

INTERPRETASI MODEL ANOMALI MAGNETIK AREA PANAS BUMI DAERAH X KABUPATEN POLEWALI MANDAR

Rajab¹, Pariabti Palloan, Ahmad Yani

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Makassar
Kampus UNM Parangtambung Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224

¹e-mail: rajablaskar@gmail.com

Abstract: *Interpretation of Magnetic Anomaly Model of Geothermal Region for Area X in Polewali Mandar Distric. Research was conducted to determine the characteristics of the distribution of the magnetic anomaly area of geothermal area x Polewali Mandar and body modeling based on the value of magnetic susceptibility anomalies obtained. The total of 133 points measurement range are measured using Precision Proton Magnetometer (PPM) type Geotron G5 and Global Position System (GPS). Data acquisition process is done with the daily correction, correction IGRF, upward continuation and reduction to the pole. Interpretation of the data is done quantitatively and qualitatively, qualitative interpretation is done by analyzing the local anomaly that has been reduction to the poles while the quantitative interpretation is done by analyzing local anomaly that has been reduction to the poles and upward continuation with a height of 50 meters and modeled using Mag2dc. The results of qualitative interpretation, the characteristic distribution of the magnetic field anomalies anomaly varies from low, with a value of -650 nT to -50 nT, anomalies were 50 nT to 250 nT and high anomaly 300 nT to 550 nT. While the results of the quantitative interpretation of modeling slice AA', BB' and CC' shows the structure of the surface rocks are varied, obtained eight body anomalies based on the type of rock that are, caly cap, tuffs, breccias, shale, basalt, breccia volcanic quarter, andesite lava and alteration. Rock breccias are fairly uniform, allegedly as rock fluid heated by heating rocks, so some rocks near by altered up into the reservoir zone. While the tufa rock as rock cap rock (cover) from the hot water discharge.*

Keywords: geothermal, magnetic anomaly, suceptibility

Abstrak: *Interpretasi Model Anomali Magnetik Area Panas Bumi Daerah X Kabupaten Polewali Mandar.* Telah dilakukan penelitian untuk menentukan karakteristik sebaran anomali magnetik area panas bumi daerah x Kabupaten Polewali Mandar dan memodelkan body anomali berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik yang didapatkan. Sebanyak 133 titik daerah pengukuran diukur dengan menggunakan Proton Precission Magnetometer (PPM) tipe Geotron G5 dan Global Position System (GPS). Proses akuisisi data dilakukan dengan koreksi harian, koreksi IGRF, kontinuitas ke atas dan reduksi ke kutub. Interpretasi data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif, interpretasi kualitatif dilakukan dengan menganalisis anomali lokal yang telah direduksi ke kutub sedangkan interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menganalisis anomali lokal yang telah direduksi ke kutub dan kontinuitas ke atas dengan ketinggian 50 meter dan dimodelkan dengan menggunakan Mag2dc. Hasil interpretasi kualitatif, karakteristik sebaran anomali medan magnetik bervariasi mulai dari anomali rendah, dengan nilai -650 nT sampai -50 nT, anomali sedang 50 nT sampai 250 nT dan anomali tinggi 300 nT sampai 550 nT. Sedangkan hasil interpretasi kuantitatif pemodelan sayatan AA', BB' dan CC' menunjukkan struktur batuan permukaan yang bervariasi, diperoleh delapan body anomali berdasarkan jenis batuan yaitu, caly cap (tanah liat), tufa, breksi vulkanik, shale (serpihan), basalt, breksi vulkanik kuarter, lava andesit dan alterasi. Batuan breksi vulkanik tersebut cukup seragam, diduga sebagai batuan fluida yang terpanaskan oleh batuan pemanas, sehingga beberapa batuan di dekatnya teralterasi hingga menjadi zona reservoir. Sedangkan batuan tufa sebagai batuan cap rock (penutup) dari tempat keluarnya air panas.

Kata Kunci: anomali magnetik, panas bumi, suseptibilitas

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang dilalui oleh sabuk vulkanik yang membentang dari Pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku

dan Sulawesi. Di dalam sabuk vulkanik itu terdapat sekitar 117 pusat gunung berapi aktif yang membentuk jalur gunung api sepanjang kurang lebih 7.000 km. Menurut data, pada tahun

2009 Indonesia memiliki 40% potensi panas bumi di dunia karena memiliki sebanyak 265 titik lokasi panas bumi dengan total potensi energi mencapai 28.100 MWe. Beberapa lokasi panas bumi baru ditemukan seperti Kabar di Manokwari, Papua Barat, Tehoru, Banda Baru, Pohon Batu, Kelapa Dua di Maluku, Lili, Mapilli dan Alu di Polewali Mandar, Sulawesi Barat (Suhartono, 2012).

