

PENERAPAN METODA EKSPLORASI GEOFISIKA PADA PENYELIDIKAN SUMBER DAYA MINERAL DAN ENERGI

Oleh:

Alanda Idral

Perekayasa Madya

Kelompok Program Penelitian Bawah Permukaan
Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Penyelidikan geofisika yang telah dilakukan oleh Kelompok Program Penelitian Bawah Permukaan pada tahun 2009 baik yang ditunjang oleh dana APBN maupun merupakan bimbingan teknis/kerjasama dengan pihak ketiga, antara lain meliputi penyelidikan mineral logam dan panas bumi. Selama ini penerapan metoda geofisika secara terpadu maupun individu untuk beberapa tipe mineralisasi yang berbeda telah menunjukkan hasil-hasil yang baik dan sangat membantu para ahli kebumihian dalam menafsirkan dan melokalisir daerah mineralisasi logam. Dalam eksplorasi endapan batubara, metoda geofisika sangat membantu baik dalam survei regional sampai semi regional dalam menentukan batas-batas suatu cekungan sedimentasi yang berkaitan dengan pengendapan batubara, struktur geologi yang mempengaruhi terhadap kontinuitas penyebaran batubara, ketebalan dan intrusi batuan yang mempengaruhi terhadap kualitas batubara (kalori). Pada eksplorasi panas bumi, metoda geofisika berperan sangat besar dalam menentukan keberadaan suatu sistim panas bumi (sumber panas, reservoir, lapisan penudung), luas daerah prospek, dan potensi sumber daya panas bumi. Selain itu metoda geofisika juga sangat intensif digunakan pada disiplin ilmu lainnya, seperti pada eksplorasi minyak dan gas bumi, geologi teknik, hidrogeologi, arkeologi/kepurbakalaan dan akhir-akhir ini dalam pencarian harta terpendam. Peran geofisika yang besar tersebut akan berhasil dengan baik bila penerapan metoda geofisika dilakukan setelah penyelidikan geologi rinci dilakukan, tidak seperti saat ini penyelidikan geologi dan geofisika dilakukan bersamaan sehingga perencanaan dan penerapan metoda sering kurang tepat dan hasilnya tidak memuaskan.

Kata Kunci : geofisika, mineral, batubara, panas bumi.

ABSTRACT

The geophysical works that have been carried out by the group in 2009, either supported by Government Budget or Technical Cooperation with the private company, such metallic mineral explorations and geothermal. The application of integrated geophysical or individual methods for several types of mineralization showed good results and very useful for earth scientist to interpret and to localize the metallic mineralization zones. In coal explorations, geophysical methods are very useful for regional or semi regional survey to localize the sedimentary basin boundary that is correlated to coal layers and geological structures which are influence the continuity and the thickness of coals, and the intrusive rocks that influenced the coal quality (calory). In geothermal surveys, geophysical methods are very important to delineate the existency of a geothermal system (heat source, reservoir, clay cap), a prospect area, and its potency. In addition, geophysical methods are intensively used especially for oil and gas exploration, and also in engineering geology, hydrogeology, arkeology, lately in hidden treasure survey. The application of geophysical method will show a good result if the the method is used after detailed geological mapping not like at present, in which the geophysical methods and geological mapping are carried hand in hand, therefore, neither the application nor the plan of geophysical methods are usefull, and so the geophysical results are not satisfied.

Key Word : Geophysics, minerals, geothermal, coal

PENDAHULUAN

Setelah hampir satu dekade nama geofisika eksplorasi menghilang dari struktur organisasi Pusat Sumber Daya Geologi, yakni tepatnya setelah dileburnya Seksi Eksplorasi Geofisika dengan Subdirektorat Panas Bumi yang merupakan pindahan dari Direktorat Vulkanologi, pada tahun 2001, maka pada tahun 2008

Eksplorasi Geofisika dibentuk kembali dengan nama Kelompok Program Penelitian Bawah Permukaan, yang mulai efektif pada tahun 2009.

Penyelidikan geofisika sebelum peleburan seperti yang telah disebutkan diatas meliputi, eksplorasi mineral logam dan non logam serta batubara, akan tetapi setelah peleburan hanya

melayani penyelidikan panas bumi. Hal ini mengakibatkan kemunduran bagi perkembangan geofisika karena mempersempit ruang gerak para ahli geofisika, terutama dalam meningkatkan keprofesionalisme sumber daya manusia, apalagi saat ini metoda geofisika telah banyak digunakan dalam mencari keberadaan berbagai sumber bahan galian ataupun untuk keperluan lainnya seperti mencari peninggalan purbakala ataupun harta terpendam. Kondisi tersebut diatas untungnya tidak berlarut-larut, karena pada tahun 2008, seperti telah disebutkan diatas, nama Geofisika kembali timbul, walaupun dengan nama yang berbeda, dengan tugas yang lebih luas.

Penyelidikan geofisika yang telah dilakukan oleh Kelompok Program Penelitian Bawah Permukaan, setelah dibentuk kembali walaupun dengan nama yang berbeda, sampai saat ini, baik yang ditunjang oleh dana APBN maupun berupa kerjasama dengan pihak ketiga antara lain meliputi eksplorasi sumberdaya panas bumi dalam kaitannya dengan penentuan potensi sumberdaya panas bumi, penyelidikan mineral logam untuk mengetahui tipe dan zona mineralisasi serta sumber daya terduga mineral logam didaerah penyelidikan, survei batubara dalam kaitannya dengan studi cekungan pengendapan dan ketebalan batubara serta beberapa penyelidikan geofisika untuk bahan galian industri.

BEBERAPA FAKTOR PENENTU KEBERHASILAN PENERAPAN METODA GEOFISIKA

Berhasil atau tidaknya penyelidikan geofisika ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

- a) Penentuan metoda yang tepat,
- b) Akurasi alat
- c) Pengambilan data yang akurat dalam hal ini kualitas operator.
- d) Pengolahan data yang harus di dukung dengan fasilitas yang memadai seperti perangkat lunak dan keras
- e) Penafsiran / interpretasi data yang didukung oleh kemampuan individu yang tinggi.

Guna memenuhi kriteria tersebut di atas Kelompok Program Penelitian Bawah Permukaan, khususnya PMG telah melakukan intensifikasi dalam pengadaan peralatan geofisika dan sumberdaya manusia.

Peralatan dan Sumberdaya Manusia

Dalam bidang peralatan Kelompok Program penelitian Bawah Permukaan/PMG telah meningkatkan pengadaan peralatan dengan teknologi tinggi seperti IP-multi-channel,,

Geomagnetometer tipe 856-A, Magneto Telluric dan Ground Penetration Radar (GPR). Hanya disayangkan tidak didukung dengan peralatan penunjang yang memadai seperti pengadaan komputer dan program-program aplikasinya. Selain itu kurangnya perawatan dan perbaikan peralatan cukup menghambat kegiatan lapangan dan akurasi data, misalnya saat ini beberapa alat gravitimeter dalam keadaan rusak, sedangkan alat gravitimeter satu-satunya yang masih dapat digunakan diragukan akurasinya, begitupun dengan alat geomagnetometer hanya tiga, dari tujuh alat, yang masih cukup baik.

