

Studi Karakteristik Sesar Bawean (Wilayah Laut Utara Jawa) menggunakan Analisis Turunan dengan Data Gaya Berat

Daffa Andhika Pramadhana^{1*}, Shelya Trya Rinanda², Yosafat Donni Haryanto³

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia

Alamat: Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jalan Meteorologi No.5,
Kecamatan Tangerang, Kota Tangerang, 15119

Korespondensi penulis: daffaandhika@stmkg.ac.id*

Abstract. *The Bawean fault is one of the faults that needs to be watched out for because it is located in the north of Madura Island, which has a population of up to millions of people. One of the mitigation measure that can be taken is the mapping of Bawean Fault to determine characteristics of Bawean Fault. In this research, Bawean Fault mapping was conducted using derivative analysis with gravity data from TOPEX website in the form of FAA (Free Air Anomaly) data. That data, then processed to obtain FHD (First Horizontal Derivative) to determine suspected fault line and SVD (Second Vertical Derivative) value to determine fault mechanism. The steps to obtaining the FHD (First Horizontal Derivative) value and SVD (Second Vertical Derivative) value are determining the average density using Nettleton method separating regional and residual anomalies using the moving average method, processing regional anomalies with derivative analysis until the FHD (First Horizontal Derivative) and SVD (Second Vertical Derivative) maps are obtained. An cross section was then made on the suspected fault line to determine the exact fault line and fault mechanism. The results obtained from the FHD (First Horizontal Derivative) and SVD (Second Vertical Derivative) map incisions show that the Bawean Fault has a mechanism of thrust fault. However, by considering various sources, it can be concluded that the Bawean Fault has an oblique fault mechanism with the influence of a thrust mechanism.*

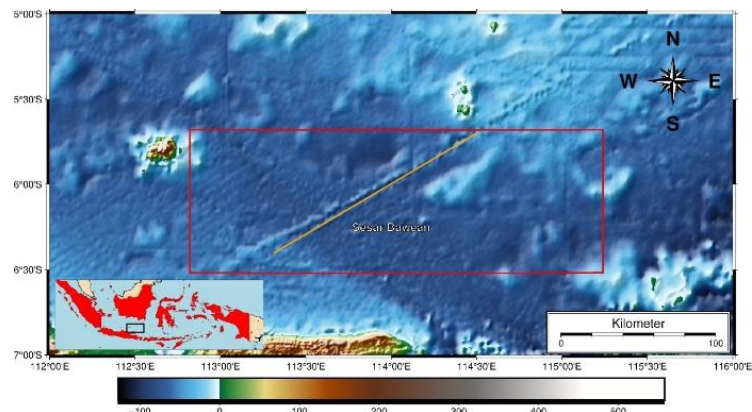
Keywords: *Bawean Fault, Derivative Analysis, FHD, SVD*

Abstrak. Sesar Bawean merupakan salah satu sesar yang perlu diwaspadai karena terletak di utara Pulau Madura yang memiliki populasi hingga jutaan jiwa. Salah satu langkah mitigasi yang bisa dilakukan adalah pemetaan Sesar Bawean untuk dapat mengetahui karakteristik Sesar Bawean. Dalam penelitian ini, dilakukan pemetaan Sesar Bawean menggunakan analisis turunan dengan data gaya berat dari laman TOPEX yang berupa data FAA (Free Air Anomaly). Data tersebut kemudian diolah hingga mendapatkan nilai FHD (First Horizontal Derivative) untuk menentukan garis dugaan sesar dan SVD (Second Vertical Derivative) untuk menentukan mekanisme sesar. Langkah-langkah dalam mendapatkan nilai FHD (First Horizontal Derivative) dan SVD (Second Vertical Derivative) yaitu penentuan densitas rata-rata menggunakan metode Nettleton, pemisahan anomali regional dan residual dengan metode *moving average*, pengolahan anomali regional dengan analisis turunan hingga didapatkan peta FHD (First Horizontal Derivative) dan SVD (Second Vertical Derivative). Kemudian dilakukan sayatan pada garis dugaan sesar untuk dapat menentukan garis sesar dan mekanisme sesar secara pasti. Hasil yang didapatkan dari sayatan peta FHD (First Horizontal Derivative) dan SVD (Second Vertical Derivative) menunjukkan bahwa Sesar Bawean memiliki mekanisme berupa sesar naik. Namun, dengan mempertimbangkan dari berbagai sumber, dapat disimpulkan bahwa Sesar Bawean memiliki mekanisme berupa sesar *oblique* dengan pengaruh mekanisme sesar naik.

Kata kunci: Sesar Bawean, Analisis Turunan, FHD, SVD

1. LATAR BELAKANG

Secara geologis, Pulau Jawa merupakan pulau yang tergolong muda, dimana tersusun dari tanah mulai dari zaman Tersier hingga masa kini (Bachri, 2014). Usia Pulau Jawa yang relatif muda membuat Pulau Jawa memiliki banyak sesar yang masih aktif, seperti Sesar Baribis-Kendeng, Cimandiri, Opak, Bawean dll (Forestier, 2007). Jumlah sesar yang cukup banyak di Pulau Jawa juga dipengaruhi dari posisi geografis Pulau Jawa yang dekat dengan penunjaman Lempeng Australia dan Eurasia. Gaya tak langsung dari penunjaman tersebut, menghasilkan banyak sesar aktif di Pulau Jawa. Penunjaman ini juga menghasilkan pola sesar yang unik, seperti pola Selat Sunda berarah utara-selatan. pola Jawa berarah timur-barat, dan pola Meratus berarah timur laut-barat daya (Jayatri dkk., 2023).



