

# IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN BERDASARKAN DATA GAYABERAT DI DAERAH KOTO TANGAH, KOTA PADANG, SUMATERA BARAT

Diah Ayu Chumairoh<sup>1</sup>, Adi Susilo<sup>1</sup>, Dadan Dhani Wardhana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Bandung

Email: ayuchumairoh@gmail.com

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode gayaberat sebagai survei awal untuk keperluan mitigasi, di Koto Tangah Kota Padang yang berada di tepi Barat pulau Sumatera, yang merupakan daerah pertemuan lempeng Eurasia dengan Indo-Australia. Daerah ini beberapa kali menderita bencana, khususnya bencana alam. Metode yang digunakan adalah metode analisa *derivative* (*First Horizontal Derivative* dan *Second Vertical Derivative*). Metode ini dimaksudkan untuk menentukan letak struktur geologi pada penampang lintasan. Distribusi densitas model bawah permukaan adalah dilakukan dengan metode pemodelan kedepan. Hasil yang diperoleh, yang didasarkan pada hasil analisis struktur pada anomali FHD dan SVD, menunjukkan bahwa di daerah penelitian, terdapat stuktur geologi. Struktur geologi ini ditunjukkan dengan adanya nilai maksimum atau minimum sebagai batas kontak bidang FHD, serta terdapat kontak bidang, yang mempunyai nilai maksimum dan minimum pada SVD, yang dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nol sebagai batas karakteristik geologi. Berdasarkan hasil pemodelan anomali gayaberat, daerah ini menghasilkan 4 lapisan batuan. Lapisan pertama dan kedua merupakan batuan endapan permukaan kuartar, yang berumur Holosen dengan nilai densitas 1,9 gr/cm<sup>3</sup> dan 2,21 gr/cm<sup>3</sup>, lapisan ketiga batuan gunung api tersier berumur Pleistosen dengan densitas 2,45 gr/cm<sup>3</sup>, dan lapisan paling bawah adalah batuan gunung api tersier berumur Pliosen dengan densitas 2,75 gr/cm<sup>3</sup>.

*Kata kunci : analisa derivative, anomali gayaberat, Koto Tangah*

## Pendahuluan

Struktur bawah permukaan (struktur geologi) adalah suatu struktur atau kondisi geologi yang ada di suatu daerah sebagai akibat dari terjadinya perubahan – perubahan pada batuan oleh proses tektonik atau proses lainnya. Terjadinya proses tektonik menyebabkan batuan (batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf) maupun kerak bumi akan berubah susunan dari keadaan semula. Keberadaan struktur di satu sisi bisa bernilai ekonomis yang tinggi dan di sisi lain bisa mendatangkan kerugian. Penelitian untuk mengetahui zona struktur dilakukan dengan metode gayaberat dengan alasan sensitivitas respon, murah secara ekonomi maupun teknik lapangan [1].

Gayaberat merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menggambarkan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi medan gravitasi akibat perbedaan densitas secara lateral [2]. Di antara sifat fisis batuan yang mampu membedakan antara satu macam batuan dengan batuan lainnya adalah massa jenis batuan. Distribusi massa jenis yang tidak homogen pada batuan penyusun kulit bumi akan memberikan variasi harga medan gravitasi di permukaan bumi.

Pemilihan daerah penelitian di Koto Tangah Kota Padang dikarenakan kondisi geologis; geomorfologis; geografis dan

astronomis terletak di tepi Barat Pulau Sumatera yang merupakan daerah pertemuan lempeng Eurasia dengan Indo-Australia, sehingga di daerah ini sering terjadi bencana. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi struktur geologi di daerah penelitian sebagai survei awal mitigasi bencana.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan di daerah penelitian. Pada identifikasi struktur bawah permukaan dapat di bantu dengan menggunakan metode analisa *derivative*. Metode analisa *derivative* yang digunakan pada penelitian ini adalah *First Horizontal Derivative* dan *Second Vertical Derivative*. Dengan metode analisis tersebut struktur di daerah penelitian dapat diketahui dengan baik.

## Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data mentah yang diperoleh dari survei gayaberat oleh tim Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Bandung yang dilakukan pada bulan Oktober 2013. Adapun pengolahan dan analisis data dilakukan pada tanggal 5 Mei – 30 Juni 2014 di Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung, Jawa Barat. Penelitian di Daerah Koto Tangah, Kota Padang, propinsi Sumatera Barat.

