

DELINEASI CEKUNGAN SEDIMEN SUMATRA SELATAN BERDASARKAN ANALISIS DATA GAYA BERAT

I. Setiadi, B. Setyanta dan B.S. Widijono

Pusat Survei Geologi
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung, 40122

Sari

Cekungan Sumatra Selatan merupakan salah satu cekungan sedimen besar di Indonesia yang sudah terbukti menghasilkan hidrokarbon. Cekungan tersebut di atas terdiri atas beberapa subcekungan. Beberapa literatur menyebutkan jumlah subcekungan yang berbeda-beda. Gaya berat adalah salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui konfigurasi cekungan, baik secara lateral maupun vertical, berdasarkan atas parameter fisik rapat massa (densitas) batuan. Analisis data gaya berat dilakukan dengan menggunakan metode analisis spektrum yang bertujuan untuk memperkirakan kedalaman sumber anomali dalam dan dangkal, dan kemudian untuk memisahkan anomali regional dan sisa (residual) digunakan metode *moving average*. Hasil analisis spektrum menunjukkan bahwa terdapat dua bidang diskontinuitas rapat massa di daerah Sumatra Selatan, yaitu pada kedalaman sekitar 3,05 km yang merefleksikan kedalaman rata-rata batuan alas, dan pada kedalaman 15,98 km yang mencerminkan kedalaman rata-rata bidang Moho. Berdasarkan hasil analisis anomali residual terlihat bahwa daerah Sumatra Selatan mempunyai pola kelurusan relatif barat laut - tenggara. Sebagai sesar utama adalah Sesar Sumatra dengan arah barat laut - tenggara dan sesar ikutannya berarah relatif barat daya - timur laut. Pola tinggian dan bukaan (*rifting*) mempunyai arah yang sama, yaitu barat laut - tenggara, dan subcekungan yang teridentifikasi berjumlah sepuluh. Hasil pemodelan dua dimensi menunjukkan bahwa batuan alas (*basement*) adalah batuan malihan dengan kontras rapat massa 0,12 gr/cc, dan batuan sedimen Tersier dengan kontras rapat massa rata-rata -0,22 gr/cc.

Kata kunci : gaya berat, analisis spektrum, *Moving average*, Cekungan Sumatra Selatan

Abstract

South Sumatra Basin is one of large sedimentary basins in Indonesia which has been proven to produce hydrocarbon energy. Several literatures mention different amount of subbasin with this basin. Gravity is one of geophysical methods that is used to interpret lateral and vertical basin configuration based on rock density parameter. The gravity analysis is conducted by using spectral analysis method in order to estimate shallow and depth anomaly sources, and then to separate regional and residual anomaly using moving average method. The result of spectrum analyses show two discontinuity density plans, located at 3.05 km reflecting the average depth of Tertiary sedimentary basement, and at 15.98 km reflecting Moho discontinuity plane. Meanwhile, the residual anomaly shows that there are two lineament patterns trending northwest-southeast and southwest-northeast. The main fault is Sumatra Fault indicating northwest-southeast lineament, and the subsidiary faults trending southwest-northeast. Azimuth of shallow basement and rifting patterns are northwest-southeast, while the number of identified subbasin are 10. The result of two dimensional modeling shows that the basement in South Sumatra is metamorphic rock having the density contrast 0.12 gr/cc and the average density contrast of the sedimentary rocks filling the basin is -0.22 gr/cc.

Keywords : gravity, spectral analyses, moving average, South Sumatra Basin

Pendahuluan

Latar Belakang

Bertambahnya populasi jumlah penduduk di Indonesia mengakibatkan kebutuhan energi khususnya minyak dan gas bumi meningkat. Peningkatan kebutuhan energi tersebut harus

diimbangi dengan penemuan-penemuan cadangan baru migas ataupun optimalisasi produksi dari cadangan yang sudah ditemukan dengan menggunakan teknologi yang lebih canggih. Hingga saat ini produksi migas di Indonesia mengalami penurunan dibandingkan di era tahun 80-an. Hal ini mungkin karena eksplorasi cekungan-cekungan migas di Indonesia secara optimal belum dilakukan.

Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai potensi hidrokarbon besar. Hasil penyusunan atlas cekungan sedimen (Badan Geologi, 2009) berdasarkan data geologi dan geofisika (gaya berat) telah ditemukan kurang lebih 128 cekungan sedimen yang mempunyai potensi ekonomi. Cekungan Sumatra Selatan adalah salah satu cekungan sedimen di Indonesia yang telah terbukti menghasilkan minyak dan gas bumi.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Klett dr. (1997) menyatakan bahwa cadangan migas di cekungan ini adalah sekitar 4.3 *billion barrels of oil equivalent* (BBOE),

sedangkan U.S.Geological Survey (USGS) melakukan penaksiran cadangan sumber daya alam di wilayah ini adalah 469 *million barrels of oil* (MMBO), 18250 *billion cubic feet of gas* (BCFG), dan 239 *million barrels of natural gas liquids* (MMBNGL) atau sekitar 3.7 BBOE. Besarnya cadangan sumber daya energi yang terkandung di wilayah Sumatra Selatan ini perlu di eksploitasi secara optimal untuk meningkatkan produksi migas, dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat Indonesia pada umumnya.

Data geologi dan geofisika, khususnya data gaya berat, yang tersimpan dalam sistem basis data di Pusat Survei Geologi diharapkan dapat memberikan informasi awal untuk eksplorasi sumber daya energi, khususnya minyak dan gas bumi. Untuk menghasilkan informasi geologi yang lebih jelas dan bermakna, data gaya berat ini perlu diproses, sehingga dapat memecahkan masalah-masalah geologi. Salah satunya adalah memberikan informasi mengenai delineasi cekungan sedimen dan konfigurasi batuan dasar.

Permasalahan

Penelitian mengenai cekungan sedimen ini penting dilakukan karena cekungan tersebut merupakan wadah atau tempat terakumulasinya hidrokarbon, meskipun tidak semua cekungan sedimen mempunyai potensi hidrokarbon. Keberadaan subcekungan sedimen di Sumatra Selatan hingga saat ini masih menjadi perdebatan di antara ahli ilmu kebumih, khususnya mengenai jumlah dan posisi subcekungan tersebut. Williams dr. (1995) telah membagi cekungan Sumatra Selatan kedalam lima subcekungan sediment, yaitu subcekungan Jambi,

Palembang Utara, Palembang Tengah, Palembang Selatan, dan Bandar Jaya.

Metode gaya berat adalah salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan, baik perubahan lateral maupun vertikal yang berdasarkan parameter fisis rapat massa (densitas) batuan. Dalam hal ini akan dilakukan interpretasi data anomali gaya berat untuk mengetahui cekungan atau subcekungan yang berada di daerah Sumatra Selatan dengan menerapkan teknik pemisahan anomali regional dan residual menggunakan metode *moving average*. Selain itu, juga akan dilakukan analisis spektrum (*spectral analysis*) untuk mengestimasi sumber anomali (kedalaman cekungan).

Permasalahan yang muncul dalam pembuatan model geologi bawah permukaan menggunakan metode gaya berat adalah karena adanya *ambiguity*. Faktor yang mempengaruhi *ambiguity* tersebut di antaranya adalah kedalaman dan rapat massa (densitas).

Untuk mengatasi *ambiguity* dalam pemodelan geologi bawah permukaan perlu dilakukan perhitungan estimasi kedalaman dengan menggunakan metode analisis spektrum, yaitu dengan melakukan perhitungan estimasi kedalaman, dan penentuan rapat massa diperkirakan berdasarkan data stratigrafi geologi ataupun data sumur.