Gambar 1. Letak Geografis Sesar Bawean

Dari banyaknya sesar aktif di Pulau Jawa, perlu adanya pemetaan sesar aktif sebagai langkah mitigasi bencana kegempaan. Salah satu sesar aktif di Pulau Jawa yang perlu dipetakan lebih lanjut adalah Sesar Bawean. Sesar Bawean pada Gambar 1 merupakan sesar geser mengiri (*sinistral strike slip*) yang berada di Laut Jawa, tepatnya di utara Pulau Madura dan selatan Pulau Bawean dengan panjang 156 km, *strike* timur laut, dan dip 90° (Forestier, 2007). Menurut Mustofa & Sehad (2016), berdasarkan data seismik refleksi yang dianalisis dengan seismik refleksi, Sesar Bawean merupakan sesar aktif yang berperan besar dalam ketersediaan cadangan hidrokarbon di utara Jawa Timur, tepatnya di antara Pulau Madura dengan Pulau Bawean. Pemetaan Sesar Bawean perlu dilakukan mengingat data populasi di Pulau Madura menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023 mencapai lebih dari 4 juta jiwa dengan luas wilayah sebesar 5.379 km^2 atau 8 kali lebih luas daripada DKI Jakarta. Tingginya jumlah populasi di Pulau Madura membuat pemetaan Sesar Bawean perlu dilakukan sebagai langkah mitigasi bencana gempa bumi.

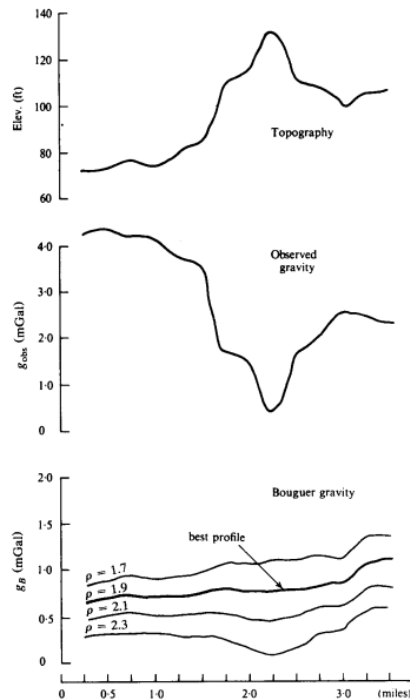
Dalam pemetaan suatu sesar, tentu dibutuhkan analisis menggunakan data dan metode lain sebagai pembanding dan penguat antar hasil penelitian. Dalam penelitian ini, digunakan data gaya berat atau gravitasi dalam memetakan Sesar Bawean. Metode gravitasi merupakan salah satu metode dalam disiplin ilmu geofisika yang bersifat pasif karena tanpa adanya injeksi ke dalam permukaan tanah (Nursalam, 2021). Metode gravitasi memiliki kelebihan murah, sederhana, dan dapat memetakan bidang kontras densitas tanah bawah permukaan (Purnomo dkk., 2013). Dengan menggunakan metode gravitasi, diharapkan dapat memetakan Sesar Bawean dengan baik dan tepat.

2. KAJIAN TEORITIS

Densitas Wilayah

Rapat massa atau densitas didefinisikan sebagai jumlah zat yang terkandung dalam suatu unit volume. Besaran ini memiliki peran yang sangat signifikan dalam implementasi metode gaya berat. Dalam menghitung anomali Bouguer, informasi mengenai densitas rata-rata di wilayah penelitian menjadi kebutuhan yang utama. Variasi densitas pada batuan dapat terjadi akibat adanya aktivitas tektonik. Faktor-faktor seperti butir pembentuk, kandungan fluida dalam pori-pori batuan, porositas, dan tingkat pemadatan yang disebabkan oleh tekanan serta proses pelapukan batuan akan berdampak pada nilai densitas batuan (Brotospito, 2001).

Proses yang pertama, penentuan dari nilai densitas rata-rata dari batas wilayah penelitian yang telah ditetapkan. Pada penentuan nilai densitas rata-rata, terdapat dua metode yang umum digunakan, yaitu metode Parasnis dan Nettleton. Pada penelitian ini digunakan metode Nettleton dalam penentuan nilai densitas rata-rata. Dalam metode Nettleton, digunakan nilai anomali Bouguer yang dihitung pada semua nilai densitas batuan pada rentang yang diinginkan, pada umumnya pada rentang 1 - 3,5. Menurut Sandwell & Smith (2009), plot grafik yang dapat mengurangi pengaruh topografi/residu maka dipilih sebagai nilai densitas rata-rata daerah penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Penentuan Nilai Densitas Rata-Rata dengan Metode Nettleton
(Sandwell & Smith, 2009)

