

# PROCEEDING

**1<sup>ST</sup> EARTH SCIENCE INTERNATIONAL SEMINAR  
YOGYAKARTA 29<sup>TH</sup> - 30<sup>TH</sup> NOVEMBER 2012**

***"INCREASING ROLE OF EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY TO  
SUPPORTING ACCELERATION OF MINERAL AND ENERGY  
RESOURCES CONSERVATION"***



Faculty of Mineral Technology UPN "Veteran" Yogyakarta  
Indonesia

# PROCEEDING

## 1<sup>ST</sup> EARTH SCIENCE INTERNATIONAL SEMINAR YOGYAKARTA, 29<sup>TH</sup> - 30<sup>TH</sup> NOVEMBER 2012

Theme :

***"INCREASING ROLE OF EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY TO  
SUPPORTING ACCELERATION OF MINERAL AND ENERGY RESOURCES  
CONSERVATION"***

Reviewers :

1. Prof. Dr. Isao Takashima (Japan)
2. Prof. Dr. Colin R. Ward (Australia)
3. Prof. Dr. Bambang Prastisto, MSc. (Indonesia)
4. Prof. Dr. Mohd Shafeca Leman, FASc. (Malaysia)
5. Prof. D. Haryanto, MSc., Ph.D (Indonesia)
6. Prof. Dr. Kamal Roslan Mohamed (Malaysia)

Editors :

1. Dr. Ir. Sudarmoyo, SE., MS.
2. Dr. Ir. Y. Sumantri, MT.
3. Dr. Ir. Jatmiko Setiawan, MT
4. Nurkhamim, ST, MT
5. Ika Wahyuning W., S.Si., M. Eng.
6. Edgie Yuda Kaesti, ST., MT.

**Faculty of Mineral Technology  
UPN "Veteran" Yogyakarta  
2012**

# CONTENS

## Part-1

### Engineering and Geoscience

	Page
1. Fold Characteristic and Transposition in Tanjong Balau Shear Zone, Peninsular Malaysia. <i>Achmad Rodhi, Ibrahim Abdullah, Jatmika Setiawan, Tajul Anuar Jamaluddin</i> .....	I-1
2. Geology, Characteristics and an Organic Geochemistry of Coal from Warukin Formation, Tabalong Area, South Kalimantan <i>Edy Nursanto, Arifudin Idrus, Hendra Amijaya, Subagyo Pramumijoyo, Koichiro Watanabe</i> .....	I-9
3. Sistem Hydrothermal Manifestasi Panas Bumi Candi Umbul, Kartoharjo, Magelang <i>Udi Harmoko, Gatot Yulianto, Sugeng Widada</i> .....	I-14
4. Geostatistical Analysis on Distribution of Gold Veins <i>Nur Ali Amri, Abdul Aziz Jemain, Wan Fuad Wan Hassan, Jatmika Setiawan</i> .....	I-19
5. Paleogeografi Formasi Tapak pada Sub – Cekungan Banyumas. <i>Ali Achmad, Suyoto, Kuwat Santoso</i> .....	I-28
6. Studi Atribut Seismik Formasi Upper Red Bed Cekungan Sumatera Tengah Untuk Penentuan Distribusi dan Kualitas Reservoar <i>Ratna Putri, Sugeng Widada, Bambang Triwibowo</i> .....	I-42
7. Model Deteksi Sistem Peringatan Dini Aktivitas Gunungapi Semeru dengan Jaringan Sensor Nirkabel Terintegrasi : In Study <i>Yudianto, D., Istiyanto, J.E., Broto K.S., Sismanto</i> .....	I-53
8. Peningkatan Produksi dengan Metode Flumping <i>Edgie Yuda Kaesti &amp; Adek Satim</i> .....	I-59
9. The Continuity of Quartz Veins Based on Fracture System Occured in The Level of 500 – 600 m in Pongkor Area, Bogor Regency, West Java <i>Heru Sigit Purwanto &amp; Herry Riswandi</i> .....	I-67
10. Analisis Geokimia dan Studi Biomarker terhadap Maturitas Batuan Induk Formasi Ngimbang pada Lapangan "Pangea" Cekungan Lepas, Pantai Jawa Timur Utara <i>Luthfi Fahlevi, Kuwat Santoso, Salatun Said</i> .....	I-77
11. Studi Zona Alterasi, <i>Firdaus Maskuri</i> .....	I-86
12. Coal Mining Mine Closure Penambangan Batubara PT. Tri Aryani Musi Rawas Sumatera Selatan <i>Gunawan Nusanto</i> .....	I-94

13. Water Geochemical Analysis Within Air Klinsar Geothermal Area in Empat Lawang District South Sumatra, Indonesia <i>F. Virgo, Karyanto, Ady Mara, Agus S, Wahyudi, Suharno, W. Suryanto</i> .....	I-100
14. Determination of Ancient Volcanic Eruption Based Of Regional Gravity Methods in Gunungkidul Area Yogyakarta <i>Agus Santosa</i> .....	I-105
15. Study of The Implementation of Good Mining Practises <i>Waterman Sulistyana B,</i> .....	I-114
16. Studi Tomografi Struktur Anomali Zona Kecepatan Rendah di Bawah Gunung Kelud <i>Indriati Retno P.</i> .....	I-121
17. Mapping of Lateritic Nickel Deposit Using Resistivity Method at Gunung Tinggi Talaga Piru, Western Seram Regency, Mollucas Province <i>Sisca M. Sapulete, Sismanto, M.Souisa</i> .....	I-132
18. Optimasi Cadangan Batubara Peringkat Rendah dengan Aktivitas Rantai Tambang Melakukan Pencucian Batubara <i>Wahyu Sasongko &amp; Barlian Dwinagara</i> .....	I-139
19. GGR Study of Talang Akar Formation Talang Jimar Fieldsouth Sumatra Basin <i>Premonowati, Susanto Budi Nugroho, Dedy Kristanto</i> .....	I-147
20. Geophysical (magnetic) Evidence of impact structure at lenggong Perak, Malaysia <i>Abdul Rahim Samsudin, Mokhtar Saidin, Siti Hafizah Ramli, Abdul Rahim Harun, Moh. Hariri Arrifin, Umar Hamzah, M. Syeh Sahibul Karamah</i> .....	I-158
21. Influence of Metal Minerals Content on the Time Domain Induced Polarization (TDIP) Response : Preliminary Result. <i>Yatini, Santoso, D, Laesanpura A</i> .....	I-164
22. Oil Reserve Estimates and The Economic Analysis Using Monte Carlo Simulation Approach In Reservoir "X" <i>Sudarmoyo</i> .....	I-172
23. The Evolution Pattern of Turritelline Shell Morphology in Java; Relation with Geochronological Aspects <i>Hita Pandita, Yahdi Zaim, Aswan, Yan Rizal</i> .....	I-187
24. Teluk Marina: One of An Ancient Caldera in Lampung? <i>Sri Mulyaningsih</i> .....	I-198
25. Analisa Keakuratan Metode Perhitungan Klasik Dykstra Parson dan Metode Stiles Dalam Meramalkan Kinerja Waterflooding <i>Harry Budihardjo S, Sunindyo, Muh. Rasyid Ridlah</i> .....	I-209
26. Perkiraan Potensi Panas Bumi dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo di Dataran Tinggi Ungaran <i>Dyah Rini Ratnaningsih, Ekowidi, Ib Jagranatha</i> .....	I-217