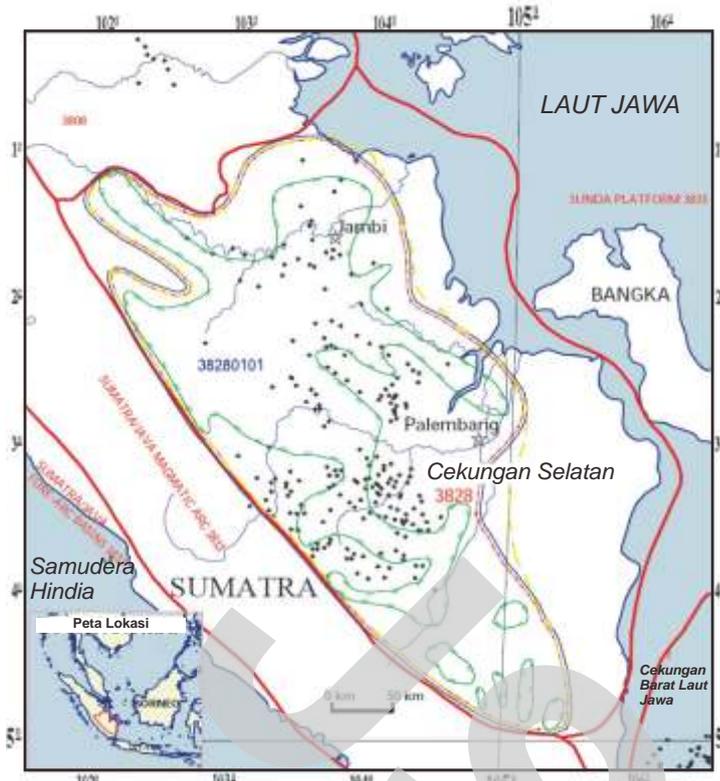
Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

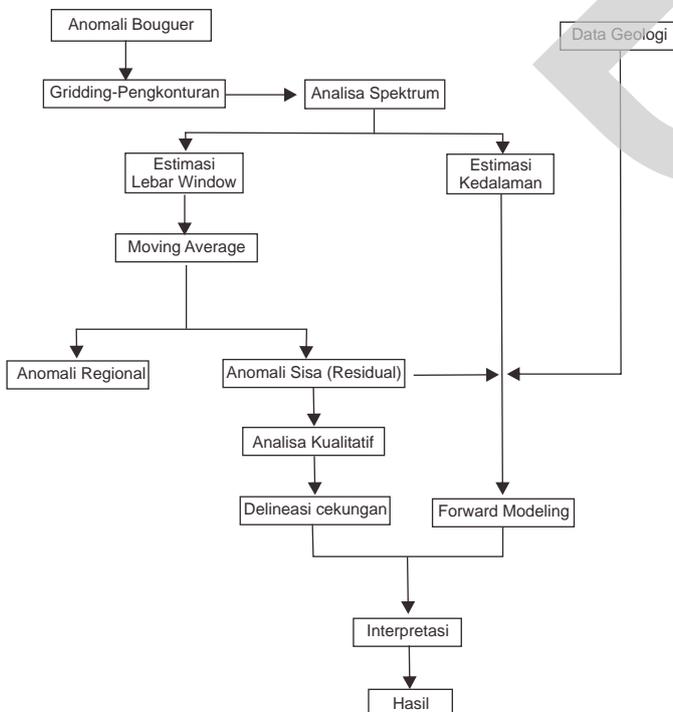
1. Membuat peta anomali gaya berat daerah Sumatra Selatan
2. Mengidentifikasi pola cekungan sedimen dari anomali sisa hasil proses penapisan (*filtering*) *moving average*
3. Mengetahui pola struktur dan tinggian daerah Sumatra Selatan berdasarkan anomali sisa gaya berat
4. Melakukan interpretasi bawah permukaan dengan *forward modeling* dan estimasi kedalaman yang didapat melalui analisis spektrumnya.

Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian kurang lebih berada pada koordinat 0° - 5° LS dan 101° - 106°BT, meliputi provinsi Jambi, Sumatra Selatan, Bengkulu, dan Lampung (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian daerah Sumatra Selatan dan sekitarnya.



Gambar 2. Diagram alur penelitian cekungan Sumatra Selatan.

Metodologi

Data yang digunakan untuk analisis deliniasi cekungan sedimen daerah Sumatra Selatan adalah data anomali gaya berat (*anomali Bouguer*) dan data geologi sebagai pendukungnya. Metode yang digunakan untuk pengolahan anomali gaya berat adalah metode analisis spektrum untuk mengestimasi lebar jendela dan kedalaman sumber anomali, dan untuk *filtering* digunakan *moving average*. Tahapan pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alur (Gambar 2).

Analisis Spektrum

Untuk melakukan analisis spektrum terlebih dahulu dilakukan *gridding* data anomali gaya berat dan pengkonturan. Berdasarkan kontur anomali tersebut, dibuat profil penampang lintasan yang mewakili daerah penelitian, kemudian dilakukan transformasi fourier (FFT) dalam domain spasial (X tertentu). Analisis transformasi fourier ini dikembangkan oleh Brigham, (1988). Dari hasil FFT ini kemudian dibuat grafik hubungan antara K VS $Ln A$, gradien dari fungsi ini adalah kedalaman. Gradien grafik ini dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu gradien anomali *regional*, *gradient* anomali sisa (*residual*) dan *noise*. Pada penelitian ini dibuat lima penampang lintasan yang selanjutnya akan dilakukan FFT dari setiap penampang tersebut dengan spasi $X = 5$ Km.

Metode Moving Average

Teknik ini pada dasarnya merupakan perataan data anomali gaya berat yang ada, hasil *moving average* merupakan harga anomali regional. Hal yang penting dalam proses ini adalah penentuan lebar jendela yang tepat untuk *moving average*, yang dapat diperoleh dari proses perhitungan analisis spektrum. Berdasarkan analisis spektrum diperoleh bilangan gelombang *Cutoff* (K_c) yang merupakan perpotongan antara gradien anomali regional dan residual. Bilangan gelombang *Cutoff* ini digunakan sebagai masukan dalam perhitungan untuk menentukan lebar jendela yang akan digunakan pada proses *moving average*.

Lebar jendela $N = \frac{2p}{l} = \frac{2p}{kc.Dx}$

Kc= Bilangan gelombang *Cutoff*

l = Panjang gelombang

x = Interval pemercontohan

Secara matematis perhitungan *moving average* dapat dituliskan sebagai :

$$Dg_{reg}(i) = \frac{Dg(i-1) + \dots + Dg(i) + \dots + Dg(i+n)}{N}$$

N = Lebar jendela

n = (N-1)/2

i = Nomor stasiun

Delineasi Cekungan

Delineasi atau penarikan batas cekungan/ subcekungan dilakukan berdasarkan peta anomali residual yang terbaik dari beberapa proses *filtering* dan tentunya berdasarkan informasi geologi daerah penelitian.

Pemodelan Maju (Forward Modeling)

Pemodelan maju (*forward modeling*) dilakukan berdasarkan metode dua dimensi *Taiwani* menggunakan bantuan program *Gravmag*. Pemodelan dilakukan dengan membuat penampang melintang dari anomali residual terpilih dengan mengambil beberapa lintasan yang mewakili daerah penelitian.

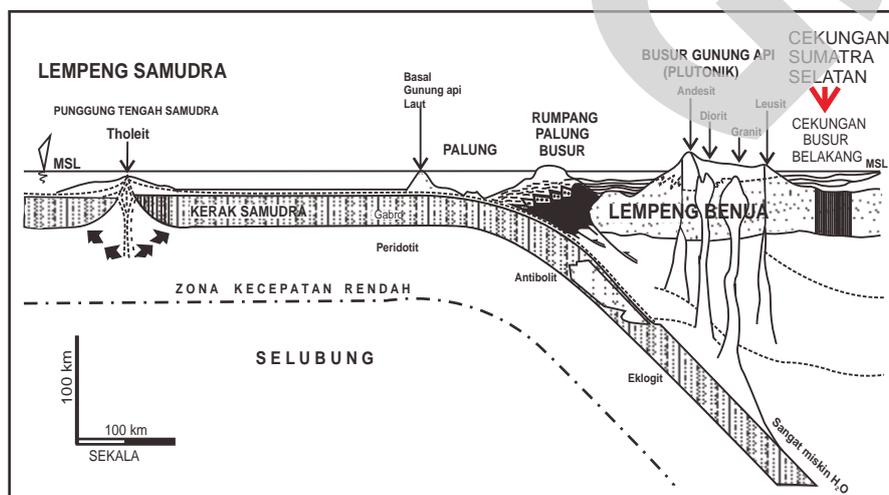
Interpretasi

Interpretasi dilakukan pada daerah penelitian berdasarkan hasil yang diperoleh dari deliniasi cekungan anomali residual, dan dimensi model cekungan dihasilkan dari pemodelan maju program *Gravmag*.

Tataan Geologi

Cekungan Sumatra Selatan terletak di bagian selatan Pulau Sumatra dan merupakan salah satu jenis cekungan busur belakang (*back arc basin*). Cekungan ini dibatasi di bagian utara oleh Pegunungan Tigapuluh, di bagian barat berbatasan dengan Pegunungan Bukit Barisan, dan di bagian timur dibatasi oleh Tinggian Palembang dan Lampung (de Coster, 1974). Posisi tektonik Cekungan Sumatra Selatan dapat dilihat pada Gambar 3.

