

## Euler Deconvolution and Second Vertical Derivative (SVD) Analysis Gravity Data to Identification of Geothermal Subsurface Structures of Banda Baru Region

Yan Mark<sup>1,\*</sup>, Triaji Adi Harsanto<sup>1</sup>, Fiky Firdaus<sup>1</sup>, Rino Idul Saputra<sup>1</sup>, Tajudin Noor<sup>1</sup>, Ahmad Zarkasyi<sup>2</sup>, dan Supriyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geophysical Modeling Lab., Department of Physics, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424

<sup>2</sup>Geological Resources Center, Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254

\*Email: yanmark69@yahoo.com

Keyword : Geothermal, gravity, Butterworth Filter, Euler Deconvolution (ED), Second Vertical Derivative (SVD)

### ABSTRACT

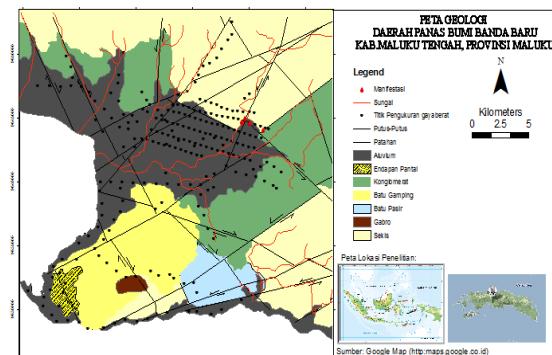
Banda Baru geothermal area is located in Amahai district, central Maluku, Maluku Province. Banda Baru area exhibit geothermal prospect, indicated by geology and geochemical investigation which found manifestations such as hot springs with temperature around 60-68°C. Further research has been done using gravity method to delineate the subsurface structures that control the geothermal system. In this study, we have carried out gravity survey with 253 points of measurement and made correction of the data to obtain Bouguer anomaly. We separate the Bouguer anomaly into two parts, the regional and the residual gravity, by using Butterworth filter. The residual gravity data were then analyzed using integrated gradient interpretation techniques, such as the Euler deconvolution, and Second Vertical Derivative (SVD). These techniques detected many faults, faults type and depth prediction of the fault. The results of present study will lead to improved understanding of the geological structure near the manifestations around Banda Baru geothermal prospect, especially kinds of faults and depth prediction of the fault.

### ABSTRAK

Wilayah panas bumi Banda Baru terletak di daerah Amahai, Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Banda Baru memperlihatkan adanya prospek panas bumi diindikasikan oleh investigasi geologi dan geokimia yang menemukan manifestasi seperti mata air panas dengan temperatur sekitar 60-68°C. Penelitian lebih lanjut telah dilakukan menggunakan metode gravitasi untuk mendelineasi struktur permukaan bawah tanah dalam hal ini yang mengontrol sistem panas bumi. Dalam penelitian ini, kami telah membawa titik pengukuran survey gravitasi sebanyak 253 titik dan melakukan koreksi terhadapnya untuk mendapatkan anomali Bouguer. Kami pisahkan kedua anomali Bouguer tersebut dalam bentuk anomali regional dan anomali residual dengan menggunakan *Butterworth filter*. Kemudian data anomali residual dianalisa lebih lanjut menggunakan teknik interpretasi *integrated gradient* seperti *Euler deconvolution (ED)*, dan *Second Vertical Derivative (SVD)*. Teknik ini dapat mendeteksi banyak patahan seperti jenis serta prediksi kedalaman dari patahan tersebut. Hasil dari penelitian ini akan memperkuat pemahaman mengenai struktur geologi di sekitar manifestasi daerah prospek panas bumi Banda Baru.

