



**Identifikasi Jenis Sesar Semangko Segmen Sunda di Tenggara Provinsi Lampung dan Barat Laut Provinsi Banten Menggunakan Metode Gravitasi Analisa Derivatif**

**Meilyana Putri dan Nabilah Annisa**

Universitas Indonesia

Email: putrimeilyana8@gmail.com dan nabilahannisa5@gmail.com

---

**Artikel info**

**Artikel history:**

Received : 07-06-2021

Revised : 15-06-2021

Approved : 21-06-2021

**Keywords:**

Cesar; FHD; SVD.

**Abstract**

*Gravity data processing has been carried out in the Southeast region of Lampung Province and Northwest of Banten Province. This study aims to identify and identify the type of Semangko fault in the Sunda segment using TOPEX satellite gravity data. Data processing is done to get the contrast of the value of the gravitational field. To identify the type of patan, processing has been carried out using the First Horizontal Derivative (FHD) and Second Vertical Derivative (SVD) methods from the Bouger anomaly. From the results of the FHD and SVD analysis, the Semangko fault in the Sunda segment is a descending fault or normal fault.*

**Abstrak**

Telah dilakukan pengolahan data gravitasi di daerah Tenggara Provinsi Lampung dan Barat Laut Provinsi Banten. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis sesar semangko pada segmen sunda menggunakan data gravitasi satelit TOPEX. Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan kontras nilai medan gravitasi. Untuk mengidentifikasi jenis patan tersebut telah dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode First Horizontal Derivative (FHD) dan Second Vertical Derivative (SVD) dari anomali Bouger. Dari hasil analisis FHD dan SVD jenis sesar semangko pada segmen sunda merupakan sesar turun atau sesar normal.

**Kata Kunci:**

Sesar; FHD; SVD.

---

**Corresponden author: Meilyana Putri**

Email: putrimeilyana8@gmail

open access articles under license

CC BY SA 2021



---

**Pendahuluan**

Pulau Sumatera memiliki tatanan tektonik yang unik. Di sebelah barat pulau Sumatera membentang zona subduksi yang sejajar dengan garis pantai Sumatera. Sementara di darat membentang sesar Sumatera yang membelah Pulau Sumatera menjadi dua dari teluk Andaman di ujung utara sampai teluk Semangko di ujung selatan yang sejajar dengan kelurusan zona subduksi (Arisbaya et al., 2015).

Sumatera yang membelah Pulau Sumatera sangat tersegmentasi. Segmen-segmen sesar sepanjang 1900 kilometer tersebut merupakan upaya mengadopsi tekanan miring antara

lempeng Eurasia dan Indo-Australia dengan arah tumbukan  $10^{\circ}\text{N}-7^{\circ}\text{S}$ . Sedikitnya terdapat 19 segmen dengan panjang masing-masing segmen berkisar 60-200 kilometer.

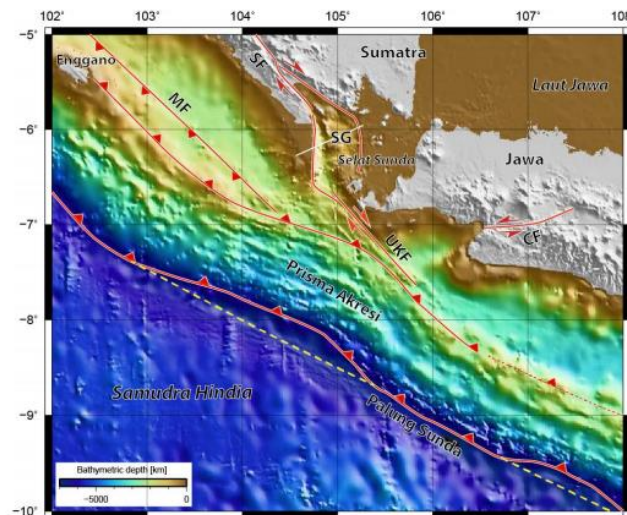
Kawasan selat sunda di selatan Sumatera berpotensi membangkitkan gempa yang sangat kuat (Julius & Marbun, 2014). Hal ini dikarenakan kawasan selat sunda merupakan zona tektonik aktif dengan terdapatnya beberapa sesar dan gunung api. Daerah ini juga merupakan zona transisi dari dua jenis penunjaman Lempeng Indo-Australia sepanjang palung Jawa dan Sumatera dengan terdapatnya perubahan sudut penunjaman yang signifikan antara kedua pulau. Di pulau Jawa sudut penunjaman relatif tegak lurus sedangkan di Sumatera sudut penunjaman relatif landai. Transisi dari penunjaman tegak lurus ke penunjaman landai inilah menyebabkan terjadinya sobekan lempeng sehingga menimbulkan proses deformasi yang kompleks dan begitu dinamis, ada yang kompresif, tarik, dan ekstensif. Sebelumnya, telah ada penelitian mengenai identifikasi sesar semangko menggunakan metode geolistrik dan georadar (Tang, 2014) sehingga pada penelitian ini mencoba menganalisis sesar semangko menggunakan metode gravitasi dengan analisa derivative.

Segmen sunda berada pada koordinat  $5.90^{\circ}\text{LS}$  dan  $104.755^{\circ}\text{BT}$  –  $6.749^{\circ}\text{LS}$  dan  $104.901^{\circ}\text{BT}$  dengan panjang 95.738716 km. Segmen ini berada di Tenggara provinsi Lampung dan Barat Laut provinsi Banten. Dari uraian tersebut dijumpai permasalahan Segmen Sunda memang ada, tetapi perkiraan tepatnya mengenai jenis sesar masih menjadi tanda tanya. Maka dari itu segmen ini perlu ditinjau dari data gaya berat dan topografi yang diperoleh, dihitung dengan menggunakan metode Second Vertical Derivative atau SVD.

