 1500 m dengan nilai densitas berkisar antara 2.24 gram/cc sampai 2.26 gram/cc yang diidentifikasi merupakan cekungan batu pasir yang terlihat pada **Gambar 13**.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini antara lain:

1. Anomali Bouguer daerah penelitian mempunyai nilai 13 mGal hingga 33 mGal dengan interval 1 mGal. Nilai Anomali Bouguer tinggi memiliki rentang nilai 26 mGal hingga 33 mGal yang berada di sebelah barat daerah penelitian. Sedangkan nilai Anomali Bouguer rendah memiliki rentang nilai 13 mGal hingga 20 mGal yang berada di sebelah timur daerah penelitian.
2. Struktur patahan yang terdapat pada struktur bawah permukaan 3D relatif sama dengan struktur patahan yang terdapat pada anomali *Second Vertical Derivative* yang didapat dari anomali residual daerah penelitian. Dari hasil analisis SVD anomali Residual menunjukkan terdapat 4 (empat) patahan, yaitu 3 (tiga) yang berada arah timur, dan 1 (satu) di arah barat. Sedangkan dari SVD anomali Regional menunjukkan terdapat 3 (dua) patahan, yaitu 1 (satu) berada di arah barat, 1 (satu) timur laut, dan 1 (satu) di arah tenggara.
3. Berdasarkan pemodelan inversi 3D menunjukkan bahwa cekungan berada pada kedalaman 1500 m – 3300 m dengan nilai densitas berkisar antara 2.24 gram/cc sampai 2.32 gram/cc yang diidentifikasi merupakan cekungan batu pasir.

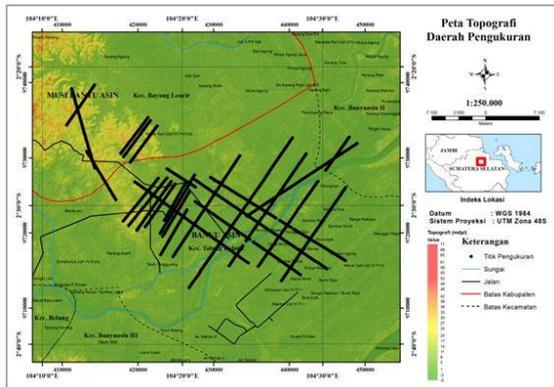
DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Agus. 2007. "Ensiklopedia Seismik Online". Blog Online.
- Ariyanto, Yonas. 2011. Pemodelan Impedansi Akustik untuk Karakterisasi Reservoir Pada Daerah "X", Sumatera Selatan. FMIPA Universitas Indonesia.
- Bakosurtanal. 2002. *Peta Geologi bersistem, Indonesia*. Bakosurtanal. Cibinong.
- Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. The Hague Netherland.
- Blake. 1989. The Geological Regional and Tectonic of South Sumatera Basins. Proceeding Indonesia Petroleum Association 11th Annual Convention.
- Blakely, R. 1995. *Potential theory in gravity and magnetic applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- De Coster, G.L. 1974. *The Geology of The Central and South Sumatera Basins. Proceedings Indonesian Petroleum Association, 3rd Annual Convention. 77-110*.
- Elkins, T.A. 1951. *The Second Derivative Methode of Gravity Interpretation Geophysics*. Geological Survey Buletin 981.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley and Sons Inc. England.
- Kadir, W.G.A. 2000. Eksplorasi gayaberat dan magnetik. Bandung: Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral. Institut Teknologi Bandung.
- Kearey, P., Brooks, M., dan Hill, I., 2002. *An Introduction to Geophysical exploration*. Blackwell Science.
- Logman, I.M. 1959. *Formulas for Computing the Tidal Accelerations due to The Moon and the Sun*. *Journal of Geophysical Research* 64: 2351-2355.
- Magoon, L.B., dan Dow, W.G., 1994, *The Petroleum System form Source to Trap*, AAPG Memoir 60: USA.
- Plouff, D. 1976. *Gravity and Magnetic Field of Polygonal prims and application to Magnetic Terrain Corrections*. Menlo Park, California
- Ramsay, J.G., and Huber, M. 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology: Folds and Fractures*. Academic Press.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley and Sons Inc., England.
- Susilawati. 2005. *Pemodelan Metode Gayaberat*. Departement Fisika FMIPA UI.
- Telford. W.M., Goldrat, L.P., dan Sheriff, R.P. 1990. *Applied Geophysics 2nd ed*. Cambridge University Pres. Cambridge.
-