Dalam bidang sumberdaya manusia, saat ini beberapa staff ahli Bawah Permukaan sedang mengikuti program pendidikan formal (S2),di beberapa perguruan tinggi di Bandung, sedangkan dalam bidang non-formal berupa kerja sama dengan pihak ketiga yang mempunyai pengalaman dalam bidang eksplorasi dalam rangka alih teknologi untuk mendapatkan sumberdaya manusia yang berkualitas belum banyak dilakukan, kecuali peminjaman peralatan dan tenaga ahli, akan tetapi hal ini pun sering mengalami hambatan karena birokrasi yang rumit.

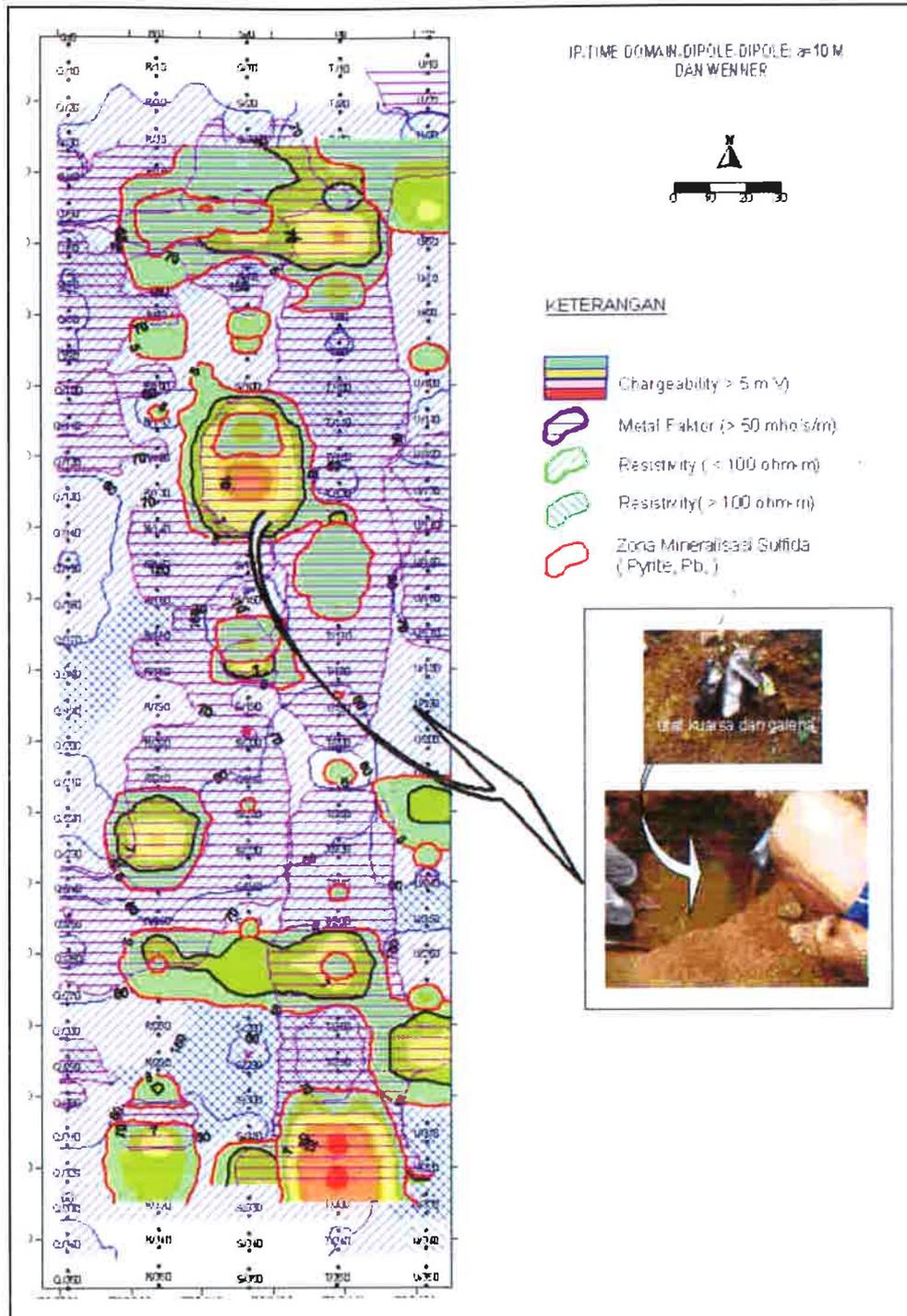
PENERAPAN METODA GEOFISIKA PADA EKSPLORASI SUMBERDAYA MINERAL DAN ENERGI

Penerapan metoda geofisika dalam eksplorasi sumberdaya mineral dan energi merupakan hal yang sangat sulit, karena disatu pihak dituntut untuk memberikan hasil yang nyata, sedangkan disisi lain kondisi alam yang sangat tidak homogen dan kecilnya kontras sifat fisika yang ada, serta penerapan metoda yang tidak cocok yang kadang-kadang dipaksakan dan akurasi alat yang kurang baik menyebabkan hasil yang diperoleh sangat sulit untuk diprediksi dan diinterpretasi. Meskipun demikian dari sekian banyak penyelidikan yang telah dilakukan, ada beberapa yang berhasil dan memberikan gambaran yang cukup baik dan informatif terhadap para ahli kebumihan ataupun para pengambil keputusan.

Beberapa hasil penyelidikan geofisika yang cukup baik dan penerapan metoda yang kurang cocok yang pernah dilakukan akan ditampilkan dan dibahas pada beberapa contoh hasil penyelidikan dibawah ini

Aplikasi Metoda Geofisika Pada Eksplorasi Mineral Logam

Daerah prospek terletak di daerah X, Sulawesi Selatan. Metoda yang diterapkan didaerah ini adalah metoda Induced Polarisation time domain dengan sistim elektroda dipole-dipole dan wenner.