Interpretasi model anomali medan magnet bumi dapat dihasilkan dari kandungan magnetik pada batuan yang terdapat di bawah permukaan, baik itu dari susceptibilitas magnetik maupun magnetik remanen. Prospek magnetik terlihat dari variasi pada medan magnet di bumi yang diakibatkan oleh perubahan struktur geologi di bawah permukaan atau perbedaan kandungan magnetik batuan dekat permukaan (*near surface rocks*) (Rosid, 2008).

Pada survei *geothermal* atau panas bumi metode magnetik digunakan untuk mengidentifikasi tipe batuan beku atau *hot rock* yang berperan sebagai sumber panas bumi. Secara garis besar terdapat dua sistem sumber panas yaitu sistem vulkanik aktif dan sistem selain vulkanik. Daerah panas bumi dengan tipe vulkanik aktif memiliki temperatur tinggi lebih dari 180°C. Temperatur tinggi tersebut akan mengakibatkan demagnetisasi pada batuan sehingga nilai anomali magnetik menjadi rendah. Sedangkan tipe vulkanik tidak aktif akan memungkinkan nilai anomali magnetik bernilai tinggi karena tidak terdapat proses demagnetisasi yang menghilangkan sifat kemagnetan batuan. Oleh karena itu, tipe batuan sumber panas akan lebih mudah terdeteksi melalui metode magnetik (Rosid, 2008).

Salah satu prospek panas bumi atau *geothermal* di Indonesia terdapat di daerah X Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. Manifestasi panas bumi tersebut ditandai dengan adanya beberapa titik sumur mata air

panas, daerah ini menunjukkan kenampakan panas bumi ke permukaan dengan temperatur mencapai 50°C, pH netral dan alterasi batuan dengan tipe alterasi argilik. Fluida bertipe bikarbonat dan berada pada zona partial equilibrium. Temperatur reservoir diambil dengan melalui perhitungan geotermometer silika (156°C). Nilai anomali gaya berat tinggi dan magnet rendah terkonsentrasi disekitar Pandanpangreng bagian utara, juga didukung nilai tahanan jenis rendah ke arah utara. Sumber panas diperkirakan berasal dari vulkanik kuartar berumur plistosen (Hadi, 2011).

Sehingga untuk mengetahui berapa besar sebaran anomali magnetik pada area tersebut perlu dilakukan survei atau penelitian lebih mendalam dengan menerapkan metode magnetik untuk mendapatkan data yang lebih lengkap.

METODE

Penelitian ini adalah *applied research* berupa penerapan ilmu geomagnet dengan metode penelitian berupa metode observasi, yakni pengambilan data dengan melakukan penelitian dan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat *Proton Precession Magnetometer* (PPM), *Global Position System* (GPS) dan perangkat komputer yang dilengkapi microsoft excel, *Surfer*, *Magpick* dan *Mag2dc* untuk menghasilkan kontur anomali magnetik di lokasi tersebut.

Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data geomagnet yaitu:

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini, dilakukan pengkajian literatur dan studi geologi, baik melalui buku maupun internet mengenai daerah prospek panas bumi di daerah X Kabupaten Polewali Mandar, menentukan koordinat tiap titik ukur magnetik yang dilakukan dengan menggunakan GPS, menentukan arah magnet bumi dengan menggunakan kompas geologi. Lokasi

pengukuran medan magnet harus jauh dari gangguan benda-benda magnetik dan membuat lintasan geomagnet.

2. Tahap pengambilan data

Pengambilan data dimulai pada tanggal 5 hingga 7 November 2015 dengan menggunakan *Proton Precession Magnetometer* (PPM) tipe Geotron G5, *Global Position System* (GPS). Proses akuisisi data dilakukan di daerah penelitian yang terdiri dari empat lintasan, dimana pada setiap lintasan dibagi beberapa stasiun. Lintasan pertama sebanyak 25 titik, lintasan kedua sebanyak 43 titik, lintasan ketiga sebanyak 26 titik dan lintasan keempat sebanyak 39 titik. Panjang lintasannya bervariasi pada lintasan pertama sepanjang 265 meter, lintasan kedua sepanjang 278 meter, lintasan ketiga sepanjang 292 meter dan lintasan keempat sepanjang 310 meter.

3. Tahap interpretasi data

Pengambilan data magnetik bertujuan untuk mengamati besaran medan magnet total (H) bumi pada titik tertentu. Dari data yang diperoleh akan didapatkan benda magnet terinduksi dimana nilai H tersebut harus dikurangi oleh nilai medan magnet yang menginduksi sehingga akan menghasilkan nilai medan magnet yang disebut anomali magnet (ΔH).

Data yang diperoleh dari lapangan belumlah berupa data yang menunjukkan nilai anomali magnetik melainkan masih berupa data mentah hasil pengukuran di lapangan dimana masih terdapat pengaruh dari dalam dan luar bumi. Oleh karena itu, dibutuhkan beberapa koreksi terhadap data lapangan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai anomali magnetik yang sudah tidak dipengaruhi oleh nilai magnetik dari dalam dan luar bumi tersebut.