27. Zonasi Bentuk Lahan Karst Menggunakan Interpretasi Foto Udara Pankromatik sebagai Kawasan Geowisata Daerah Gombang Selatan Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah  
*Hadi Purnomo, Sugeng Raharjo, Wildan, Gilang Damar Setiadi* ..... I-225
28. Hubungan Kualitas Batubara terhadap Kandungan Gas Metana Batubara Studi Kasus Lapangan Batubara di Berau, Kalimantan Timur  
*Sugeng Raharjo, Ketut Gunawan* ..... I-238
29. Study on Mineralization Zone of Blitar District by Means of Simple Bouguer Anomaly  
*Sunaryo & Suwanto Marsudi* ..... I-246
30. Studi Sesar Opak: Mengenali Indikasi Keaktifannya  
*C. Prasetyadi & Achmad Subandrio* ..... I-253
31. The Evaluation Formation for Coal-bed Methane Based on the Gea-1 Well of the "X" Area, Barito Basin  
*Sari wulandari Hafsari & Salatun Said* ..... I-263
32. Pemanfaatan Liquefaction untuk Mengurangi Dampak Negatif Gempa Tektonik di Wilayah Sleman Timur Yogyakarta  
*Suharwanto* ..... I-273
33. Pemodelan Struktur Regional Daerah Menggala Menggunakan Step Model  
*Wahyu Hidayat & Suharsono* ..... I-282
34. Optimization of Sand and Rock Boulder Resources from Mount Merapi Eruption Using the Photometry Models of Particle Size Distribution  
*Nurkhamim, Rika Ernawati, Ika Wahyuning W.* ..... I-294
35. Petrology and Geochemistry Volcanic Rocks of Volcanic Complex Kamojang Geothermal Field West Java Indonesia  
*Dwi Fitri Yudiantoro, Emmy Suparka, Suyatno Yuwono, Isao Takashima, Yustin Kamah* ..... I-304
36. Kontrol Strata Batuan terhadap Pola Penyebaran Air Lindi di Sekitar Area Penimbunan Sampah, Studi Kasus TPA Tambakboyo Sleman Yogyakarta  
*S. Koesnaryo* ..... I-316
37. Melacak Paleoenvironment Kompleks Percandian Muaro Jambi Menggunakan Citra IKONOS  
*Herwin Lukito* ..... I-324
38. Study of the Baturaja Formation Well Sw-1 Based on Wireline Log Data  
*Sugeng Widada & J.J. Lambiase* ..... I-333

# Pemodelan Struktur Regional Daerah Menggala Menggunakan Step Model

Wahyu Hidayat, Suharsono,<sup>1)</sup>

1) Program Studi Teknik Geofisika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

## Abstrak

Telah dilakukan analisis data gravitasi daerah Menggala dan sekitarnya. Data gravitasi terdiri dari data survei tahun 1991 dan 2007. Proses Pengolahan dilakukan pada data survei tahun 2007 hingga didapatkan anomali Bouguer lengkap di topografi. Data Anomali Bouguer lengkap tahun 1991 dan 2007 digabungkan, dengan terlebih dahulu melakukan proses analisis terhadap kedua data tersebut. Proyeksi ke bidang datar dilakukan dengan menggunakan metode sumber ekuivalen titik massa, ketinggian bidang datar 69 meter di atas sferoida referensi dan kedalaman ekuivalen titik massanya 5.000 meter di bawah sferoida referensi. Pemisahan anomali regional dan residual dilakukan dengan metode kontinuitas ke atas, anomali regional diperoleh pada ketinggian 15.000 meter di atas sferoida referensi.

Interpretasi kualitatif dilakukan terhadap anomali Bouguer lengkap di bidang datar, regional dan residual. Pola kontur anomali Bouguer lengkap di bidang datar dan residual memiliki kesamaan, diperkirakan pola anomali Bouguer di daerah penelitian secara dominan diakibatkan oleh struktur lokal ( dangkal). Anomali regional menunjukkan adanya penebalan cekungan sedimen ke arah Timurlaut. Interpretasi kuantitatif dilakukan pada anomali regional. Dari hasil pemodelan menggunakan program *Grav2DC for Windows* dan informasi dari perhitungan model step. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa kondisi geologi bawah permukaan daerah Menggala dan sekitarnya secara regional dikontrol oleh batuan metamorf yang merupakan batuan dasar (*metamorphic basement*) (densitas  $2.64 \text{ gr/cm}^3$ ), membentuk pola cekungan dengan kemiringan (*dip*)  $\pm 10^\circ$ , kedalaman model  $\pm 12 \text{ km}$ , dan terisi oleh batuan sedimen (batulempung (densitas  $2.23 \text{ gr/cm}^3$ )).

Kata kunci: Metode gravitasi, Anomali Bouguer lengkap, Proyeksi ke bidang datar, Kontinuitas ke atas, Model step.

## Abstract

The Gravity data at Menggala and its surrounding areas has been analyzed. Gravity data consisted of data survey at 1991 and 2007. Data processing performed on 2007's was to obtain a complete Bouguer anomaly in topography. A complete Bouguer anomaly data of 1991 and 2007 were combined, those data were already analyzed before. Transformation to a horizontal plane was performed by using equivalent mass method with horizontal height of 69 meters above the spheroid reference and equivalent depth of mass point of 5000 meters below the spheroid reference. The separation of regional anomaly and residual anomaly generated through upward continuation method yield regional anomaly in the height of 15.000 meters above the spheroid reference. The qualitative interpretation has been done to have a complete Bouguer anomaly in the horizontal plane, regional and residual. The contour patterns of complete Bouguer anomaly in the horizontal plane and residual are like the same. The estimated Bouguer anomaly pattern in the study area, is predominantly caused by local structure (shallow). Regional anomalies indicate thickening of the sedimentary basin trending NE. Quantitative interpretations were done for regional anomaly. Modeling acquired from *Grav2DC for Windows* and information from step model. The result shows that Menggala and its surrounding area was regionally controlled by metamorphic rock as a basement (density  $2.64 \text{ g/cm}^3$ ), shape pattern of a basin with a slope of fault (*dip*) is  $\pm 10^\circ$ , depth of the model is 12 km, and field by sedimentary rock (clay (density  $2.22 \text{ g/cm}^3$ )).

Keyword: Gravity method, Complete Bouguer anomaly, Transformation to a horizontal plane, Upward continuation, Step model.

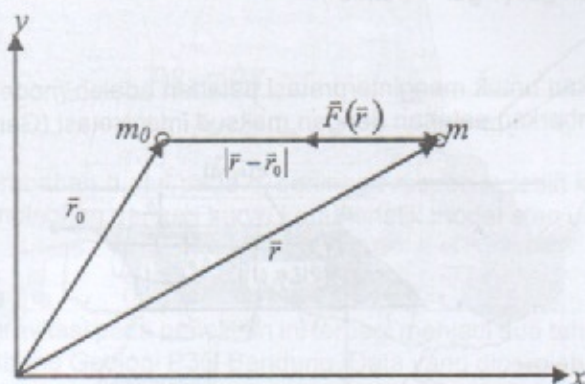
## 1. Pendahuluan

Daerah Menggala merupakan daerah yang termasuk dalam Cekungan Sumatera Selatan

(Bishop, 2001). Daerah Menggala terletak di dalam lajur Cekungan busur-belakang, di sepanjang tepi Tenggara Cekungan Sumatera Selatan dan meliputi sebagian tinggian Lampung. Informasi struktur bawah permukaan daerah Menggala masih kurang oleh karena itu perlu dilakukan survei geofisika. Salah satu metode yang sering digunakan dalam survei geofisika adalah metode gravitasi. Besaran yang diukur pada metode gravitasi adalah nilai percepatan gravitasi di permukaan Bumi. Nilai percepatan gravitasi di permukaan Bumi bervariasi tergantung pada posisi pengukuran. Penyebaran lateral dan vertikal dari rapat massa Bumi dapat ditentukan dari data gravitasi melalui suatu sebaran yang disebut anomali Bouguer. Anomali tersebut merupakan gambaran kumpulan massa batuan dan dapat diduga sebagai bentuk struktur atau geometri bawah permukaan. Hasil survei metode gravitasi dapat memberikan gambaran bawah permukaan yang dapat digunakan untuk penafsiran struktur bawah permukaan.