Selat Sunda yang merupakan daerah transisi antara zona subduksi frontal di selatan Jawa dan subduksi miring di barat Sumatera memiliki karakter yang unik, antara lain hilangnya cekungan busur muka dan terbentuknya struktur horst dan graben di daerah ini. Pertumbuhan kompleks prisma akresi di Selat Sunda yang bergerak lebih ke arah darat sehingga cekungan busur muka menjadi tidak terlihat dapat disebabkan oleh pergerakan Sumatera forearc sliver-plate (Mukti et al., 2015). Horst dan graben yang terbentuk di Selat Sunda memperlihatkan pola struktur ekstensional yang aktif. Dua sub cekungan berarah relatif utara-selatan dipisahkan oleh tinggian basement yang terpotong oleh graben berarah baratdaya-timurlaut. Akan tetapi, penelitian lainnya menyatakan bahwa struktur horst dan graben di daerah Selat Sunda ini hanya didominasi oleh sesar-sesar normal berarah relatif utara-selatan saja. Konfigurasi struktur ini disebabkan oleh releasing step over dari Sesar Sumatera segmen Semangko dan relay fault di selatan Ujung Kulon.

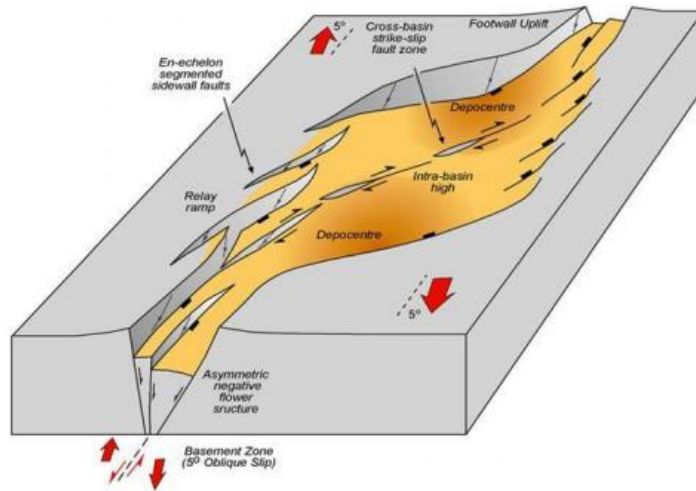
Daerah sekitar Selat Sunda, yang terletak di antara Sumatera dan Jawa, merupakan daerah paparan yang di dalamnya terdapat dalaman-dalaman dan tinggian-tinggian. Daerah ini terbentang sejauh +100 km dengan lebar maksimal 125 km, meliputi daerah dangkal (>200 m) yang mendominasi di bagian timur, yang menerus ke barat sampai ke kedalaman lebih dari 1600 m di Teluk Semangko. Selain tinggian, di daerah ini juga terdapat vulkanik aktif, Krakatau yang letusan paling dahsyatnya terekam pada tahun 1883. Struktur dalaman di daerah ini terbentuk sebagai graben dengan arah relatif utara selatan. Akan tetapi, di beberapa bagiannya, struktur dalaman yang berarah timurlaut-baratdaya juga terekam.

Ke arah palung, terdapat cekungan busur muka yang sangat sempit apabila dibandingkan dengan daerah di sebelahnya, baik di selatan Sumatera ataupun selatan Jawa. Di bagian terluar daerah busur muka Selat Sunda, kompleks prisma akresi terbentuk lebih menjorok ke arah darat, ditandai dengan mundurnya zona palung dibandingkan dengan zona yang sama di daerah selatan Jawa ataupun Sumatera (Handayani & Harjono, 2008). Penyempitan atau menghilangnya bagian terdalam dari cekungan busur muka merupakan akibat dari Bergeraknya Sumatera sliwer-plate ke arah baratlaut, sehingga terbentuk cekungan ekstensional di Selat Sunda.



**Gambar 1.** Tatanan tektonik daerah sekitar Selat Sunda. Komplek prisma akresi terbentuk di antara palung dan sumbu forearc high yang dibatasi oleh zona sesar naik bearah palung. Horst dan graben terbentuk di Selat Sunda. SF = Sesar Sumatera); SG = Semangko Graben, UKF = Sesar Ujung Kulon; MF = Sesar Mentawai; CF = Sesar Cimandiri . Indentasi palung terbentuk di depan Selat Sunda dan selatan Jawa.

Sesar Semangko timur dan barat keduanya berlanjut ke selatan di bawah laut. Jejak mereka dapat dilihat sebagai punggung bukit segar dan selendang segar. Di ujung selatan, orientasi sesar bergoyang searah jarum jam dari tenggara ke selatan menuju parit laut dalam, membentuk dua formasi graben. Pertama, graben laut berbentuk persegi panjang, dangkal lebar mencapai kedalaman 800 meter terhubung ke sesar Semangko timur ke daratan. Graben lebih dalam di sisi barat mencapai kedalaman 1800 m di bawah permukaan laut memiliki bentuk segitiga membuka ke trench. Graben ini terbentuk di ujung selatan West Semangko Fault ,disebut sebagai graben Semangko Barat.



**Gambar 2.** Geometri 3-D dari tahap awal pembentukan pull-apart basin pada struktur transtensional berdasarkan hasil pemodelan analog (Wu et al., 2009). Tinggian di tengah-tengah cekungan merupakan bagian dari sesar utama yang bersifat mendatar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis patahan pada sesar semangko yang dapat digunakan untuk studi lebih lanjut sehingga dapat membuat rencana mitigasi lebih lanjut.

**Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan mengolah data gravitasi dari satelit TOPEX untuk mengetahui persebaran anomali percepatan gravitasi di daerah penelitian. Data gravitasi satelit yang sudah terkoreksi hingga koreksi *Free Air* kemudian dikoreksi dengan koreksi *Bouger* dan koreksi *Terrain*. Koreksi *Bouger* dilakukan untuk menghilangkan pengaruh massa yang bukan objek dari datum sampai ketinggian titik pengukuran, sedangkan koreksi *Terrain* dilakukan untuk menghilangkan pengaruh undulasi berupa kelebihan atau kekurangan massa dari topografi daerah penelitian.

