

**HASIL PENYELIDIKAN GEOMAGNETIK DAN GAYABERAT DAERAH PANAS
BUMI SEBAU-SEMBALUN, KAB. LOMBOK TIMUR, PROPINSI NTB:
KORELASI ANOMALI GEOMAGNETIK DAN GAYABERAT**

Alanda Idral¹, Edi Sumardi¹, Suhada. Arsadipura¹

¹Kelompok Program Penelitian Panas Bumi

SARI

Mata air panas Sebau-Sembalun termasuk wilayah kecamatan Suela, Kabupaten Lombok Timur Propinsi NTB. Data geomagnetik dan gayaberat mengindikasikan adanya struktur kawah yang mengitari air panas Sebau. Anomali geomagnetik dan gayaberat relatif rendah (negatif) disekitar air panas Sebau diperkirakan berasosiasi dengan batuan ubahan dibawah permukaan. Struktur sesar yang mengontrol kenampakan manifestasi air panas Sebau-Sembalun permukaan adalah sesar yang berarah barat laut tenggara, hampir utara – selatan dan barat - timur. Batuan terobosan (?) andesit atau andesit-basaltik, (tak tersingkap) diperkirakan merupakan sumber panas (*heat source*) untuk sistem air panas Sebau dan diperkirakan ada hubungannya dengan kawah tsb diatas.

Kata kunci: Sebau-Sembalun, Lombok, geomagnetik, gayaberat, anomali, kawah, mata air panas

PENDAHULUAN

Secara administratif mata air panas Sebau-Sembalun, termasuk dalam wilayah kecamatan. Suela, Kabupaten Lombok Timur, Propinsi NTB, Daerah penyelidikan berada pada posisi geografis antara 116° 30' 00" – 116° 35' 00" BT dan 8° 20' 30" - 8° 30' 00" LS (Gambar 1).

Pencapaian dari Bandung ke lokasi penyelidikan membutuhkan waktu selama dua hari kerja dengan menggunakan pesawat udara, mobil dan sepeda motor, melalui rute perjalanan berikut ini.

- Bandung - Jakarta - Mataram menggunakan pesawat udara.
- Mataram - Pringgabaya - Desa Sapit dengan menggunakan mobil.
- Dari Desa Sapit ke lokasi manifestasi (Aik Sebau) dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua dan berjalan kaki.

Beberapa penyelidik terdahulu yang melakukan penyelidikan di Komplek Sembalun baik langsung maupun tidak langsung dengan penyelidikan kepanasbumian antara lain adalah Van Bemmelen (1949), Direktorat Vulkanologi (1989 dan 1991), Herry Sundhoro dan Iryanto (1991), Pertamina (1993), Andi S Mangga, dkk. (1994) dan PMG (2007).

GEOLOGI DAERAH SEBAU-SEMBALUN

Batuan didaerah Sebau-Sembalun dan sekitarnya didominasi oleh batuan vulkanik kuartar yang terdiri dari lava, piroklastik (aliran dan jatuhan) serta endapan aluvial. Batuan vulkanik tersebut merupakan hasil dari kaldera Sembalun, post kaldera Sembalun, dan G. Rinjani (Gambar 2).

Sesar – sesar yang berkembang didaerah tsb dikelompokkan menjadi Dinding Kaldera Sembalun, Kawah Propok, sesar yang berarah baratdaya-timurlaut seperti Sesar Normal Pusuk, Tanakiabang, sesar berarah utara-selatan seperti sesar Bonduri, Seribu, Lantih, Lentih, Orok, Libajalin, Berenong, sesar berarah barat-timur seperti sesar Talaga, dan sesar berarah barat laut-tenggara yakni sesar Grenggengan.

GEOMAGNETIK

Gambar 3 memperlihatkan sebaran titik amat metoda geomagnetik, dengan jumlah titik amat 201 titik. Hasil penyelidikan magnetik berupa kerentanan magnetik batuan, penampang dan peta anomali sisa magnetik total.

Kerentanan Magnetik Batuan

Pengukuran kerentanan magnetik batuan pada 21

contoh batuan yang representatif, berkisar antara 0.0 sampai 2.73×10^{-6} cgs. Nilai terendah terdapat pada batuan andesit terubahkan berupa argilik (boulder), fragmen pumis, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada batuan andesit dengan nilai $1.06-2.7 \times 10^{-6}$ cgs. Batuan di daerah penyelidikan yang memberikan nilai kerentanan magnetik 0.0 – 0.1×10^{-6} cgs menandakan batuan tersebut bersifat non magnetik sedangkan batuan yang mempunyai nilai K, antara $1 - 2 \times 10^{-6}$ cgs mengindikasikan batuan tsb relatif bersifat magnetis dari batuan lain yang terdapat di daerah penyelidikan.