Terdapat dua koreksi utama yang diterapkan pada data lapangan yang telah diperoleh yaitu:

a. Koreksi IGRF

Koreksi *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) digunakan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet dari dalam bumi yang disebabkan oleh medan magnet utama (*out core*) serta medan magnet dari kerak bumi. Data yang dihasilkan dari kalkulasi merupakan data *realtime* karena daerahnya sesuai dengan waktu pengukuran yang berlangsung, sehingga bernilai akurat. Parameter yang diperlukan untuk memperoleh nilai IGRF adalah nilai lintang, bujur wilayah pengukuran, ketinggian, serta tanggal bulan dan tahun pengukuran.

b. Koreksi harian (*diurnal correction*)

Sementara koreksi harian berfungsi untuk menghilangkan pengaruh medan magnetik yang berasal dari luar bumi seperti pengaruh atmosfer (*ionosfer*). Perubahan ini terutama disebabkan oleh variasi dalam aktivitas flare matahari dan efek badai matahari yang ada pada lokasi berbeda di bumi. Untuk mendapatkan nilai koreksi variasi harian (T_{VH}) dibuat grafik koreksi harian terhadap waktu. Pada grafik tersebut ditentukan suatu garis base level yang ditentukan dari harga rata-rata nilai tertinggi dan terendah koreksi harian, dengan rumusan:

T_{VH} = hasil pengukuran koreksi harian + *base level* (jika hasil pengukuran terletak di bawah *base level*) sedangkan T_{VH} = hasil pengukuran koreksi harian – *base level* (jika hasil pengukuran terletak di atas *base level*).

Selain itu, dilakukan juga koreksi *drift* yang berfungsi sebagai faktor koreksi data base. Tujuan dilakukannya koreksi ini untuk melihat perubahan nilai intensitas magnetik di *base station* yang bergantung pada waktu.

$$T_{dc} = T_{obs} - \frac{T_{Base2} - T_{Base1}}{t_{Base2} - t_{Base1}} \times (t_{obs} - t_{Base1})$$

dengan T_{dc} menyatakan nilai koreksi drift terhadap base (Tesla), T_{obs} adalah nilai medan magnet terukur di lapangan (Tesla), T_{Base2} merupakan nilai medan magnet akhir terukur tiap station (Tesla), T_{Base1} adalah nilai medan magnet awal terukur tiap station (Tesla), t_{Base2} adalah waktu pengukuran akhir tiap station (sekon), t_{Base1} adalah waktu pengukuran awal tiap station (sekon), dan t_{obs} menyatakan waktu pengukuran medan magnet di *base station* (sekon)

4. Tahap interpretasi data

Setelah melalui proses koreksi IGRF dan koreksi Harian, maka akan didapatkan nilai anomali magnetik total lapangan yang merupakan nilai magnetik kerak bumi dengan rumusan sebagai berikut :

$$\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} \pm T_{VH}$$

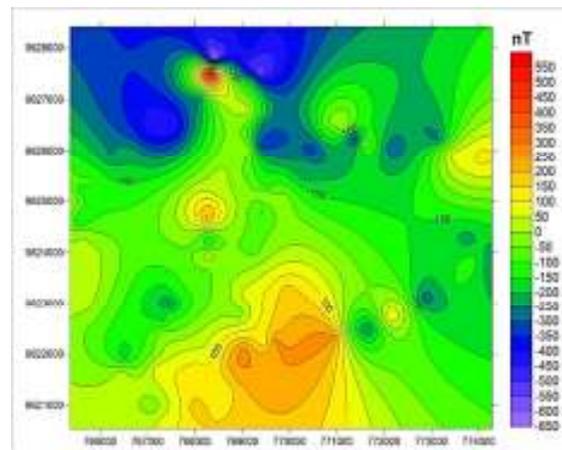
dengan ΔT menyatakan anomali magnetik total (Tesla), T_{obs} adalah nilai medan magnet terukur di lapangan (Tesla), T_{IGRF} adalah nilai medan magnet utama menurut isodinamik, dan T_{VH} menyatakan nilai variasi harian (*diurnal variation*) yang juga dinyatakan dalam tesla.

Setelah proses pengolahan data selesai dilakukan, maka hasil akhir adalah mencari nilai anomali magnetik yang kemudian akan diplot untuk melihat hasil dari anomali magnetik tersebut. Plot dilakukan dengan menggunakan *Surfer*. Teknisnya hanya tinggal melakukan *grinding* dimana data di input merupakan koordinat titik (x dan y) serta data anomali magnetiknya dan titik pengukuran di lapangan. Sedangkan untuk pemodelannya dilakukan dengan membuat model menggunakan *Mag2dc*. Parameter yang dilakukan dalam pemodelan adalah dengan memasukkan nilai inklinasi, deklinasi dan IGRF.