*First horizontal derivative* menggambarkan nilai perubahan anomali gravitasi secara horizontal dan memiliki karakteristik berupa nilai tajam maksimum atau minimum pada bidang batas kontak body. *First horizontal derivative* dapat digunakan untuk mengetahui batas suatu struktur geologi (Zaenudin & Yulistina, 2018). *Second vertical derivative* menggambarkan anomali residual yang berasosiasi dengan struktur yang dangkal. *second vertical derivative* dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis patahan turun atau patahan naik.

$$\left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}\right)_{maks} > \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}\right)_{min} \quad \text{sedimentary basin atau patahan normal}$$

$$\left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}\right)_{maks} < \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}\right)_{min} \quad \text{granit batolit/ intrusi atau patahan naik}$$

Pemodelan FHD dan SVD metoda grid secara komputasi mengikuti persamaan:

## FHD

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{U(x + \Delta x, y) - U(x - \Delta x, y)}{2\Delta x}$$
$$\frac{\partial U}{\partial y} = \frac{U(x, y + \Delta y) - U(x, y - \Delta y)}{2\Delta y}$$

## SVD

Henderson dan Zietz

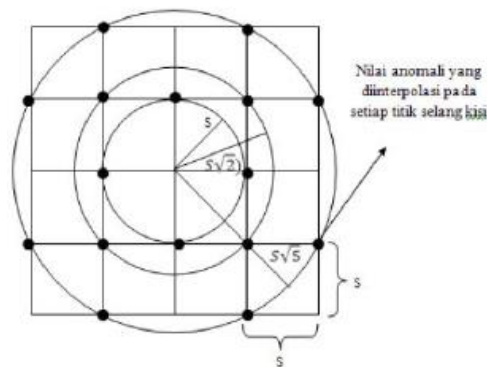
$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{2}{s^2} (3T_o - 4\bar{T}_1 + \bar{T}_2)$$

Elkins

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{1}{28s^2} (16T_o + 8\bar{T}_1 - 24\bar{T}_3)$$

Rosenbach

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{1}{24s^2} (96T_o - 72\bar{T}_1 - 32\bar{T}_2 + 8\bar{T}_3)$$