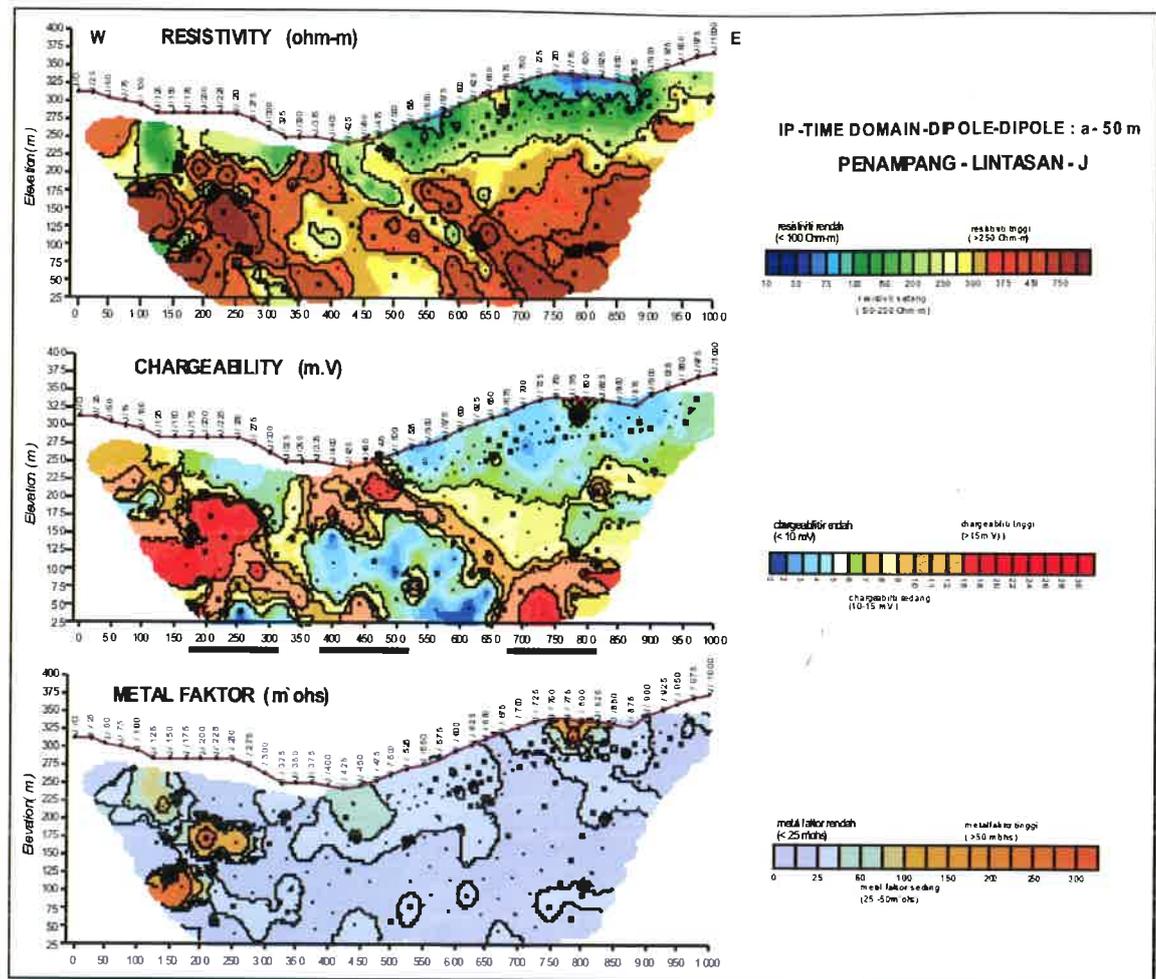


Gambar 1: Zona mineralisasi sulfida (Alanda Idrat 2009)

Alat yang digunakan adalah IP-Syscal Jr multi channel buatan Perancis dengan merek IRISH INSTRUMENT Inc. Alat tersebut terdiri dari transmitter dengan kemampuan mengirim arus maksimum 2.5 amper, dan alat penerima (receiver) sistem digital yang dapat mengukur IP dengan cara time domain maupun frekuensi domain

Data IP gabungan dengan konfigurasi wenner (potensial MN 0.5 -15 m; arus AB 1.5

45m) dan dipole-dipole ($a = 10$ m) menunjukkan bahwa daerah mineralisasi ditandai dengan nilai anomali chargeability dan resistivity masing-masing dengan nilai > 5 millivolt/volt dan 60-100 ohm-m, dan didukung dengan nilai metal faktor > 50 m-ohs. Keberadaan daerah anomali ini didukung dengan ditemukannya mineralisasi Pb-Cu yang berupa lensa-lensa disekitar zona anomali tersebut (gambar 1) sampai kedalaman < 10 m. Konfigurasi dipole-dipole dengan



Gambar 2: Penampang IP yang menunjukkan pola urat dan porpiri (Alanda Idral 2009)

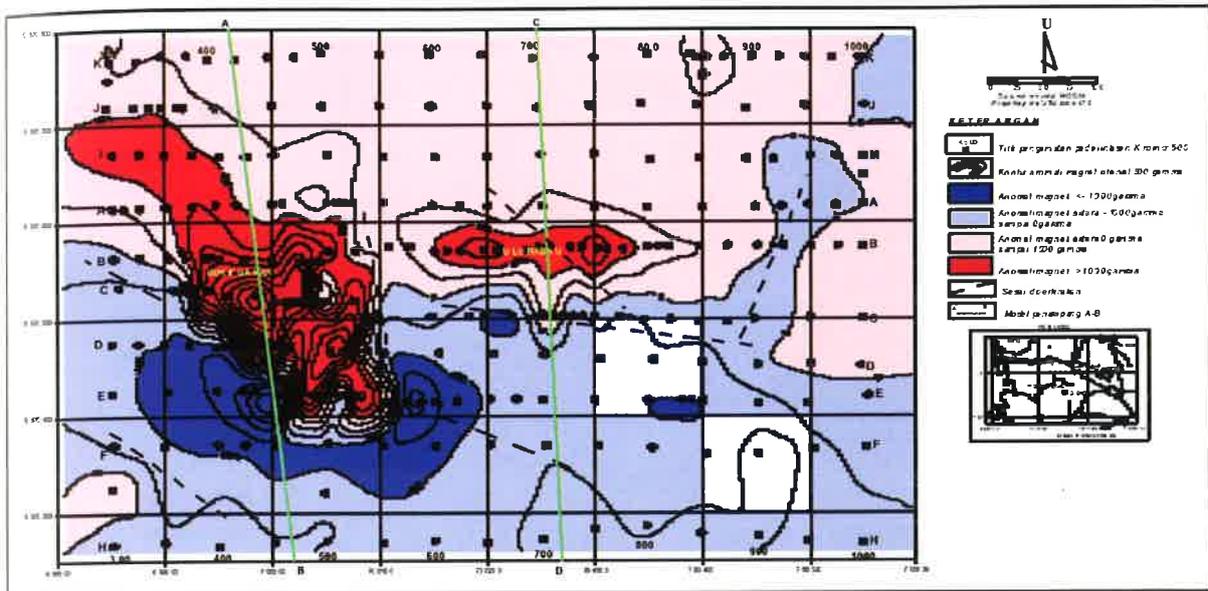
bentangan (a) =50 m memperlihatkan daerah mineralisasi bertipe gabungan antara urat dan porpiri dengan nilai anomaly chargeability > 9 millivolt/volt dan resistivity 250 - > 500 ohm-m (gambar 2). Penampang ini juga memperlihatkan mineralisasi tipe urat terdapat pada kedalaman yang relatif dangkal dibandingkan tipe porpiri , > 75 m. Penerapan metoda IP-time domain dengan konfigurasi gabungan dipole-dipole dan wenner memperlihatkan hasil yang baik, yakni daerah mineralisasi yang relatif dangkal < 10 m dan tidak terdeteksi dengan konfigurasi dipole-dipole dapat terdeteksi dengan konfigurasi wenner, sedangkan untuk pembuktiannya perlu dilakukan pembaroran uji.

