



Pemodelan 2D Reservoir Geothermal Menggunakan Metode Geomagnet Pada Lapangan Panasbumi Mapane Tambu

(The 2D modeling of geothermal reservoir using geomagnetic methodson Geothermal Field- Mapane Tambu)

Fatmawati Rafmin^{*}, Rustan Efendi, Sandra

Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

ABSTRACT

The 2D modeling of geothermal reservoir using geomagnetic methods has been conducted on Geothermal Field- Mapane Tambu. This study aimed to analyze 2D modeling of magnetic data in order to determine subsurface conditions information as well as geothermal reservoir area Mapane Tambu village. In this study also explains the relationship between value of subsurface rock susceptibility and temperature based on the magnetic properties of rocks that became the basic principle in determining the 2D model of the reservoir. The geomagnetic data modeling is done with the help of program Mag2DC. The obtained results showed that the depth of the reservoir in the path of a-a' trending north-south at a depth of 46.73 m with a susceptibility value of -0.001 SI, track b-b' trending north-south at a depth of 76.03 m with a susceptibility value of -0.003 SI, and trajectory e-e' trending west southwest-east southeast at a depth of 304.66 m with a susceptibility value of -0.001 SI. The susceptibility value at each track showed that the rock that serve as a reservoir is a sedimentary rock.

Key words: 2D modeling, reservoir, geothermal, geomagnetic, susceptibility, magnetic.

ABSTRAK

Pemodelan 2D *reservoir geothermal* menggunakan metode geomagnet telah dilakukan pada Lapangan Panasbumi Mapane Tambu. Penelitian ini bertujuan melakukan analisis pemodelan 2D data magnetik untuk mengetahui informasi kondisi bawah permukaan serta *reservoir* daerah panasbumi Desa Mapane Tambu. Pada penelitian ini juga menjelaskan hubungan nilai suseptibilitas batuan bawah permukaan terhadap temperatur berdasarkan sifat magnetik batuan yang menjadi prinsip dasar dalam menentukan model 2D *reservoir*. Pemodelan data Geomagnet dilakukan dengan bantuan program Mag2DC. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kedalaman *reservoir* pada lintasan a-a' yang berarah dari utara-selatan sekitar 46,73 m dengan nilai suseptibilitas -0,001 SI, lintasan b-b' yang berarah dari utara-selatan sekitar 76,03 m dengan nilai suseptibilitas -0,003 SI, dan lintasan e-e' yang berarah dari barat barat laut-timurmenenggara sekitar 304,66 m dengan nilai suseptibilitas -0,001 SI. Nilai suseptibilitas pada setiap lintasan menunjukkan bahwa batuan yang berfungsi sebagai *reservoir* adalah batuan sedimen .

Kata Kunci : Pemodelan 2D, Reservoir, Geothermal, Geomagnet, suseptibilitas, magnetik.

Corresponding author: Fatmawatirafmin@ymail.com Hp : 081242240957

LATAR BELAKANG

Secara administratif daerah panasbumi Mapane Tambu termasuk dalam wilayah Kecamatan Balaesang, Kabupaten Donggala, Propinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis posisi daerah Mapane Tambu ini terletak antara $119^{\circ}50'46,06''$ – $119^{\circ}57'19,02''$ BT dan $0^{\circ}02'15,57''$ LU – $0^{\circ}06'57,29''$ LS. Daerah ini berbatasan langsung dengan Kecamatan Damsol di sebelah Utara, Kecamatan Sirenja di sebelah Selatan, Kabupaten Parigi Moutong di sebelah Timur, dan Kecamatan Balaesang Tanjung dan Selat Makassar di sebelah Barat (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008).

Kecamatan Balaesang dengan jumlah penduduk sebanyak 22.957 jiwa, selama ini memiliki kondisi kelistrikan yang kurang baik, sehingga aliran listrik sering terganggu. Kebutuhan energi listrik selama ini dipasok dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), yang mana sampai saat ini belum mampu memenuhi kebutuhan. Maka dari itu sangat penting dilakukannya penelitian di desa ini untuk mengetahui potensi energi alternatif yang berasal dari sumber daya alam, dan diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan Desa Mapane Tambu dan wilayah di sekitar Kecamatan Balaesang, Salah satu potensi sumber daya alam di Desa Mapane Tambu adalah panasbumi

(Badan Pusat Statistik Kabupaten Donggala, 2013).