Anomaly Bouguer

Perbedaan nilai gaya berat yang terukur dengan nilai acuan disebut Anomali Bouguer, dan selisih ini mencerminkan perbedaan rapat massa suatu daerah dengan lingkungannya, baik secara vertikal maupun lateral. Kemudian, setelah diperoleh nilai densitas rata-rata, dilanjutkan dengan pembuatan peta SBA (*Simple Bouger Anomaly*) dengan menggunakan variabel densitas rata-rata yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai SBA (*Simple Bouger Anomaly*) kemudian diplot dan disajikan dalam bentuk peta menggunakan aplikasi pemetaan, dalam penelitian ini digunakan *software* Surfer 14. Peta SBA (*Simple Bouger Anomaly*), sendiri didasarkan pada nilai SBA (*Simple Bouger Anomaly*) yang memiliki persamaan matematis sebagai berikut:

$$BC = 2\pi\rho Gh \quad (1)$$

$$BC = 0.04193\rho h \quad (2)$$

$$SBA = FAA - \Delta g_b \quad (3)$$

Keterangan:

BC = *Bouger Correction*

FAA = *Free Air Anomaly*

SBA = *Simple Bouger Anomaly*

Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Peta SBA (*Simple Bouger Anomaly*) dilakukan pemisahan anomali regional dan lokal. Anomali regional sendiri adalah anomali yang dihasilkan dari suatu pusat massa yang terletak pada kedalaman jauh dari permukaan bumi (dalam), sedangkan anomali regional adalah anomali yang dihasilkan dari suatu pusat massa yang terletak dekat dari permukaan bumi (dangkal) (Sandwell & Smith 2009). Pada pemetaan suatu sesar, digunakan anomali regional dari wilayah penelitian karena sesar sendiri terletak pada tempat yang sangat dalam. Dalam mendapatkan nilai anomali regional sendiri, terdapat 3 metode, yaitu metode polinomial, *moving average*, dan inversi (Setiadi dkk., 2010). Pada penelitian ini digunakan metode *moving average* karena memiliki pola sebaran datar dan deviasi nilai gravitasi yang kecil. Menurut (Setiadi dkk., 2010), secara matematis, metode *moving average* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\Delta T_{regional}(i, j) = \frac{(\Delta T(i-n, j-n) + \dots + \Delta T(i, j) + \dots + \Delta T(i+n, j+n))}{N} \quad (4)$$

Menurut Susilohadi & Soeprapto (2015) nilai n dapat dihitung secara matematis dengan nilai N harus ganjil sebagai berikut:

$$n = \frac{N-1}{2} \quad (5)$$

Lalu, untuk menghitung nilai dari anomali residual, dapat dilakukan pengurangan antara nilai anomali Bouger dengan nilai anomali regional yang sudah didapatkan, sehingga secara matematis sebagai berikut: (9)

$$\Delta T_{residual} = SBA - \Delta T_{regional} \quad (6)$$

Analisis Turunan

Kemudian, dilakukan analisis turunan dari data anomali yang telah dipisahkan. Pada penelitian ini, digunakan anomali regional yang kemudian dilakukan dengan analisis turunan berupa FHD (*First Horizontal Derivative*) dan SVD (*Second Vertical Derivative*). FHD (*First Horizontal Derivative*) merupakan analisis turunan yang berfungsi untuk mengetahui bidang batas suatu sesar, sedangkan SVD (*Second Vertical Derivative*) merupakan analisis turunan yang berfungsi untuk mengetahui mekanisme sesar (Telford dkk., 1990). Menurut Nursalam (2021), FHD (*First Horizontal Derivative*) memiliki persamaan sebagai berikut:

$$f(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2} \quad (7)$$

Secara teori, SVD (*Second Vertical Derivative*) sendiri memiliki persamaan sebagai berikut (11):

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} = -\left[\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2}\right] \quad (8)$$

Kemudian, perhitungan SVD sendiri juga dapat dilakukan dengan menggunakan matriks dengan bantuan perangkat lunak Surfer. Pada perhitungan nilai SVD pada perangkat lunak terdapat beberapa jenis matriks yang dapat digunakan. Pada penelitian ini, digunakan matrik yang dikemukakan oleh Thomas Elkins pada 1951 yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Perhitungan SVD oleh Thomas Elkins (1951)

0	-0.0833	0	-0.0833	0
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0	-0.0334	1.0688	-0.0334	0
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0	-0.0833	0	-0.0833	0

Nilai dari FHD (*First Horizontal Derivative*) dan SVD (*Second Vertical Derivative*) kemudian diplot dalam bentuk peta dan dilakukan sayatan pada wilayah dugaan sesar. Pada sayatan peta FHD (*First Horizontal Derivative*) di wilayah dugaan sesar, akan menunjukkan adanya anomali berupa nilai maksimum, sedangkan pada sayatan SVD (*Second Vertical Derivative*), akan menunjukkan nilai plot 0 yang menjadi dugaan sesar. Untuk menentukan mekanisme sesar menggunakan analisis SVD (*Second Vertical Derivative*), membutuhkan parameter yang telah ditetapkan. Menurut (Wahyudi dkk., 2017), parameter tersebut sebagai berikut:

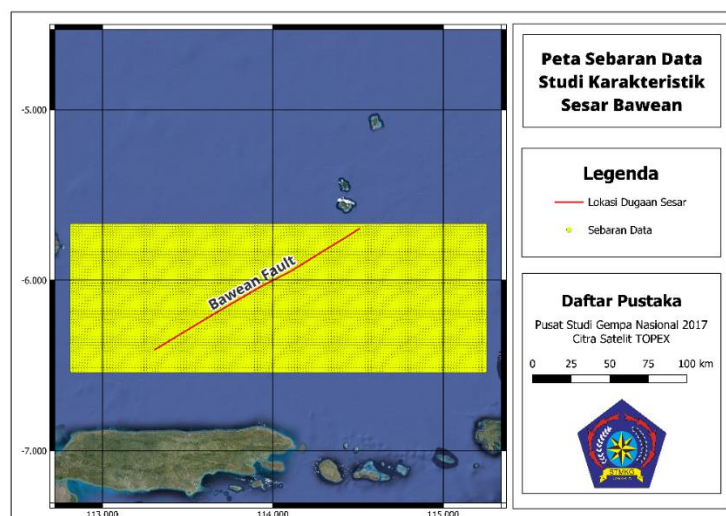
$|+SVD| > |-SVD|$ Sesar Normal

$|+SVD| < |-SVD|$ Sesar Naik

$|+SVD| = |-SVD|$ Sesar Geser

3. METODE PENELITIAN

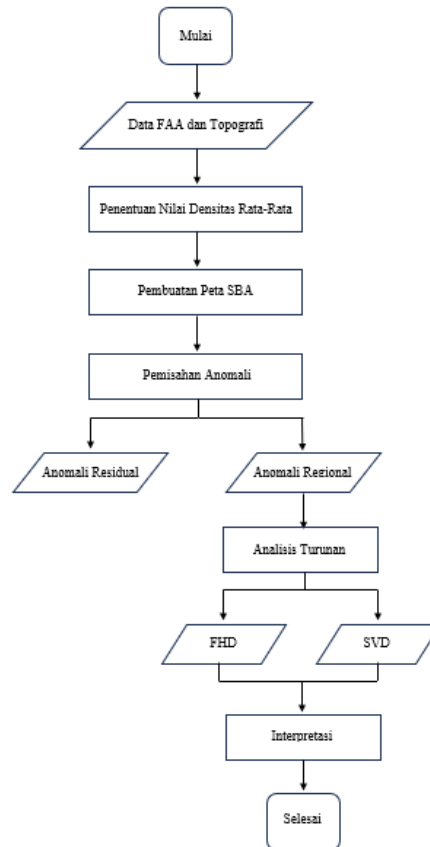
Pada penelitian pemetaan Sesar Bawean dengan memanfaatkan data gravitasi, digunakan data berupa FAA (*Free Air Anomaly*) yang diperoleh dari laman TOPEX yang disediakan oleh University of California San Diego dan dapat diakses dari tautan sebagai berikut [XYZ data \(ucsd.edu\)](http://xyz.data.ucsd.edu). Data FAA (*Free Air Anomaly*) yang diunduh dari laman TOPEX merupakan data yang telah terkoreksi dengan berbagai macam koreksi data gaya berat/gravitasi seperti koreksi *drift*, koreksi lintang, koreksi pasang surut yang merupakan hasil diferensiasi nilai altimetri satelit GEOSAT dan ERS-1 (PUSGEN, 2017). Selain itu, data yang disediakan oleh laman TOPEX juga mengandung data topografi/elevasi dari wilayah penelitian yang diinginkan. Pada laman TOPEX digunakan batas wilayah 5,6799 – 6,5193 LS dan 112,8207 – 115,2397 BT sebagai wilayah pemetaan dari Sesar Bawean. Data yang diperoleh dari laman TOPEX memiliki resolusi sebesar 1 menit busur atau 1,85 km. Data TOPEX digunakan karena data TOPEX memiliki data yang baik untuk pemetaan sesar yang berada di bawah permukaan laut. Data yang telah diakuisisi dari laman TOPEX lalu disimpan dalam format .csv agar bisa ditampilkan dalam *software* pemetaan seperti QGIS maupun GMT (*Generic Mapping Tools*) seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran Data yang Digunakan dalam Pemetaan Sesar Bawean

Data yang telah diunduh dari laman TOPEX, kemudian melewati beberapa macam proses untuk dapat memetakan struktur yang diinginkan, dalam hal ini Sesar Bawean. Proses tersebut seperti perhitungan nilai densitas rata-rata, nilai anomali Bouger, pemisahan anomali regional dan residu, *filtering FHD (First Horizontal Derivative)* dan *SVD (Second Vertical Derivative)*, sayatan pada peta FHD (*First Horizontal Derivative*) untuk penentuan garis bidang sesar, dan sayatan pada peta SVD (*Second Vertical Derivative*) untuk penentuan mekanisme sesar.

Seluruh metode dalam penelitian karakteristik Sesar Bawean dengan data gravitasi menggunakan analisis turunan dapat dijabarkan dengan diagram alir. Berdasarkan Gambar 4, diagram alir penelitian ini diawali dengan *input* berupa data FAA dan topografi, perhitungan densitas rata-rata, pembuatan peta SBA, pemisahan anomali, analisis turunan dengan FHD dan SVD, dan interpretasi hasil penelitian.