## 2. Medan Gravitasi Dan Potensial Gravitasi

Teori yang mendasari metode gravitasi adalah hukum Newton tentang gaya tarik menarik antar partikel. Newton menyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua partikel dengan massa  $m_0$  dan  $m$  yang terpisah sejauh  $\vec{r} - \vec{r}_0$  dari pusat massanya sebanding dengan perkalian massa  $m_0$  dengan  $m$  dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya (gambar 1).



Gambar 1 Gaya tarik menarik antara dua buah partikel bermassa

Gaya tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(1) \quad \vec{F}(\vec{r}) = -G \frac{m_0 m}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^2} \frac{(\vec{r} - \vec{r}_0)}{|\vec{r} - \vec{r}_0|}$$

$\vec{F}(\vec{r})$  adalah gaya yang bekerja pada  $m$  karena adanya  $m_0$  yang memiliki arah berlawanan dengan arah  $|\vec{r} - \vec{r}_0|$  yaitu berarah dari  $m_0$  menuju  $m$ .  $G$  adalah konstanta gravitasi yang besarnya  $6,6732 \times 10^{-11}$  Newton  $m^2/kg^2$ . Gaya tersebut mempunyai arah yang berlawanan dengan  $|\vec{r} - \vec{r}_0|$  sehingga bernilai negatif.

Besaran yang terukur dalam metode gravitasi adalah medan gravitasi. Medan gravitasi dari partikel  $m_0$  adalah besarnya gaya per satuan massa pada suatu titik sejauh  $|\vec{r} - \vec{r}_0|$  dari  $m$  seperti ditunjukkan pada persamaan (2).

$$(2) \quad \vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{m} = -G \frac{m_0}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^2} \frac{(\vec{r} - \vec{r}_0)}{|\vec{r} - \vec{r}_0|}$$

Dengan menganggap bumi homogen, berbentuk sferis dan tidak berotasi, maka besarnya medan gravitasi  $g$  di permukaan bumi adalah:

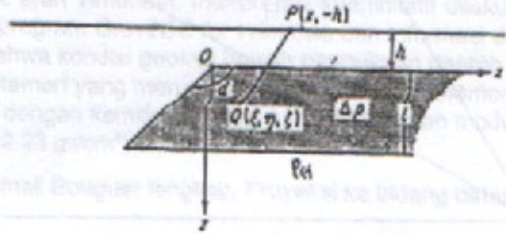
$$(3) \quad \vec{g} = \vec{E}(\vec{r}) = -G \frac{M_e}{R_e^2} \hat{r}$$

$M_e$  adalah massa bumi,  $R_e$  adalah jari-jari bumi dan  $\hat{r}$  merupakan vektor satuan berarah radial dari pusat bumi.

Medan gravitasi  $\vec{g}$  sering disebut juga sebagai percepatan gravitasi atau percepatan jatuh bebas. Satuan  $\vec{g}$  dalam cgs adalah gal ( $1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2$ ).

**a. Model Step**

Model yang sering digunakan untuk menginterpretasi patahan adalah model *step*. Biasanya model ini digunakan untuk menggambarkan patahan dengan maksud interpretasi (Gambar 2).



Gambar 2 Model Step (Grant dan West, 1965)

Anomali yang diakibatkan oleh material yang berbentuk bertingkat tipis yang tak terbatas dalam arah  $x$  positif dan diasumsikan seluruh kontras densitasnya seragam (uniform). Model dikarakteristik dengan parameter yaitu kontras densitas  $\Delta\rho$ , inklinasi (dip)  $d$  dan rasio perpindahan kedalaman vertikal (karena jaraknya berubah-ubah)  $h/l$ .

$$\begin{aligned} \Delta g(x) &= 2G \Delta\rho \int_0^l \int_{\zeta \cot d}^{\infty} \frac{(h + \zeta) d\xi d\zeta}{(x - \xi)^2 + (h + \zeta)^2} \\ &= \pi G \Delta\rho l + 2G \Delta\rho \int_0^l \tan^{-1} \left( \frac{x - \zeta \cot d}{h + \zeta} \right) d\zeta \end{aligned}$$

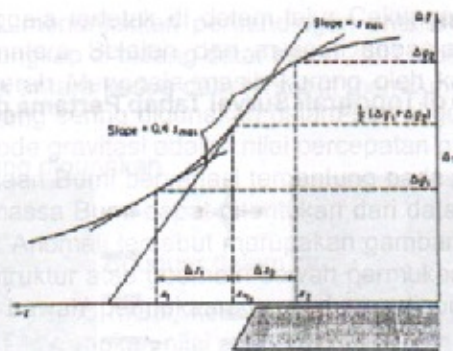
Persamaan (4) dapat dituliskan sebagai:

$$\Delta g(x) = 2G \Delta\rho f(x; h, d) \tag{5}$$

**1. Pendahuluan**

Estimator-estimator yang dipilih untuk interpretasi patahan diilustrasikan dalam gambar 3.





Gambar 3 Karakteristik Estimator-estimator untuk Model Step (Grant dan West, 1965)

Model step diperoleh dengan cara:

- Mengukur gradien horizontal maksimum  $S_{max}$
- Menempatkan titik-titik  $x_1$  dan  $x_2$  saat slop profil sama dengan  $0,4 S_{max}$
- Menentukan  $x_{1/2}$

$$k_2 = \frac{\Delta g_2 - \Delta g_1}{(x_2 - x_{1/2}) S_{max}} \quad k_1 = \frac{x_2 - x_{1/2}}{x_{1/2} - x_1}$$

$k_1$  lebih sensitif pada perubahan  $h$  dari pada  $d$ , sehingga respon  $k_2$  lebih kuat pada  $d$  dari pada  $h$ . Nilai  $k_1$  dan  $k_2$  kemudian dibandingkan dengan kurva karakteristik model step untuk mencari nilai dip ( $d$ ) dan kedalaman ( $h$ ) model