Kurva Anomali Geomagnet

Pada umumnya kurva magnet dari ke 7 lintasan memperlihatkan pola kurva yang bergerigi tajam dengan perselingan anomali positif dan negatif dibagian tengah lintasan, sedangkan pada ujung lintasan cenderung memberikan nilai kemagnetan positif, kecuali pada lintasan A dan D yang cenderung negatif (Gambar 4).

Rentang anomali positif di daerah tsb berkisar antara 40 sampai 1900 nT, sedangkan anomali negatif antara - 11 sampai - 1600 nT.

Anomali Geomagnet Total

Anomali sisa magnet total (gambar 5), di daerah penyelidikan dikelompokkan menjadi 4 kelompok anomali, yakni :

- Kelompok anomali magnet sangat rendah (negatif) dengan besaran > 0 s/d minus 500 nT
- Kelompok anomali magnet rendah (positif) dengan besaran antara 0 sampai 500 nT
- Kelompok anomali magnet sedang (positif) dengan besaran antara 500 sampai 1000 nT
- Kelompok anomali magnet tinggi (positif), dengan besaran > 1000 nT

Kelompok anomali sisa magnet sangat rendah (negatif) penyebarannya tampak berbentuk lensa sepertiga lingkaran atau tapal kuda, yakni disekitar manifestasi panas bumi Sebau sampai ke daerah Pusuk. Anomali magnet rendah ini mencakup lebih kurang 17% dari seluruh daerah penyelidikan.

Kelompok anomali sisa magnet rendah (positif) penyebarannya tampak sekitar mata air panas Sebau dan sekitar daerah Sembalaun Lawang, (+/- 20%) dari seluruh daerah penyelidikan.

Kelompok anomali sisa magnet sedang (positif) penyebarannya tampak dari utara (Sembalun

Lawang) sampai selatan (Sapit), mengitari daerah anomali rendah dan sangat rendah, dengan luas +/- 35% dari seluruh daerah penyelidikan.

Kelompok anomali magnet tinggi (positif) tampak menutupi lebih kurang 28% daerah penyelidikan, yakni di bagian utara dan selatan daerah penyelidikan.

Secara umum anomali sisa magnet total memperlihatkan pola kelurusan yang tidak beraturan yang mengindikasikan adanya struktur yang kompleks di daerah Sembalun. Pengkutuban anomali negatif dan positif terutama terjadi di daerah disekitar manifestasi air panas Sebau. Selain pengkutuban, anomali magnet juga memperlihatkan pola pembelokan dan kerapatan kontur yang tajam terutama disekitar manifestasi. Kondisi demikian juga mengindikasikan adanya struktur sesar/kontak litologi dari batuan yang berbeda disekitar pola-pola anomali seperti telah disebutkan diatas, sehingga menyebabkan struktur di daerah penyelidikan cukup kompleks.

GAYABERAT

Gambar 3 memperlihatkan sebaran titik amat metoda gayaberat dengan jumlah titik amat 191 titik. Hasil penyelidikan gayaberat berupa densitas batuan, anomali gayaberat regional, bouguer dan sisa, serta model 2-D gayaberat.

Densitas Batuan

Hasil pengukuran laboratorium memperlihatkan densitas batuan di daerah Sebau-Sembalun berkisar antara 0.90 (pumice) – 2.81 (andesitbasaltik) gram/cm³. dengan densitas rata-rata 2,59 gram/cm³. Analisis densitas batuan dengan menggunakan metoda Parasnisi diperoleh harga densitas rata-rata 2.67 gram/cm³., selanjutnya untuk analisis data digunakan densitas 2.67 gram/cm³

Anomali Gayaberat Bouguer Regional

Anomali Bouguer regional (Gambar 6a) memperlihatkan kelurusan struktur regional berarah barat laut – tenggara. Arah kelurusan ini searah dengan kelurusan struktur geologi regional yang terdapat di daerah penyelidikan. Anomali rendah (min 140 mgal) pada umumnya mendominasi selatan daerah penyelidikan dan

tersebar hampir 1/3 bagian, sedangkan anomali tinggi (maks. 176 mgal) terdapat di sebelah ujung timur laut daerah penyelidikan.

Anomali Gayaberat Bouguer

Daerah penyelidikan umumnya didominasi oleh anomali Bouguer rendah < 150 m-gal, sedangkan anomali bouguer tinggi (yang berupa pengkutuban) > 168 m-gal tampak di bagian ujung timurlaut dan di sekitar air panas Sebau. Anomali tinggi ini diperkirakan berkaitan dengan struktur sesar dan zona hancuran yang terdapat di daerah tersebut yang didominasi oleh batuan lava andesit basaltik dari gunung api Rinjani. Anomali i sedang (150 – 168 m-gal) tampak di bagian tengah memanjang memberikan pola berarah baratlaut -t tenggara, (gambar.6b)

Anomali Gayaberat Sisa

Pola liniasi kontur yang dominan berarah tenggara – baratlaut mengindikasikan adanya struktur-struktur sesar yang berarah baratlaut - tenggara (sesar utama), dan sesar-sesar kecil dengan arah hampir utara – selatan (gambar.6.c).