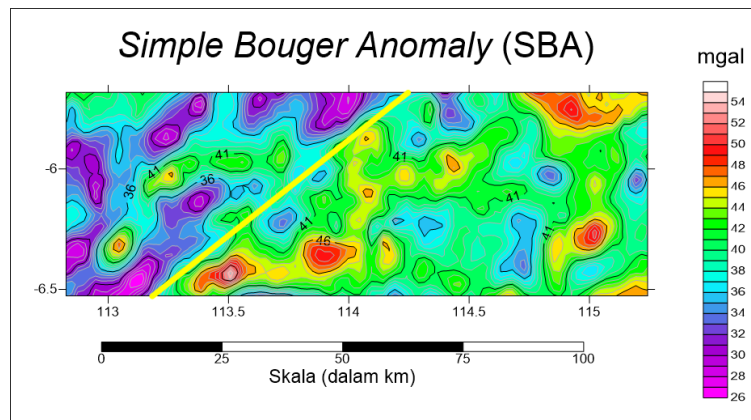


Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Karakteristik Sesar Bawean

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

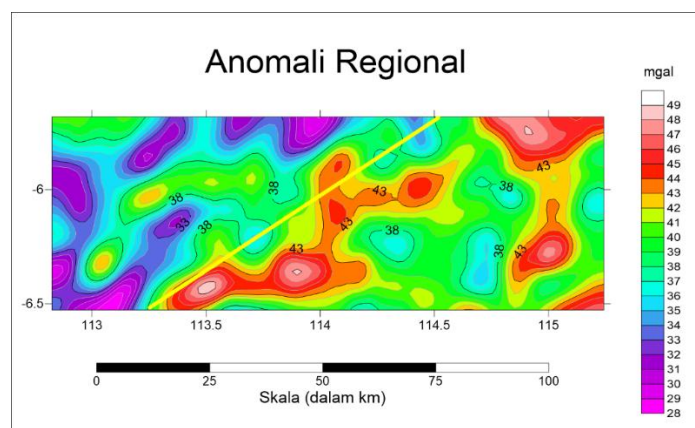
Pada perhitungan nilai SBA (*Simple Bouger Anomaly*), digunakan nilai densitas rata-rata sebesar $2,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ dengan metode Nettleton. Hasil pengeplotan nilai SBA (*Simple Anomaly Bouger*) pada wilayah penelitian Sesar Bawean memiliki rentang nilai 26-54 mgal. Pada peta SBA (*Simple Bouger Anomaly*) wilayah penelitian Sesar Bawean juga memperlihatkan adanya peralihan dari nilai SBA (*Simple Bouger Anomaly*) dari bernilai rendah berkisar 26-46 mgal di daerah barat dugaan sesar dengan garis warna kuning menuju timur dugaan sesar dengan nilai anomali Bouger bernilai tinggi berkisar 38-54 mgal seperti pada Gambar 5. Pada Gambar 5, turut membuktikan bahwa Sesar

Bawean berada di zona peralihan tatanan geologi regional dari Lajur Rembang menuju Lajur Karimun Jawa-Bawean.



Gambar 5. Peta SBA (*Simple Bouguer Anomaly*)

Setelah didapatkan nilai dari SBA (*Simple Bouguer Anomaly*), kemudian digunakan metode *moving average* untuk memisahkan anomali regional dan residual pada wilayah penelitian. Dari hasil pemisahan anomali yang didapatkan pada Gambar 6, digunakan anomali regional dalam pemetaan Sesar Bawean karena Sesar Bawean terletak pada kedalaman yang jauh dari permukaan bumi. Selain itu, terlihat adanya perbedaan nilai anomali regional berkisar 28-42 mgal di sebelah barat dugaan sesar yang berwarna kuning dengan sebelah timur dugaan sesar yang bernilai 37-49 mgal. Hal ini menjadi dasar pendugaan letak Sesar Bawean.

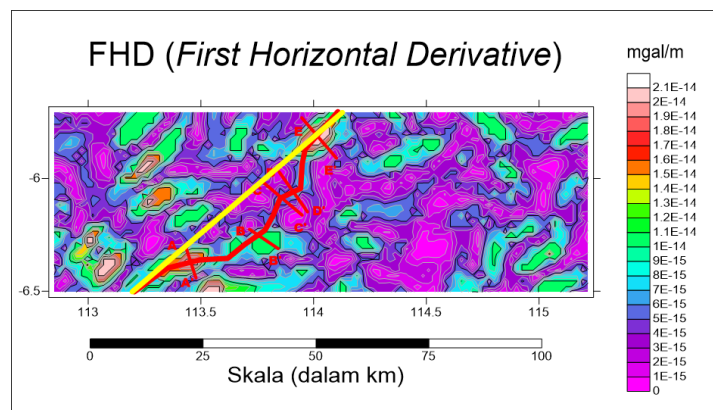


Gambar 6. Peta Anomali Regional

Setelah ditemukan adanya perubahan tatanan geologi regional melalui peta SBA (*Simple Bouguer Anomaly*) dan adanya perubahan tren nilai anomali regional antara sisi barat dan timur dugaan Sesar Bawean, kemudian dilakukan analisis turunan yang berdasarkan dari peta anomali regional *moving average* di wilayah penelitian Sesar Bawean. Pada analisis turunan, digunakan peta FHD (*First Horizontal Derivative*) untuk