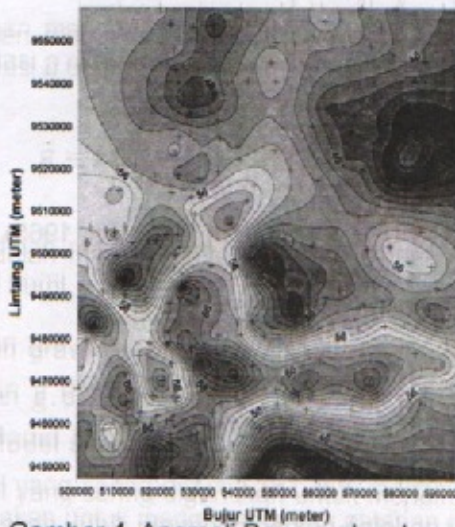
### 3. Pengolahan Data

Survei metode gravitasi pada penelitian ini terbagi menjadi dua tahap penelitian. Tahap pertama dilaksanakan oleh Puslitbang Geologi P3G Bandung. Data yang diperoleh telah diproses dalam rangka proyek SSGMEP pada tahun 1991 yang meliputi 221 titik amat. Data gravitasi tahap pertama yang didapat untuk penelitian ini sudah dalam format anomali Bouguer lengkap di topografi beserta titik-titik pengambilan data (posisi pengukuran). Tahap kedua survei dilaksanakan pada tanggal 5 – 7 Juni 2007 sebanyak 81 titik amat yang dilaksanakan oleh Pusat survei Geologi (PSG). Nilai densitas pada penelitian tahap kedua diperoleh menggunakan metode Nettleton. Data survei pada tahap kedua diolah kembali hingga diperoleh anomali Bouguer lengkap di topografi kemudian hasilnya digabungkan dengan anomali Bouguer lengkap di topografi pada penelitian tahap pertama kemudian dilakukan proses pengangkatan ke bidang datar. Proses selanjutnya adalah melakukan pemisahan anomali regional terhadap anomali lokalnya untuk kepentingan interpretasi. Anomali regional di sayat dan dibuat profil modelnya. Untuk memperkuat dan mempertajam batas-batas penyebab anomali model, maka dilakukan proses perhitungan model step (Grant dan West, 1965) dan gradien gravitasi (Dohr, 1981).

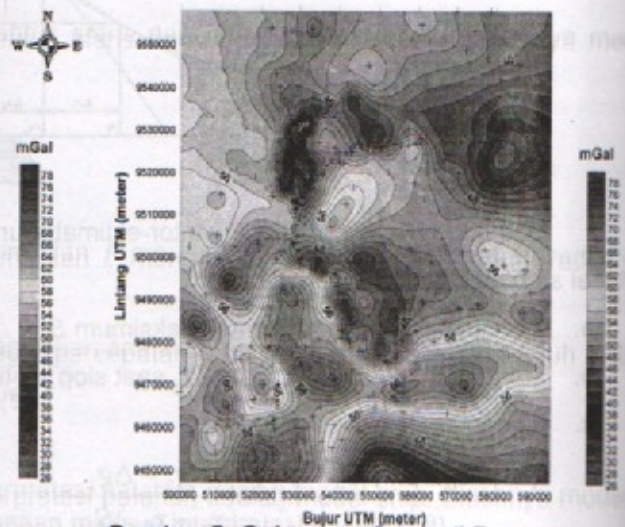
#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.4 Hasil Pengolahan Data

##### a. Anomali Bouguer Lengkap di Topografi Survei Tahap Pertama dan Penggabungan Data Survei.



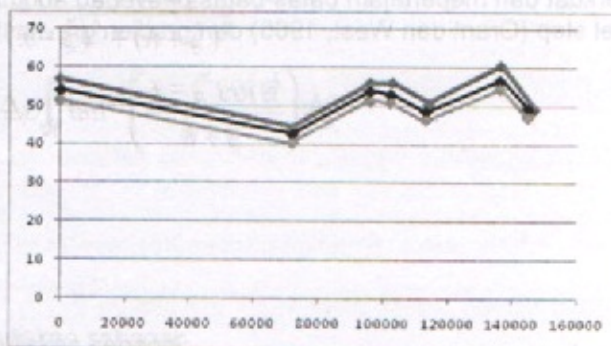
Gambar 4 Anomali Bouguer lengkap di topografi tahun 1991



Gambar 5 Gabungan Anomali Bouguer lengkap di topografi

Tabel 1. Data titik-titik pengukuran yang *overlapping* antara survei tahap pertama dan tahap kedua.

Data survei tahap pertama (1991)			Data Survei Tahap kedua (2007)		
Lintang UTM (meter)	Bujur UTM (meter)	ABL (mGal)	Lintang UTM (meter)	Bujur UTM (meter)	ABL (mGal)
524615.7	9465383.0	56.88	524734.6	9465217.0	51.45
525891.8	9537608.0	44.25	525653	9537297.0	40.55
529957.9	9517886.0	50.48	530368.4	9517743.0	46.60
548635.9	9524698.0	54.64	548536.9	9524257.0	47.33
527925.9	9513466.0	55.94	528691.4	9513211.0	51.43
528289.7	9506856.0	56.05	529146.5	9506808.0	50.96
537902.9	9495046.0	60.40	537699.5	9494286.0	54.56



Gambar 6 Grafik perbandingan ABL tahun 1991 dan 2007

Tabel 1 dan gambar 6, menunjukkan perbandingan antara data survei tahap pertama dan kedua. Nilai anomali Bouguer lengkap di bidang datar tahun 2007 lebih kecil bila dibandingkan dengan data tahap pertama. Pola grafik antara kedua data tersebut mempunyai trend yang sama. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh:

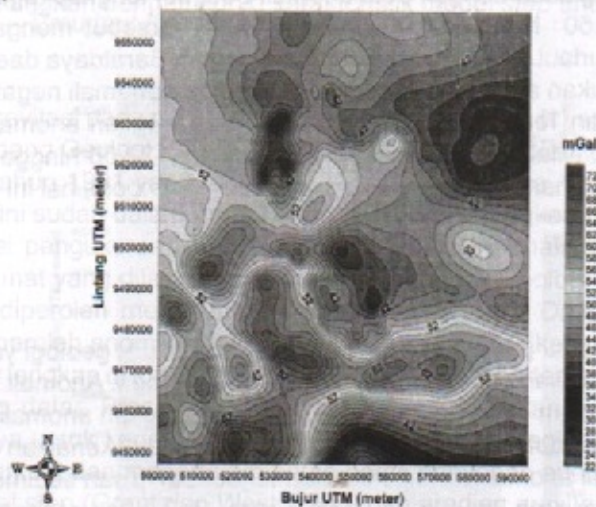
1. Perbedaan alat ukur yang digunakan
2. Proses kalibrasi alat
3. Titik ikat yang digunakan, dan
4. Perbedaan penentuan densitas Bouguer dalam pengolahan data.

Terdapat selisih rata-rata sebesar 4.68 mGal, kemudian seluruh nilai anomali Bouguer survei tahun 1991 dikalibrasi dengan cara mengurangkan nilai anomali bouguer dengan selisih rata-rata.

### b. Anomali Bouguer Lengkap di Bidang Datar

Anomali Bouguer lengkap masih terpapar di topografi dengan ketinggian yang bervariasi dan grid yang tidak teratur. Untuk keperluan interpretasi lebih lanjut diperlukan anomali yang sudah berada pada suatu bidang datar dengan ketinggian tertentu dan grid yang teratur. Untuk proses proyeksi ke bidang datar penelitian ini menggunakan metode yang diajukan Dampney (1969), dengan asumsi sumber anomali berupa ekuivalen titik massa yang terdistribusi pada suatu bidang datar dengan kedalaman tertentu di bawah sferoida referensi.

Dalam penelitian ini kedalaman sumber ekuivalen titik massa yang dipilih adalah 5000 meter di bawah sferoida referensi dan dihitung responnya pada ketinggian 69 meter di atas sferoida referensi sebagai ketinggian maksimum dari topografi daerah penelitian dengan spasi grid titik survei 1116 meter. Pemilihan ini didasarkan atas kestabilan pola kontur yang diperlihatkan. Peta anomali gravitasi di bidang datar ditunjukkan pada gambar 7 yang mempunyai nilai anomali Bouguer berkisar dari 21.20 mGal hingga 72.67 mGal.