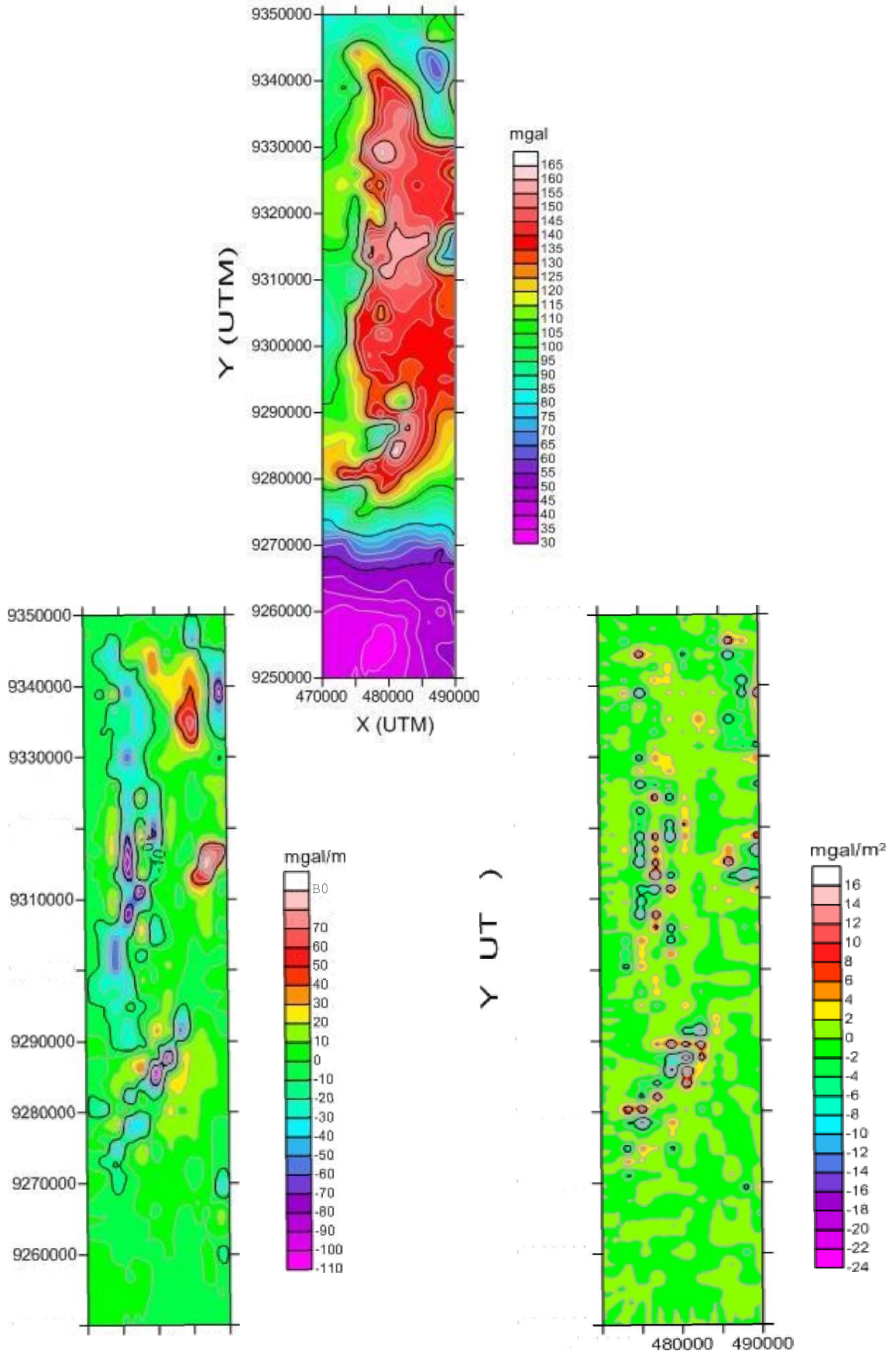


## Hasil dan Pembahasan

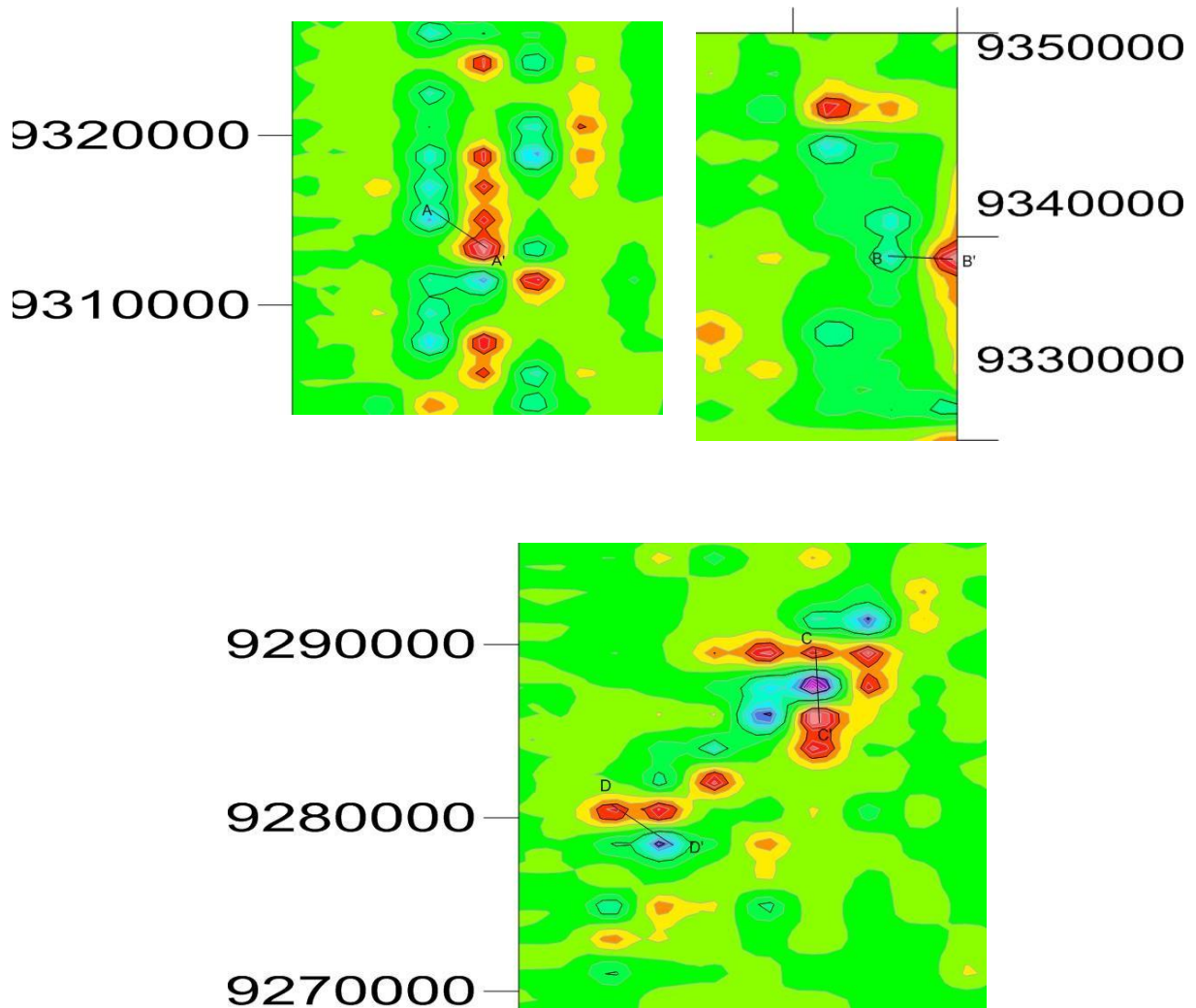
Sesar Sumatera yang membelah Pulau Sumatera sangat tersegmentasi. Segmen-segmen sesar sepanjang 1900 kilometer tersebut merupakan upaya mengadopsi tekanan miring antara lempeng Eurasia dan Indo-Australia dengan arah tumbukan  $10^\circ\text{N}-7^\circ\text{S}$ . Sedikitnya terdapat 19 segmen dengan panjang masing-masing segmen berkisar 60-200 kilometer. Kawasan selat sunda di selatan Sumatera berpotensi membangkitkan gempa yang sangat kuat. Hal ini dikarenakan kawasan selat sunda merupakan zona tektonik aktif dengan terdapatnya beberapa sesar dan gunung api.

Pengolahan ini menggunakan data topografi dan gravitasi dari website [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi) dengan batasan koordinat  $5.90^\circ\text{LS}$   $104.755^\circ\text{BT}$  –  $6.7490^\circ\text{LS}$   $104.901^\circ\text{BT}$ . Dikarenakan data Gravitasi yang didapatkan dari Topex masih berupa Free Air Anomaly, selanjutnya kita mengolah data tersebut hingga mendapatkan hasil Simple Bouger Anomaly dengan menggunakan software Surfer 13.