### PENDAHULUAN

Daerah penyelidikan panasbumi Banda Baru terletak di kecamatan Amahai, Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Merupakan daerah yang memiliki prospek panasbumi hal ini diindikasikan oleh penelitian sebelumnya yang menemukan adanya manifestasi panas bumi berupa mata air panas dengan suhu antara 60 – 68 ° C. Daerah Banda Baru merupakan daerah prospek panasbumi yang dipengaruhi oleh bentuk morfologi dan geologi. Secara morfologi, daerah panasbumi Banda Baru di kelompokkan menjadi 3 satuan morfologi, diantaranya satuan geomorfologi perbukitan terjal, satuan geomorfologi perbukitan bergelombang, dan satuan geomorfologi pendataran. Lingkungan geologi daerah Banda Baru dapat dikelompokkan ke dalam tujuh satuan batuan yang terdiri dari satu satuan batuan malihan, satu satuan batuan beku, tiga satuan batuan sedimen, dan dua endapan permukaan. Secara stratigrafi daerah panasbumi Banda Baru jika diurutkan dari yang tua ke yang muda terdiri dari satuan sekis yang termasuk kedalam Formasi Banda Baru yang berumur Perm-Trias, gabro termasuk ke dalam kompleks batuan beku basa Ultramafik berumur Jura-Kapur, batu pasir termasuk ke dalam Formasi Fufa yang berumur Plio-Plistosen, batu gamping termasuk ke dalam batugamping korl yang berumur Holosen, konglomerat termasuk ke dalam endapan teras yang berumur Holosen, endapan pantai dan aluvium (Tjokrosapoetra, 1993).



Gambar 1. Peta Geologi daerah panas bumi Banda Baru

Manifestasi panasbumi daerah penyelidikan dikontrol oleh struktur geologi yang berperan dalam mengontrol terbentuknya sistem panasbumi. Sehingga untuk memastikan keberadaan struktur yang berada disekitar daerah manifestasi dilakukan analisis data gayaberat guna menentukan keberadaan sesar, jenis sesar beserta kedalamannya.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data gayaberat yang digunakan data *Complete Bouger Anomaly* (CBA) dengan keterangan data sebanyak 253 titik, memiliki spasi antar stasiun pengukuran 500 m, dimana titik-titik pengukuran gayaberat tersebar di lintasan pengukuran, yaitu lintasan A, B, C, D, dan F yang terdiri dari 100 titik, serta titik pengukuran yang dilakukan secara regional yang terdiri dari 153 titik pengukuran gayaberat.

Data *Complete Bouger Anomaly* (CBA) dilakukan pemisahan atau proses *filtering* data dengan menggunakan *butterworth filter*. Selain itu, dilakukan pula kajian mengenai analisis *Euler Deconvolution* (ED). Semua pembahasan ini mengacu pada beberapa literatur yang telah membahas teori/konsep ini sebelumnya.

Untuk kepentingan interpretasi data serta penggambaran kondisi bawah permukaan yang baik, perlu diterapkan pengolahan data lanjutan dengan suatu metode tertentu, salah satunya adalah *Euler Deconvolution* (ED) dan *Second Vertical Derivative* (SVD). digunakan untuk mengetahui kedalaman dari benda anomali bawah permukaan.

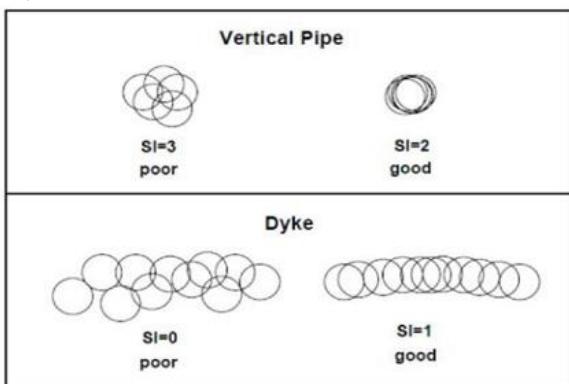
### *Euler Deconvolution* (ED)