Contoh lain adalah penerapan metoda geomagnetik untuk penyelidikan mineralisasi dan potensi bijih besi didaerah Air Abu-Solok.

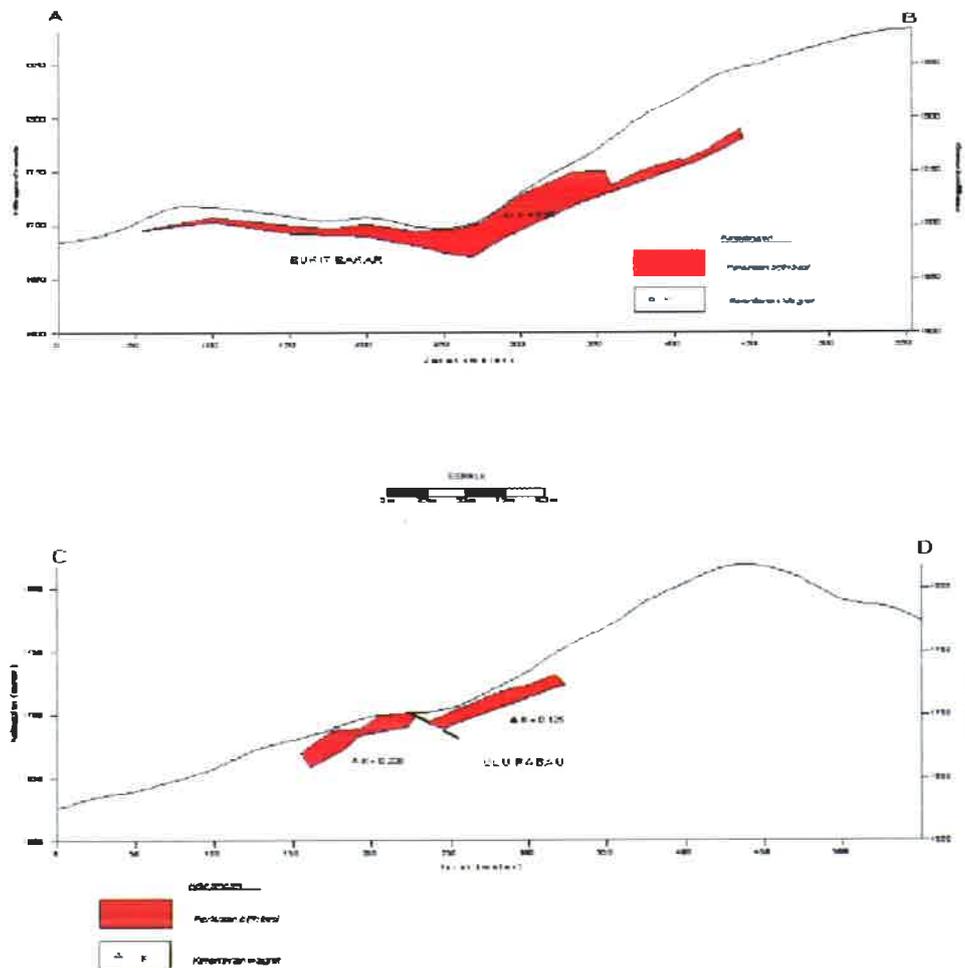
Penyelidikan geomagnetik didaerah Air Abu-Solok, dilakukan dengan menggunakan alat Gun proton unimag geomagnetometer tipe G.836 buatan Unimag/USA, dengan ketelitian 10 gamma, alat ukur kerentanan magnet batuan, dan GPS.

Hasil penyelidikan geomagnetik didaerah Air Abu (Bukit Bakar dan Ulu Rabau), Solok menunjukkan bahwa zona mineralisasi bijih besi (Fe) ditandai dengan nilai anomaly geomagnetik positif tinggi 1000 - 6000 gamma. Tingginya nilai anomaly tersebut berkaitan dengan kandungan mineral magnetit dan ilmenit didalam batuan. Kedua mineral tersebut mempunyai nilai kerentanan magnet (K) berkisar antara 20 94 x 10⁻⁶ cgs, dan dengan kandungan Fe total antara 59 69 % (Alanda Idral, 2008) Keberadaan zona mineralisasi bijih besi tersebut juga didukung dengan ditemukannya singkapan batuan yang mengandung bijih besi dan endapan besi deluvial didaerah zona anomaly magnetik tinggi (Bukit Bakar dan ulu Rabau) serta adanya struktur sesar yang melalui kedua daerah mineralisasi tersebut, (gambar 3 dan 4).