Cekungan Sumatra Selatan terbentuk selama fase ekstensi dengan arah timur-barat yang dimulai pada umur Pratersier Akhir hingga Tersier. Aktivitas pengangkatan selama Kapur Akhir hingga Miosen mengakibatkan cekungan terbagi menjadi beberapa subcekungan. Blok tinggian dan graben dengan arah relatif barat laut - tenggara dan utara - selatan terbentuk selama fase awal ekstensi yang dimulai dari Kapur Akhir hingga Oligosen Awal karena aktivitas pergerakan lempeng kolisi India-Eurasia (Bishop, 2001). Batuan alas (*basement*) yang dijumpai dari data pengeboran adalah batuan metamorf yang terdiri atas filit, metagrewak, dan granit.



Gambar 3. Posisi tektonik cekungan Sumatra Selatan.

Tektonika

Secara tektonis Cekungan Sumatra Selatan terbentuk akibat adanya kompresi antara Lempeng Eurasia dan Lempeng India pada umur Mesozoic Tengah dan selanjutnya selama masa Paleosen hingga Miosen Awal terjadi fase ekstensi yang diikuti proses inversi, sehingga terjadi pengangkatan *basement* yang mempunyai implikasi terhadap proses sedimentasi dan stratigrafi.

Cekungan Sumatra Selatan terbentuk melalui tiga fase tektonik : yang pertama adalah fase kompresi, fase ini diawali dengan adanya kolisi Lempeng Eurasia dan India mengakibatkan adanya kompresi yang menyebabkan terbentuknya sesar-sesar geser dekstral berarah relatif utara-selatan. Kedua adalah fase ekstensi (Eosen hingga Miosen Awal), fase ini menyebabkan terbentuknya sesar-sesar normal dan sesar tumbuh (*growth fault*) yang mempunyai arah relatif utara-selatan. Fase ekstensi ini juga mengakibatkan terbentuknya cekungan (*graben* atau *half graben*) yang selanjutnya terjadi pengisian awal cekungan (*synrift-rifting*). Ketiga adalah fase kompresi (Pliosen hingga sekarang), pada fase ini terjadi kompresi *basement*, pembalikan cekungan, dan pembalikan sesar normal, sehingga menghasilkan bentukan antiklinal sebagai jebakan-jebakan utama di daerah ini (Suhendan, 1984). Beberapa struktur sesar normal dan cekungan sedimen yang teraktivasi kembali akibat kompresi selama masa Miosen hingga Plio-Plistosen membentuk struktur baru berupa cekungan inversi (Sudarmono dr., 1997).

Anomali Bouguer

Hasil pengkonturan Anomali Bouguer daerah Sumatra Selatan dapat dilihat pada Gambar 4, nilai anomalnya berkisar antara 51 hingga 120 mGal. Anomali Bouguer daerah Sumatra Selatan ini dapat dikelompokkan ke dalam tiga jalur anomali yang berbeda. Pertama adalah anomali tinggi yang mempunyai nilai antara 50 hingga 120 mGal. Anomali ini pada umumnya menempati daerah Sumatra Selatan bagian selatan dan tengah yaitu daerah Lampung, Bengkulu, sekitar Pegunungan Tigapuluh dan Pegunungan Duabelas. Anomali tinggi ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh tersingkapnya batuan alas di permukaan yang

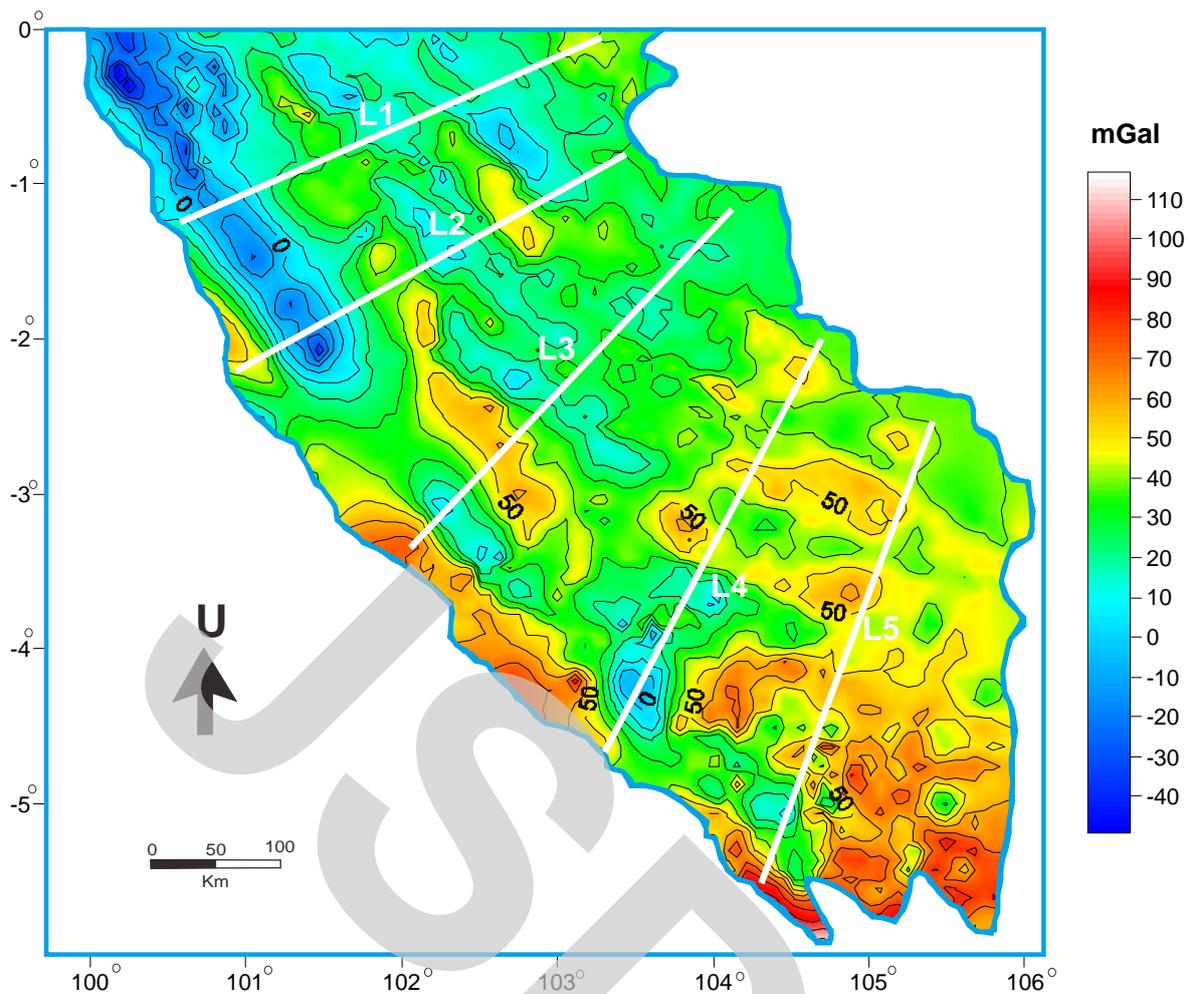
mempunyai kontras rapat massa lebih tinggi dibandingkan dengan rapat massa batuan sedimen di sekitarnya. Kedua adalah anomali sedang yang mempunyai kisaran nilai antara 0 hingga 50 mGal. Anomali ini pada umumnya menempati bagian tengah dan timurlaut daerah penelitian. Anomali sedang ini kemungkinan berhubungan dengan cekungan-cekungan sedimen yang berada di daerah Sumatra Selatan. Ketiga adalah anomali rendah yang mempunyai nilai antara -50 hingga -1 mGal. Anomali ini pada umumnya menempati daerah Sumatra Selatan bagian barat. Anomali ini kemungkinan disebabkan oleh zona hancuran Sesar Sumatra dan prisma akresi yang cukup tebal yang diakibatkan oleh adanya tunjaman dari kerak Samudra Hindia dan kerak Benua Eurasia.

Hasil gambaran pola anomali Bouguer tersebut belum dapat menunjukkan pola kelurusan geologi dan cekungan secara jelas. Hal ini karena anomali Bouguer merupakan gabungan pengaruh efek batuan bawah permukaan dangkal dan dalam. Untuk dapat melihat pola cekungan yang lebih jelas dari data gaya berat ini perlu diproses dengan menggunakan metode analisis spektrum dan *moving average*.