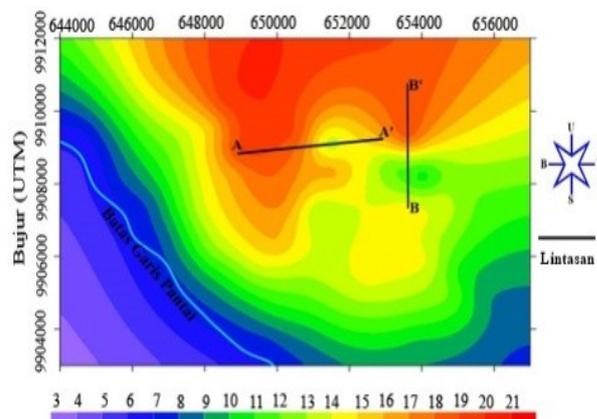
Data mentah ini merupakan data yang sudah dalam satuan gayaberat (mGal) dan masih

dipengaruhi oleh efek luar, sehingga dilakukan beberapa koreksi sampai didapatkan nilai anomali Bouguer.

Tahapan selanjutnya setelah data anomali Bouguer lengkap didapatkan adalah reduksi *noise* dengan metode *moving average*. Hal ini dilakukan untuk memisahkan komponen anomali dengan *noise* (pengganggu).

Pemisahan anomali regional dan residual pada penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan metode *moving average*. Pada proses ini dilakukan dengan membuat profil penampang lintasan yang mewakili daerah penelitian. Pada penelitian ini dibuat lima penampang lintasan yang selanjutnya akan dilakukan FFT dari setiap penampang tersebut dengan spasi  $\Delta x = 100$  m. Kemudian diperoleh bilangan gelombang *Cutoff* yang merupakan perpotongan gradien anomali regional dan residual. Bilangan gelombang *Cutoff* digunakan untuk menentukan lebar jendela yang akan digunakan pada proses *moving average*.

Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan analisa *derivative* untuk membantu analisa struktur geologi bawah permukaan. Analisa *derivative* yang digunakan adalah *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD). Analisa *derivative* dilakukan pada dua lintasan yaitu lintasan A – A' dan B – B' (Gambar 1) diduga pada lintasan tersebut terdapat indikasi struktur.



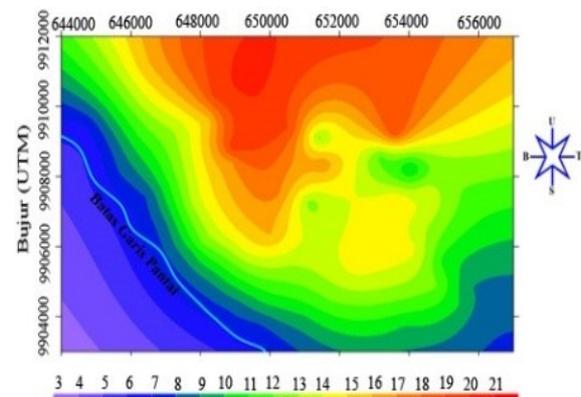
Gambar 1 : Peta kontur CBA tereduksi noise dengan 2 lintasan

Pemodelan bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak GM-sys pada lintasan A – A' dan B – B' (Gambar 1). Masukan dari program ini berupa data jarak, elevasi, anomaly, *azimuth* dan *strike angle*. Setelah memasukkan *input* data ke program GM-sys, kemudian dilakukan pembuatan model dengan membuat *body* dengan densitas tertentu sehingga menghasilkan respon yang cocok atau fit dengan data lapangan. Model dari hasil pencocokan tersebut yang akan menjadi

representasi kondisi bawah permukaan di daerah penelitian dan menjadi bahan untuk melakukan analisis.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data gayabarat di daerah Koto Tangah diperoleh penggambaran pola anomali Bouguer lengkap. Kemudian nilai anomali Bouguer lengkap dipetakan kedalam kontur dengan software Surfer 10 (Gambar 2).