HASIL DAN DISKUSI

A. Interpretasi karakteristik sebaran anomali magnetik

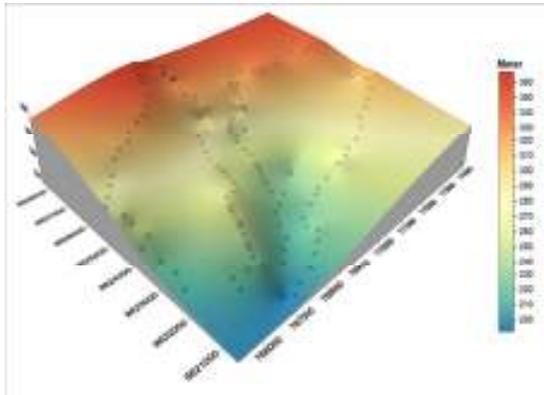
Hasil pengolahan data tiap lintasan yang diperoleh dibuat di microsoft excel. Selanjutnya diinput ke dalam *Software Surfer* sehingga menghasilkan peta anomali magnetik total (Gambar 1) di bawah ini yang mempresentasikan hubungan antara posisi pengukuran dan nilai medan magnet total.



Gambar 1. Peta Kontur Anomali Magnet Total dengan Interval Kontur 50 nT.

Pada peta kontur anomali magnet total Gambar 1 terlihat dengan jelas *dipole* (dwi kutub) yang mengandung pasangan klostur positif dan negatif yang cukup banyak, hal ini karena sumber anomali berbaur antara sumber anomali dangkal dan yang dalam sehingga dapat ditafsirkan daerah tersebut terdapat benda anomali. Selain itu, juga terlihat perbedaan intensitas magnetik yang cukup kuat ditandai dengan nilai anomali negatif dan positif yang tidak jauh berbeda dari -650 nT sampai dengan +550 nT. Intensitas magnetiknya saling mendekati nol sehingga dapat dikatakan bahwa intensitas magnetik di daerah tersebut sangat cukup kuat. Meskipun demikian, pada daerah tersebut cenderung dikuasai oleh intensitas magnetik yang negatif -50 nT sampai dengan nilai -200 nT, kemungkinan intensitas

magnetik negatif tersebut dipengaruhi oleh adanya batuan berupa sedimen vulkanik yang terdapat di sekitar daerah pengukuran tersebut.

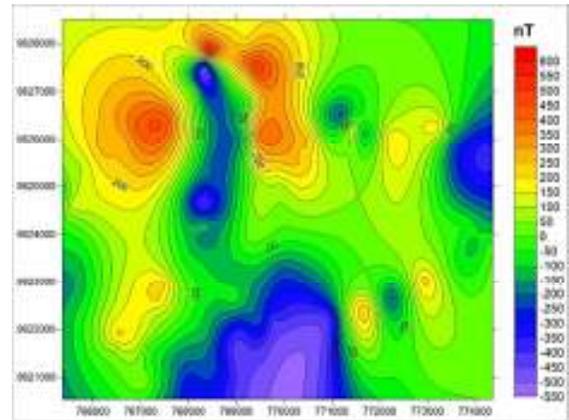


Gambar 2. Peta Topografi Daerah Penelitian.

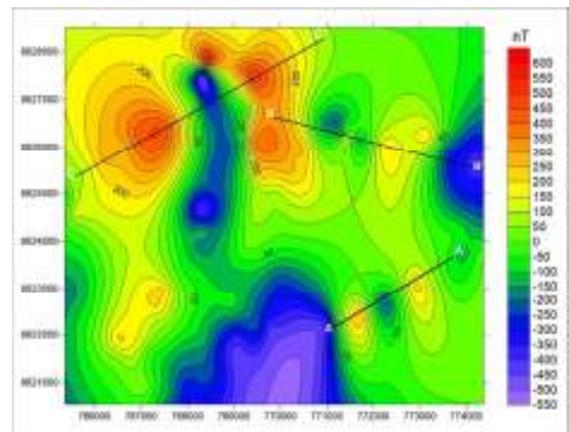
Selain anomali total magnetik, data pengukuran ini juga memperlihatkan nilai topografi dari permukaan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan koreksi IGRF serta modeling. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa titik pengukuran tertinggi tertelak pada ketinggian 360 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan yang terendah berada pada ketinggian 200 mdpl. Setelah harga anomali total didapatkan maka selanjutnya adalah melakukan *continuasi* (pengangkatan). *Continuasi* ada dua jenis yaitu kontinuasi ke atas (*upward*) dan ke bawah (*downward*). Pada penelitian ini digunakan *upward continuation* yang berfungsi untuk men *smoothing* peta anomali total dengan cara menaikkan bidang pengamat ke atas dari dasar anomali *body*, akan tetapi pada prosesnya tidak boleh menghilangkan *body* anomali yang ada, karena target dari proses ini adalah untuk menentukan *body* anomali dari peta anomali yang sudah ada.

Pada peta kontur anomali *upward continuation* 50 meter Gambar 3 terlihat tidak jauh berbeda dengan peta kontur anomali total, akan tetapi sebenarnya anomali magnetik dibuat lebih didominasi. Ketika anomali di *upward* setinggi 50 meter, nilai anomali magnetiknya

berkurang kisaran -550 nT sampai 650 nT dari sebelumnya -650 nT sampai 550 nT. Hal ini terjadi ketika anomali dikontinuasi *upward*, sebenarnya kita sedang mendominasi nilai anomali magnetiknya dengan mengubah bidang pengamatnya.