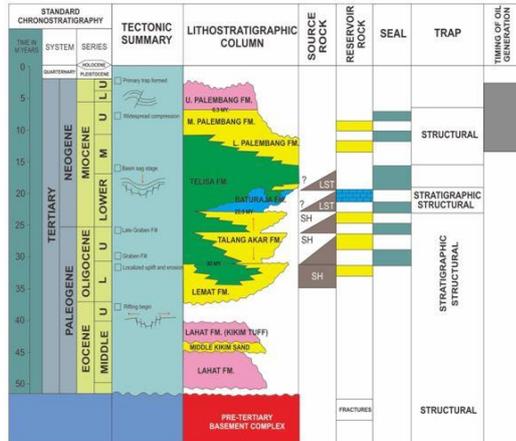
LAMPIRAN

Tabel 1. Hasil Perhitungan Analisis Spektrum

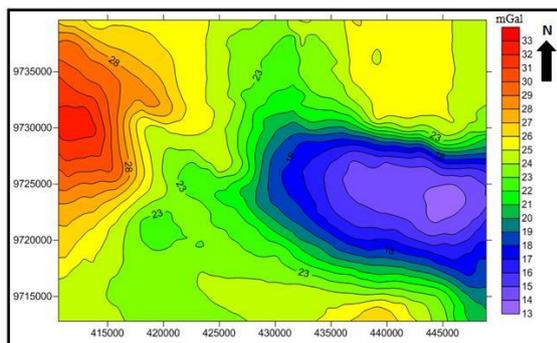
Penampang Lintasan	Kedalaman Regional (m)	Kedalaman Residual (m)	(k)	Lebar Jendela (Window)
A-A'	8510	2467	0,000453	19
B-B'	5964	2606	0.000679	13
C-C'	9093	2011	0.000316	27
Rata-rata	7855.66	2361.33	0.000482	19



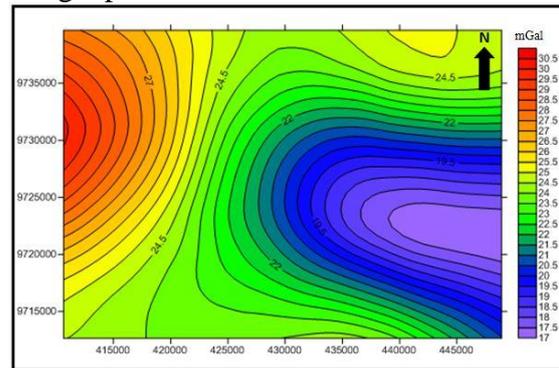
Gambar 1. Peta topografi daerah penelitian dengan modifikasi (Bakosurtanal, 2002).



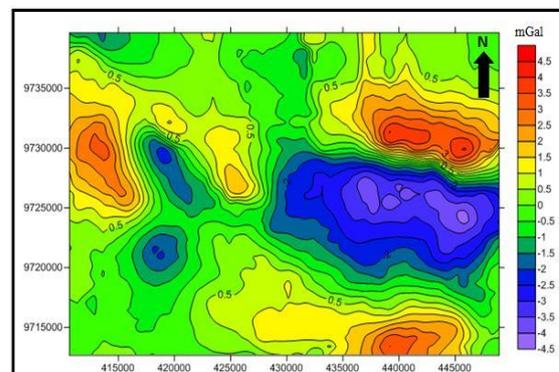
Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (De Coster, 1974).



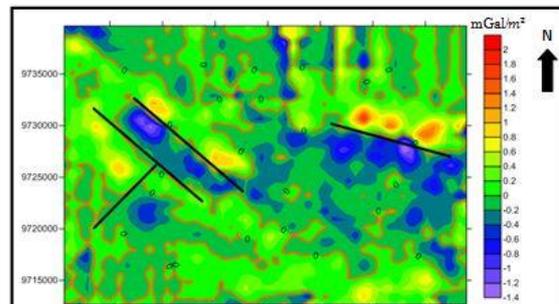
Gambar 3. Peta anomali Bouguer Lengkap Daerah Penelitian.



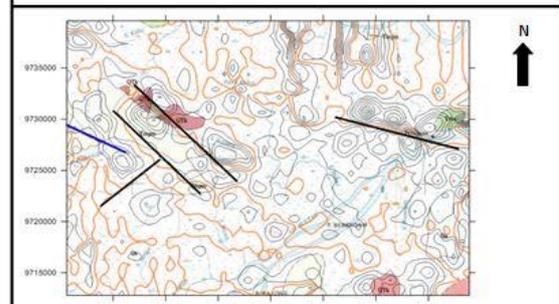
Gambar 4. Peta Anomali Regional Daerah Penelitian.



Gambar 5. Peta Anomali Residual Daerah Penelitian.