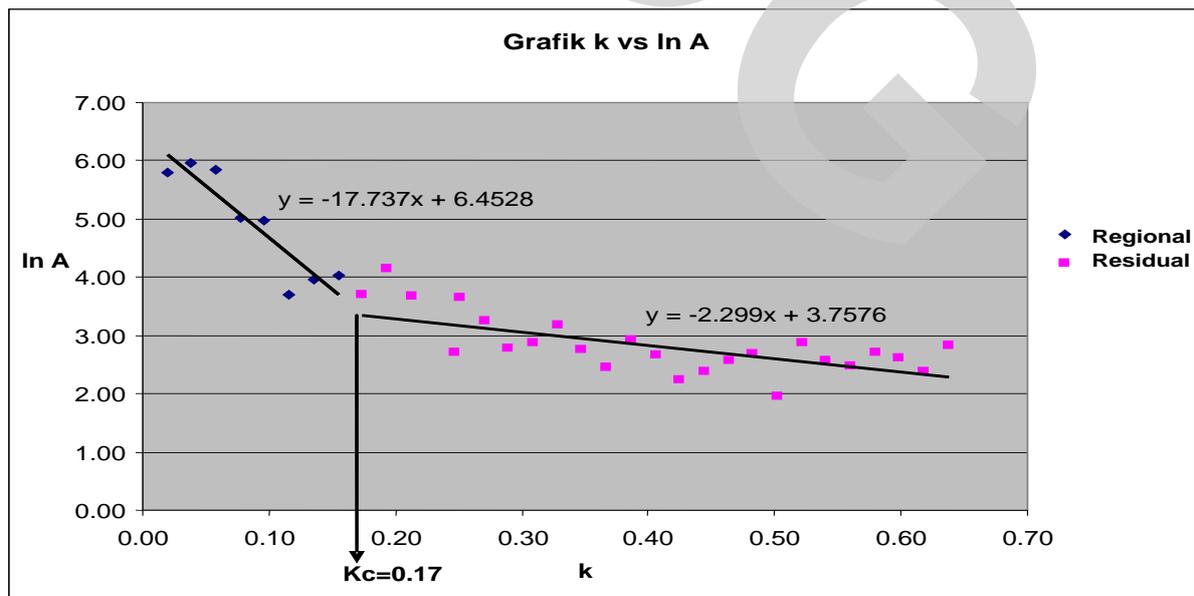
Analisis Spektrum

Analisis spektrum dilakukan dengan cara membuat penampang lintasan, untuk studi kasus daerah Sumatra Selatan ini dibuat lima profil penampang lintasan. Selanjutnya kelima profil tersebut masing-masing dianalisis dengan menggunakan grid spasi 5 km, kemudian dianalisis spektrumnya untuk mengetahui *trend* kedalaman bidang diskontinuitas dangkal dan dalam seperti terlihat pada Gambar 5.

Hasil analisis spektrum penampang lintasan pertama menunjukkan bahwa bidang diskontinuitas pertama dengan kecenderungan grafik yang lebih landai mempunyai kedalaman sekitar 2,29 km, sedangkan kecenderungan grafik dengan kemiringan lebih tajam menunjukkan kedalaman bidang diskontinuitas yang lebih dalam. Bidang diskontinuitas pertama dengan kedalaman 2,29 km diinterpretasikan sebagai kedalaman batuan sedimen Tersier. Bidang diskontinuitas kedua dengan kedalaman 17,73 km diinterpretasikan sebagai kedalaman bidang diskontinuitas kedua yaitu sebagai kedalaman bidang Moho.



Gambar 4. Pola kontur anomali Bouguer daerah Sumater Selatan.



Gambar 5. Grafik analisis spektrum profil penampang lintasan 1.

Hasil selengkapnya analisis spektrum kelima penampang lintasan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kedalaman rata-rata bidang diskontinuitas pertama adalah 3,05 km, dan diinterpretasikan sebagai kedalaman rata-rata cekungan sedimen Tersier, dan kedalaman bidang diskontinuitas kedua adalah 15,98 km diinterpretasikan sebagai kedalaman rata-rata bidang Moho.

Selain untuk menghitung kedalaman bidang diskontinuitas pertama dan kedua, grafik analisis spektrum digunakan juga untuk menentukan lebar jendela yang akan digunakan pada waktu *filtering*. Nilai bilangan gelombang *cutoff* rata-rata dari kelima penampang lintasan tersebut adalah 0,174, dari setiap bilangan gelombang *cutoff* (Kc) yang dihasilkan kemudian dihitung lebar jendela yang akan digunakan sebagai lebar *window* untuk *filtering* daerah tersebut. Lebar jendela rata-rata kelima penampang lintasan tersebut adalah 7,24, sehingga lebar jendela yang digunakan untuk proses *filtering* adalah 7. Selengkapnya tabel bilangan gelombang dan lebar jendela kelima penampang lintasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Moving Average

Data anomali gaya berat yang terukur di lapangan sebenarnya merupakan gabungan (*superposisi*) antara efek anomali dangkal (*residual*) dan efek anomali dalam (*regional*). Untuk memisahkan kedua efek anomali diperlukan metode penapisan (*filtering*). Yang akan digunakan pada penelitian ini adalah proses *moving average*.

Metode perata-rataan bergerak (*moving average*) pada dasarnya adalah penapisan anomali gelombang frekuensi tinggi (*low pass filter*). Semakin lebar jendela yang digunakan, anomali residualnya akan mendekati nilai anomali Bouguer. Penentuan lebar jendela yang digunakan untuk proses penapisan ini merupakan hasil analisis spektrum yang telah dibahas pada bagian sebelumnya. Analisis spektrum yang dilakukan pada peta anomali Bouguer daerah Sumatra Selatan adalah sebanyak lima penampang lintasan. Untuk analisis digunakan spasi grid $x = 5$ km dan menghasilkan lebar jendela optimal 7.

Tabel 1. Tabel Kedalaman Bidang Diskontinuitas Penampang 1-5

No.	Penampang Lintasan	Kedalaman (Km)	Kedalaman (Km)
1	Lintasan-1	2,74	2,23
2	Lintasan-2	6,76	5,61
3	Lintasan-3	15,02	2,23
4	Lintasan-4	15,76	4,43
5	Lintasan-5	14,65	2,55
	Rata-rata	15,98	3,05

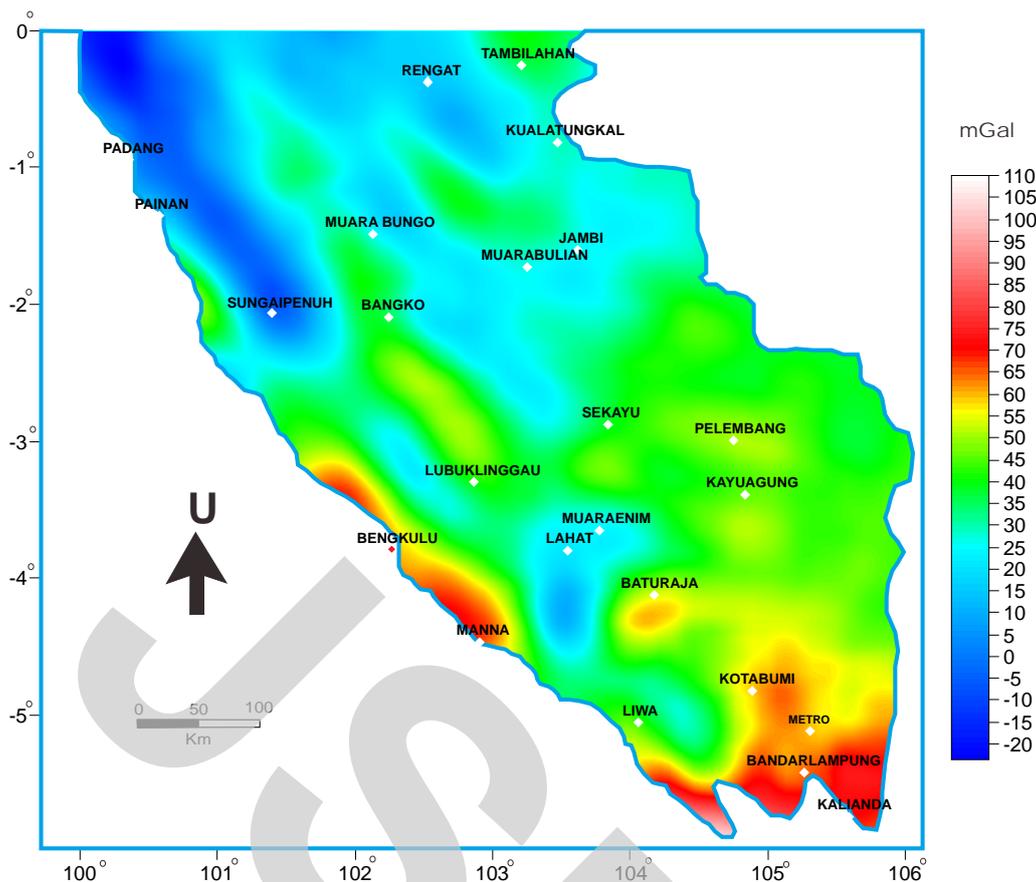
Tabel 2. Tabel Bilangan Gelombang dan Lebar Jendela Penampang 1-5