Gambar 3. Peta Kontur *Upward Continuation* Magnetik 50 Meter



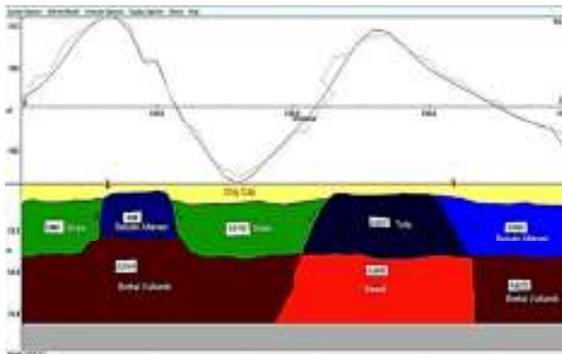
Gambar 4. Peta Kontur Magnetik yang Sudah di *Slice* pada *Upward* 50 Meter.

Peta kontur magnetik pada Gambar 4 merupakan hasil listasan A-B-C pada kontinuasi ke atas sebesar 50 meter. Kemudian akan diinterpretasi dengan menggunakan *Mag2dc* sehingga akan menghasilkan profil anomali observasi yang digunakan sebagai acuan dalam membuat model. Daerah yang dihubungkan dengan garis hitam merupakan daerah yang diduga sebagai daerah tersebut dimana *body pluton* berada, ditandai dengan kontraks

magnetik yang tinggi berarti terdapat *body* batuan di bawahnya. Pada derah ini juga akan dibuat tiga penulisan lintasan, yaitu A-A', B-B' dan C-C'.

B. Pemodelan *Body* Anomali Magnetik

Interpretasi dilakukan dengan membuat pemodelan *body* anomali magnetik menggunakan *software Mag2dc*. Parameter yang digunakan dalam pemodelan ini adalah dengan menginput nilai IGRF sebesar 42282.7 nT, sudut inklinasi sebesar -23.07 derajat, sudut deklinasi sebesar -0.88 derajat, *station spacing* 10, satuan yang digunakan adalah meter dan sistem besaran dikalikan dengan 10^{-3} (SI). Pada *software Mag2dc*.

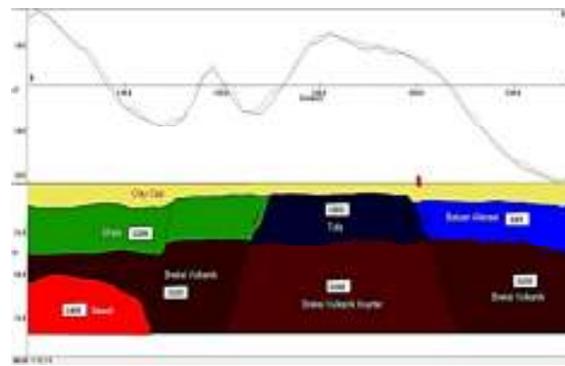


Gambar 5. Model Penampang Magnetik Batuan Pada Lintasan A-A'

Pada Gambar 5 di atas adalah hasil model lintasan penampang pada sayatan A-A' yang melintang dari barat daya menuju timur laut yang terdapat sumbu x dan sumbu y. Sumbu x menunjukkan panjang lintasan sedangkan sumbu y positif menunjukkan variasi nilai intensitas magnetik dan sumbu y negatif menunjukkan kedalaman. Lintasan ini terjadi fenomena naik turunnya nilai anomali magnetik, sehingga menghasilkan dua buah puncak positif dan satu puncak negatif.

Hal ini diduga karena adanya terdapat sesar atau patahan yang terdapat pada lintasan pengukuran. Model ini memperlihatkan *body* anomali magnetik dan jenis batuan yakni, *Shale*, Breksi Vulkanik, Basalt, Tufa dan batuan yang

Alterasi. Lapisan yang memiliki $k = 0,0011 \times 10^3$ SI (tufa) merupakan lapisan *overburden* (penutup pada reservoir fluida panas bumi). Sedangkan *body* dengan nilai $k = -0,018$ dan $-0,060 \times 10^3$ SI merupakan jenis batuan alterasi yang banyak mengalami penurunan nilai kemagnetan akibat terpanaskan, sehingga lapisan ini mengalami rasio mineral sekunder yang sangat tinggi dan diperkirakan dibawah lapisan ini terdapat sumber (*host rock*) panas bumi dan tempat uap panas bumi.