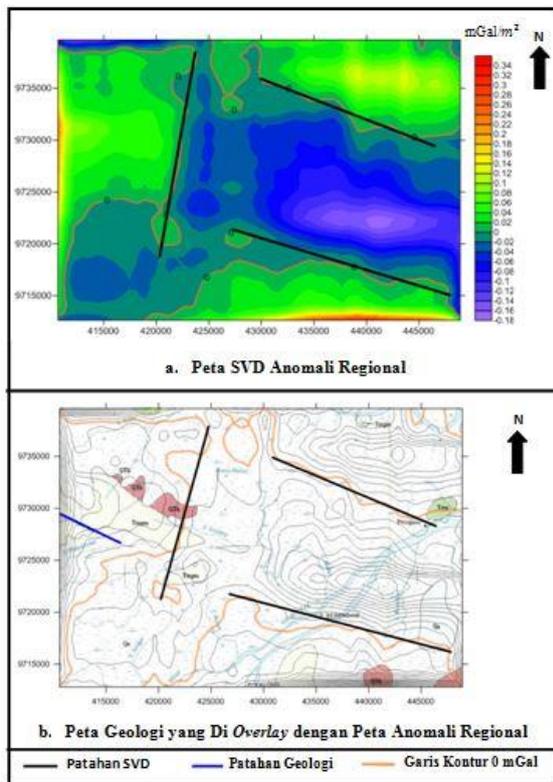
a. Peta SVD Anomali Bouguer



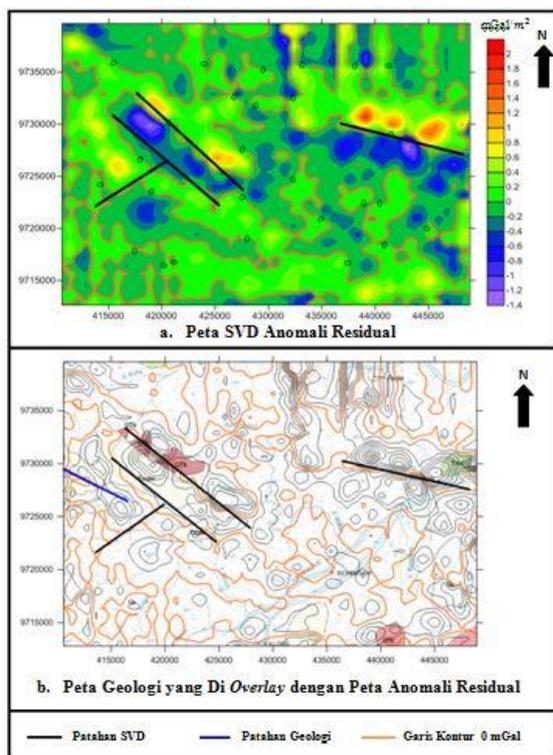
b. Peta Geologi yang Di Overlay dengan Peta Anomali Bouguer

— Patahan SVD — Patahan Geologi — Garis Kontur 0 mGal

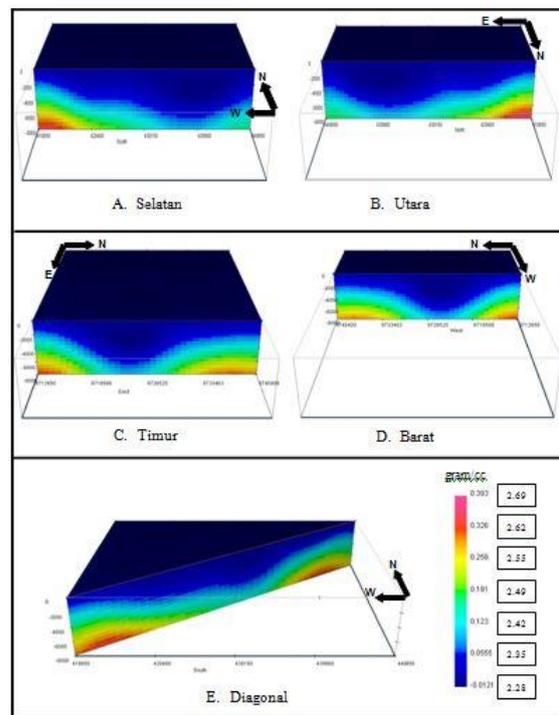
Gambar 6. Peta SVD Anomali Bouguer Lengkap Dan Yang Dioverlay Terhadap Peta Geologi.