Anomali sisa negatif tampak mendominasi daerah penyelidikan sedangkan anomali positif terdapat di bagian utara timurlaut, selatan dan bagian tengah.

Pemodelan Gaya Berat 2-Dimensi

Model gaya berat penampang AB dengan arah timur-barat (6 Km) memotong nilai gaya berat rendah di timur (titik B) dan barat (titik A) dan nilai gaya berat tinggi di bagian tengah, memperlihatkan suatu bentuk bawah permukaan dengan undulasi sangat variatif. Densiti yang digunakan dalam pemodelan ini sebesar 2,67 (andesit) gr/cm³

DISKUSI

a. Geomagnetik

Nilai kemagnitan negatif didaerah penyelidikan mengindikasikan batuan dibawah permukaan disusun oleh batuan yang bersifat non magnetik seperti batuan ubahan, batuan andesit terlapukan ataupun batuan sedimen vulkanik.

Nilai kemagnitan positif didaerah penyelidikan memrefleksikan adanya batuan yang bersifat

magnetik dibawah permukaan seperti batuan lava andesit, yang mendominasi susunan batuan didaerah manifestasi panas bumi Sebau-Semalun.

Kurva magnet pada ke tujuh lintasan memperlihatkan kontras nilai magnet positif dan negatif yang rata-rata diatas 1000 nT. Kontras nilai kemagnitan yang relatif besar tsb diperkirakan erat kaitannya dengan struktur sesar sedangkan kontras kemagnitan positif dan negatif < 300 nT diperkirakan merupakan bidang kontak dari batuan yang berbeda.

Anomali Geomagnetik Total

Anomali magnet sangat rendah (negatif) 0 s/d > - 600 nT, yang tampak pada lokasi-lokasi seperti telah disebutkan pada (ad.4.1..3) ditafsirkan berkaitan dengan batuan yang bersifat non magnetik seperti telah disebutkan sebelumnya, yang disusun oleh batuan sedimen vulkanik (piroklastik), atau andesit terlapukkan dan atau batuan terubahkan yang tidak tersingkap dipermukaan. Anomali magnet negatif dengan luas +/- 9.5 km² tsb tampak membentuk pola seperti tapal kuda disekitar manifestasi panas bumi Sebau-Semalun sampai kedaerah Pusuk, sedangkan kearah selatan, air panas Sebau membentuk pola melidah.

Apabila batuan ubahan yang tidak tersingkap kepermukaan tsb ada maka diperkirakan ubahan tsb erat kaitannya dengan larutan panas hidrotermal yang keluar dari rekahan-rekahan atau struktur sesar yang ada didaerah manifestasi air panas Sebau-Semalun sehingga menyebabkan terjadinya demagnetisasi batuan (ubahan), apabila tidak ada batuan ubahan maka anomali negatif tsb diperkirakan berkaitan dengan batuan piroklastik yang ada didaerah tsb.

Selanjutnya, anomali magnet sangat rendah tsb dikitari atau dikelilingi oleh anomali magnet positif (rendah) dengan nilai kemagnitan 0 s/d > 500 nT. Anomali magnet positif tsb ditafsirkan berkaitan dengan susunan batuan bawah permukaan yang terdiri dari batuan lava andesit yang segar seperti tampak dari beberapa singkapan batuan andesit didarah penyelidikan.. Seperti halnya anomali sangat rendah anomali positif rendah juga membentuk pola seperti tapal

kuda yang ditafsirkan merupakan rim dari kaldera Sembalun? yang dibentuk oleh batuan andesit. Kemudian anomali positif sedang dengan nilai kemagnitan antara 500 s/d 1000 nT tampak mengitari anomali sangat rendah dan rendah, daerah ini juga disusun oleh batuan andesit. Dibagian luar tampak anomali magnet tinggi yang tersebar di utara bagian barat dan timur serta di selatan bagian barat dan timur daerah penyelidikan. Anomali tinggi tsb diperkirakan berkaitan dengan batuan lava andesit yang ada dibawah permukaan, dimana pada beberapa lokasi terdapat singkapan batuan tsb. Kondisi tsb juga didukung oleh hasil pengukuran nilai K pada beberapa contoh batuan andesit dengan nilai K yang relatif besar, berkisar antara $1 - 2.7 \times 10^{-6}$ cgs sehingga mendukung penafsiran tsb diatas