Panasbumi merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki potensi sangat besar untuk dimanfaatkan terutama di sektor energi. Tujuan dalam penelitian ini adalah melakukan analisis pemodelan 2 (dua) dimensi data magnetik untuk mengetahui kondisi bawah permukaan serta *reservoir* daerah panasbumi Desa Mapane Tambu.

Dalam penelitian ini, salah satu metode Geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sumber panasbumi yang terdapat di bawah permukaan adalah metode Geomagnet. Metode ini didasarkan dengan adanya anomali medan magnet bumi akibat sifat kemagnetan batuan yang berbeda satu terhadap yang lainnya akibat adanya pengaruh temperatur (Tim Terpadu Panasbumi Daerah Marana, 2004).

Wilayah penyelidikan berada pada zona depresi Balaesang yang merupakan bagian dari sesar besar Palu-Koro. Secara umum daerah penyelidikan ditempati oleh batuan Beku berumur Tersier dan batuan Sedimen berumur Kwartir (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008).

Sesar Tambu diperkirakan sebagai struktur geologi yang mengontrol kehadiran kolam air panas Mapane Tambu di permukaan (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008).

Sistem panasbumi terdiri atas 4 elemen utama yaitu, batuan *reservoir permeable*, sistem hidrologi yang membawa air dari *reservoir* ke permukaan, sumber panas (*heat source*), serta *cap rock* atau *clay cap*. Dari sudut pandang geologi, sumber energi panasbumi berasal dari magma yang berada di dalam bumi. Magma tersebut menghantarkan panas secara konduktif pada batuan di sekitarnya. Panas tersebut juga mengakibatkan aliran konveksi fluida *hydrothermal* di dalam pori-pori batuan. Kemudian fluida *hydrothermal* ini akan bergerak ke atas namun tidak sampai ke permukaan karena tertahan oleh lapisan batuan yang bersifat *impermeable* (Fournier, 1991).

Lokasi tempat terakumulasinya fluida *hydrothermal* disebut *reservoir*, atau lebih tepatnya *reservoir* panasbumi. Lapisan *impermeable* membuat *hydrothermal* yang terdapat pada *reservoir* panasbumi tersebut terpisah dengan *groundwater* yang berada lebih dangkal, maka *reservoir* panasbumi umumnya berupa lapisan batuan hasil interaksi kompleks dari proses tektonik aktif.

Menurut Telford (1996), tingkat suatu benda magnetik untuk mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemagnetan atau k , yaitu:

$$I = k H \quad (1)$$

Keterangan : I = Magnetisasi

k = Suseptibilitas Batuan (SI)

H = Medan Magnet

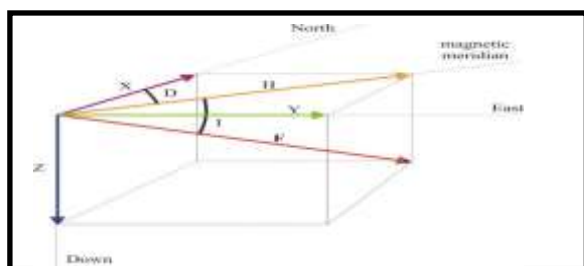
Harga k pada batuan semakin besar apabila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik (Telford, 1996).

Hubungan suseptibilitas magnetik (k), terhadap temperatur berdasarkan sifat magnetik bahan, yaitu:

1. *Ferromagnetik* adalah benda magnetik yang mudah termagnetisasi mempunyai nilai k positif dan besar, yaitu $k > 0$, dan $k \gg 1$. Pada saat $T < T_c$ maka daerah ini dikatakan daerah *ferromagnetik*. *Ferromagnetik* bergantung pada suhu, saat suhunya turun maka nilai k akan bertambah, sedangkan pada saat suhu *curie* maka nilai k akan hilang. *Ferromagnetik* dibedakan menjadi 2, yaitu:
2. *Paramagnetik* adalah benda magnetik yang mudah termagnetisasi mempunyai nilai k kecil dan positif, yaitu $k > 0$, dan $k \ll 1$. Pada saat $T > T_c$ maka daerah ini dikatakan daerah *paramagnetik*. *Paramagnetik* memiliki nilai k berbanding terbalik terhadap suhu.
3. *Diamagnetik* adalah benda yang mempunyai nilai k kecil dan negatif, yaitu $k < 0$. Semua bahan secara teoritis bersifat *diamagnetik* pada temperatur

yang cukup tinggi.