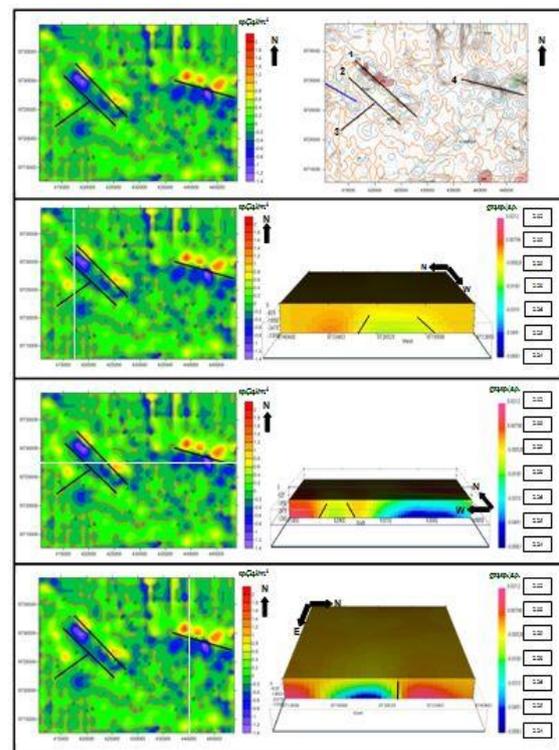
Gambar 7. Peta SVD Anomali Regional Dan Yang Dioverlay Terhadap Peta Geologi.



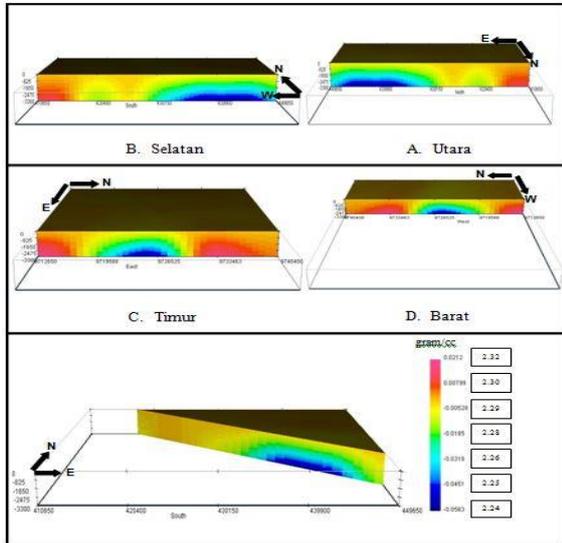
Gambar 8. Peta SVD Anomali Residual Dan Yang Dioverlay Terhadap Peta Geologi.



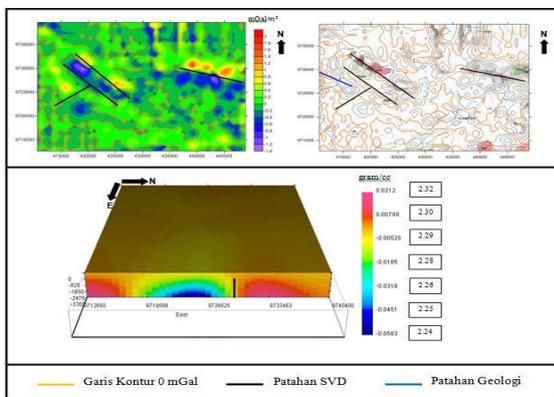
Gambar 9. Model 3D distribusi densitas hasil inversi anomali Bouguer daerah penelitian.



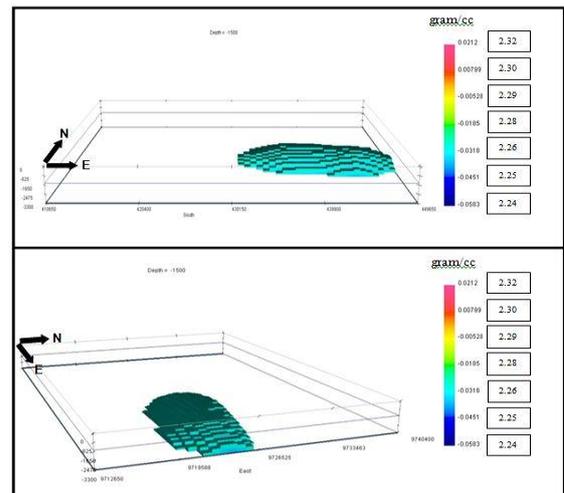
Gambar 10. Struktur Patahan Pada Peta SVD Anomali Residual dan Model 3D Anomali Residual.



Gambar 11. Model 3D distribusi densitas hasil inversi anomali Residual daerah penelitian.



Gambar 12. Struktur Patahan Pada Peta SVD Anomali Residual dan Model 3D Anomali Residual Dilihat Dari Arah Timur.



Gambar 13. Pemodelan 3D cekungan Daerah Penelitian