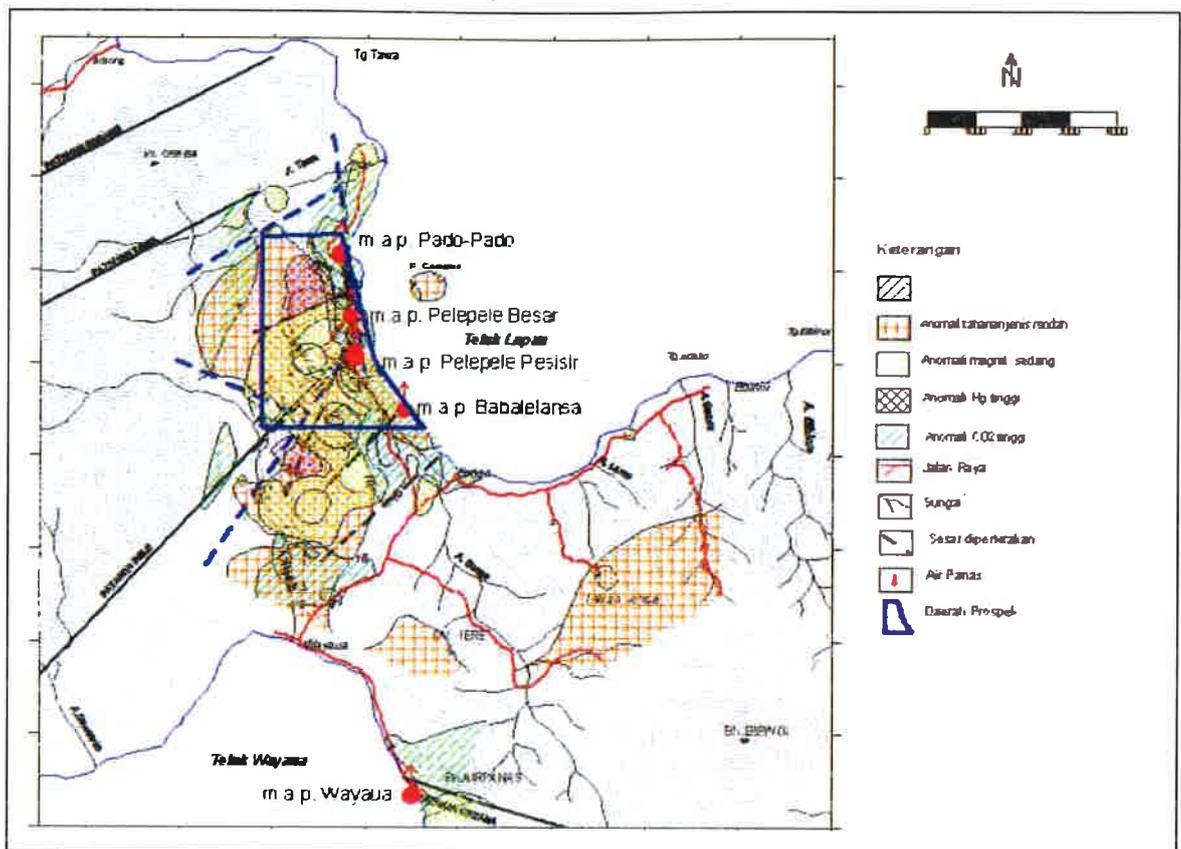
Secara kuantitatif, berdasarkan pemodelan anomaly geomagnetik dan luas daerah prospek, potensi sumberdaya terduga bijih besi didaerah tersebut diperkirakan sebesar 2.496.366 ton bijih besi. Saat ini daerah prospek tersebut telah ditambang dan hasilnya telah diekspor.



Gambar 3: Peta anomali geomagnetik serta daerah prospek (warna merah) Bukitbakar dan Ulurabau (Alanda Idral 2009)



Gambar 4: Model 2-D anomali magnet daerah prospek Bukitbakar dan Ulurabau (Alanda Idral 2008)



Gambar 5: Daerah prospek panas bumi Songa-Bacan (Alanda Idral 2007)

Penerapan Metoda Geofisika Pada Eksplorasi Panas Bumi

Lokasi daerah prospek terletak di P. Bacan - kabupaten Halmahera Selatan, Propinsii Maluku Utara.

Metoda geofisika yang diterapkan didaerah ini merupakan metoda geofisika terpadu yang terdiri dari metoda gayaberat, geomagnetik dan tahanan jenis.

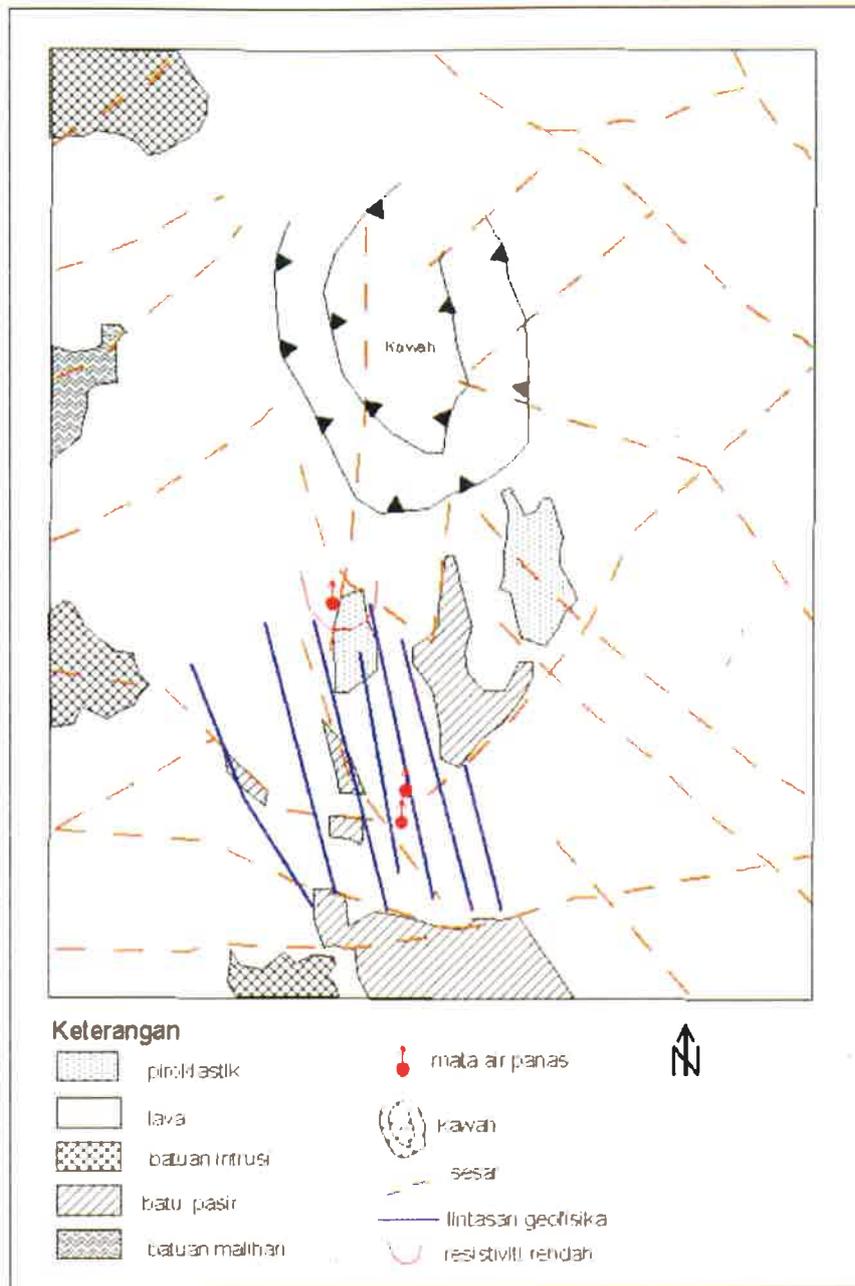
Alat yang digunakan terdiri dari : Gravity meter, La Coste & Romberg, model G.807 dan Proton Geomagnetometer tipe G.856 dan alat tahanan jenis receiver EPR 121 A dan transmitter.