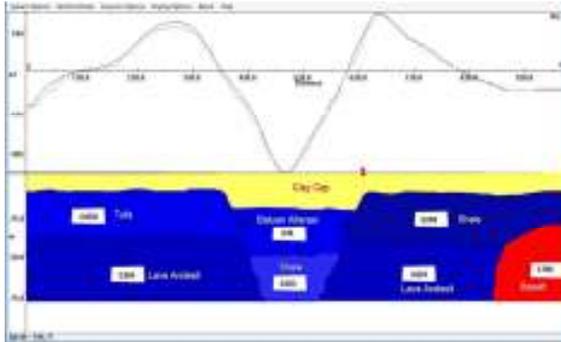


Gambar 6. Model Penampang Magnetik Batuan Pada Lintasan B-B'

Gambar 6 merupakan hasil model penampang magnetik batuan pada lintasan B-B' yang melintang dari barat laut menuju timur tenggara. Pada lintasan ini juga terjadi perubahan naik turunnya nilai anomali magnetik namun, tidak terlalu tajam seperti pada lintasan A-A'. Hanya pada titik 430.0 nilai anomali magnetik turun dengan derastis hingga mencapai titik tak hingga, hal ini dikarenakan adanya pengendapan batuan hasil erupsi dari batuan vulkanik.

Hasil sayatan ini juga memperlihatkan jenis *body* anomali magnetik dan beberapa jenis batuan yakni, basalt, shale, breksi vulkanik, breksi vulkanik kuarter, tufa dan batuan yang alterasi. Sama halnya dengan Gambar 5 pada model ini terdapat *body* anomali magnetik yang mempunyai nilai $k = -0,059 \times 10^3$ SI dicirikan sebagai sumber reservoir berasal, akibat batuan tersebut teralterasi dan sudah banyak mengalami

penurunan nilai kemagnetan akibat terpanaskan, lapisan ini mengalami rasio mineral sekunder yang sangat tinggi dan diperkirakan dibawah lapisan ini terdapat sumber (*hot rock*) panas bumi dan tempat uap panas bumi.



Gambar 7. Model Penampang Magnetik Batuan Pada Lintasan C-C'

Pada Gambar 7 di atas memperlihatkan hasil model penampang penulisan C-C' yang melintang dari arah barat daya ke arah timur laut. Sama halnya dengan lintasan A-A' juga terjadi naik turunnya nilai anomali magnetik yang menyebabkan terbentuknya dua puncak positif dan satu puncak negatif. Hal ini diduga adanya patahan akibat pergeseran material daerah penelitian tersebut. Penampang penulisan di atas tersusun jenis *body* anomali magnetik dan beberapa jenis batuan diantaranya, basalt, shale, lava andesit, tufa dan batuan yang teralterasi. Pada Gambar 7 sama seperti pada Gambar 5 dan 6 dimana juga terdapat nilai $k = -0,114 \times 10^3$ SI dimana *body* ini adalah jenis batuan teralterasi yang sudah banyak mengalami ubahan dan penurunan nilai kemagnetan akibat terpanaskan, sehingga lapisan ini mengalami rasio mineral sekunder yang sangat tinggi dan lapisan ini merupakan zona reservoir dan diperkirakan dibawah lapisan ini terdapat sumber (*hot rock*) panas bumi dan tempat uap panas bumi.

C. Karakteristik Sebaran Anomali Magnetik

Secara kualitatif peta anomali magnetik total daerah penelitian digambarkan pada peta kontur

anomali (Gambar 1), berupa dipole yang mengandung pasangan klostur positif dan negatif. Sehingga karakteristik sebaran anomali magnetiknya sangat jelas, harga anomalnya yang bervariasi mulai dari -650 nT sampai dengan 550 nT, mempunyai kerentangan sifat magnetik batuan dan mineral berdasarkan tabel sifat kemagnetan batuan yakni anomali magnetik yang berwarna biru -650 nT sampai dengan -50 nT hal ini dapat dikatakan medan magnet rendah atau disebut diamagnetik, karena berkaitan dengan batuan yang bersifat non magnetik seperti batuan sedimen atau alluvium dan batuan metamorf. Pada Gambar 1 juga terlihat harga anomali sedang yang berwarna kuning 50 nT sampai dengan 250 nT ini biasa disebut paramagnetik, munculnya nilai anomali ini diduga karena adanya batuan yang relatif sedikit bersifat magnet seperti batuan beku yang telah mengalami pelapukan atau alterasi tingkat sedang sampai tinggi. Sedangkan anomali magnetik berwarna merah yang memiliki nilai mulai dari 300 nT sampai dengan 550 nT terlihat jelas bahwa mempunyai medan magnetik yang sangat tinggi atau biasa disebut ferromagnetik, hal ini diduga daerah tersebut didominasi oleh batuan beku yang telah mengalami proses mineralisasi sehingga mengandung oksidasi besi dan pasir besi.

Pada peta kontur hasil *upward continuation* setinggi 50 meter (Gambar 3) terlihat dengan jelas keberagaman nilai anomali magnetik seperti halnya dengan dengan peta kontur anomali magnet total (Gambar 4) akan tetapi pada peta kontur hasil *upward continuation* ini anomali magnetik terlihat lebih dominan. Terlihat pasangan klostur positif dan negatif dan nilai anomali magnetiknya yang bervariasi mulai dari -550 nT sampai dengan 650 nT. Adanya perbedaan harga anomali magnetik total dan hasil *upward continuation* ini karena dipengaruhi oleh material yang berada pada bagian kerak bumi

yang dangkal sehingga menjadi sasaran dari eksplorasi geofisika.