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi seperti pada (Gambar 1), yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya.



Gambar 1 parameter fisis tiga elemen medan magnet bumi yang diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya (Telford, 1976).

Berdasarkan gambar 1, diperoleh:

$$F_0^2 = H^2 + Z^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \quad (2)$$

Dengan : $H = F_0 \cos I$ $Z = F_0 \sin I$

$$X = H \cos D \quad \tan I = Z / H$$

$$Y = H \sin D \quad \tan D = Y / X$$

Keterangan : F = Magnetik Total

H = Intensitas Horizontal

Z = Kedalaman (m)

X = utara

Y = timur

Medan magnet bumi terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. Medan Utama (*Main field*) dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama. (Blakely, 1996).
2. Medan Luar (*external field*), berasal dari pengaruh luar bumi seperti pengaruh di atmosfer.
3. Medan Anomali Magnetik, variasi medan magnetik yang terukur di permukaan merupakan target dari survei magnetik (anomali magnetik).

Anomali magnetik menyebabkan perubahan dalam medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai:

$$H_T = H_{obs} + H_M + H_L \quad (3)$$

Bila besar $H_{obs} \ll H_L$ dan arah H_{obs} hampir sama dengan arah H_L maka anomali magnetik totalnya adalah:

$$H_T = H_{obs} - H_M - H_L \quad (4)$$

Keterangan :

H_T = Medan Anomali Magnetik Total

H_{obs} = Medan Magnet Terukur (Medan Magnet Total Bumi)

H_L = Medan Magnet Luar

H_M = Medan Magnet Utama Bumi

Pemodelan ke depan adalah pembuatan model melalui pendekatan berdasarkan intuisi geologi, yaitu berdasarkan medan magnet pengamatan, medan magnet teori *International*

Geomagnetics Reference Field (IGRF), dan medan magnet harian. Dalam interpretasi geofisika dicari suatu model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data pengamatan. Dengan demikian, model tersebut dianggap mewakili kondisi bawah permukaan (Blakely, 1996).

Pemodelan ke depan (*forward modeling*) data magnetik dilakukan dengan membuat persamaan. Untuk memperoleh data teoritis (respon model) yang sesuai dengan data lapangan, maka dapat dilakukan dengan proses coba-coba (*trial and error*) dengan mengubah harga parameter model (Blakely, 1996).

Tabel 1 Hubungan antara sifat magnetik dan suseptibilitas magnetik

Sifat Magnetik	Suseptibilitas Magnetik
Ferromagnetik	Suseptibilitas magnetik tinggi dan berharga positif Contoh : Besi (Fe), Nikel (Ni), Khrom (Cr).
Ferrimagnetik	Suseptibilitasmagnetik tinggi dan berharga positif Contoh: magnetite (Fe_3O_4), pyrotite, (FeS), ferrite($NiOFe_2O_3$).
Antiferromagnetik	Suseptibilitas sedang dan berharga positif Contoh : Fe_2O_3 (hematite, goethite).
Parramagnetik	Suseptibilitas rendah dan berharga positif Contoh : (biotite, olivine).
Diamagnetik	Suseptibilitas rendah dan berharga negatif Contoh : air, material organik.

Sumber: (Rosanti, dkk., 2012).

Tabel 2 Nilai suseptibilitas batuan.

No	Jenis Batuan (Batuan Sedimen)	Suseptibilitas ($\times 10^{-3}$ SI)
----	-------------------------------	---------------------------------------

1	Dolomite	0-0,9
2	Limestones(Batugamping/ Batukapur)	0-3
3	Sandstones (Batupasir)	0- 20
4	Shales (Serpih)	0,01 – 0,15
5	Clay (Lempung)	0-2

Sumber: (Telford dan Parasnis, 1996).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian daerah panasbumi terletak di desa Mapane Tambu wilayah Kecamatan Balaesang, Kabupaten Donggala, Propinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada posisi $119^{\circ}53'0''$ – $119^{\circ}55'0''$ BT dan $0^{\circ}1'0''$ LU – $0^{\circ}2'30''$ LS. Untuk melihat secara jelas kondisi lokasi penelitian, ditampilkan peta titik lokasi penelitian pada Gambar 2 dibawah ini.