Penerapan metoda geofisika terpadu didaerah ini bertujuan untuk menentukan sumber panas, daerah reservoir (zona rekahan dan sesar), lapisan penudung, dan potensi panas bumi.

Analisa data geofisika terpadu mengidentifikasi struktur sesar yang berkembang didaerah ini berarah timurlaut-baratdaya, baratlaut-tenggara dan utara baratlaut selatan tenggara. Daerah prospek (reservoir) terletak antara perpotongan struktur sesar disekitar mata air panas Pelepele Besar dan Pelepele Pesisir dengan luas 12.5 km² dan dengan potensi 107. Mwe (gambar 5). Sumber panas diperkirakan merupakan cairan magma sisa yang berupa tubuh intrusi (Bukit Lansia) dan berlokasi di

baratdaya mata air panas Pele-Pele Besar dan Pele-Pele Pesisir. Lapisan penudung terdapat pada kedalaman > 500 m dibawah kedua mata air panas tersebut diatas dan ditandai dengan adanya zona ubahan disekitar kedua manifestasi tersebut, sedangkan kedalaman reservoir tidak dapat diprediksi karena tebalnya lapisan penudung sehingga arus listrik tidak mampu menembus lapisan penudung. Hal ini diperkirakan berkaitan dengan penerapan metoda (tahanan jenis) yang kurang pas dan kemampuan penetrasi transmitter yang memakai baterai sangat terbatas disebabkan tebalnya lapisan lempung. Untuk kasus ini sebaiknya digunakan generator yang dapat mengirim arus lebih besar atau dengan menerapkan metoda lain seperti Magneto telluric. Selain itu anomali tahanan jenis rendah disekitar pantai perlu dipertanyakan karena rendahnya nilai tersebut dapat disebabkan intrusi air laut karena jarak lintasan relatif dekat ke garis pantai. Sedangkan hasil gayaberat dan geomagnet memperlihatkan korelasi yang saling mendukung.

Contoh berikut ini memperlihatkan hasil yang kurang maksimal dari survei terpadu geofisika untuk panas bumi didaerah Bittuang disebabkan penentuan lokasi yang kurang tepat karena penyelidikan geologi dan geofisika dilakukan bersamaan. Hal ini mengakibatkan penentuan lintasan geofisika tidak pada daerah



Gambar 6: Sketsa Geologi Bittuang dan lintasan geofisika

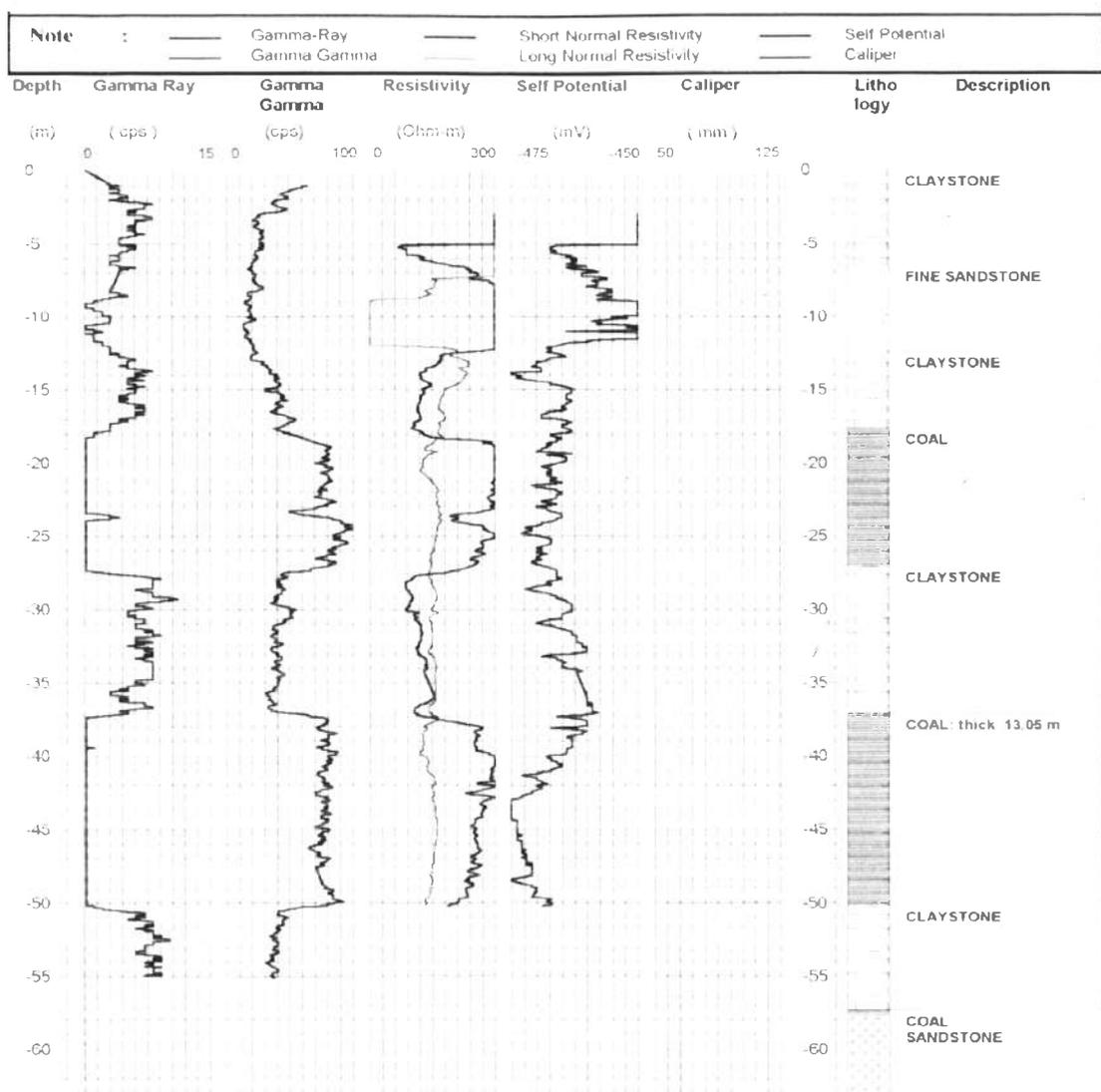
prospek, sedangkan daerah prospek berada lebih ke utara dari lintasan geofisika (gambar 6), sehingga hasil penyelidikan geofisika menjadi tidak maksimal kalau tidak disebut gagal. Hal ini ditunjukkan dengan data anomali tahanan jenis yang cenderung rendah dan terbuka diujung utara lintasan, sedangkan data geomagnet dan gayaberat hanya memperlihatkan daerah depresi dan intrusi sedangkan keberadaan struktur kawah dari data geologi tidak didukung oleh data gayaberat dan magnet disebabkan tidak adanya data geofisika disekitar kawah tersebut. Selain Bittuang ada beberapa daerah panas bumi lainnya dimana hasil penyelidikan geofisika terpadu tidak maksimal disebabkan penerapana

metoda dan lintasan yang kurang tepat karena minimnya data geologi sewaktu penyelidikan geofisika dilakukan.