No.	Penampang Lintasan	Bl Gelombang (Kc)	Lebar Jendela (N)
1	Lintasan-1	0,17	7,38
2	Lintasan-2	0,18	6,97
3	Lintasan-3	0,17	7,38
4	Lintasan-4	0,19	6,61
5	Lintasan-5	0,16	7,85
	Rata-rata	0,174	7,24

Anomali Regional

Proses penapisan *moving average* yang dilakukan pada data anomali gaya berat daerah Sumatra Selatan menggunakan jendela 7 karena spasi grid yang digunakan adalah 5 km, maka lebar jendela yang digunakan untuk proses penapisan yaitu (35 x 35) km. Hasil yang diperoleh berdasarkan proses *moving average* ini berupa anomali regional, dengan pola anomali seperti yang tampak pada Gambar 6. Nilai anomali berkisar antara -25 hingga 110 mGal. Anomali tinggi antara 60 hingga 110 mGal menempati daerah bagian selatan dan barat daya, anomali sedang antara 20 hingga 59 mGal pada umumnya menempati daerah Sumatra Selatan bagian tenggara, dan anomali rendah -25 hingga 20 mGal pada umumnya menempati daerah bagian utara.

Anomali tinggi yang terdapat di bagian tenggara, selatan dan barat daya diduga mengindikasikan kedalaman batuan skala Moho mendangkal, dan diperkirakan disebabkan oleh batuan beku yang muncul di permukaan. Bagian utara (barat laut), menunjukkan anomali rendah yang kemungkinan disebabkan oleh efek isostasi, yaitu adanya akar (*root*) dari deretan Pegunungan Bukit Barisan yang menembus hingga ke bawah kerak, sehingga menyebabkan nilai anomali rendah.



Gambar 6. Pola anomali regional daerah Sumatra Selatan.

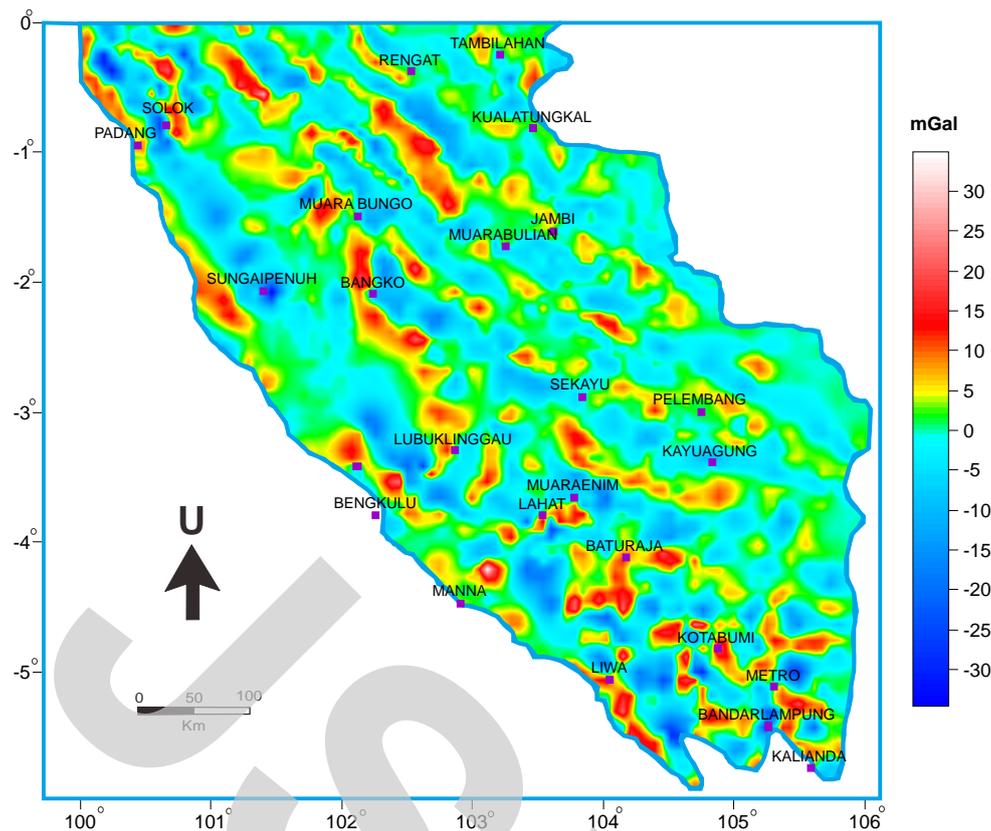
Anomali sisa (residual)

Anomali sisa diperoleh dengan melakukan pengurangan anomali Bouguer dengan anomali regional hasil *moving average*. Pola anomali sisa dapat dilihat pada Gambar 7. Peta anomali sisa menunjukkan bahwa pola anomali lebih kompleks daripada anomali regional karena menggambarkan pola anomali dengan panjang gelombang lebih pendek yang mencerminkan efek benda anomali lebih dangkal.

Anomali rendah pada peta anomali sisa (warna biru) memperlihatkan adanya batuan dengan kontras rapat massa yang lebih rendah (batuan sedimen) yang kemungkinan sebagai cekungan sedimen dan menempati daerah Sumatra Selatan. Cekungan ini memanjang dengan arah relatif tenggara - barat laut. Anomali tinggi (warna merah) menyebar di beberapa tempat yang mencerminkan adanya batuan dengan rapat massa yang lebih tinggi (*basement high*), dan memanjang dengan arah relatif tenggara - barat laut. Tinggian yang terlihat dari anomali gaya berat ini kemungkinan sebagai pembatas antara subcekungan satu dengan yang lain.

Interpretasi

Interpretasi dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif bertujuan untuk mengetahui pola atau kecenderungan struktur secara lateral dari anomali sisa terbaik hasil penapisan dengan menggunakan metode *moving average*. Hasil interpretasi kualitatif ini diharapkan akan dapat mengetahui pola cekungan, pola sesar, pola tinggian, dan pola kelurusan struktur di daerah Sumatra Selatan. Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk mengetahui model geologi bawah permukaan yang meliputi dimensi atau ukuran, dan jenis batuan penyusun yang dibuat berdasarkan parameter fisis rapat massa (densitas). Berdasarkan interpretasi kuantitatif ini diharapkan akan dapat diketahui batuan dasar (*basement*) yang mengalasi cekungan sedimen di daerah Sumatra Selatan. Untuk melakukan interpretasi kuantitatif ini dilakukan pemodelan dua dimensi Talwani dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) *Gravmag*.



Gambar 7. Pola anomali residual daerah Sumatra Selatan.

Interpretasi Kualitatif

Pola struktur/sesar yang dapat ditarik berdasarkan anomali sisa hasil analisis *moving average* dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan peta tersebut dapat ditafsirkan bahwa sesar utama adalah Sesar Sumatra. Diduga terletak sepanjang zona anomali rendah yang memanjang dengan arah relatif barat laut - tenggara. Sesar-sesar ikutannya terdapat di sebelah utara Jambi dan Palembang dengan arah relatif timur laut - barat daya. Selain pola sesar regional terlihat juga adanya pola tinggian (garis warna putih) yang membatasi antara subcekungan satu dengan yang lainnya.