D. Pemodelan *Body* Anomali Magnetik

Penafsiran litologi jenis batuan pada daerah penelitian didasarkan pada data geologi. Berdasarkan informasi geologi diketahui bahwa daerah penelitian tersebut didominasi oleh batuan vulkanik tua, namun tersingkap pula batuan intrusi dan sedimen tua yang berperan sebagai batuan dasar. Stratigrafi batuan di daerah penelitian dibagi menjadi satuan metasedimen, satuan granodiorit, satuan lava riolit tada, satuan lava sienit tannae, satuan lava sienit porfir pangerang, satuan lava andesit motetang, satuan lava riolit kajubolong, satuan lava trakhit porfir sare, satuan lava sienit porfir karobe, satuan lava riolit alipan, satuan lava basal lima, satuan lava trakhit porfir Bakka-Taibalao, satuan lava basal andesit Palembang 1 dan 2, satuan lava andesit batu dan alluvium.

Pada lintasan A-A' terlihat hasil pemodelan magnetik dengan menggunakan software *Mag2dc*, sehingga *body* anomali dan nilai suseptibilitas magnetik tergambar dengan jelas. Dimana kontras suseptibilitas (k) magnetiknya cukup bervariasi pada setiap bodynya. Lapisan paling atas hanya terdiri satu jenis yakni *clay cap* (tanah liat), lapisan kedua terdiri dari body yang memiliki nilai $k = -0,018 \times 10^3$ SI, $-0,060 \times 10^3$ SI, $0,0011 \times 10^3$ SI, $0,0183 \times 10^3$ SI pada kedalaman ± 9 sampai dengan ± 40 meter di atas permukaan laut (mdpl). Lapisan *body* ini diidentifikasi sebagai jenis piroklastik Palembang termasuk jenis batuan hasil erupsi Gunungapi Walimbong dan termasuk jenis batuan sedimen formasi Latimojong. Lapisan ketiga terdiri dari *body* yang memiliki nilai $k = 0,0363 \times 10^3$ SI, $0,0374 \times 10^3$ SI dan $0,0885 \times 10^3$ SI pada kedalaman ± 40 sampai dengan ± 80 mdpl. Secara geologi lapisan ini diidentifikasi sebagai jenis batuan breksi vulkanik kuartar walaupun sebagian merupakan batuan sedimen tua Formasi Latimojong, dari

nilai suseptibilitasnya batuan tersebut dapat diklasifikasikan dengan jenis batuan breksi vulkanik dan basalt.

Lintasan B-B' memiliki lapisan-lapisan *body* dengan nilai suseptibilitas yang bervariasi sama seperti pada lintasan A-A'. Lapisan paling atas hanya terdiri dari satu jenis body saja yaitu *clay cap* (tanah liat), lapisan kedua terdiri dari tiga jenis body dengan nilai $k = -0,059 \times 10^3$ SI, $0,0076 \times 10^3$ SI dan $0,0284 \times 10^3$ SI pada kedalaman ± 11 sampai dengan ± 39 mdpl, secara geologi berdasarkan nilai suseptibilitasnya batuan tersebut dikelompokkan dalam jenis batuan Gunungapi Walimbong dan diklasifikasikan dalam batuan *shale*, tufa dan batuan yang teralterasi, sedangkan lapisan ketiga terdiri dari empat jenis *body* dengan nilai $k = 0,0372 \times 10^3$ SI, $0,0392 \times 10^3$ SI, $0,0462 \times 10^3$ SI dan $0,1044 \times 10^3$ SI pada kedalaman ± 39 sampai dengan ± 85 mdpl. Lapisan ini diidentifikasi sebagai lapisan batuan yang sedikit mengandung formasi Latimojong dari hasil erupsi Gunungapi Walimbong yang tersusun atas jenis batuan basalt, breksi vulkanik kuartar dan breksi vulkanik.

Lintasan C-C', pada lintasan ini seperti pada lintasan sebelumnya juga memiliki kontras suseptibilitas magnetik yang bervariasi pada setiap lapisannya. Lapisan pertama hanya terdiri dari lapisan *clay cap* (tanah liat) saja, pada kedalaman sekitar ± 9 mdpl. Lapisan kedua terdiri dari beberapa jenis body anomali diantaranya, $0,0058 \times 10^3$ SI, $-0,114 \times 10^3$ SI, dan $0,0198 \times 10^3$ SI, pada kedalaman sekitar ± 9 sampai dengan ± 40 mdpl. Lapisan ini diklasifikasikan dalam formasi andesit produk Palembang hasil erupsi dari Gunungapi Walimbong. Dari hasil suseptibilitas batuan tersebut tersusun atas tufa, batu yang teralterasi dan *shale* (serpihan). Sedangkan pada lapisan ketiga terdiri atas tiga lapisan dengan nilai k yang bervariasi diantaranya, $k = 0,1264 \times 10^3$ SI, $0,0135 \times 10^3$ SI,

dan $2,7148 \times 10^3$ SI, pada kedalaman sekitar ± 40 sampai dengan ± 79 mdpl. Formasi batuan ini termasuk dalam produk Palembang dari hasil erupsi Gunungapi Walimbong. Berdasarkan nilai susceptibilitasnya batuan tersebut dikelompokkan menjadi lava andesit, basalt dan *shale* (serpihan).