Analisis Struktur dan Zona Resapan Air

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, keberadaan struktur geologi seperti sesar/kontak litologi dari batuan yang berbeda didaerah penyelidikan dicirikan oleh adanya, kontras anomali negatif dan positif yang besar, kelurusan-kelurusan pola anomali, kerapatan kontur dan pembelokan anomali yang tajam, serta pengkutuban anomali positif dan negatif. Secara geologi kondisi tsb diatas mencerminkan keberadaan struktur lokal yang cukup kompleks didaerah penyelidikan. Struktur sesar/kelurusan magnet (gambar 5.) yang teridentifikasi dari peta anomali sisa maupun penampang magnet total adalah sbb:

- Sesar yang berarah hampir atau baratlaut – tenggara teridentifikasi sebanyak tiga (F3, F6 dan F8) sesar, sesar tsb berturut-turut disebut sesar F3, sesar F6, dan sesar F8.
- Sesar yang berarah hampir atau timurlaut – baratdaya teridentifikasi juga sebanyak 3 (tiga) sesar, yakni F1, F7, F9. Sesar tsb berturut-turut disebut sesar F1, F7 dan F9.
- Sesar yang berarah barat – timur teridentifikasi 3 sesar, yakni sesar F2, F5, dan F10, masing-masing sesar tsb disebut sesar F2, F5, dan F10. Sesar F2 yang berlokasi sekitar mata air panas Sebau diperkirakan ikut mengontrol kenampakan manifestasi air panas Sebau kepermukaan.
- Sesar yang berarah hampir utara – selatan teridentifikasi sebanyak satu sesar, (F4), yang berlokasi melalui mata air panas Sebau-Sermalun, selanjutnya disebut sesar Sebau.

Sesar Sebau ini diperkirakan juga mengontrol kenampakan manifestasi air panas Sebau kepermukaan.

Diantara sesar-sesar tsb yang terpenting dan diperkirakan mengontrol kenampakan manifestasi panas bumi Sebau kepermukaan adalah sesar F2 dan F4, karena perpotongan kedua sesar tsb menyebabkan munculnya mata air panas Sebau kepermukaan.

Keberadaan daerah resapan pada suatu sistem panas bumi terjadi apabila terdapat permeabilitas primer dan sekunder yang baik. Permeabilitas primer terjadi akibat porositas batuan itu sendiri sedangkan permeabilitas sekunder terbentuk akibat keberadaan struktur geologi seperti sesar, kekar, kontak litologi dan daerah hancuran. Berdasarkan penafsiran data geomagnet daerah resapan diperkirakan terdapat disekitar MAP Sebau, kondisi ini disebabkan di daerah tsb terdapat struktur sesar yang saling berpotongan sehingga terbentuk zona kekar, dan zona hancuran yang selanjutnya berperan sebagai permeabilitas sekunder, serta didukung oleh batuan piroklastik yang ada didaerah tsb yang mempunyai porositas cukup baik.

Anomali Gayaberat

Anomali sisa relatif tinggi (> 1 mgal) yang tampak di sekitar mata air panas Sebau dan orok diperkirakan berkaitan dengan batuan (terobosan?) andesit basaltik yang diperkirakan terjadi kemudian setelah kompleks Sembalun ada.

Anomali negatif sedang ($< \text{minus } 1 - 7$ mgal) tampak mendominasi bagian tengah selatan dan utara daerah penyelidikan diperkirakan berkaitan dengan batuan lava andesit.

Anomali rendah (minus 7 - 15 mgal) terdapat di timur dan barat bagian tengah daerah penyelidikan diperkirakan berkaitan dengan batuan ubahan yang tidak muncul ke permukaan.

Analisis Struktur Gaya Berat

Pola lineasi dari ketiga anomali Bouguer, Sisa dan Regional memperlihatkan pola liniasi berarah baratlaut-tenggara, yang disertai dengan pembelokan dan pengkutuban anomali (positif dan negatif) yang berselingan. Diperkirakan sesar yang berarah baratlaut – tenggara adalah sesar geser. Di bagian utara daerah penyelidikan diduga terdapat dua buah sesar normal berarah timurlaut

– baratdaya. Di bagian tengah daerah penyelidikan diduga terdapat dua buah sesar geser yang berarah hampir utara – selatan, sedangkan di bagian timur dan barat diduga terdapat dua buah sesar normal dengan *trend* yang berarah hampir barat – timur. Diperkirakan sesar-sesar tersebut merupakan struktur yang mengontrol mata air panas di daerah Sebau.

Struktur yang diperlihatkan pada anomali sisa yang berada di bagian tengah daerah penyelidikan mempunyai arah hampir sama dengan yang diperlihatkan pada anomali Bouguer, keadaan ini menunjukkan bahwa struktur lokal searah dengan struktur dalam yang ada di daerah ini.