Metode ED ini adalah tipe pemodelan inversi yang bekerja pada persamaan homogenitas Euler untuk mengestimasi sumber kedalaman gravitasi (Thompson, 1982; Reid et al., 1990). Persamaan Euler untuk 3D diekspresikan dalam bentuk :

$$(X - X_o) \frac{\partial T}{\partial X} + (Y - Y_o) \frac{\partial T}{\partial Y} + (Z - Z_o) \frac{\partial T}{\partial Z} = N(B - T)$$

Dimana ( $X_o, Y_o, Z_o$ ) posisi sumber anomali gayaberat yang terdeteksi pada ( $x, y, z$ ). Nilai anomali gayaberat bawah permukaan pada posisi  $x_0$ ,  $y_0$ , dan  $z_0$ . Kedalaman sebenarnya dari sumber anomali gayaberat diturunkan dari persamaan ED. Proses ED berhubungan dengan medan gayaberat dan komponen gradien dari lokasi sumber anomali, serta derajat homogenitas yang disebut sebagai Structural Index (SI) (Thomson, 1982).

Pemberian fitur SI yang benar yang akan memberikan gabungan solusi yang paling sempit. Dari sini, dapat diketahui bahwa SI adalah sebagai fokus kontrol, SI yang benar akan memberikan hasil fokus yang paling tajam. Seperti yang digambarkan pada diagram dibawah ini.



Gambar 2. Contoh penggunaan SI yang tepat.(Whitehead, 2005)

Pada Gambar 3 terlihat bahwa solusi pada bagian kanan menggambarkan penggunaan SI yang tepat pada data magnetik untuk *vertical pipe* (gambar bagian atas) dan *dyke* (gambar bagian bawah). Dapat dilihat bahwa pemberian index yang terlalu rendah akan menghasilkan kedalaman yang terlalu dangkal, dan pemberian index yang terlalu besar akan menghasilkan estimasi kedalaman yang terlalu dalam.

### *Second Vertical Derivative* (SVD)

Dalam menentukan jenis patahan dari data anomali gravitasi maka SVD dapat diterapkan pada CBA yang bebas *noise*. Dalam menggunakan SVD, langkah awal yang dilakukan adalah dengan menarik garis lurus yang tegak lurus terhadap garis patahan yang telah diinterpretasikan oleh metode ED. Kedua, evaluasi nilai maksimum dan minimum dari kurva SVD yang terbentuk sepanjang garis tersebut. Jika nilai absolut maksimum kurva lebih besar dibanding nilai absolut minimum kurva maka jenis patahananya adalah patahan normal.

$$\left( \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right)_{maks} > \left| \left( \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{min}$$

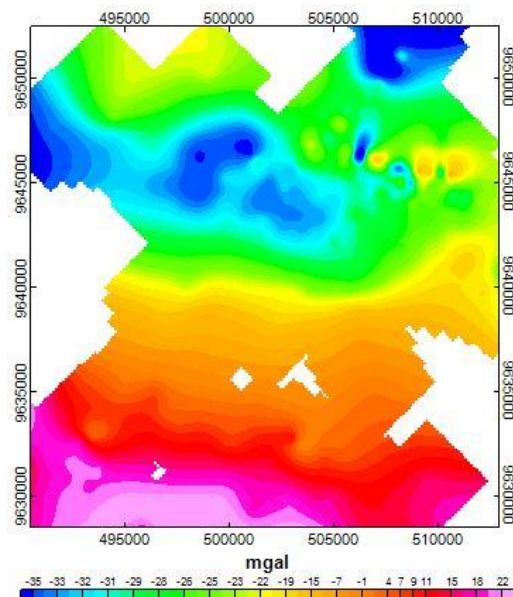
Dan sebaliknya, jenis patahan yang terdeteksi adalah patahan naik.

$$\left( \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right)_{maks} < \left| \left( \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{min}$$