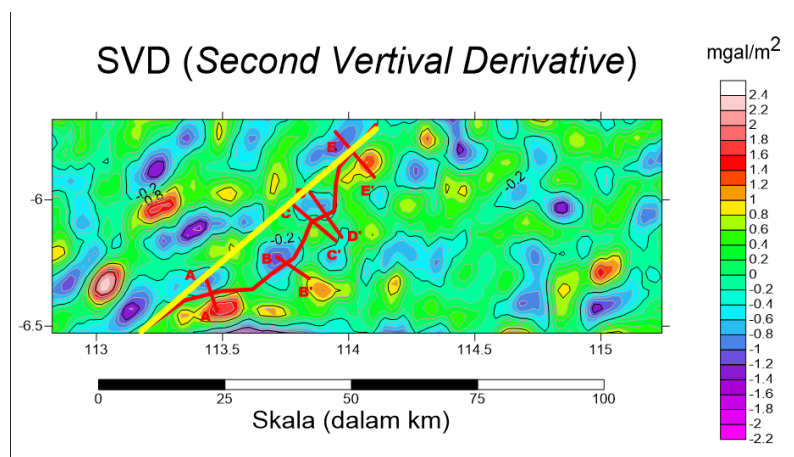
menentukan garis batas sesar. Garis sesar ini dapat diketahui dari 5 sayatan yang dilakukan pada garis dugaan sesar berwarna merah dan garis berwarna kuning menurut Pusat Studi Gempa Nasional pada Gambar 7.

Berdasarkan gambar 7, diketahui pada wilayah penelitian Sesar Bawean memiliki nilai FHD sebesar 2.1×10^{-14} mgal/m. Selain itu, didapati bahwa nilai FHD maksimum membentuk dugaan Sesar Bawean yang diwakili dengan garis berwarna merah.



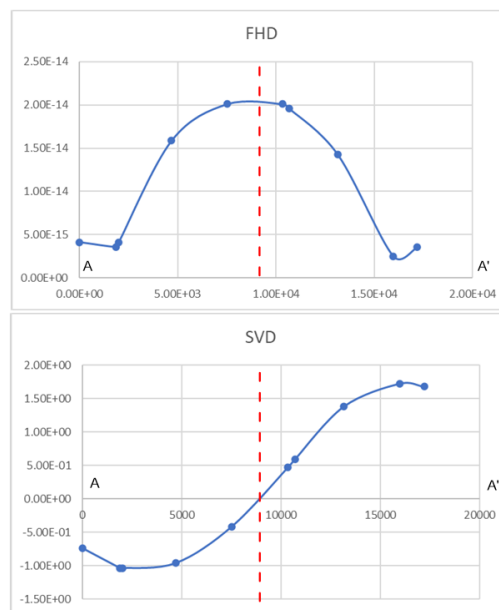
Gambar 7. Peta FHD (*First Horizontal Derivative*)

Kemudian dilakukan analisis turunan berupa SVD (*Second Vertical Derivative*) pada wilayah penelitian Sesar Bawean yang disajikan dalam bentuk peta SVD (*Second Vertical Derivative*) pada Gambar 8. Setelah didapatkan peta FHD (*First Horizontal Derivative*) dan peta SVD (*Second Vertical Derivative*), kemudian dilakukan sayatan secara acak pada dugaan garis sesar. Dilakukan 5 sayatan acak pada dugaan sesar dengan garis berwarna merah untuk dapat mengetahui mekanisme dari Sesar Bawean.



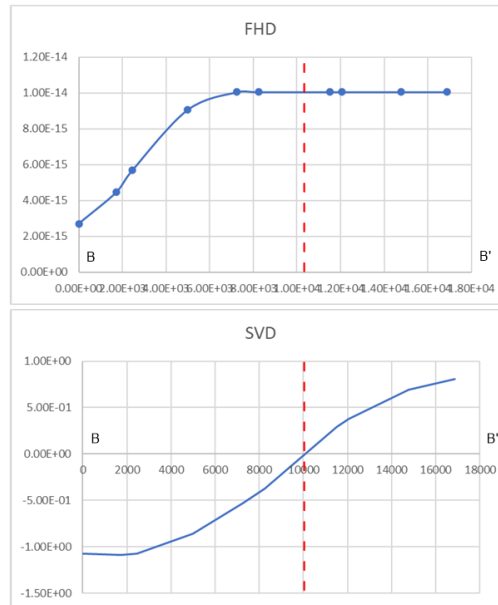
Gambar 8. Peta SVD (*Second Vertical Derivative*)

Sayatan ini disajikan dalam bentuk plot grafis agar dapat diketahui pada titik mana terdapat nilai maksimum FHD (*First Horizontal Derivative*) pada garis sayatan. Nilai maksimum pada grafik FHD (*First Horizontal Derivative*) menunjukkan adanya bidang kontras yang diduga menjadi garis batas sesar. Namun, nilai grafik 0 pada grafik SVD (*Second Vertical Derivative*) menunjukkan garis sesar serta menunjukkan mekanisme sesar dari perbandingan nilai mutlak maksimum dengan minimum pada grafik SVD (*Second Vertical Derivative*). Untuk mendapatkan garis dan mekanisme sesar, dilakukan 5 sayatan secara acak pada garis dugaan sesar. Pada sayatan A-A' yang terdapat pada Gambar 9, terlihat adanya garis dugaan sesar yang ditandai dengan garis berwarna merah putus-putus. Dugaan sesar tersebut memiliki nilai FHD (*First Horizontal Derivative*) maksimal dan nilai SVD (*Second Vertical Derivative*) 0. Pada gambar 9, terlihat bahwa Sesar Bawean memiliki mekanisme normal.