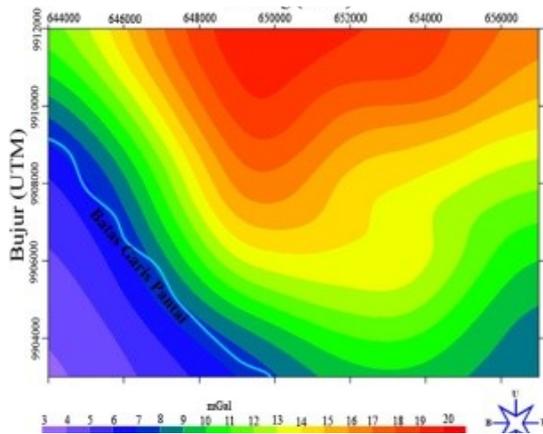
Gambar 2 : Peta Kontur Anomali Bouguer Lengkap

Gambar 2 menunjukkan anomali Bouguer lengkap daerah penelitian dengan sebaran anomali berkisar antara +6,5 sampai +20,25 mGal. Dimana anomali rendah ditunjukkan dengan warna biru dan anomali tinggi ditunjukkan dengan warna merah. Pola penyebaran anomali gayabarat yang terendah terkonsentrasi pada bagian bawah peta kontur yang memanjang ke arah Barat Laut ke Tenggara dan anomali tinggi berada pada bagian utara peta kontur. Anomali tinggi pada daerah penelitian diperkirakan berasal dari batuan yang memiliki densitas yang tinggi, dan sebaliknya anomali rendah diperkirakan berasal dari batuan yang memiliki densitas relatif rendah.

Data anomali gayabarat yang terukur di lapangan sebenarnya merupakan gabungan antara efek anomali dalam (regional) dan anomali dangkal (residual), sehingga harus dilakukan proses pemisahan pada kedua anomali tersebut. Pemisahan anomali regional dan residual bertujuan untuk mendapatkan sumber anomali dalam dan dangkal, dimana pemisahan anomali pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *moving average*.

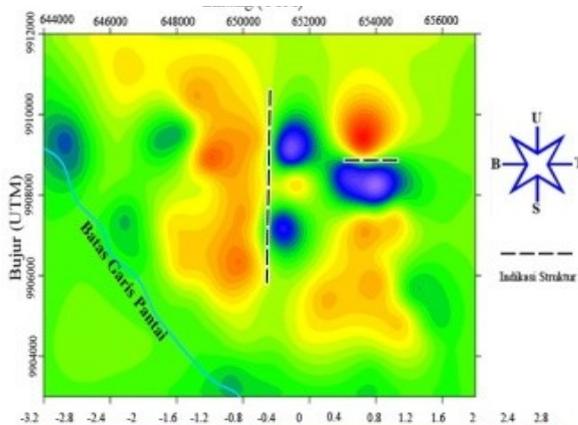
Hasil yang diperoleh dari proses *filter moving average* ini berupa anomali regional, dengan pola yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan untuk anomali residual ini didapatkan dengan cara mengurangi anomali Bouguer tereduksi *noise* dengan anomali

regional. Pola anomali residual ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3 Peta kontur anomali regional

Berdasarkan anomali regional (Gambar 3) menunjukkan persebaran anomali tinggi, sedang dan rendah. Nilai anomali regional berkisar antara +5 sampai +20 mGal, nilai anomali paling rendah +5 sampai +9 mGal, anomali sedang +10 sampai +16 mGal dan anomali tinggi >17 mGal. Daerah persebaran anomali sedang terdapat di bagian Barat Daya, sedangkan anomali tinggi berada di bagian utara daerah penelitian, sedangkan anomali rendah terdapat di tepi pantai yaitu bagian barat daya daerah penelitian.