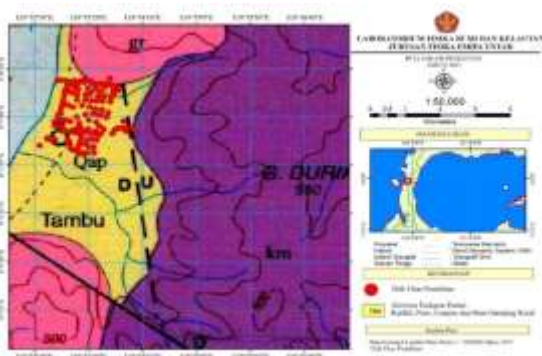
Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan data menggunakan metode geomagnet beberapa peralatan sebagai berikut :

1. Dua set *Proton Precision Magnetometer* merk *GS 19T*. Alat ini digunakan baik di pusat pengukuran

(base) dan pada pengukuran bergerak (mobile).

2. Satu buah kompas geologi.
3. Satu buah *Global Positioning System* (GPS).
4. Jam untuk menunjukkan waktu.

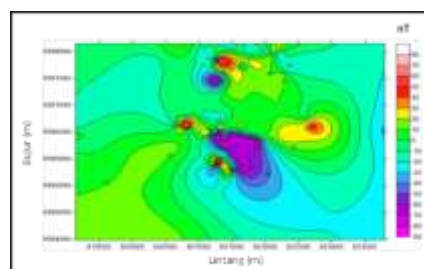


Gambar 3 Peta Geologi Lokasi Penelitian

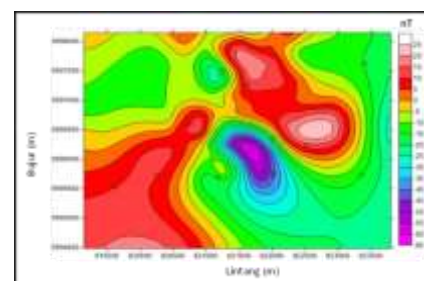
Data yang diperoleh dari lapangan belum menunjukkan nilai anomali magnetik total melainkan masih berupa data mentah hasil pengukuran karena pada data tersebut masih terdapat pengaruh dari dalam dan luar bumi. Data tersebut, kemudian diolah dengan menggunakan Program Surfer dan Mag2DC. Hasil yang diperoleh dari Program Surfer tersebut berupa peta kontur sedangkan hasil dari program Mag2DC berupa model 2D struktur batuan di bawah permukaan.

Tahapan interpretasi pada penelitian ini, dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif dilakukan penganalisaan sebatas peta kontur anomali medan magnet total. Hasil yang diperoleh berupa lokasi benda yang menyebabkan timbulnya anomali.

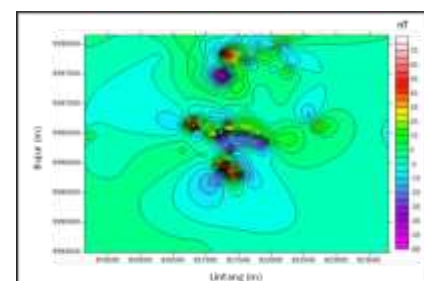
Bentuk distribusi panasbumi di lokasi penelitian dapat dilihat berdasarkan data anomali magnetik yang diperoleh. Interpretasi secara kuantitatif dilakukan dengan pemodelan 2D yaitu mencocokkan kurva anomali residual berdasarkan lintasan yang dipilih dari peta anomali medan magnet residual dengan kurva model yang dilakukan secara iteratif sampai diperoleh kesalahan yang terkecil.