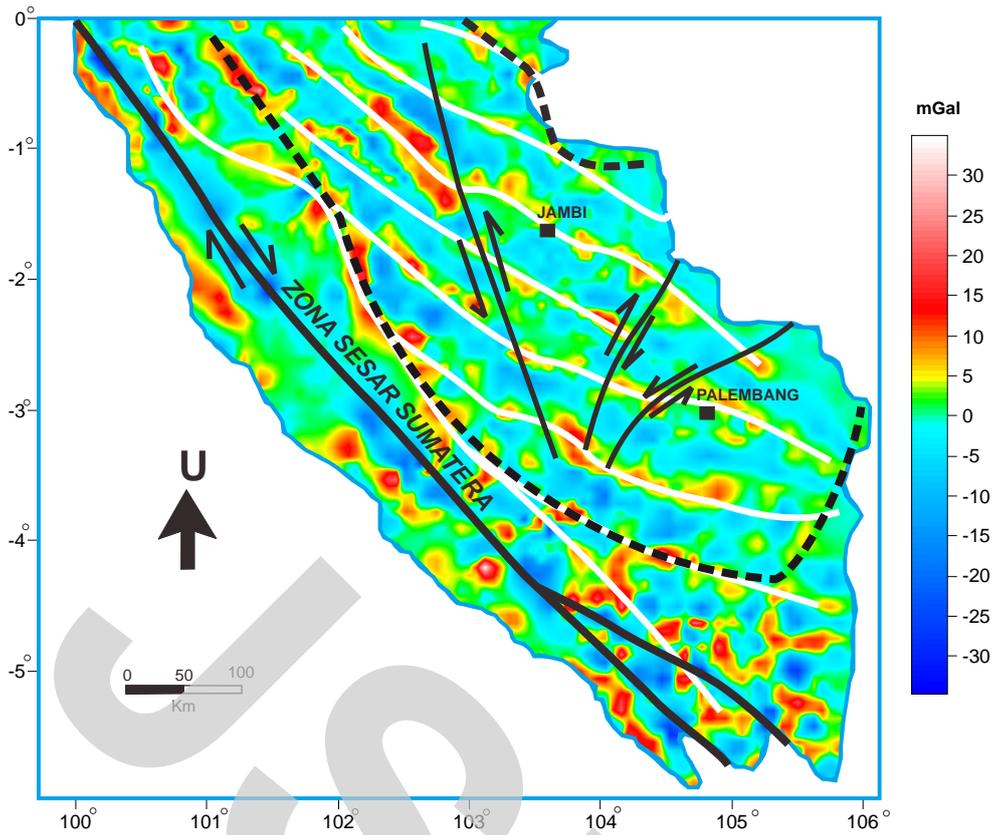
Secara tektonika, pola bukaan (*rifting*) cekungan di Sumatra Selatan ini disebabkan oleh aktivitas tumbukan Lempeng India dan Lempeng Eurasia, yang mengakibatkan gaya kompresi, dan kemudian diikuti fase ekstensi yang menyebabkan terjadinya pola bukaan (*rifting*) berarah relatif barat laut - tenggara dan terbentuklah *grabens* sebagai cekungan sedimen di wilayah Sumatra Selatan (Gambar 9). Informasi mengenai pola *rifting* ini penting diketahui karena pola tersebut sebagai dasar untuk mendelineasi pola cekungan di daerah ini.

Secara kualitatif pola cekungan hasil analisis data anomali sisa Gambar 10 menunjukkan pola

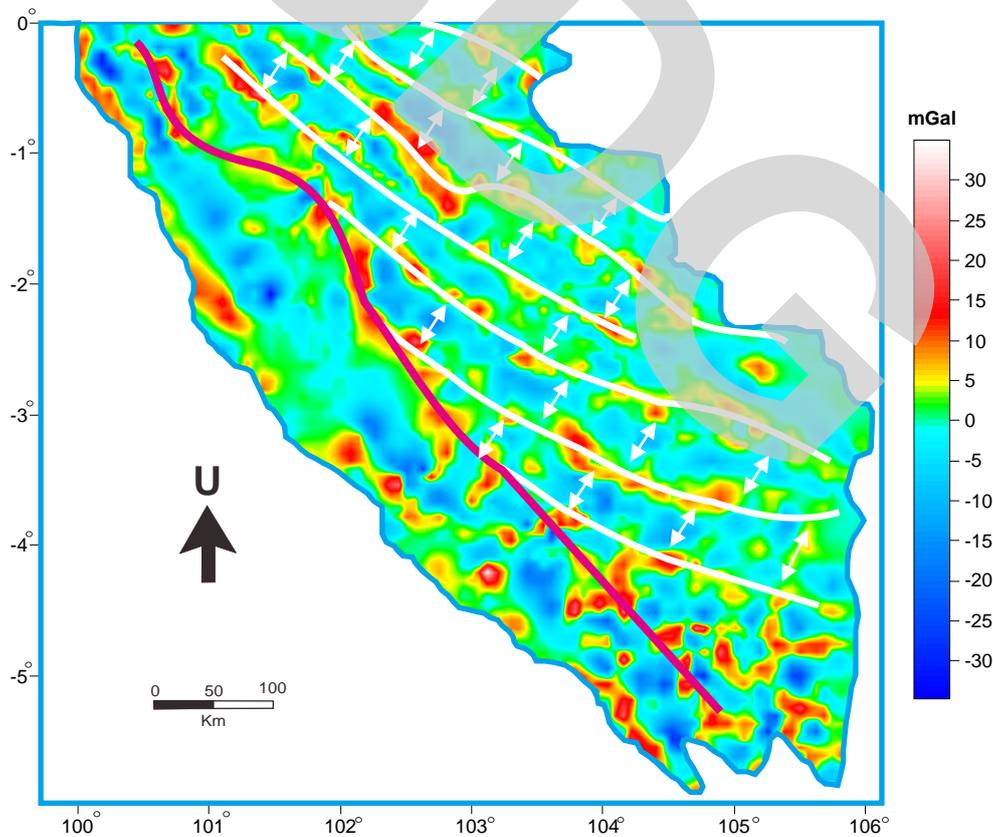
cekungan mempunyai arah relatif barat laut - tenggara sesuai dengan pola *rifting* utamanya. Jumlah subcekungan sedimen yang muncul berdasarkan analisis data gaya berat sebanyak sepuluh subcekungan sedimen meliputi: Subcekungan Palembang Selatan, Subcekungan Palembang Tengah, Subcekungan Palembang Utara, Subcekungan Palembang Barat, Subcekungan Muarabungo, Subcekungan Jambi Selatan, Subcekungan Jambi Utara, Subcekungan Rengat, dan Subcekungan Tembilahan.

Interpretasi Kuantitatif

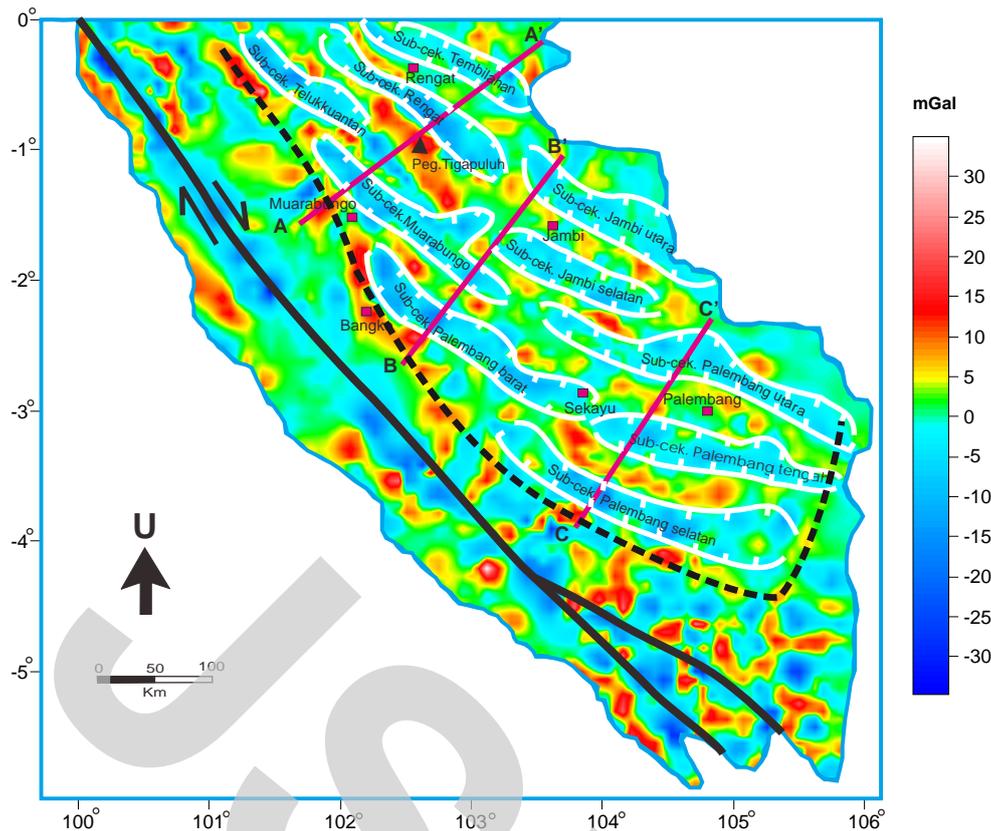
Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan cara membuat model geologi bawah permukaan dua dimensi dari pola anomali residual daerah Sumatra Selatan. Pada penelitian ini dibuat tiga penampang model yaitu penampang lintasan AA', BB', dan CC'. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan program modeling *Gravmag*. Konstrain penentuan kedalaman deposentrum cekungan menggunakan data hasil analisis spektrum yang memperlihatkan kedalaman rata-rata bidang diskontinuitas cekungan sedimen Tersier sekitar 3,05 km. Hasil pemodelan geologi bawah permukaan lintasan AA' dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 8. Pola struktur/esar regional dan tinggian daerah Sumatra Selatan.