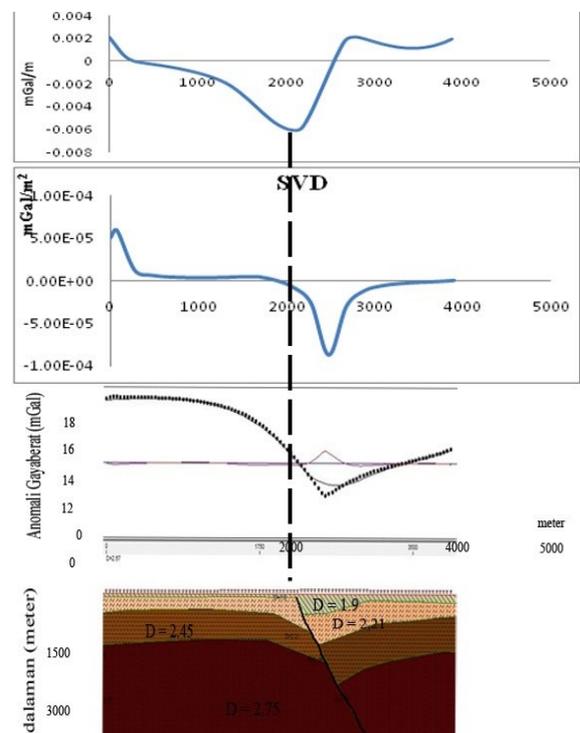


Gambar 4 Peta kontur anomali residual

Dari peta anomali residual (Gambar 4) menunjukkan adanya anomali positif dan negatif. Anomali rendah berkisar -3,2 sampai -1,2 mGal yang berada di bagian timur laut dan tengah peta kontur. Anomali rendah yang terdapat pada peta di duga merupakan struktur yang disebabkan oleh penurunan, karena merupakan suatu anomali batuan yang lebih rendah diantara anomali batuan disekitarnya yang ditandai dengan garis putus – putus berwarna hitam pada gambar.

Analisis dari struktur geologi bawah permukaan akan menghasilkan hasil yang beragam, sehingga digunakan metode analisa

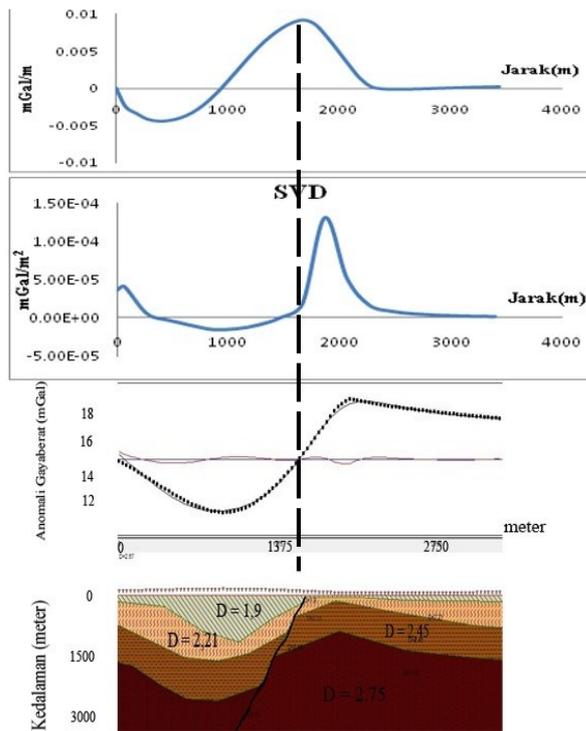
derivative (*First Horizontal Derivative* dan *Second Vertical Derivative*) untuk membantu identifikasi struktur. *First Horizontal Derivative* (FHD) anomali gayaberat digunakan untuk menunjukkan batas struktur geologi yang menyebabkan anomali. Pada daerah yang terdapat struktur geologi akan dapat dilihat turunan pertama horisontal cenderung memiliki karakteristik tajam berupa nilai maksimum atau minimum. *Second Vertical Derivative* dilakukan untuk memunculkan efek dangkal dari pengaruh regionalnya yang digunakan untuk mendeteksi anomali yang disebabkan oleh struktur. Pada *Second Vertical Derivative* anomali yang disebabkan oleh struktur geologi akan memiliki nilai mutlak maksimum dan nilai mutlak minimum serta dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nol sebagai batas karakteristik geologi [3].



Gambar 5 : Model bawah permukaan Lintasan A – A' yang diturunkan dari anomali Bouguer dengan kurva analisa derivative

Hasil FHD pada lintasan A – A' (Gambar 5) memperlihatkan terdapat nilai minimum pada kurva FHD sebagai batas bidang kontak. Berdasarkan hasil tersebut juga dapat dilihat karakteristik FHD dalam estimasi letak bidang struktur geologi yang digambarkan garis putus – putus. Hasil SVD pada penampang A – A' menunjukkan terdapat nilai maksimum dan minimum pada kurva SVD yang merupakan bidang dengan anomali yang disebabkan oleh struktur geologi serta dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nol sebagai batas karakteristik geologi serta merupakan letak dari struktur

geologi tersebut yang digambarkan oleh garis putus – putus.