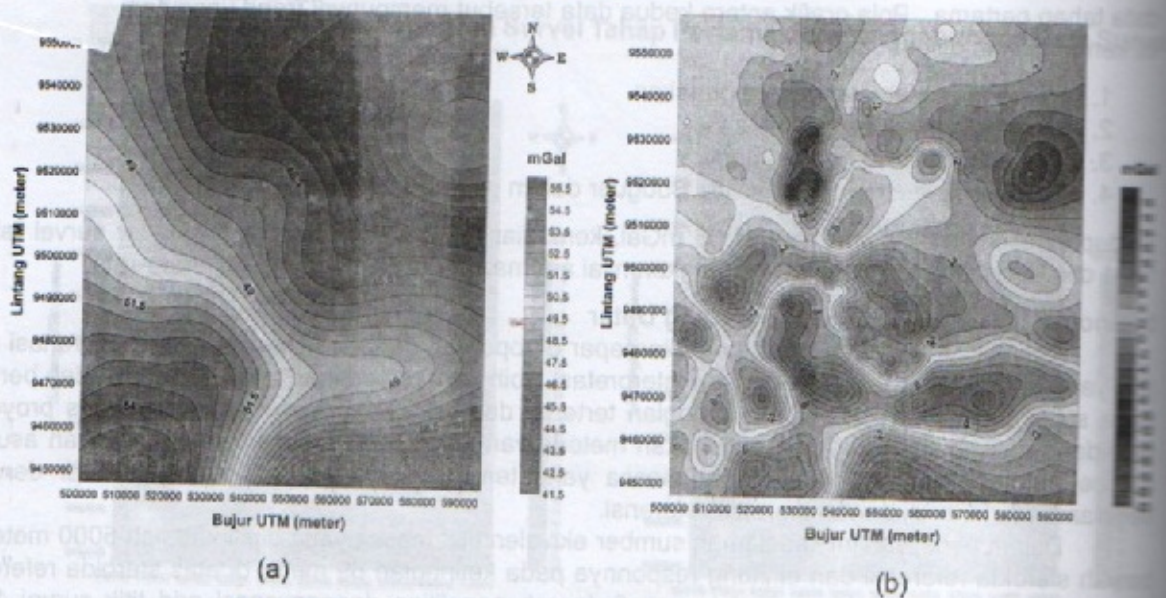


Gambar 7. Kontur anomali Bouguer lengkap di bidang datar dengan grid yang teratur pada ketinggian 69 meter dari sferoida referensi, kedalaman titik ekuivalen massa 5000 meter

### c. Anomali Bouguer Lengkap Regional – Residual

Anomali Bouguer lengkap di bidang datar merupakan campuran antara anomali regional dan residual. Anomali regional menggambarkan kondisi geologi secara umum dari daerah penelitian yang dicirikan oleh anomali berfrekuensi rendah, sedangkan anomali residual menggambarkan kondisi geologi setempat yang dicirikan dengan frekuensi tinggi. Pada penelitian ini digunakan metode kontinuitas ke atas (*upward continuation*). Pengangkatan dilakukan secara coba-coba (*trial & error*) dan bertahap tiap ketinggiannya dan dilihat pola konturnya. Anomali regional yang dianggap cukup stabil. Proses kontinuitas ke atas pada penelitian ini ditetapkan berada pada ketinggian 15 km. Anomali residual diperoleh dengan cara mengurangkan anomali regional terhadap anomali Bouguer lengkap

si ke bidang datar. Hasil perhitungan dengan metode kontinuasi ke atas baik anomali regional maupun anomali residual dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8(a). Kontur anomali regional, (b) anomali residual

Terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada nilai maupun pola dari peta kontur anomali Bouguer lengkap di bidang datar dengan peta anomali Bouguer lengkap regional. Nilai anomali regional berada pada kisaran 41.50 hingga 56.00 mGal. Anomali tersebut mengalami kenaikan cenderung berarah Baratdaya – Timurlaut. Nilai tertinggi berada dibagian Baratdaya daerah penelitian. Peta kontur anomali residual menunjukkan adanya nilai anomali positif dan anomali negatif. Anomali negatif berada pada daerah Timurlaut dan Tenggara daerah penelitian, sedangkan anomali positif berada di tengah dan Baratdaya penelitian. Nilai anomali residual berkisar dari -22.00 hingga 18.77 mGal. Pada bagian Baratlaut daerah penelitian nampak pola kontur yang kurang *smooth*, hal ini disebabkan minimnya titik-titik pengukuran.

## 5. Pembahasan

### 5.1 Interpretasi Kualitatif

Peta anomali regional (gambar 8a) mencerminkan kondisi geologi yang lebih dalam dari daerah penelitian yang dicirikan oleh anomali berfrekuensi rendah. Anomali tinggi berada pada daerah Selatan, Baratdaya, Barat dan Timur daerah penelitian, sedangkan anomali rendah dijumpai di bagian Tenggara dan Timurlaut. Nilai anomali regional mengalami kenaikan cenderung berarah Utara – Selatan. Bila dilihat profil anomalnya diperkirakan terjadi penipisan sedimen pada daerah Baratdaya dan penebalan sedimen ke arah Timurlaut dan Tenggara. Cekungan sedimen yang lebih lebar terdapat disudut Timurlaut daerah penelitian yang diduga merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Selatan.

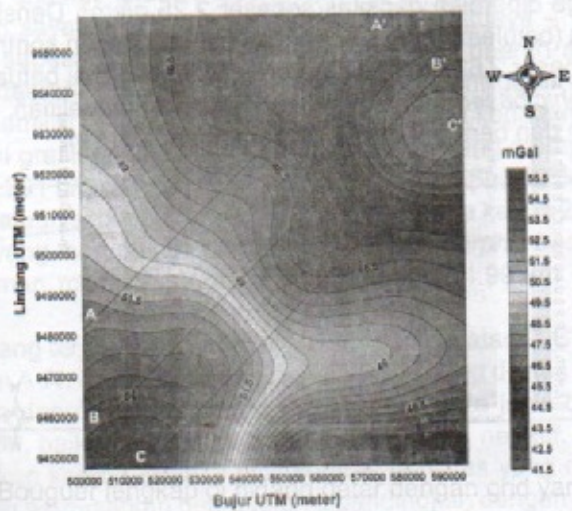
Peta anomali residual (gambar 8b) menunjukkan adanya nilai anomali positif dan negatif. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa bentuk anomali memiliki kecenderungan yang sama dengan bentuk struktur bawah permukaan. Anomali positif menunjukkan batuan di bawah permukaan dengan kontras densitas positif, begitu pula sebaliknya. Peta anomali residual memperlihatkan struktur yang agak kompleks, dimana pola konturnya mempunyai nilai anomali positif dan anomali negatif serta membentuk kelompok-kelompok tersendiri dan terdapat pengkutuban anomali di beberapa tempat. Di sisi lain, pola anomali ini relatif memiliki persamaan dengan pola anomali Bouguer lengkap di bidang datar. Diperkirakan pola anomali Bouguer di daerah penelitian secara dominan diakibatkan oleh struktur lokal (dangkal). Anomali tinggi terutama berada di sebelah Baratdaya, Tenggara dan tengah daerah penelitian. Berdasarkan informasi geologi pada daerah-daerah yang memiliki nilai anomali tinggi terisi oleh batupasir, batupasir dengan sisipan batu lempung dan batupasir tufan. Anomali Bouguer residual

di daerah penelitian hampir sebagian besar ditempati oleh nilai anomali rendah. Pada beberapa daerah yang mengarah ke Baratlaut, Timurlaut, Timur, dan Tenggara daerah penelitian nilai anomali Bougeurnya semakin mengecil, hal ini diperkirakan karena daerah-daerah tersebut diisi oleh aluvium (lempung dan lanau) dan endapan rawa (lumpur lanau).