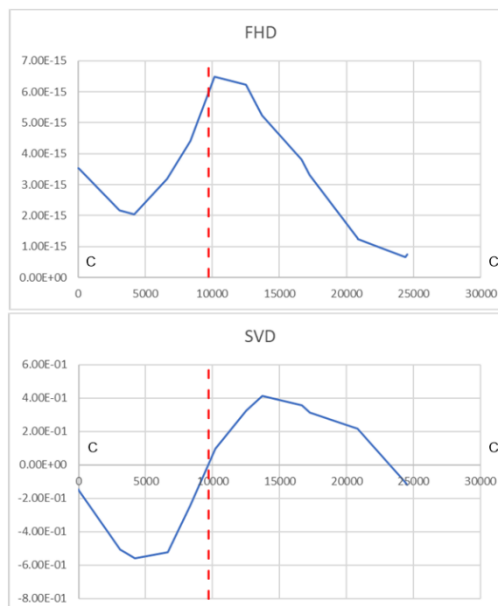
Gambar 9. Grafik Sayatan A-A'

Selanjutnya, pada sayatan B-B' yang tercantum dalam gambar 10, terlihat adanya garis dugaan Sesar Bawean. Pada garis dugaan Sesar Bawean di grafik sayatan B-B', menunjukkan bahwa Sesar Bawean diduga memiliki mekanisme berupa sesar naik yang tercermin pada grafik SVD.



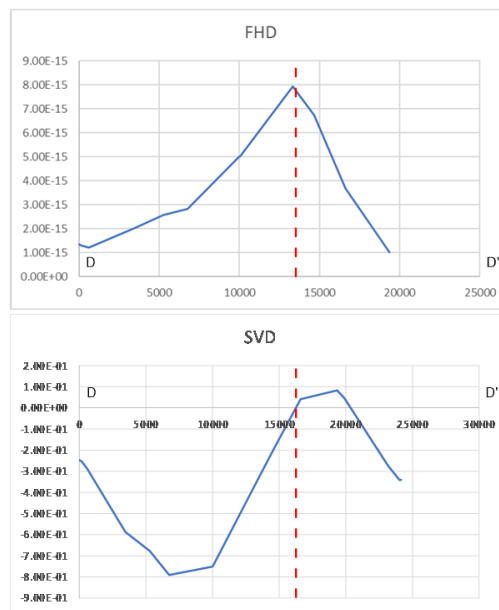
Gambar 10. Grafik Sayatan B-B'

Kemudian, sayatan C-C' pada gambar 11, dapat teramati garis dugaan Sesar Bawean. Pada sayatan C-C', garis dugaan sesar berada pada jarak 10 km dari titik awal C. Menurut grafik SVD pada sayatan C-C', dapat diketahui Sesar Bawean diduga memiliki mekanisme sesar naik.



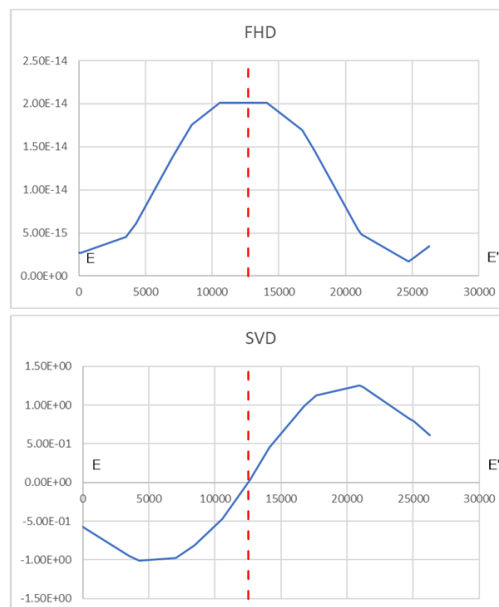
Gambar 11. Grafik Sayatan C-C'

Kemudian, sayatan D-D' pada gambar 12, dapat diamati adanya garis dugaan Sesar Bawean. Dugaan sesar pada sayatan D-D' dapat diamati pada garis putus-putus berwarna merah yang terletak pada jarak 16 km dari titik awal D. Menurut grafiks SVD dari sayatan D-D' menunjukkan bahwa Sesar Bawean diduga memiliki mekanisme berupa sesar naik.



Gambar 12. Grafik Sayatan D-D'

Lalu, sayatan E-E' pada gambar 13, grafik FHD dan SVD yang disajikan menunjukkan adanya garis dugaan Sesar Bawean. Dugaan Sesar Bawean menurut grafik SVD yang disajikan berupa sesar naik yang berada pada jarak 16 km dari titik awal E.