PETA ANOMALI BOUGER SEDERHANA

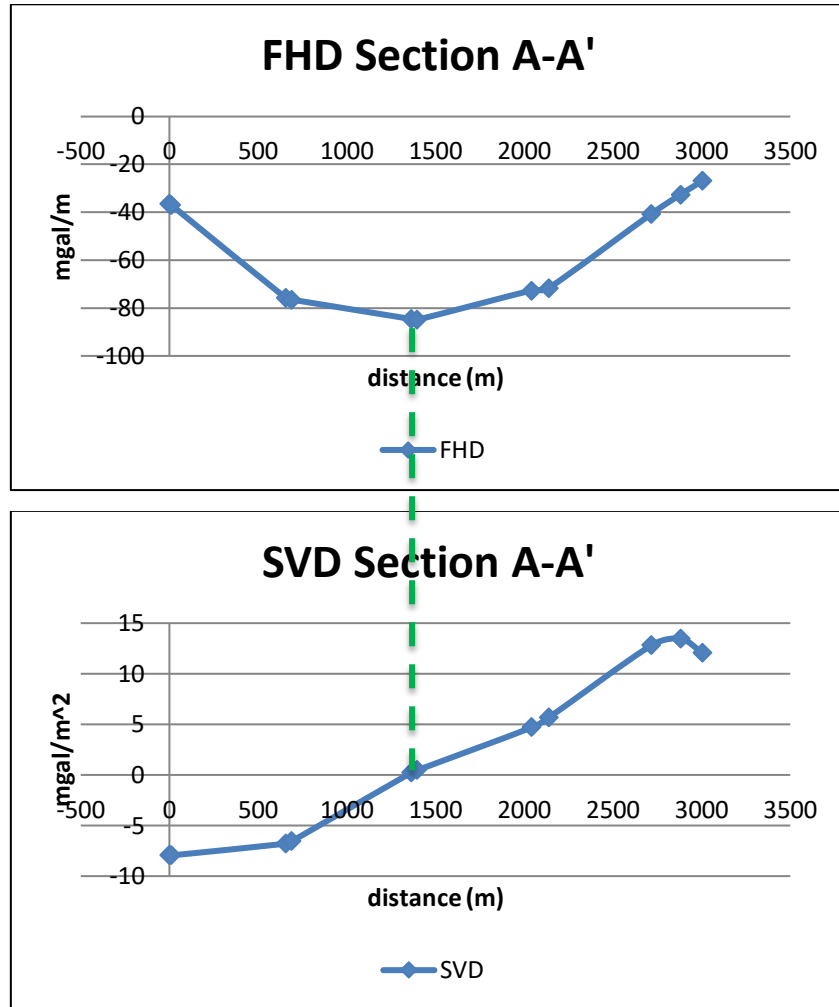


Kita menentukan lokasi yang terdapat kontras anomali untuk dibuat garis cross-section sehingga nantinya dapat diketahui struktur patahannya apakah patahan naik atau turun dan juga strikenya.



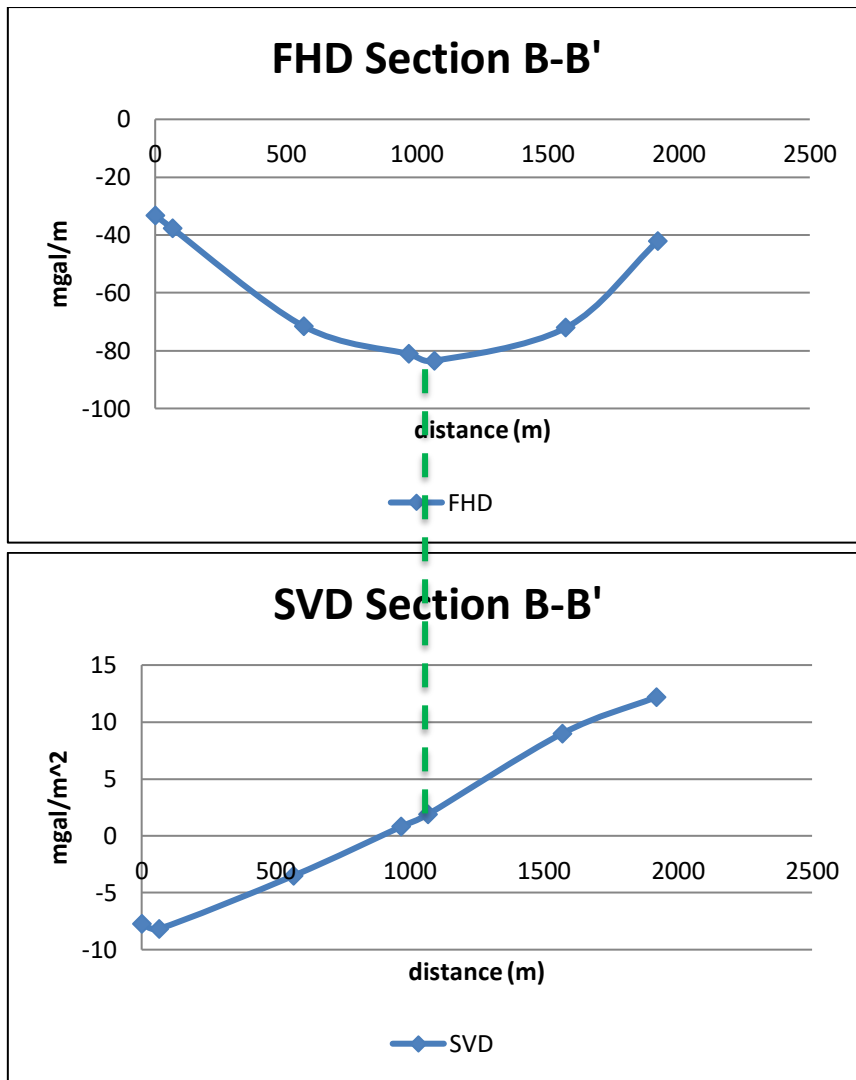
**Gambar 8. 4** Garis Cross-Section pada Peta SVD

Data di tiap-tiap cross section ditampilkan dalam bentuk grafik hasilnya :