Gambar 4 Peta Kontur Anomali Medan Magnetik Total (ΔH_T)



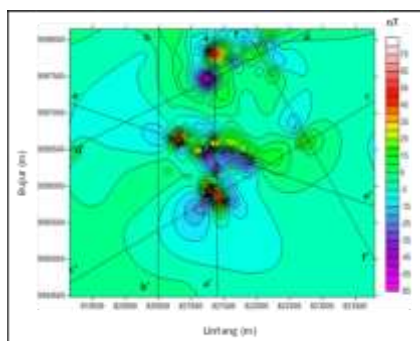
Gambar 5 Peta Kontur Anomali Medan Magnet Regional ($\Delta H_{\text{regional}}$)



Gambar 6 Peta Kontur Anomali Medan Magnet residual ($\Delta H_{\text{Residual}}$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil interpretasi pada peta kontur anomali medan magnet residual dibuat 6 lintasan yang melalui titik air panas, yang akan digunakan untuk membuat model penampang. Lintasan-lintasan tersebut dibuat saling berpotongan untuk memudahkan dalam interpretasi data dan keakuratan data. Masing-masing lintasan a-a' dan b-b' berarah dari utara-selatan, lintasan c-c' berarah dari timurlaut-baratdaya dan lintasan d-d' berarah dari timur timurlaut-barat baratdaya, lintasan e-e' berarah dari barat baratlaut-timurmenenggara dan lintasan f-f' berarah dari baratlaut-tenggara, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Lintasan Pada Peta Anomali Medan Magnet Residual

Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan tampak bahwa struktur dari batuan-batuan tersebut tidak beraturan dikarenakan batuan tersebut mengalami proses pelapukan atau proses tektonik. Nilai suseptibilitas yang diperoleh dari pemodelan untuk lintasan a-a',b-b',c-c',d-

d',e-e', dan f-f' dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

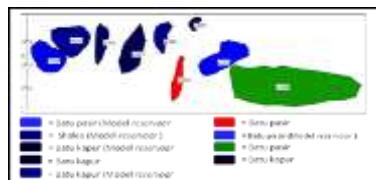
Tabel 3 Interpretasi jenis batuan berdasarkan nilai suseptibilitas pada masing-masing lintasan a-a',b-b',c-c',d-d',e-e', dan f-f'.

No	Suseptibilitas (Si)	Batuan	Dalaman
Lintasan a-a'			
1.	-0,025	Batu pasir	133,82
2.	-0,010	Shales	61,76
3.	-0,001	Batu kapur	46,73
4.	0,0015	Batu kapur	48,75
5.	-0,009	Shales	37,50
6.	0,0621	Batu pasir	219,57
7.	-0,029	Batu pasir	135,29
8.	0,0189	Batu pasir	266,00
9.	0,0035	Batu kapur	12,34
Lintasan b-b'			
1.	-0,003	Batu kapur	76,03
2.	-0,019	Batu pasir	59,85
3.	0,0093	Shales	30,56
4.	-0,008	Shales	101,91
Lintasan c-c'			
1.	-0,007	Shales	111,90
2.	0,0113	Shales	69,56
3.	0,0222	Batu pasir	69,93
4.	-0,024	Batu pasir	263,68
5.	0,0085	Shales	414,85
Lintasan d-d'			
1.	0,0052	Shales	227,29
2.	0,0286	Batu pasir	70,00
3.	0,0416	Batu pasir	281,08
4.	0,0050	Shales	56,21
5.	0,0103	Shales	160,30
6.	-0,014	Shales	300,13
7.	-0,004	Batu kapur	21,00
8.	-0,004	Batu kapur	41,18
Lintasan e-e'			
1.	-0,012	Shales	205,15
2.	-0,012	Shales	277,94
3.	-0,041	Batu pasir	427,94
4.	0,0065	Shales	108,088
5.	-0,001	Batu kapur	304,66
Lintasan f-f'			
1.	0,0083	Shales	334,20
2.	0,0048	Batu kapur	72,84
3.	0,0016	Batu kapur	25,36
4.	0,0389	Batu pasir	26,47
5.	0,0279	Batu pasir	119,98
6.	-0,073	Batu pasir	405,59

Nilai suseptibilitas batuan hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 4

sampai Gambar 9 merupakan gambaran model 2D *reservoir* bawah permukaan daerah penelitian.

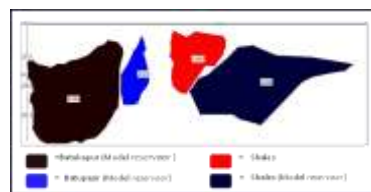
1. Model penampang lintasan a-a' yang berarah utara-selatan pada Gambar 8, diperoleh 9 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda-beda. Dari kesembilan model batuan tersebut terdapat 5 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas berharga negatif yaitu -0,025 SI, -0,010 SI, -0,001 SI, -0,009 SI, dan -0,029 SI yang diinterpretasikan sebagai jenis batuan yang bersifat *diamagnetik*. Bentuk batuan ini diduga sebagai *reservoir* panasbumi.