Penerapan Metoda Geofisika Pada Eksplorasi Batubara

Metoda geofisika untuk batubara sering dilakukan dengan memakai metoda Well logging untuk mengetahui ketebalan lapisan batubara, seismik refleksi untuk struktur geologi lapisan batubara dan metoda gayaberat dan magnet untuk struktur cekungan pada endapan batubara.

Berikut ini ditampilkan hasil penyelidikan geofisika well logging (gamma ray, density,



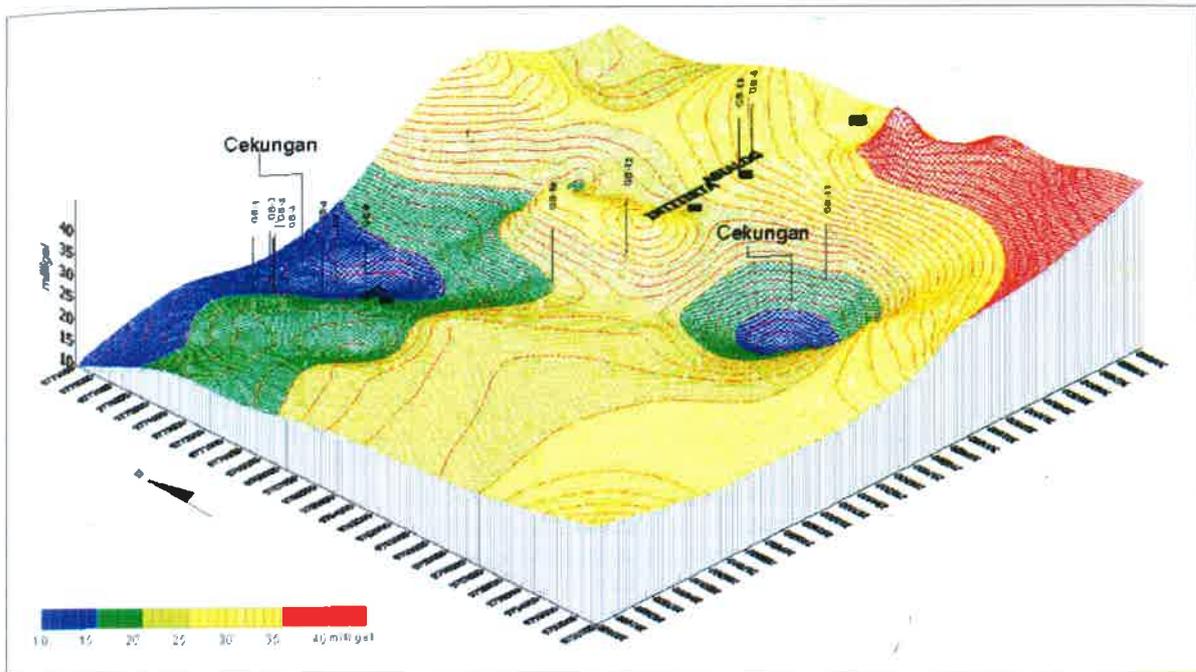
Gambar 7: Penampang geofisika well logging (Adang, M. 2001)

resistivity dan self potensial/SP) dan metoda gayaberat - magnet di daerah Guruh Baru (Tanah Abang dan Koto Tengah) Jambi.

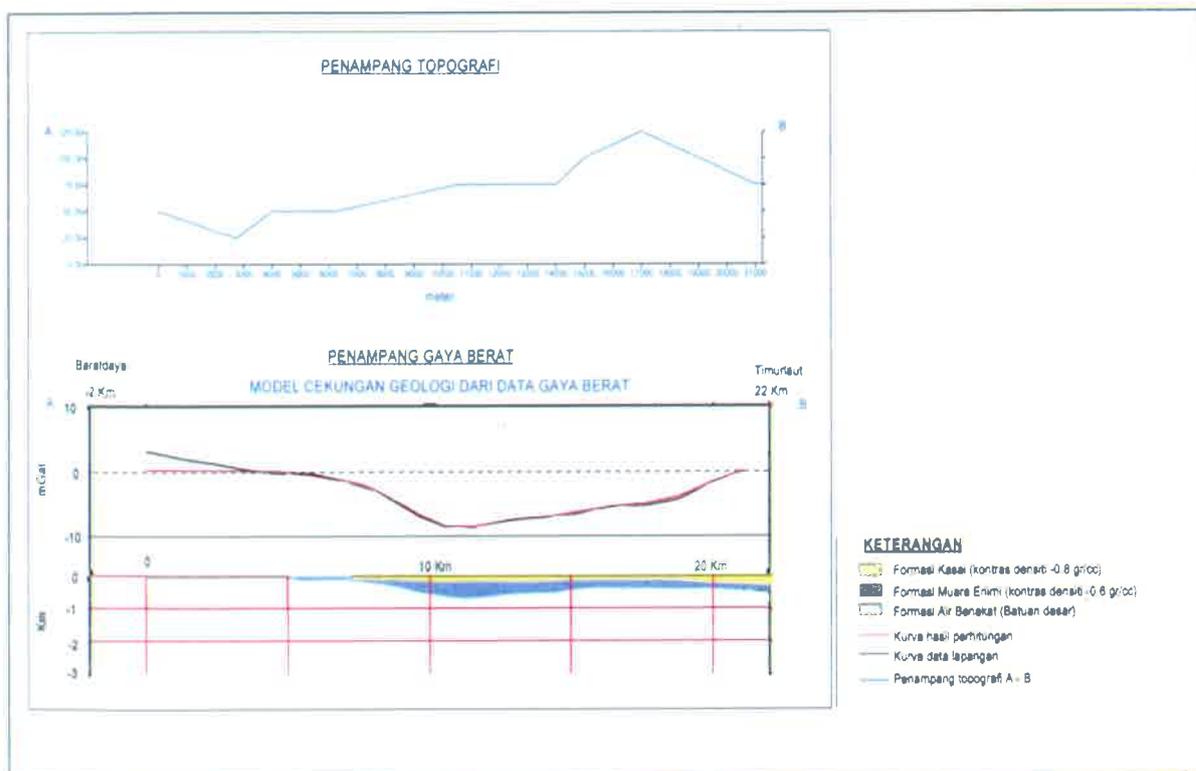
Pada penyelidikan well logging alat yang digunakan adalah OYO 3030 Mark-2 buatan Jepang lengkap dengan probe untuk mengukur gamma ray, density, resistivity, dan self potensial.