Gambar 6 : Model bawah permukaan Lintasan B – B’ yang diturunkan dari anomali Bouguer dengan kurva analisa *derivative*

Hasil FHD ditunjukkan oleh Gambar 6 menunjukkan adanya nilai maksimum sebagai batas bidang kontak atau perubahan nilai anomali yang disebabkan oleh struktur geologi. Nilai maksimum pada kurva FHD untuk penampang B – B’ yang digambarkan dengan garis putus – putus merupakan karakteristik FHD dalam estimasi letak bidang struktur geologi. Hasil SVD memperlihatkan terdapat nilai minimum dan maksimum pada kurva SVD yang merupakan bidang kontak dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nilai nol sebagai batas karakteristik geologi yang merupakan letak dari struktur geologi tersebut ditunjukkan oleh garis putus – putus pada gambar tersebut.

Hasil pemodelan (Gambar 5 dan 6) menunjukkan bahwa pada daerah penelitian terdapat empat lapisan yang terdiri dari lapisan paling atas dan lapisan kedua merupakan endapan permukaan kwarter yang berumur

Holosen dengan nilai densitas berturut – turut adalah  $1,9 \text{ gr/cm}^3$  dan  $2,21 \text{ gr/cm}^3$ . Lapisan ketiga merupakan lapisan batuan produk gunung api tersier yang berumur Pleistosen dengan nilai densitas  $2,45 \text{ gr/cm}^3$ . Lapisan selanjutnya adalah lapisan batuan produk gunung api tersier yang berumur Pliosen dengan nilai densitas  $2,75 \text{ gr/cm}^3$ , berdasarkan peta geologi lembar Padang lapisan batuan ini merupakan lapisan batuan yang paling tua di daerah penelitian. Hasil pemodelan juga menunjukkan terdapat struktur pada kedua lintasan tersebut yang ditunjukkan dengan lapisan formasi batuan yang sama lebih menurun.

Berdasarkan peta geologi daerah penelitian struktur geologi pada penampang lintasan A – A’ merupakan struktur yang diakibatkan oleh kelurusan struktur (*linement*) yang ada di bagian utara daerah penelitian. Sedangkan struktur geologi pada lintasan B – B’ karena adanya batas formasi batuan yang memungkinkan masuknya lapisan batuan satu ke lapisan batuan satunya.

## Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa indikasi struktur geologi pada lintasan A – A’ dan B – B’ ditunjukkan dengan adanya bidang kontak yang bernilai nol pada kurva SVD sebagai batas karakteristik geologi dan batas bidang kontak struktur yang bernilai maksimum atau minimum pada kurva FHD. Hasil pemodelan menunjukkan pada daerah penelitian terdapat struktur geologi yang diperlihatkan dengan lapisan formasi batuan yang sama lebih menurun. Berdasarkan peta geologi struktur geologi yang ada di daerah penelitian merupakan struktur yang diakibatkan oleh kelurusan struktur yang terdapat di bagian utara daerah penelitian serta struktur geologi yang terlihat karena adanya batas antara formasi batuan satu dengan formasi batuan lain yang memungkinkan terjadinya pengisian lapisan batuan pada formasi batuan satu dengan formasi batuan lain.

## **Daftar Pustaka**

- [1] Sota, Ibrahim. 2011. *Pendugaan Struktur Patahan dengan Metode Gayaberat*. Prodi Fisika UNLAM. Positron Vol 1. No.1 (2011) Hal 25-30 ISSN : 2301-4970 .
- [2] Ningrum, T., Kadir, W.G.A., Alawiyah S., dan Wahyudi, E.J., 2011. *Studi Identifikasi Struktur dan Prospek Hidrokarbon Daerah Frontier Pada Cekungan Melawi – Ketungau, Kalimantan Barat dengan Metode Gayaberat*. JTM Vol. XVIII No.2/2011. 57-66.
- [3] Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. John Wiley and Sons Inc. England.