5.2 Interpretasi Kuantitatif

Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan cara pembuatan model. Model dan parameter model dalam geofisika digunakan untuk mengkarakterisasi suatu kondisi geologi bawah permukaan. Pemodelan adalah proses estimasi model dan parameter model berdasarkan data yang diamati di permukaan bumi. Pemodelan juga merepresentasikan suatu hubungan matematis atau teoritis parameter model dengan respons model. Pembuatan model dilakukan dengan cara menyayat peta kontur anomali regional.

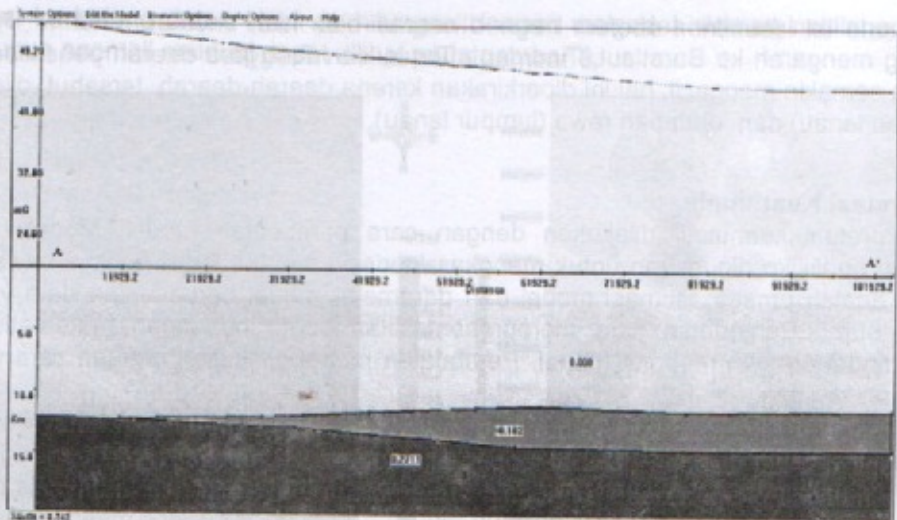
Pemodelan menggunakan pemodelan maju (*forward modelling*). Grandis (2009) Menyatakan Pemodelan maju adalah suatu proses perhitungan data yang secara teoritis teramati di permukaan bumi jika diketahui nilai parameter model bawah permukaan tertentu. Perhitungan data teoritis tersebut menggunakan persamaan matematik yang diturunkan dari konsep fisika yang mendasari fenomena yang ditinjau. Pemodelan maju dilakukan dengan cara mencocokkan respon model dengan data pengamatan lapangan, sehingga didapatkan suatu kondisi yang dianggap mewakili keadaan bawah permukaan. Untuk memperoleh kesesuaian antara data teoritis dengan data lapangan dilakukan proses coba-coba (*trial and error*) dengan mengubah-ubah nilai parameter model. Penggunaan pemodelan 2,5 D pada penelitian ini dianggap sudah cukup mewakili dengan baik dalam menggambarkan struktur bawah permukaan karena model diasumsikan berupa lapisan-lapisan horisontal batuan bawah permukaan. Dibuat tiga buah sayatan model yang diharapkan dapat mewakili dan menggambarkan keseluruhan struktur bawah permukaan daerah penelitian. Tiga buah sayatan tersebut yaitu A-A', B-B', dan C-C' yang berarah Baratdaya – Timurlaut (gambar 9).



Gambar 9 Sayatan Anomali Bouguer Regional

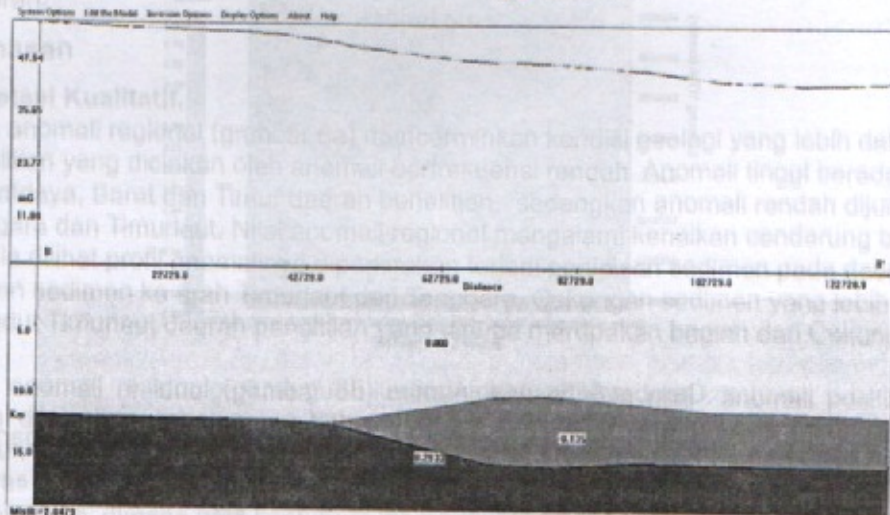
Hasil pemodelan struktur bawah permukaan Sayatan A-A', B-B', C-C' disajikan pada gambar 10,11 dan 13. Kedua sayatan ini berarah N 135° E memotong tegak lurus jurus (*strike*) kontur.

mekanisme. Anomali regional menggambarkan kondisi geologi secara umum dan daerah penelitian yang dominan oleh anomali berkekuatan rendah, sedangkan anomali regional menggambarkan kondisi geologi setempat yang dikontrol dengan frekuensi tinggi. Pada penelitian ini digunakan metode konturisasi ke atas (*forward computation*). Hal pertama yang dilakukan secara coba-coba (trial and error) dan bertahap tiap ketidaktepatannya dan dilatih oleh komputernya. Anomali regional yang dianggap cukup stabil. Proses konturisasi ke atas pada penelitian ini didasarkan secara pada kontur dengan 15 m. Anomali regional diperoleh dengan cara mengurangkan anomali regional terhadap anomali Bouguer lengkap



Gambar 10 Model Struktur bawah permukaan sayatan A-A'