Pembentukan sistem panas bumi di daerah penelitian berhubungan dengan lingkungan vulkanik kuarter, walaupun sebagai basemen merupakan batuan sedimen tua bagian dari formasi Latimojong, diinterpretasikan terbentuk diawali terjadinya transfer panas secara konduktif pada batuan vulkanik dengan jenis andesit dari produk Palembang berumur Pliosen dan memanaskan fluida secara konvektif berasal dari meteorik yang masuk dalam zona resapan satuan morfologi vulkanik curam menuju reservoir panas bumi. Fluida hidrotermal mengalami kontak dengan batuan di sekitar manifestasi sehingga berubah menjadi mineral baru berupa batuan alterasi termasuk dalam zona argilik yang berfungsi sebagai batuan penutup.

SIMPULAN

Area panas bumi daerah x Kabupaten Polewali Mandar mempunyai karakteristik nilai anomali magnetik beragam mulai dari anomali magnetik rendah dengan nilai -650 nT sampai -50 nT, anomali magnetik sedang dengan nilai 50 nT sampai 250 nT dan anomali magnetik tinggi dengan nilai 300 nT sampai 550 nT. Hasil pemodelan penulisan A-A', B-B' dan C-C' menunjukkan struktur batuan permukaan yang bervariasi, diperoleh delapan *body* anomali berdasarkan jenis batuan yaitu, *caly cap* (tanah liat), tufa, breksi vulkanik, *shale* (serpihan), basalt, breksi vulkanik kuarter, lava andesit dan alterasi. Batuan breksi vulkanik tersebut cukup seragam, diduga sebagai batuan fluida yang terpanaskan oleh batuan pemanas, sehingga beberapa batuan di dekatnya teralterasi hingga menjadi zona reservoir. Sedangkan batuan tufa

sebagai batuan *caprock* (penutup) dari tempat keluarnya air panas.

SARAN

Sebaiknya dilakukan pemodelan 3D untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan daerah penelitian secara lebih detail. Selain itu, disarankan juga kepada peneliti selanjutnya menambahkan beberapa metode geofisika seperti, gravitasi dan geolistrik sebagai komponen pendukung untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam melakukan interpretasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Alzwar, M., Samodra, H., dan Tarigan, J.I. (1988). *Pengantar Dasar Ilmu Gunungapi*. Bandung: Nova.
- Daud Y. (2010). *Introduction to Gheothermal System and Technology*. Jakarta: Laboratorium Geofisika FMIPA, UI.
- DiPippo, R. (2007). *Geothermal Power Plants*. Washntong, DC. McGraw-Hill, 2nd Ed.
- Hochstein., Manfred P., Sudarman S. (2008). History of Geothermal Exploration in Indonesia From 1970 to 2000. *Geothermics* 37, 220-266 pp.
- Lita Fristy. (2012). *Identifikasi Anomali Magnetik Di Daerah Prospek Panas Bumi Arjuna-Welirang*. Skripsi. Depok: FMIPA UI.
- Marini Luigi. (2001). *Geochemical Techniques for The Exploration and of Geothermal Energy*. Italy: Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Universita degli Studi di Genova.
- Mochamad Nur Hadi., Dede Iin., Ari Kristianto., Wiwid Joni., Dendi Suryakusuma. (2011). Daerah Prospek Panas Bumi Riso-Kalimbua, Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. *Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi*.
- Mustang Ario., Dendi S., dan Timoer S. (2007). *Penyelidikan Gaya Berat dan Geomagnet di Daerah Panas Bumi Bonjol, Kabupaten Pasaman Provinsi Sumatera Barat*. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.

- Prihadi, S.A. (2011). *Energi Panas Bumi*. Bandung: Kelompok Keilmuan Geologi Terapan-Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB.
- Rahmi. (2011). *Identifikasi Sesar Daerah Semburan Gas Di Kabupaten Serang/Banteng, Berdasarkan Data magnetik Menggunakan Filter Tilt Angle Derivative*. Bandung: Perpustakaan Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rezkawati, S. (2009). *Pemetaan Geomagnet di Sepanjang Pantai Barombong Kota Makassar dengan Menggunakan Magnetometer*. Makassar: FMIPA UNM.
- Rosid dan Syamsu. (2008). *Geomagnetik Method Lecture Note*. Depok: Physic Departement, FMIPA UI.
- Santoso, D. (2002). *Volkanologi dan Ekplorasi Geothermal*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.