Gambar 8 Model 2D struktur Suseptibilitas batuan pada lintasan a-a'

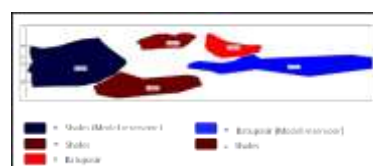
2. Model penampang lintasan b-b' pada Gambar 9 yang berarah utara-selatan mempunyai jarak sekitar 4094,4 m, diperoleh 4 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda-beda, keempat model batuan tersebut terdapat 3 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas berharga negatif yaitu -0,003 SI, -0,019 SI, dan -0,008 SI yang diinterpretasikan sebagai jenis batuan yang bersifat *diamagnetik*.

Bentuk batuan ini diduga sebagai *reservoir* panasbumi.



Gambar 9 Model 2D struktur Suseptibilitas batuan pada lintasan b-b'

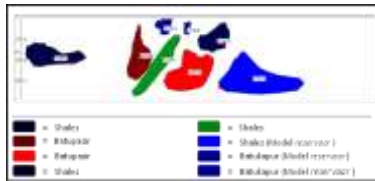
3. Model penampang lintasan c-c' pada Gambar 10 yang berarah timurlaut-baratdaya mempunyai jarak sekitar 5102,6 m, diperoleh 5 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda-beda, kelima model batuan tersebut terdapat 2 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas berharga negatif yaitu -0,007 SI, dan -0,024 SI yang diinterpretasikan sebagai jenis batuan yang bersifat *diamagnetik*. Bentuk batuan ini diduga sebagai *reservoir* panasbumi.



Gambar 10 Model 2D struktur Suseptibilitas batuan pada lintasan c-c'

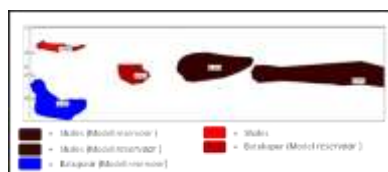
4. Model penampang lintasan d-d' pada Gambar 11 yang berarah timur timurlaut-barat dayanya mempunyai jarak sekitar 4094,4 m, diperoleh 8 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda-beda, kedelapan model batuan tersebut

terdapat model bentuk batuan yang memiliki nilai suseptibilitas berharga negatif yaitu -0,014 SI, -0,004 SI, dan -0,004 SI yang diinterpretasikan sebagai jenis batuan yang bersifat *diamagnetik*. Bentuk batuan ini diduga sebagai *reservoir* panasbumi.



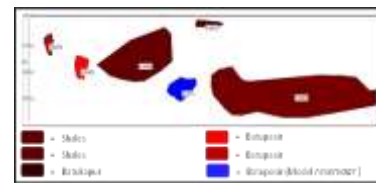
Gambar 11 Model 2D struktur Suseptibilitas batuan pada lintasan d-d'

5. Model penampang lintasan e-e' pada Gambar 12 yang berarah barat baratlaut-timurmenenggara mempunyai jarak sekitar 3106,7 m, diperoleh 5 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda-beda, kelima model batuan tersebut terdapat 4 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas berharga negatif yaitu -0,012 SI, -0,012 SI, -0,041 SI, dan -0,001 SI yang diinterpretasikan sebagai jenis batuan yang bersifat *diamagnetik*. Bentuk batuan ini diduga sebagai *reservoir* panasbumi.



Gambar 12 Model 2D struktur Suseptibilitas batuan pada lintasan e-e'

6. Model penampang lintasan f-f' pada Gambar 13 yang berarah baratlaut-tenggara mempunyai jarak sekitar 3099,9 m, diperoleh 6 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda-beda, keenam model batuan tersebut terdapat 1 model batuan yang memiliki nilai suseptibilitas berharga negatif yaitu -0,073 SI yang diinterpretasikan sebagai bentuk batuan yang bersifat *diamagnetik*. Bentuk batuan ini diduga sebagai *reservoir* panasbumi.