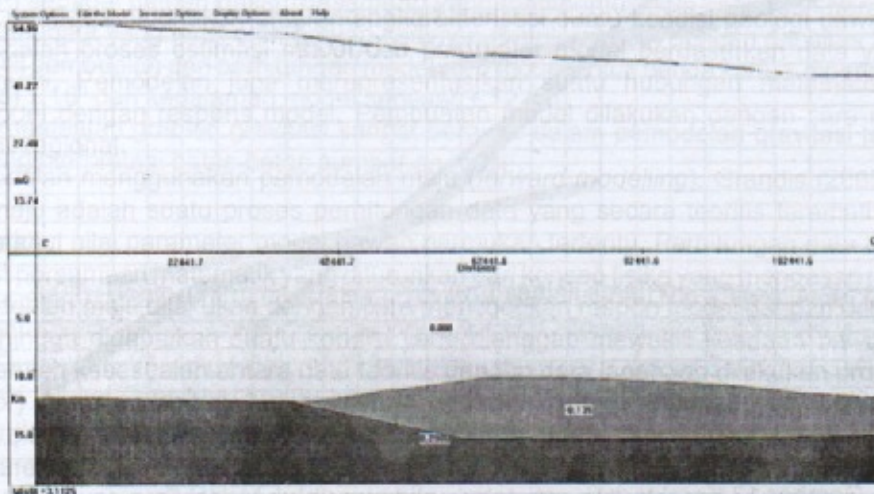
Hasil sayatan A-A' memperlihatkan adanya penurunan nilai anomali Bouguer regional yang berarah sama dengan arah sayatan. Nilai anomali Bouguer tertinggi sebesar 52.42 miligal yang berada di daerah awal sayatan, dan nilainya semakin turun hingga ke daerah ujung sayatan sebesar 44.31 miligal. Profil model struktur bawah permukaan sayatan A-A' memiliki panjang *strike* sebesar 104.20 km serta kedalaman maksimal 20 km. Benda yang mempengaruhi grafik anomali model adalah benda yang mempunyai kontras densitas  $\Delta\rho = -0.102 \text{ g/cm}^3$ , dan  $\Delta\rho = 0.277 \text{ g/cm}^3$ . Artinya model benda dengan kontras densitas  $\Delta\rho = -0.102 \text{ g/cm}^3$  ditambahkan dengan nilai densitas batuan daerah penelitian yaitu  $2.35 \text{ g/cm}^3$  sehingga diperoleh densitas sebesar  $2.25 \text{ g/cm}^3$ . Densitas tersebut diinterpretasikan sebagai batuan sedimen (batulempung). Sedangkan benda dengan kontras densitas  $\Delta\rho = 0.277 \text{ g/cm}^3$  mempunyai densitas sebesar  $2.63 \text{ g/cm}^3$  diinterpretasikan sebagai batuan metamorf yang merupakan batuan dasar (*metamorphic basement*) (Telford, 1976) daerah penelitian. Kedalaman model pertama  $\pm 10.91$  hingga  $\pm 14.51$  km dan benda kedua  $\pm 12.14$  hingga  $20.0$  km.



Gambar 11 Model Struktur bawah permukaan sayatan B-B'

Hasil sayatan B-B' memperlihatkan adanya penurunan nilai anomali Bouguer regional yang berarah sama dengan arah sayatan. Nilai anomali Bouguer tertinggi sebesar 54.48 miligal yang berada di daerah awal sayatan, dan nilainya semakin turun hingga ke daerah ujung sayatan sebesar 42.68 miligal.

miligal. Profil model struktur bawah permukaan sayatan B-B' memiliki panjang *strike* sebesar 129.77 km serta kedalaman maksimal model 20 km. Benda yang mempengaruhi grafik anomali model adalah benda yang mempunyai kontras densitas  $\Delta\rho = -0.135 \text{ g/cm}^3$ , dan  $\Delta\rho = 0.293 \text{ g/cm}^3$ . Artinya benda pertama mempunyai densitas sebesar  $2.22 \text{ g/cm}^3$  yang diinterpretasikan sebagai batuan sedimen (batulempung) dan benda kedua dengan densitas  $2.64 \text{ g/cm}^3$  diinterpretasikan sebagai batuan metamorf yang merupakan batuan dasar (*metamorphic basement*) (Telford, 1976) daerah penelitian. Kedalaman model pertama  $\pm 11.94$  hingga  $15.52 \text{ km}$  dan benda kedua  $\pm 12.21$  hingga  $20.0 \text{ km}$ .



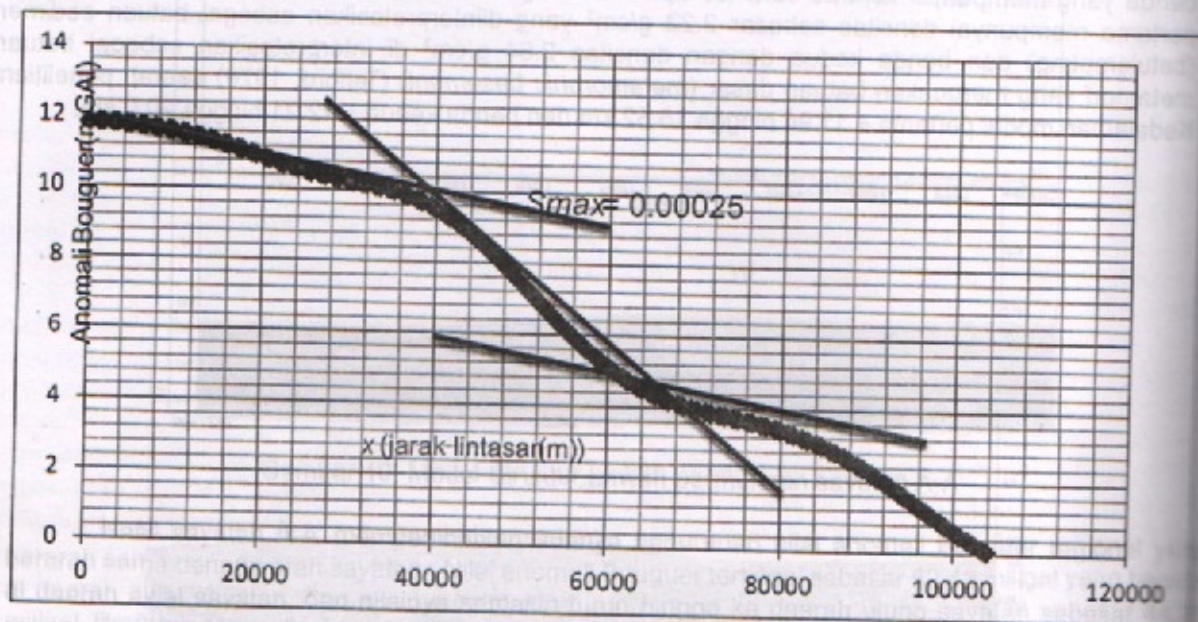
Gambar 12 Model Struktur bawah permukaan sayatan C-C'

Hasil sayatan C-C' memperlihatkan adanya penurunan nilai anomali Bouguer regional yang berarah sama dengan arah sayatan. Sayatan C-C' berarah Baratdaya – Timurlaut (N 135° E). Nilai anomali Bouguer tertinggi sebesar 55.07 miligal yang berada di daerah awal sayatan, dan nilainya semakin turun hingga ke daerah ujung sayatan sebesar 41.69 miligal. Profil model struktur bawah permukaan sayatan C-C' memiliki panjang sebesar 113.88 km serta kedalaman maksimal model 20 km. Benda yang mempengaruhi grafik anomali model adalah benda yang mempunyai kontras densitas  $\Delta\rho = -0.135 \text{ g/cm}^3$ , dan  $\Delta\rho = 0.291 \text{ g/cm}^3$ . Artinya benda pertama mempunyai densitas sebesar  $2.22 \text{ g/cm}^3$  diinterpretasikan sebagai batuan sedimen (batulempung) dan benda kedua  $2.64 \text{ g/cm}^3$  diinterpretasikan sebagai batuan metamorf yang merupakan batuan dasar (*metamorphic basement*) (Telford, 1976) dari daerah penelitian. Kedalaman model pertama  $\pm 10.80$  hingga  $14.99 \text{ km}$  dan benda kedua  $\pm 12.45$  hingga  $20.0 \text{ km}$ .