Struktur sesar di bagian utara, selatan dan baratlaut yang bisa terlihat dari dua anomali (Bouguer dan Bouguer sisa) tidak memperlihatkan kesamaan, hal ini menunjukkan bahwa struktur yang diperlihatkan pada anomali sisa diperkirakan merupakan struktur lokal/dangkal

Model Gayaberat

Model ini memperlihatkan batuan piroklastik terdapat di barat dengan kontras densitas minus $1,26 \text{ gr/cm}^3$, dengan lebar sekitar 2200 m, kedalaman $> 750 \text{ m}$. Di bagian timur terdapat batuan dengan kontras densitas positif $0,10 \text{ s/d}$ $0,30 \text{ gr/cm}^3$ pada kedalaman di bawah 50 m sampai tak terhingga, lebar tidak kurang dari 2800 m, diperkirakan merupakan batuan andesit basaltik yang sedikit terlapukan.

Bagian paling timur diperkirakan terdapat batuan andesit dengan kontras densitas minus $0,9 \text{ gr/cm}^3$, yang telah mengalami pelapukan dan terubahkan, dan tidak tersingkap ke permukaan.

SIMPULAN

Data geomagnet dan gayaberat mengindikasikan adanya struktur kawah didaerah mata air panas Sebau-Semalun, sedangkan mata air panas tsb beradad didalam struktur tsb.

Anomali geomagnet dan gayaberat relatif rendah (negatif) disekitar mata air panas Sebau-Semalun diperkirakan berasosiasi dengan daerah ubahan.

Struktur sesar yang mengontrol kenampakan manifestasi air panas Sebau-Semalun kepermukaan adalah sesar yang berarah barat -

timur (F2) dan hampir utara – selatan (F4) serta baratlaut tenggara.

Secara kuantitatif model gayaberat memperlihatkan adanya tubuh-tubuh batuan terobosan?? andesit atau andesit-basaltik, (taktersingkap) dan diapit oleh batuan andesit yang sudah terubah dan mengalami pelapukan. Batuan terobosan tsb diperkirakan merupakan Sumber panas (*heat source*) untuk sistim air panas Sebau dan diperkirakan ada hubungannya dengan kawah tsb diatas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Pusat Sumber Daya Geologi dan Rekan-rekan para Ahli Geologi/Geofisika yang telah memberikan batuan dan kontribusi yang berharga kepada penulis dalam memberikan masukan saat penulisan makalah ini. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada teman-teman surveyor yang telah memberikan bantuan dalam penggambaran.

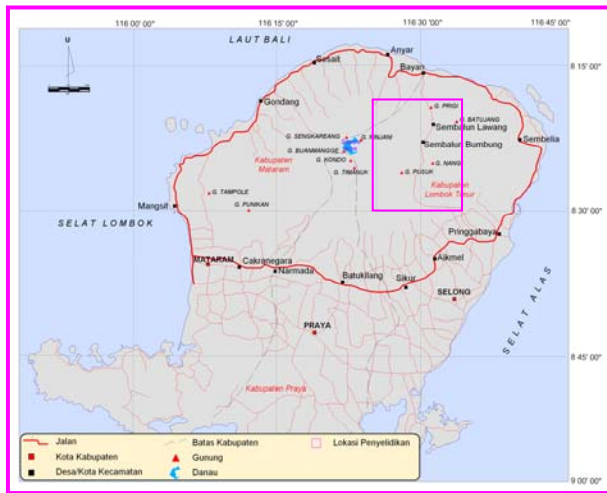
DAFTAR PUSTAKA

1. Aquila. L.G., 1977. *Magnetic and Gravity surveys Suriagao Geothermal Field*, The Comvol letter, v.IV, No 5 & 6
2. Burger. H.R., 1992. *Exploration Geophysics of shallow Sub Surface*, Prentice Hall.
3. Dobrin, M.B; 1976: *Introduction to Geophysical Prospecting*. Mc. Graw Hill, p.357-475.
4. Hochstein, MP. 1982. *Introduction to Geothermal Prospecting*, Geothermal Institute, University of Auckland, New Zealand.
5. Idral, A; dkk., 2004. *Penyelidikan Terpadu Geologi Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Parangtritis, DI.Yogyakarta, Jateng*; Kumpulan Makalah Hasil Kegiatan lapangan DIM.
6. Idral, A; dkk., 2005. *Penyelidikan Terpadu Geologi Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Bkt.Kili-Solok, Sumbar*. Potensi, Pemanfaatan dan Kendalanya;
7. Kumpulan Makalah Hasil Kegiatan lapangan DIM; hal.40-1 – 40-9.
8. Idral, A; dkk., 2006. *Penyelidikan Terpadu Geologi Geokimia dan Geofisika Daerah*