## HASIL DAN DISKUSI

### *Complete Bouguer Anomaly* (CBA)

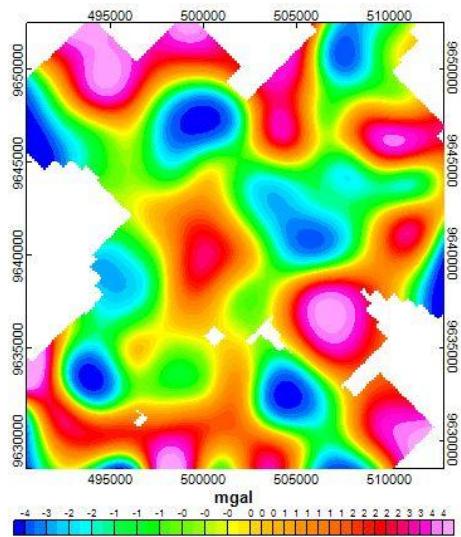
Dari data pengukuran didapat peta *complete anomaly bouguer* sebagai berikut.



Gambar 3. Peta *Complete Bouguer Anomaly* (CBA)

### *Residual Anomaly*

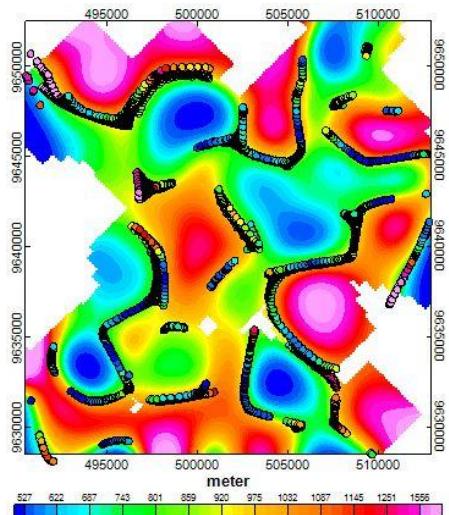
Anomali residual yang didapat dari proses *butterworth filter* dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Peta residual anomaly

### *Euler Deconvolution (ED)*

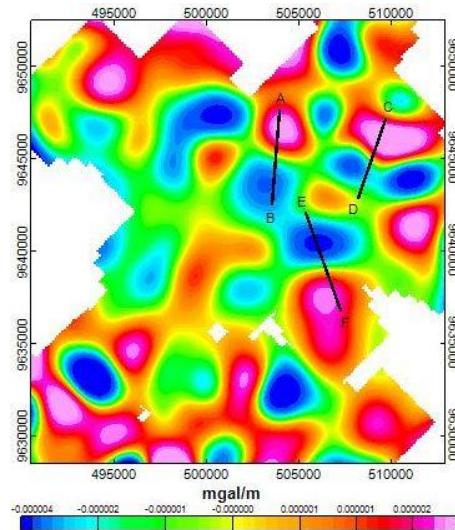
Solusi ED dihasilkan dengan memasukkan struktural index nol, dengan *window* yang digunakan sebesar 10, serta nilai ketidakpastian kedalaman sebesar 3% Index nol yang digunakan untuk menginterpretasikan target pengukuran yaitu berupa struktur seperti sesar. *Window* yang digunakan digunakan dalam penelitian ini sebesar 10, *window* ini yang dianggap paling representatif yang mampu menggambarkan persebaran struktur yang ada dibawah permukaan. Sedangkan nilai ketidakpastian kedalaman sebesar 3%, ini menunjukkan bahwa solusi kedalaman yang digunakan merupakan solusi yang memiliki nilai ketidakpastian dibawah 3%, sedangkan solusi yang memiliki ketidakpastian diatas 3% akan dihilangkan. Dari pengolahan *euler deconvolution* ini diperoleh kedalaman sumber anomali yang memiliki range antara 527 meter sampai dengan 1556 meter.