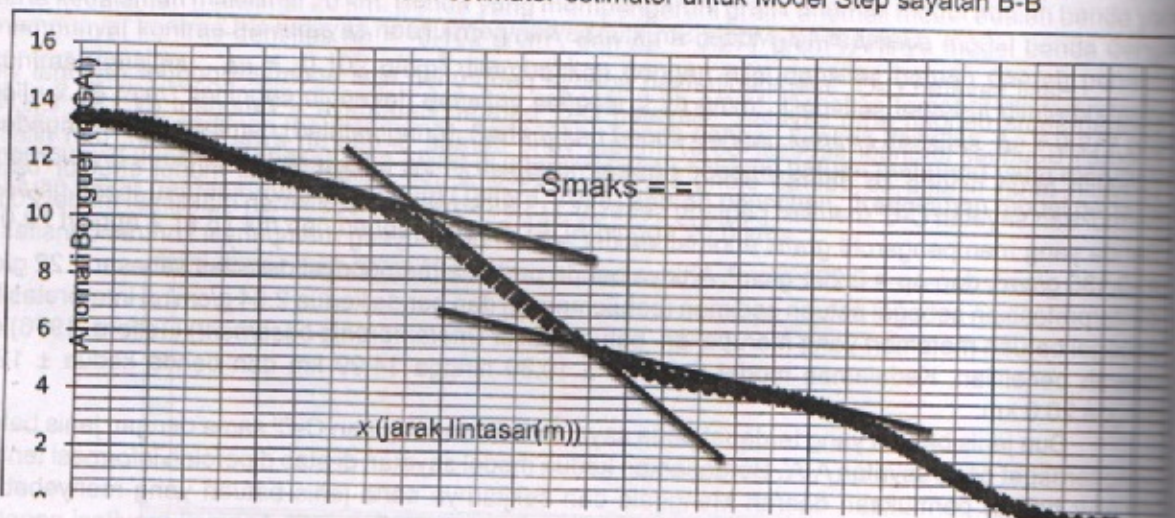
Dua jenis batuan yang terdapat pada sayatan B-B' dan sayatan C-C' sama dengan jenis batuan yang terdapat pada sayatan A-A'. Berdasarkan kedua model sayatan di atas diperoleh informasi tentang struktur bawah permukaan daerah Menggala dan sekitarnya serta jenis batuan yang menyebabkan anomali di daerah penelitian, baik anomali positif maupun anomali negatif. Anomali gravitasi negatif di daerah penelitian disebabkan karena adanya nilai kontras densitas yang negatif antara nilai densitas batuan hasil dari interpretasi berdasarkan pemodelan dibandingkan dengan nilai densitas Bouguer yang digunakan dalam penelitian ini ( $2,35 \text{ g/cm}^3$ ). Begitu juga sebaliknya, apabila anomalinnya bernilai positif menunjukkan bahwa nilai kontras densitas bernilai positif antara batuan hasil interpretasi berdasarkan pemodelan dibandingkan dengan nilai densitas Bouguer yang digunakan.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa model merupakan sebuah cekungan yang diisi oleh batuan sedimen. Untuk memperkuat dan mempertajam batas-batas penyebab anomali model, maka dilakukan proses perhitungan model *step* (Grant dan West, 1965) dan gradien gravitasi (Dohr, 1981). Perhitungan model *step* pada profil model sayatan B-B' dan C-C' untuk model benda kedua. Perhitungan model *step* bisa dilakukan bukan hanya pada model patahan (*step*) saja, tetapi juga bisa dilakukan terhadap model cekungan, karena pada dasarnya perhitungan ini ditujukan untuk mendapatkan nilai kemiringan (*dip* (*d*)) dan kedalaman (*h*) dari sebuah model. Model *step* dihitung dengan cara mengukur gradien horizontal maksimum  $S_{max}$ , menentukan titik-titik  $x_1$  dan  $x_2$ ,  $x_{1/2}$ ,  $\square g_1$  dan  $\square g_2$  (gambar 13 dan 14). Dari

estimator-estimator ini kemudian dihitung nilai  $K_1$  dan  $K_2$ . Nilai  $K_1$  dan  $K_2$  kemudian dibandingkan dengan kurva karakteristik model step untuk mendapatkan nilai kemiringan (*dip*) dan kedalaman model ( $h$ ).



Gambar 13 Karakteristik estimator-estimator untuk Model Step sayatan B-B'



Gambar 14 Karakteristik estimator-estimator untuk Model Step sayatan C-C'

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai  $K_1 = 1.375$ ,  $K_2 = 0.9$  untuk profil sayatan B-B' dan  $K_1 = 0.916$ ,  $K_2 = 0.96$  untuk profil sayatan CC'. Nilai estimator ini kemudian dibandingkan dengan kurva karakteristik model step dan didapatkan kemiringan (*dip*) rata-rata untuk kedua sayatan tersebut adalah  $\pm 10^\circ$ , kedalaman model benda kedua untuk sayatan B-B' sebesar  $\pm 12.09$  km, sedangkan kedalaman sayatan C-C' sebesar  $\pm 12.94$  km. Untuk sayatan B-B' hasil pemodelan posisi kedalamannya  $\pm 11.94$  km sedangkan hasil perhitungan  $\pm 12.09$  km terdapat selisih sebesar 0.15 km, sayatan C-C' hasil pemodelan  $\pm 12.45$  sedangkan hasil perhitungan  $\pm 12.94$  selisih sebesar 0.5 km. Terdapat perbedaan posisi kedalaman model antara hasil pemodelan dengan perhitungan. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh penentuan titik-titik estimator model step yang kurang tepat. Menurut Dohr (1981) gradien gravitasi sangat berguna dalam pemodelan gravitasi terutama dalam menginterpretasi batas-batas sumber anomali.



## 6. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peta sebaran anomali Bouguer lengkap di bidang datar di daerah Menggala dan sekitarnya dapat digunakan untuk menginterpretasikan struktur bawah permukaan dengan mengacu pada informasi nilai densitas batuan dan informasi geologi daerah penelitian.
2. Struktur bawah permukaan daerah penelitian terdiri dari batuan metamorf (densitas  $2.64 \text{ g/cm}^3$ ) sebagai batuan dasar (*basement*) yang membentuk pola cekungan berarah Baratdaya – Timurlaut yang terisi oleh batuan sedimen (batulempung) dengan densitas  $2.23 \text{ g/cm}^3$ .
3. Hasil pemodelan dan perhitungan model *step* model untuk benda kedua diperoleh kemiringan (*dip*)  $\pm 10^\circ$  dan kedalaman model sebesar  $\pm 12 \text{ km}$ .
4. Pemanfaatan gradien gravitasi sangat berguna dalam pemodelan gravitasi terutama dalam menginterpretasi batas-batas sumber anomali.

## Daftar Pustaka

- Bishop, M.G., 2001, South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat Akar\_Cenozoic Total Petroleum System. U. S. Geological Survey, Denver, Colorado.
- Burhan, G., Gunawan, W dan Noya, Y., 1993, Peta Geologi Lembar Menggala, Sumatra Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Cooper, G.R.J., 1995, *GRAV2DC for Windows versi 1.59*, Geophysics Dept. University of Witwatersrand, Johannesburg South Africa.
- Dampney, C. N. G., 1969, *The Equivalent Source Technique*, Geophysics v.34, no.1, p. 39 – 35.
- Dohr, G., 1981, *Applied Geophysics: Introduction to geophysical*. Enke, Stuttgart.
- Grandis, H., 2009, *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. HAGI. Bandung.
- Grant, F. S and G. F., West, 1965, *Interpretation Theory in Applied Geophysics*, New York, McGaw-Hill Inc.
- Hamilton, W. 1979, *Tectonics of the Indonesian Region*. United States Geological Survey, Profesional Paper 1078.
- Telford, M. W., Gerdart, L. P., Sheriff, R. E, Keys, D. A., 1976, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press.

**FACULTY OF MINERAL TECHNOLOGY**

**UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

**JL. SWK 100 (Bingkar Utara) Condongcatur**

**Daerah Istimewa Yogyakarta**

**Indonesia 55283**



ISBN: 978-602-19765-1-7