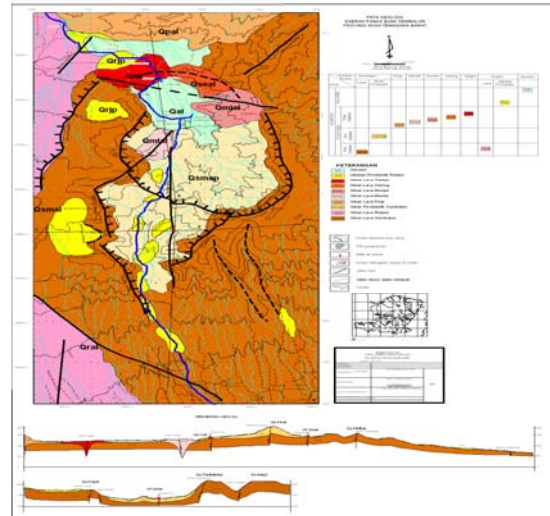
PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN 2007
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI

- Panas Bumi Suwawa, Gorontalo; Kumpulan Makalah Hasil Kegiatan lapangan DIM; hal.
9. Laughin, A.W., 1982. Exploration For Geothermal Energy, in Hand Book of Geothermal Energy, editor Edward,L.M. et.al; p.215-242.
 10. Lawless, J., 1995. *Guidebook: An Introduction to Geothermal System*. Short course. Unocal Ltd. Jakarta.
 11. Parasnis, D.S., 1979. *Principles of Applied Geophysics*, Chapman and Hall,p. 59-96.
 12. Telford, W.M. et al, 1982. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. Cambridge.

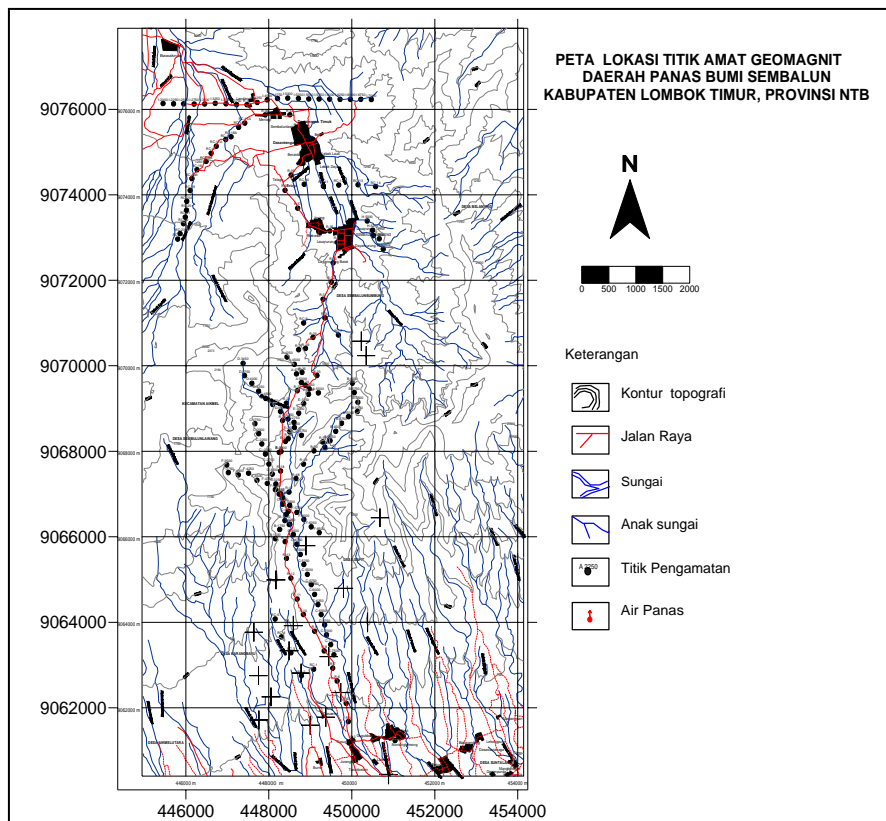
PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN 2007
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penyelidikan