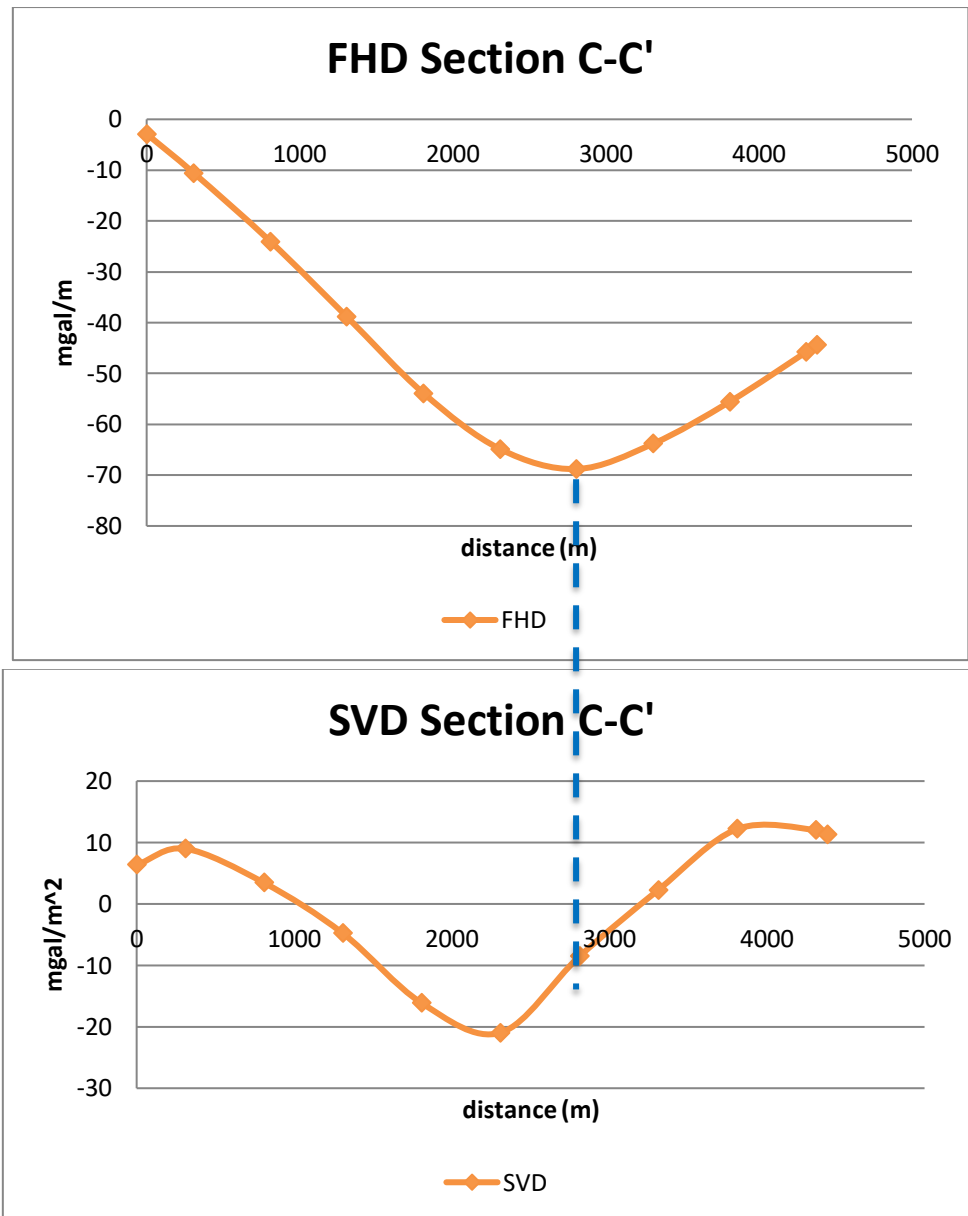


**Gambar 9.** Grafik Cross-Section A-A' antara Jarak terhadap Anomali Gravitasi

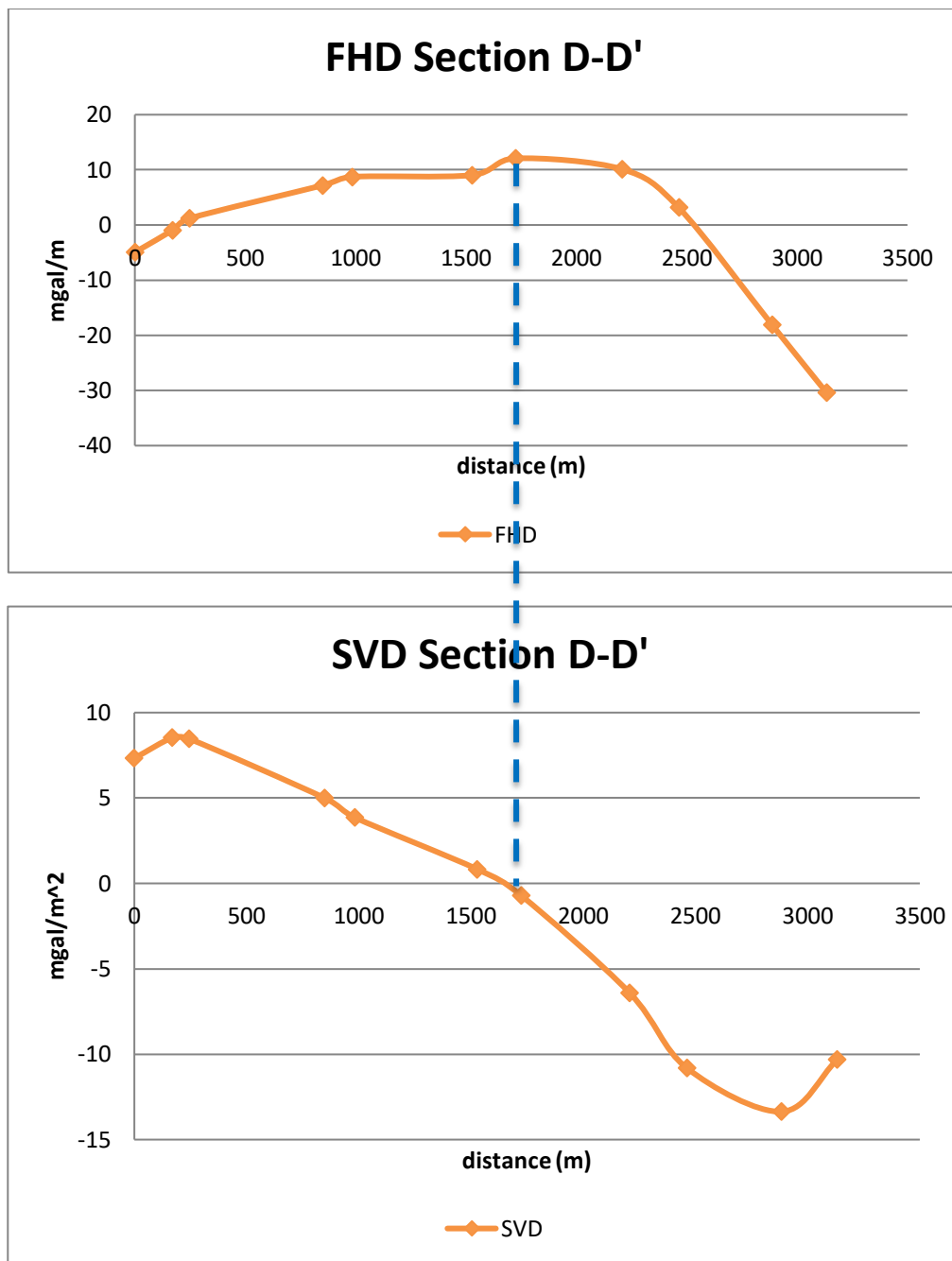




**Gambar 10.** Grafik Cross-Section B-B' antara Jarak terhadap Anomali Gravitasi



**Gambar 11.** Grafik Cross-Section C-C' antara Jarak terhadap Anomali Gravitasi



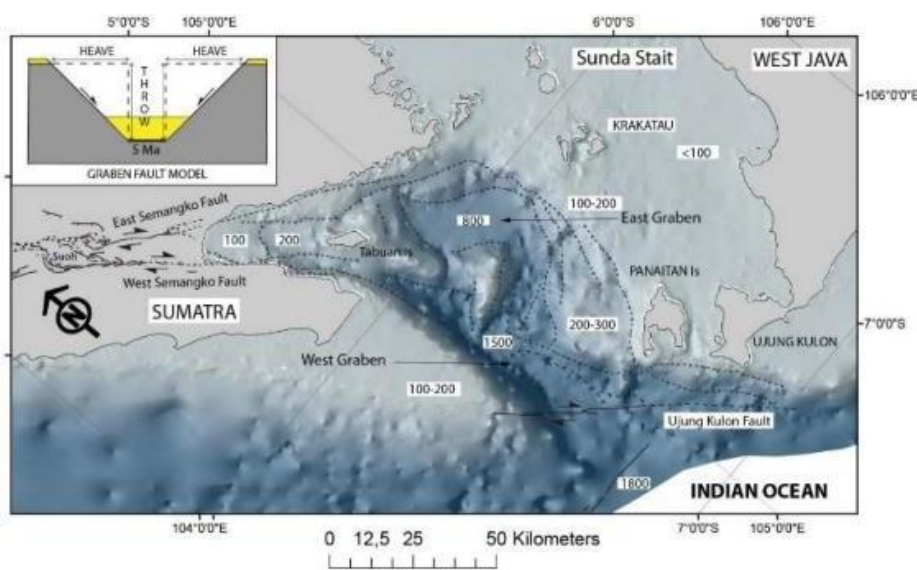
**Gambar 12.** Grafik Cross-Section D-D' antara Jarak terhadap Anomali Gravitasi

*First horizontal derivative* menggambarkan nilai perubahan anomali gravitasi secara horizontal dan memiliki karakteristik berupa nilai tajam maksimum atau minimum pada bidang batas kontak body. *First horizontal derivative* dapat digunakan untuk mengetahui batas suatu struktur geologi (Rahmawati et al., 2018). *Second vertical derivative* menggambarkan anomali residual yang berasosiasi dengan struktur yang dangkal. *second vertical derivative* dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis patahan turun atau patahan naik.

Oleh karenanya cross section :