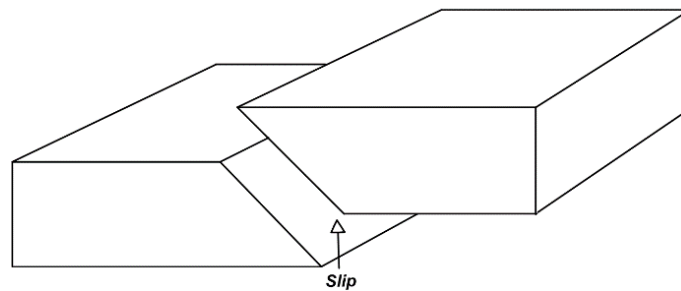


Gambar 13. Grafik Sayatan E-E'

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian karakteristik Sesar Bawean diketahui nilai SBA di wilayah penelitian sebesar 26-54 mgal. Pada peta SBA yang diperoleh, didapatkan bahwa adanya nilai SBA yang kontras di sekitar garis dugaan Sesar Bawean menurut Pusat Studi Gempa Nasional. Lalu, didapatkan peta anomali regional agar dapat memetakan struktur geologi yang dalam, dalam hal ini Sesar Bawean. Pada pemetaan anomali regional, terlihat adanya perbedaan nilai anomali regional yang kontras berkisar 28-42 mgal di sebelah barat dugaan sesar yang berwarna kuning dengan sebelah timur dugaan sesar yang bernilai 37-49 mgal.

Kemudian, menurut penelitian karakteristik Sesar Bawean dengan menggunakan analisis turunan dengan metode FHD (*First Horizontal Derivative*) dan SVD (*Second Vertical Derivative*), didapatkan bahwa Sesar Bawean memiliki mekanisme sesar naik. Hal ini dibuktikan dari 5 sayatan yang dilakukan, 3 sayatan diantaranya menunjukkan bahwa Sesar Bawean merupakan Sesar Naik. Namun, menurut Pusgen (2017), menyebutkan bahwa Sesar Bawean merupakan sesar dengan mekanisme geser/*strike slip* dengan arah pergerakan berupa *sinistral strike slip*. Dengan mempertimbangkan studi sebelumnya oleh Pusat Studi Gempa Nasional (Pusgen), maka Sesar Bawean memiliki *strike* yang sama, garis sesar yang tidak lurus sempurna, dan dapat dikategorikan sebagai sesar dengan mekanisme berupa sesar *oblique* yang dipengaruhi oleh mekanisme sesar naik seperti pada gambar 14.



Gambar 14. Mekanisme Sesar *Oblique* yang Dipengaruhi oleh
Mekanisme Sesar Naik

DAFTAR REFERENSI

- Bachri, S. (2014). Pengaruh tektonik regional terhadap pola struktur dan tektonik Pulau Jawa. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 15, 215–221. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v15i4.60>
- Brotopuspito, K. S. (2001). *Teori dan aplikasi metode gravitasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Forestier, H. (2007). *Ribuan gunung, ribuan alat batu, prasejarah Song Keplek, Gunung Sewu, Jawa Timur*. Jakarta, DKI: Kepustakaan Populer Gramedia.
- Jayatri, A. U., Multi, W., & Hayatuzzahra, S. (2023). Identifikasi keberadaan sesar menggunakan metode gravitasi dan analisis second vertical derivative (SVD) di bagian selatan Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Tambora*, 7, 53–57. <https://doi.org/10.36761/jt.v7i2.2954>
- Mustofa, I., & Seha. (2016). Pemodelan sesar di Kecamatan Banjarmangu Banjar Negara berdasarkan data anomali gravitasi. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 1–7. Retrieved from <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/download/3424/1811>
- Nursalam, M. (2021). Analisis sesar dengan data gaya berat menggunakan metode SVD (second vertical derivative) di daerah panas bumi “MN” (Skripsi). Retrieved from Repository Universitas Hasanuddin.
- Purnomo, J., Koesuma, S., & Yuniarto, M. (2013). Pemisahan anomali regional-residual pada metode gravitasi menggunakan metode moving average, polynomial, dan inversion. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3, 10–20. <https://doi.org/10.13057/ijap.v3i01.1208>
- Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. Jakarta, DKI: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Sandwell, D. T., & Smith, W. H. F. (2009). Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge segmentation versus spreading rate. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 114(1). <https://doi.org/10.1029/2008JB006008>
- Setiadi, I., Setyanta, B., & Widjono, B. S. (2010). Deliniasi cekungan sedimen Sumatra Selatan berdasarkan analisis gaya berat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20, 93–106. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v20i2.164>
- Susilohadi, S., & Soeprapto, T. A. (2015). Plio-Pleistocene seismic stratigraphy of the Java Sea between Bawean Island and East Java. *Berita Sedimentologi*, 32, 5–16. <https://doi.org/10.51835/bsed.2015.32.1.117>
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wahyudi, E. J., Kynantoro, Y., & Alawiyah, S. (2017). Second vertical derivative using 3-D gravity data for fault structure interpretation. *Journal of Physics: Conference Series*, 877(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/877/1/012039>