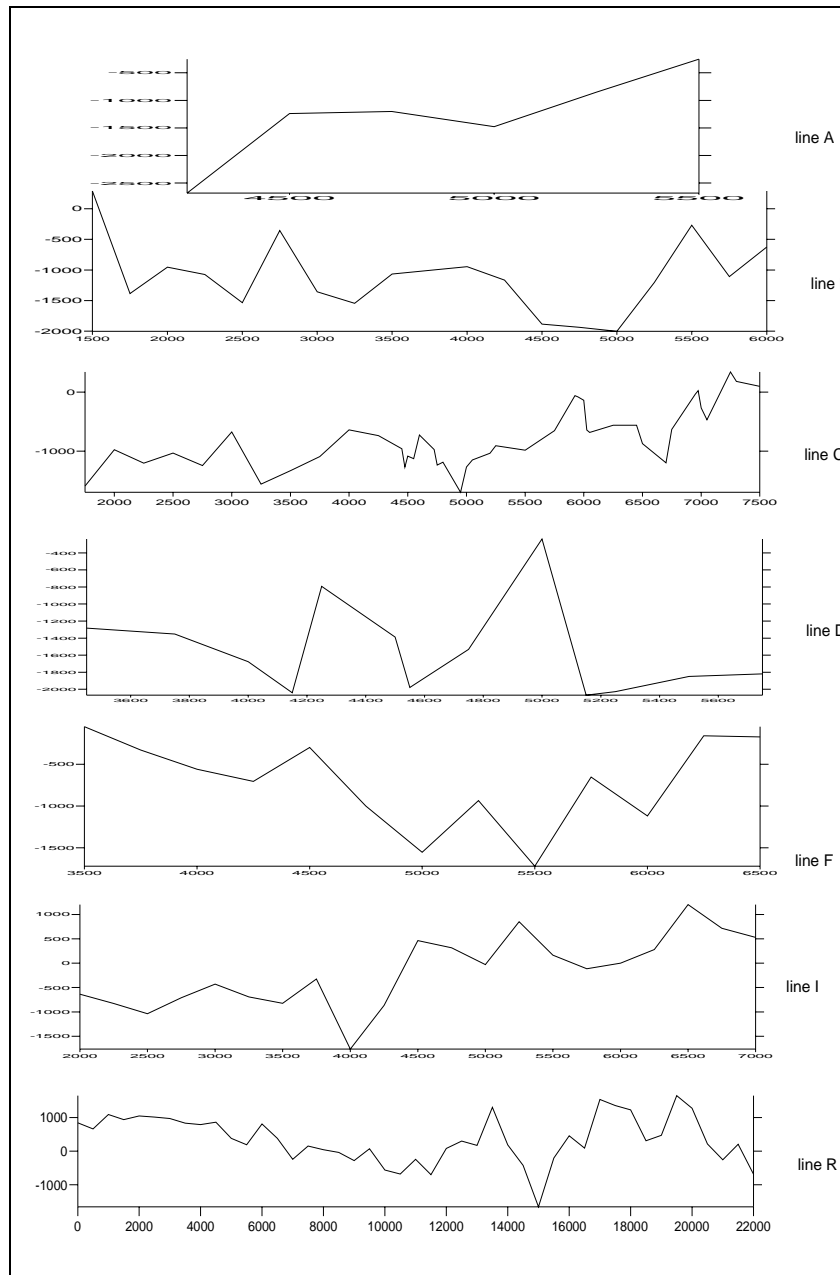


Gambar 2. Peta geologi daerah Sebau-Sembalun (PMG-2007)

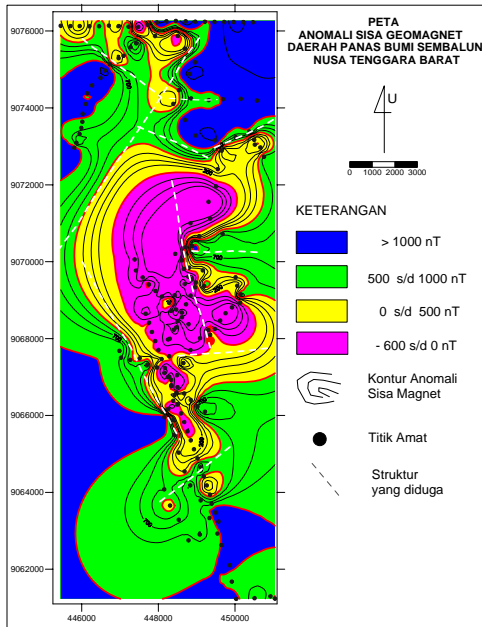


Gambar 3. Lokasi titik amat geomagnetik dan gayaberat

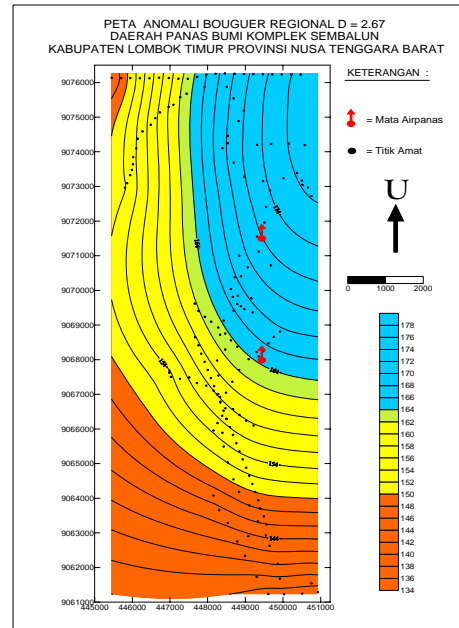
PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN 2007
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