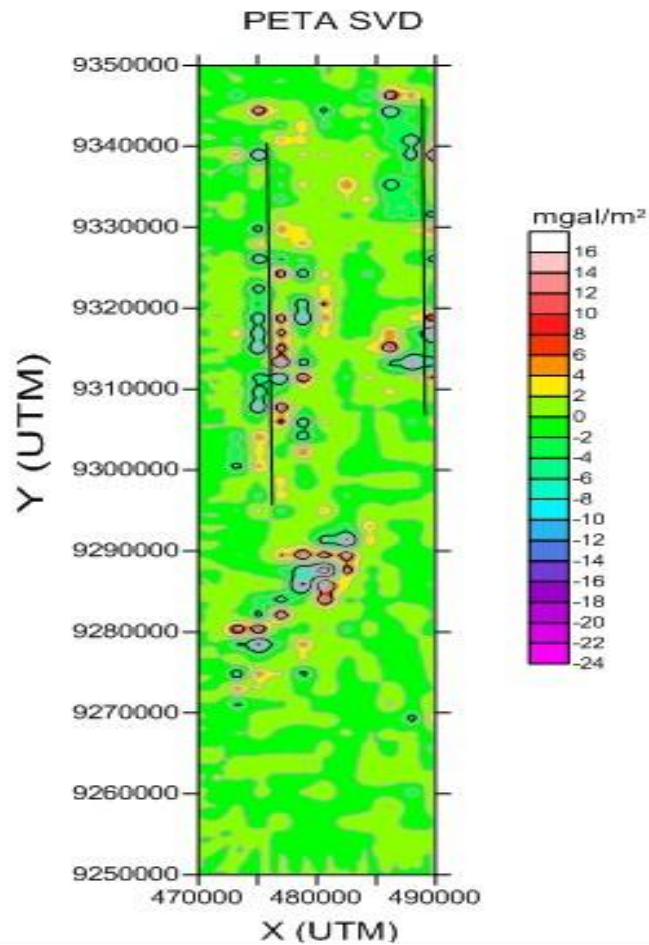
- A-A' memiliki nilai turunan kedua vertikal minimum adalah **-8** sedangkan nilai maksimumnya adalah **13,45**. Sehingga, dapat diidentifikasi kemungkinan terdapat struktur **patahan turun** di cross section tersebut. Dan juga nilai minimum dari FHD berada di titik 0 dari SVD yang mana di titik 0 tersebutlah strike dari patahan itu berada yang mana itu juga batas dari adanya kontras densitas patahan tersebut.
- B-B' memiliki nilai turunan kedua vertikal minimum adalah **-8,15** sedangkan nilai maksimumnya adalah **12,18**. Sehingga, dapat diidentifikasi kemungkinan terdapat struktur **patahan turun** di cross section tersebut. Dan juga nilai minimum dari FHD berada di titik 0 dari SVD yang mana di titik 0 tersebutlah strike dari patahan itu berada yang mana itu juga batas dari adanya kontras densitas patahan tersebut.
- C-C' memiliki nilai turunan kedua vertikal minimum adalah **-20,96** sedangkan nilai maksimumnya adalah **12,19**. Sehingga, dapat diidentifikasi kemungkinan terdapat struktur **patahan naik** di cross section tersebut. Dan juga nilai minimum dari FHD berada mendekati titik 0 dari SVD yang mana di titik 0 tersebutlah strike dari patahan itu berada yang mana itu juga batas dari adanya kontras densitas patahan tersebut.
- D-D' memiliki nilai turunan kedua vertikal minimum adalah **-13,36** sedangkan nilai maksimumnya adalah **8,54**. Sehingga, dapat diidentifikasi kemungkinan terdapat struktur **patahan naik** di cross section tersebut. Dan juga nilai maksimum dari FHD berada mendekati titik 0 dari SVD yang mana di titik 0 tersebutlah strike dari patahan itu berada yang mana itu juga batas dari adanya kontras densitas patahan tersebut.

Dari hasil tersebut dapat dianalisis, kemungkinan keberlanjutan Sesar Semangko/Sumatera berlanjut hingga ke Segmen Sunda. Selain itu, daerah di sekitar Section A-A' dan juga B-B' diduga Graben yang dimaksud dimana terjadi pada section A-A' merupakan patahan normal dan section B-B' juga patahan normal. Seperti terlihat pada gambar dibawah.



Namun, section C-C' dan D-D' dari pengolahan data tidak menunjukkan adanya orientasi yang sama dengan section A-A'. Sehingga, diduga patahan tersebut tidak menerus

hingga section C dan D. Serta, diduga bahwa section C dan D merupakan suatu patahan yang lain. Gambar berikut merupakan Peta SVD dengan garis hitam yang menunjukkan indikasi



strike berdasarkan pengolahan data gravitasi ini.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa derivative didapatkan kesimpulan bahwa jenis patahan pada sesar semangko merupakan patahan normal atau patahan turun. Informasi mengenai jenis patahan ini dapat digunakan untuk studi lebih lanjut, seperti melakukan pemetaan daerah yang akan mengalami dampak lebih parah sehingga dapat dilakukan langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi resiko yang terjadi apabila terjadi pergerakan oelh sesar semangko.

### Bibliografi

- Arisbaya, I., Mukti, M. M., Handayani, L., Permana, H., Schnabel, M., & Jaxybulatov, K. (2015). *Tinggian Tabuan-Panaitan, Jejak Sesar Sumatera di Selat Sunda Berdasarkan Analisis Data Geofisika*. *PROSIDING GEOTEKNOLOGI LIPI*.
- Handayani, L., & Harjono, H. (2008). *Perkembangan Tektonik Daerah Busur Muka Selat Sunda dan Hubungannya dengan Zona Sesar Sumatera*. *RISET Geologi Dan Pertambangan*, 18(2), 31–40.
- Julius, A. M., & Marbun, N. S. (2014). *Interpretasi Posisi dan Struktur Segmen Sunda dengan Pengolahan Data Anomali Gaya Berat*. *Buletin Balai Besar MKG*, 2.
- Mukti, M. M., Singh, S., Arisbaya, I., Deighton, I., Handayani, L., Permana, H., & Schnabel, M. (2015). *Geodinamika Daerah Busur Muka Selat Sunda Berdasarkan Data Seismik Refleksi*. *PROSIDING GEOTEKNOLOGI LIPI*.
- Rahmawati, T., Hartati, H., & Zulkarnain, M. (2018). *Hubungan Ketakutan Terhadap Persalinan Per Vaginam dengan Preferensi Untuk Persalinan Sesar (Studi Potong Lintang Pada Ibu Hamil Trimester Ii dan Iii Di Poliklinik Obstetri dan Ginekologi Rsmh dan Rumah Sakit Bunda Palembang)*. Sriwijaya University.
- Tang, B. Y. (2014). *Identifikasi Jalur Patahan Aktif Sumatera Segmen Semangko (Suoh-Kota agung) Menggunakan Metode Georadar dan Geolistrik*. Universitas Gadjah Mada.
- Zaenudin, A., & Yulistina, S. (2018). *Studi Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Untuk Mengetahui Sistem Sesar Berdasarkan Analisis First Horizontal Derivative (FHD), Second Vertical Derivative (SVD), Dan 2, 5D Forward Modeling Di Daerah Manokwari Papua Barat*. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 4(2), 173–186.