Gambar 9. Pola bukaan (*rifting*) daerah Sumatra Selatan, berdasarkan anomali sisa.



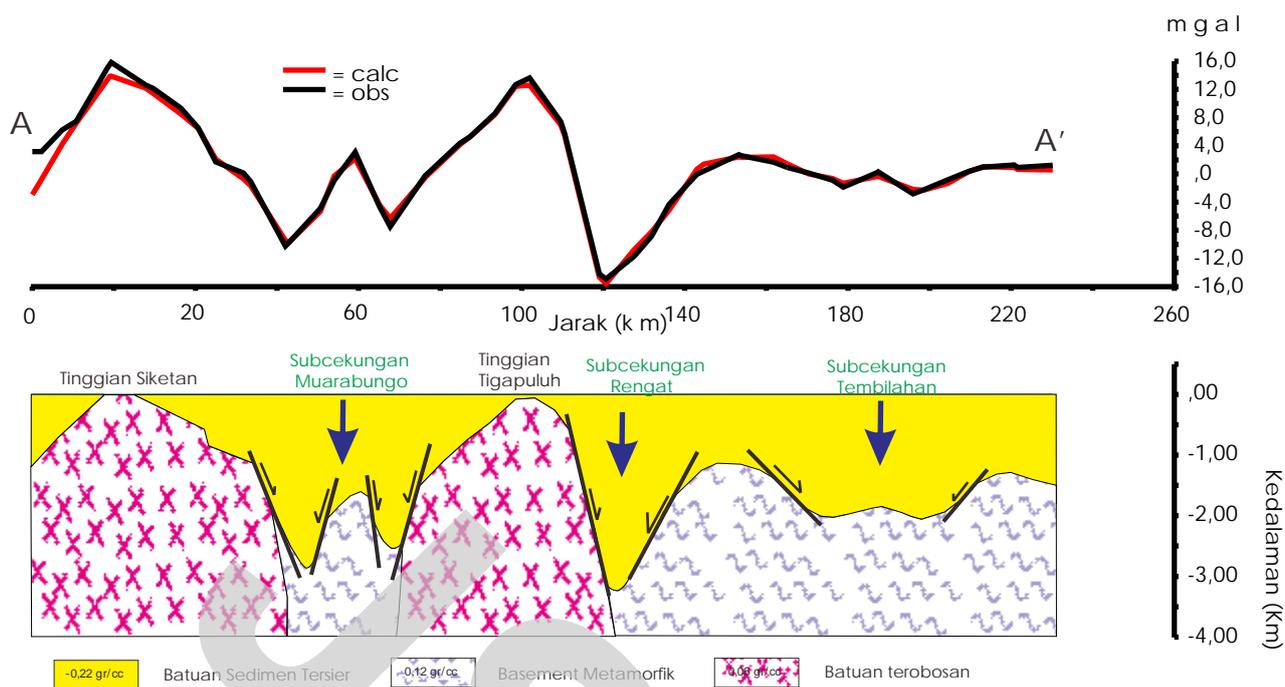
Gambar 10. Pola cekungan daerah Sumatra Selatan berdasarkan anomali sisa.

Penampang AA' (Gambar 11) membentang dari barat daya - timur laut melewati Tinggian Siketan, Subcekungan Muarabungo, Tinggian Tigapuluh, Subcekungan Rengat, dan Subcekungan Tembilahan. Penampang tersebut memotong tiga subcekungan. Kedalaman deposentrum paling dalam adalah Subcekungan Rengat yaitu 3,2 km, yang diikuti Subcekungan Muarabungo sekitar 2,9 km, dan Subcekungan Tembilahan sekitar 2,1 km. Kontras densitas rata-rata batuan sedimen dari ketiga subcekungan sedimen tersebut adalah sekitar $-0,22 \text{ gr/cc}$ dan batuan alas daerah tersebut diinterpretasikan sebagai batuan metamorfik dengan kontras rapat massa sebesar $0,12 \text{ gr/cc}$.

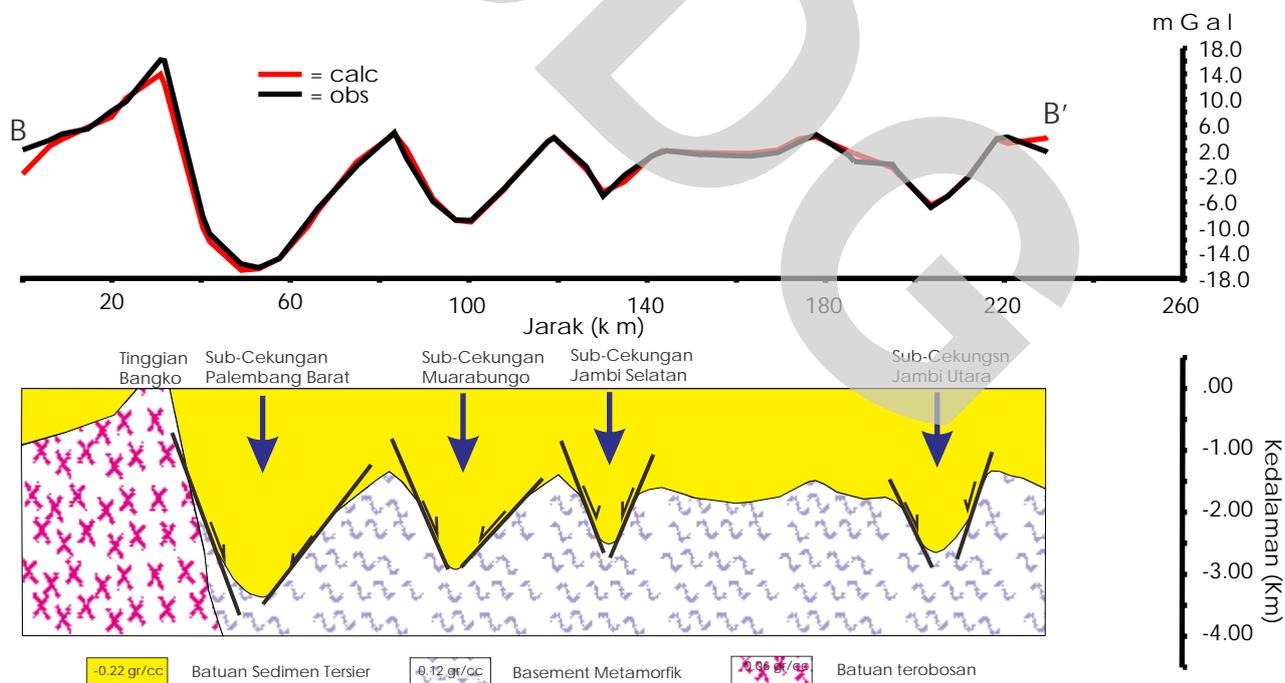
Model geologi bawah permukaan penampang lintasan BB' (Gambar 12) membentang dari barat daya hingga timur laut melewati Tinggian Bangko, Subcekungan Palembang Barat, Subcekungan Muarabungo, Subcekungan Jambi Selatan dan Subcekungan Jambi Utara. Kedalaman deposentrum masing-masing subcekungan sedimen ini adalah subcekungan Palembang Barat sekitar 3,3 km, Subcekungan Muarabungo sekitar 3 km,

Subcekungan Jambi Selatan sekitar 2,7 km dan Subcekungan Jambi Utara sekitar 2,8 km. Batuan alas (*basement*) diduga sebagai batuan metamorf dengan kontras rapat massa sekitar $0,12 \text{ gr/cc}$, dan batuan sedimen yang mengisi subcekungan tersebut mempunyai kontras rapat massa sekitar $-0,22 \text{ gr/cc}$.