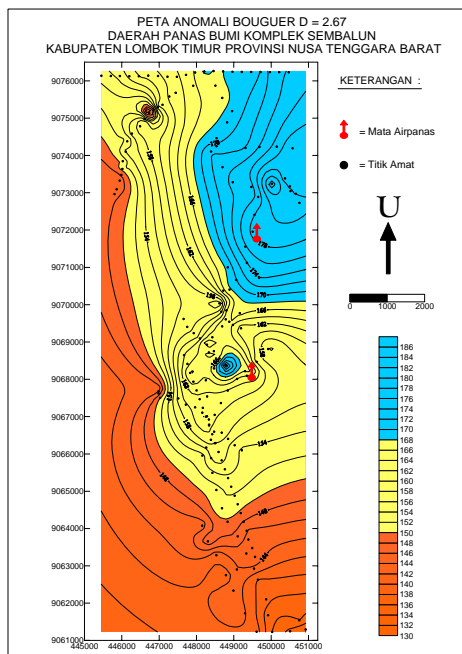
Gambar 4. Kurva geomagnetik lintasan A-B-C-D-F-I-R



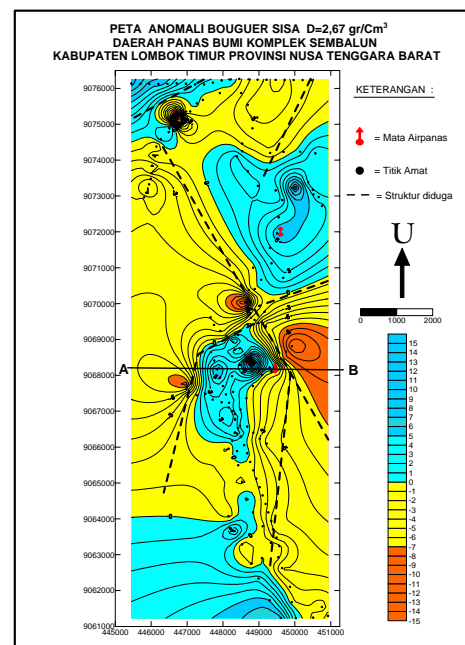
Gambar 5. Peta anomali geomagnet total



Gambar 6a. Anomali gayaberat regional

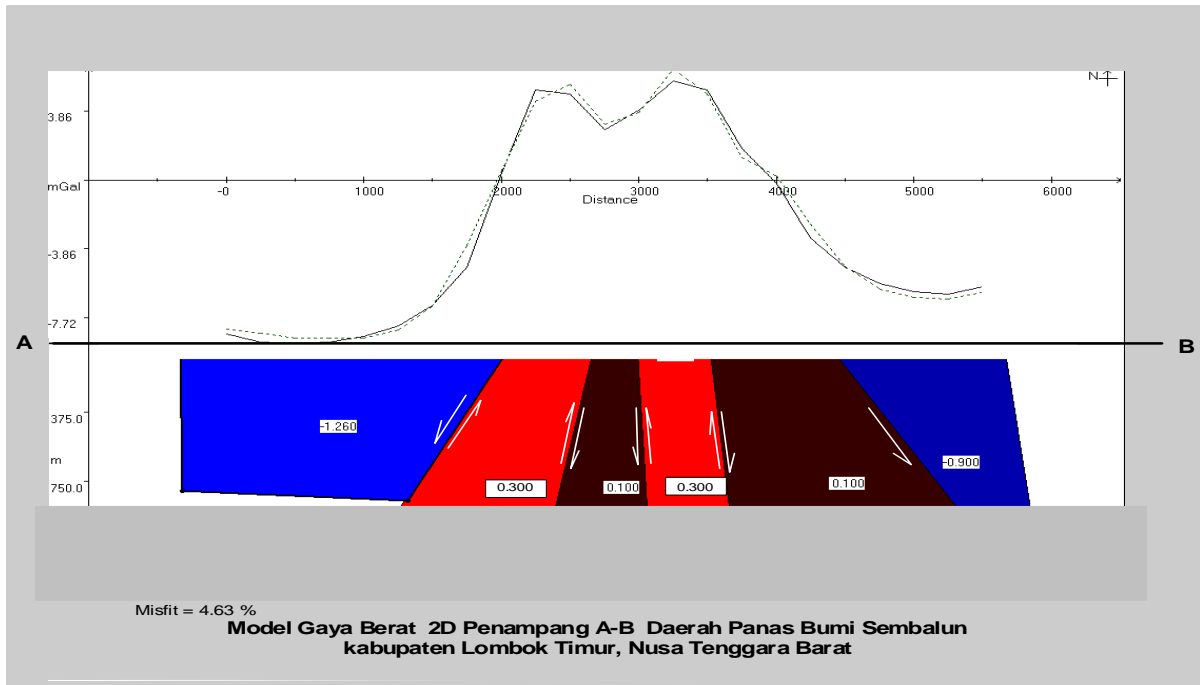


Gambar 6 b. anomali gayaberat bouguer



Gambar 6c. Anomali gayaberat sisa

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN 2007
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI



Gambar 7. Model gayaberat 2-D, penampang A-B