Hasil penyelidikan well logging memperlihatkan kurva - kurva logging gamma ray, gamma-gamma/density, tahanan jenis dan potensial diri (SP) memberikan gambaran yang cukup jelas tentang adanya indikasi lapisan batubara (gambar 7). Pengukuran geofisika cara well logging terbukti menjadi alat yang cukup efektif dan berhasil dalam membantu para ahli geologi batubara dalam menentukan ketebalan lapisan batubara yang lebih pasti. Selain itu hasil dari pengukuran ini dapat juga dipakai untuk membantu dalam menentukan urutan litologi batuan secara lebih detail.

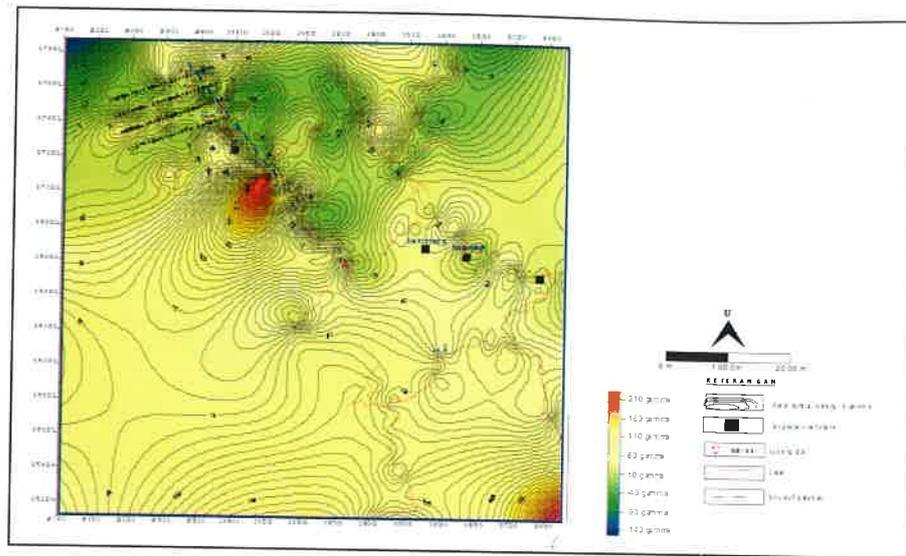
Pada penyelidikan gayaberat dan magnet di daerah Guruh Baru digunakan alat Gravimeter La- Coste and Romberg tipe D-114 buatan Canada dan Proton Magnetometer model G-856, buatan Amerika. Hasil penyelidikan gaya berat di daerah tsb diatas memperlihatkan dengan jelas adanya struktur cekungan dengan arah barat laut-tenggara yang direfleksikan oleh anomali bouguer rendah (gambar 8). Struktur cekungan ini ditempati oleh formasi Kasai, Ma.Enim dan Benakat. Seperti telah umum diketahui formasi Ma. Enim merupakan formasi pembawa endapan batubara (gambar 9). Sedangkan hasil penyelidikan magnet memperlihatkan perbedaan nilai kontur intensitas magnet yang relatif rendah, hal ini mengindikasikan tidak terdapatnya batuan intrusi bawah permukaan. Hanya dibagian tengah terdapat liniasi kontur memanjang berarah barat laut tenggara, dan ditafsirkan sebagai indikasi struktur sesar (gambar 10).



Gambar 8: Peta anomali bouguer daerah prospek batubara Jambi (modifikasi dari Edi dkk. 2001)



Gambar 9: Penampang gayaberat pada daerah prospek batubara di Jambi (Edi, Dkk. 2001)



Gambar 10: Peta anomali magnet pada daerah prospek batubara di Jambi (Edi, dkk. 2001)

KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan geofisika seperti telah ditunjukkan oleh beberapa contoh di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemilihan metoda geofisika dalam penyelidikan sumber daya mineral dan energi sangat tergantung pada tipe endapan dan lingkungan geologinya.
2. Penerapan metoda geofisika pada eksplorasi sumberdaya mineral dan energi sebaiknya dilakukan setelah penyelidikan geologi rinci agar penentuan metoda geofisika dan lintasan ukur dapat lebih tepat sehingga hasil yang didapatkan akan lebih akurat dan maksimal.
3. Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan peralatan serta penambahan perangkat keras dan (program) perangkat lunak

4. Penerapan metoda IP dengan kombinasi susunan ektroda memberikan hasil yang baik dalam penyelidikan mineral logam tipe urat dan porfiri.
5. Penerapan metoda geomagnetik pada daerah mineralisasi bijih besi memberikan hasil yang baik karena kontras anomali yang didapat cukup besar, begitupun potensinya dpt. dihitung dengan melakukan pemodelan.
6. Dalam eksplorasi batubara metoda gayaberat dapat diterapkan guna mengkaji keberadaan struktur dan cekungan yang diperkirakan mengandung lapisan batubara. Sedangkan metoda magnet dapat digunakan untuk melokalisir daerah intrusi yang ada hubungannya dengan penyebaran batubara berkalori tinggi (antrasit). Sedangkan aplikasi metoda well logging sangat bermanfaat dalam akurasi penentuan ketebalan lapisan batubara

ACUAN

- Alanda Idral, 2009. Data Penyelidikan IP-Time Domain di Daerah X Sulawesi Selatan. Tidak Diterbitkan
- Alanda Idral, 2008. Aplikasi Metoda Geomagnetik Dalam Menentukan Potensi Sumberdaya Bijih Besi Didaerah Bukit Bakar dan Ulu rabau, Kec. Lembah Gumanti, Kab. Solok, Sumatra Barat. Buletin Sumber Daya Geologi, Vol. 3, No.3, H.28-35
- Alanda Idral, 2007. Current Issues of Geothermal Manifestation in Songa-Bacan Island Province of North Maluku-Indonesia. Proceeding Joint Convention Bali 2007, The 32nd HAGI, The 36th IAGI, The 29th, IATMI, Annual Convention and Exhibition.
- Adang, M., Imanuel, M. F., 2001. Data Geofisika Well Logging Guruh Baru Jambi. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung Tidak Diterbitkan
- Ario Mustang, 2009. Data Geolistrik Daerah Panas Bumi Bittuang, Sulawesi selatan. Tidak diterbitkan
- Edi K., dkk, 2001. Eksplorasi geofisika Dengan Metoda Gayaberat dan Magnet di Daerah Tanah Abang, Kota Tengah, dan Guruhbaru, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sorolangun dan Musi Banyuasin, Propinsi Jambi dan Sumatra Selatan. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung Tidak Diterbitkan
- Tim Terpadu DIM, 2005. Laporan Hasil Penyelidikan Terpadu Geologi- Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Songa P. Bacan, Kab. Halmahera Selatan Prop. Maluku Utara. Direktorat Inventarisasi Sumberdaya Mineral Bandung. Tidak Diterbitkan.