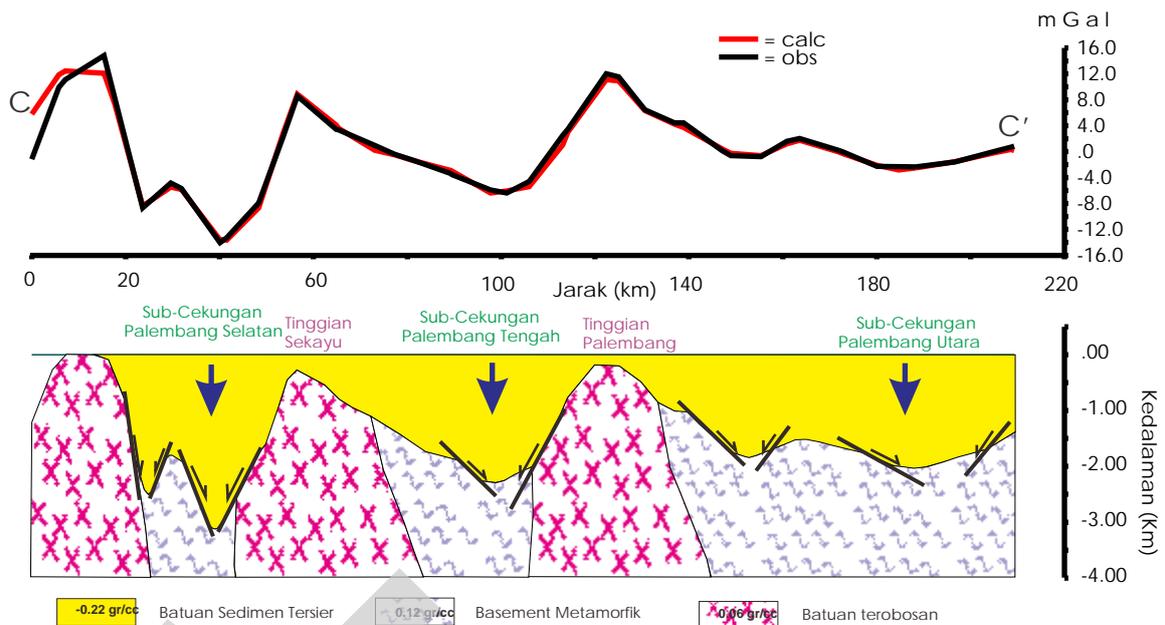
Model geologi bawah permukaan penampang lintasan CC' (Gambar 13) membentang dari barat daya hingga timur laut melewati Subcekungan Palembang Selatan, Tinggian Sekayu, Subcekungan Palembang Tengah, Tinggian Palembang, dan Subcekungan Palembang Utara. Rapat massa rata-rata batuan sedimen yang mengisi cekungan adalah sekitar $-0,22 \text{ gr/cc}$, dengan kedalaman deposentrum masing-masing subcekungan adalah sebagai berikut : Subcekungan Palembang Selatan kedalaman sekitar 3,2 km, Subcekungan Palembang Tengah kedalaman sekitar 2,3 km, serta Subcekungan Palembang utara kedalaman sekitar 2 km. Batuan dasar pada daerah tersebut pada umumnya adalah batuan metamorf dengan kontras rapat massa $0,12 \text{ gr/cc}$.



Gambar 11. Model geologi bawah permukaan penampang AA'.



Gambar 12. Model geologi bawah permukaan penampang BB'.



Gambar 13. Model geologi bawah permukaan penampang CC'.

Kesimpulan

- Hasil interpretasi peta anomali Bouguer daerah Sumatra Selatan yang memperlihatkan anomali tinggi pada umumnya menempati daerah bagian selatan dan barat yang diinterpretasikan sebagai batuan alas (*basement*) yang muncul di permukaan atau dangkal, dan mempunyai nilai kontras rapat massa tinggi, sedangkan anomali rendah pada umumnya menempati daerah bagian utara dan timur yang diinterpretasikan sebagai cekungan sedimen.
- Pola bukaan (*rifting*) dan pola cekungan sedimen daerah Sumatra Selatan yang terlihat dari anomali residual pada umumnya mempunyai arah relatif barat laut - tenggara.
- Jumlah subcekungan sedimen yang dapat diduga dari analisis anomali sisa data gaya berat adalah sebanyak sepuluh.
- Kedalaman rata-rata anomali sisa di daerah Sumatra Selatan berdasarkan analisis spektrum adalah sekitar 3,05 km, yang menunjukkan kedalaman rata-rata batuan alas (*basement*).
- Pola tinggian (*basement high*) yang memisahkan cekungan satu dengan yang lainnya mempunyai arah relatif barat laut-tenggara
- Struktur utama adalah Sesar Sumatra yang mempunyai arah relatif barat laut-tenggara, sedangkan sesar ikutannya adalah sesar Jambi dan Palembang mempunyai arah relatif timur laut - barat daya.

- Hasil pemodelan dua dimensi penampang lintasan di daerah Sumatra Selatan menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata batuan sedimen Tersier di daerah tersebut adalah sekitar 3 km dengan nilai kontras rapat massa batuan sedimennya adalah $-0,22 \text{ gr/cc}$, sedangkan batuan alas mempunyai nilai kontras rapat massa $0,12 \text{ gr/cc}$ yang diinterpretasikan sebagai batuan metamorf.

Saran

- Supaya dilakukan survei geofisika dan geologi lanjutan pada lokasi-lokasi cekungan yang belum dikembangkan untuk kepentingan eksplorasi hidrokarbon.
- Agar supaya dilakukan pengukuran gaya berat lebih detail dengan ditunjang oleh data geofisika lain, seperti Magnetotelluric untuk mengetahui struktur-struktur yang lebih kecil.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Pusat Survei Geologi atas dukungannya, sehingga dapat menyelesaikan tulisan ini. Tidak lupa juga terima kasih disampaikan kepada Bapak Indra Budiman M.Sc. selaku Koordinator Program Pemetaan dan Penelitian Dasar atas nasihat dan bimbingannya. Pak Hermes Panggabean, Pak Syahrir Andi Mangga, Pak Rachmat Heryanto, terima kasih atas diskusi dan masukannya, dan semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tulisan ini.

Acuan

- Badan Geologi, 2009. *Peta Cekungan Sedimen Indonesia Berdasarkan data Geologi dan Geofisika*. Skala 1 : 5.000.000, Bandung.
- Bishop, M.G., 2001. South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/ Talang Akar Cenozoic Total Petroleum System. USGS Open file report 99-50-S
- Brigham, E. O., 1988. *The fast fourier transform and its applications*. Prentice-Hall International Inc.
- de Coster, G.L., 1974. The geology of Central and South Sumatra Basins. *Proceedings Indonesian Petroleum Association Third Annual Convention, June, 1974*, p. 77-110.
- Klett, T.R., Ahlbrandt, T.A., Schmoker, J.W., and Dolton, G.L., 1997. Ranking of the world's oil and gas provinces by known petroleum volumes. U.S. Geological Survey Open-File Report 97-463, one CD-ROM.
- Sudarmono, Suherman, T., and Benny Eza, 1997. Paleogene basin development in Sundaland and it's role to the petroleum systems in Western Indonesia. *Proceedings Indonesian Petroleum Association Petroleum Systems of SE Asia, May 1997*. p.545-560
- Suhendan, A.R., 1984. Middle Neogene depositional environments in Rambutan area, South Sumatra. *Proceedings Indonesian Petroleum Association Thirteenth Annual Convention, May 1984*, p. 63-67.
- Williams, H.H., Fowler, M., and Eubank, R.T., 1995. Characteristics of selected Paleogene and Cretaceous lacustrine source basins of South east Asia, in Lambiase, J. J., ed., *Hydrocarbon Habitat in Rift Basin. Geological Society Special Publication No. 80*: 241-282.