Gambar 5. Peta Euler Deconvolution (ED) pada anomali residual

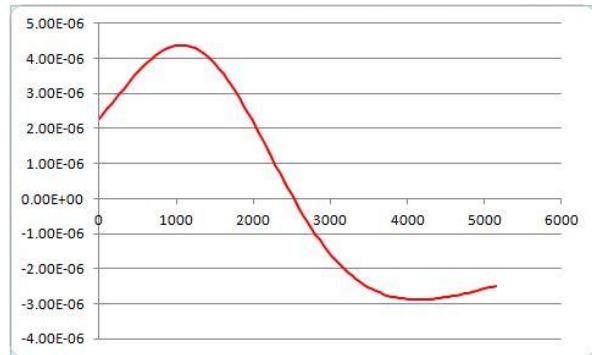
### *Second Vertical Derivative (SVD)*

Solusi SVD dihasilkan dengan menarik garis lurus yang tegak lurus terhadap arah patahan yang didapat dari hasil solusi ED.

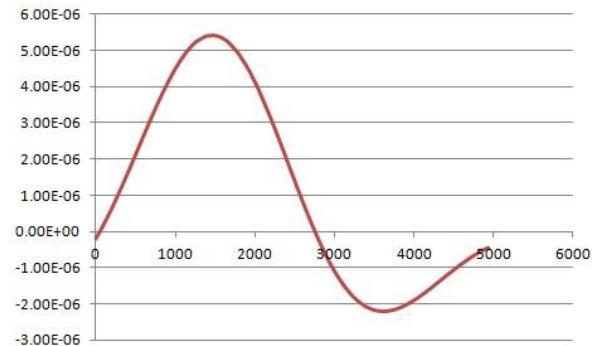


Gambar 6. Peta Second Vertical Derivative (SVD) pada peta SVD

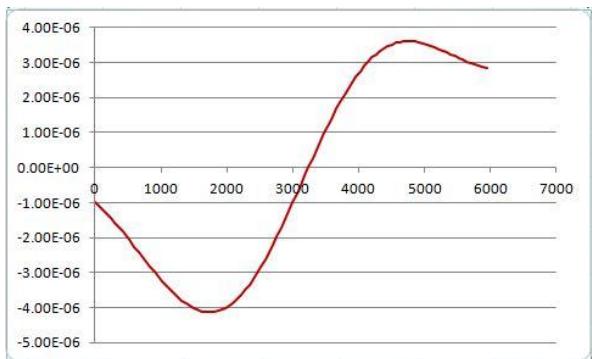
Penarikan garis dilakukan pada peta SVD dan didapat *profile* garis sebagai berikut :



Gambar 7. Profile SVD pada garis AB



Gambar 8. Profile SVD pada garis CD



Gambar 9. *Profile SVD pada garis EF*

Dari *profile* diatas dapat diinterpretasikan bahwa garis AB dan CD pada peta SVD tersebut menunjukkan nilai mutlak maksimal lebih besar daripada nilai mutlak minimal yang berarti jenis patahan normal. Sedangkan untuk garis EF memiliki nilai mutlak maksimal yang lebih kecil dibandingkan nilai mutlak minimalnya yang berarti memiliki jenis patahan naik.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapat kesimpulan bahwa metode ED dan SVD sukses dalam membuktikan banyak patahan dengan jenis patahan normal dan patahan naik dengan estimasi kedalaman masing-masing patahan antara 527 meter hingga 1556 meter pada daerah panas bumi Banda Baru.

## DAFTAR ACUAN

Reid, A. B., Allsop, H., Granser, A. J., Millett, and I. W. Somerton, (1990), *Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution*, *Geophysics* 55, 1, 80-91.

Whitehead, N., 2005, *TUTORIAL and USER GUIDE*, montaj Grav/Mag Interpretation, Geosoft Incorporate.

Pusat Sumber Daya Geologi, (2011), Survei Geofisika Terpadu Gayaberat, Geomagnet, dan Geolistrik daerah Panas Bumi Banda Baru, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku.

Tjokrosapoetro, S. (1993). *Geologi Lembar Masohi,Maluku*, skala 1 : 250.000. Telford, M. W., Geldart, L.P., Sheriff, R. E., and Keys. (1990). *Applied Geophysics, Second Edition*, Cambridge Univ. Press.