Gambar 13 Model 2D struktur Suseptibilitas batuan pada lintasan f-f'

Hasil interpretasi dan pemodelan penampang diinterpretasikan bahwa batuan di bawah permukaan daerah penelitian di dominasi oleh batuan sedimen. Hasil pemodelan menunjukkan kesesuaian dengan kondisi geologi daerah penelitian, yaitu batuan penyusun pada daerah penelitian terdiri dari batuan sedimen, alluvium dan granit.

Interpretasi yang telah di uraikan diatas telah sesuai dengan definisi *reservoir* yaitu tempat terakumulasinya fluida hydrothermal. Dengan demikian

zona *reservoir* memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona disekitarnya. Hal ini sesuai dengan literatur yang ada, dimana menjelaskan bahwa hubungan susceptibilitas terhadap temperature berdasarkan sifat magnetik bahannya, yaitu semakin kecil dan negatif nilai susceptibilitas bentuk batuan, maka secara teoritis bentuk batuan tersebut bersifat *diamagnetik* pada temperatur yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena pada saat batuan bersifat diamagnetik maka kulit elektronnya lengkap dan terisi oleh elektron yang berpasangan, jika diberi pengaruh oleh medan magnet luar, putaran elektron ini akan menghasilkan arah momen magnetik yang berlawanan dengan arah kuat medan luar dan menghasilkan resultan yang berarah negatif, sehingga diperoleh hubungan susceptibilitas terhadap temperatur bernilai konstan.

Berdasarkan hal tersebut dapat diasumsikan semakin kecil nilai susceptibilitas bahan dalam hal ini batuan, maka akan semakin tinggi pula temperatur bahan tersebut, hal ini diduga sebagai *reservoir*. Berdasarkan Tabel 3 nilai susceptibilitas yang bernilai terkecil dan negatif yaitu batuan sedimen berupa batu kapur dengan nilai susceptibilitas $-0,001$ SI dan $-0,003$ SI, sehingga batu ini diduga sebagai *reservoir* atau tempat terakumulasinya fluida *hydrothermal*.

Pemaparan hasil interpretasi menunjukkan bahwa dilokasi penelitian ditemukan adanya *reservoir* dibawah permukaan mata air panas pada bagian utara-selatan, dan barat baratlaut-timurmenenggara lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil pemodelan 2D yang telah dilakukan di Lapangan Panasbumi Mapane Tambu, Kecamatan Balaesang, Kabupaten Donggala dengan menggunakan metode geomagnet dapat disimpulkan bahwa dari keenam lintasan yang ada, terdapat 3 model *reservoir* panasbumi pada 3 lintasan yaitu pada lintasan a-a' yang berarah dari utara-selatan pada kedalaman 46,73 m, dengan nilai susceptibilitas $-0,001$ SI, lintasan b-b' yang berarah dari utara-selatan pada kedalaman 76,03 m, dengan nilai susceptibilitas $-0,003$ SI dan lintasan e-e' yang berarah dari barat baratlaut-timurmenenggara pada kedalaman 304,66 m, dengan nilai susceptibilitas $-0,001$ SI. Masing-masing lintasan dengan nilai susceptibilitasnya sebagai jenis batuan sedimen berupa batukapur.

Untuk memperoleh gambaran mengenai penyebaran Model 2D *reservoir* yang telah diteliti memerlukan validasi dengan melakukan pengeboran pada 3 lintasan yang telah diuraikan diatas.

Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada Dr. Rustan Efendi, S.Si., MT dan Sandra, S.Si., MT selaku dosen

pembimbing yang sudah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis juga ucapkan terima kasih kepada teman-teman dan semua pihak yang terlibat, tak lupa kepada Kepala Desa Mapane Tambu yang sudah membantu memfasilitasi penulis dengan memberikan izin dalam pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Donggala, 2013, *Kecamatan Balaesang Dalam Angka Tahun 2013*. Seksi Neraca Wilayah Dan Analisis Statistik, Hal 7-40.
- Blakely, R. J., 1996, *Potential theory in gravity and magnetic applications* Cambridge, Univ Press, New York.
- Fournier R. O., 1991, *Water geothermometers applied to geothermal energy*. In Applications of geochemistry in geothermal reservoir development, (Ed) D'Amore, United Nations Institute for Training and Research, USA, Pub:37-69.
- Gupta, H. dan Ray, S., 2007, *An Outline of the Geology of Indonesia*, IAGA, Jakarta, hal 11-36.
- Pusat Sumber Daya Geologi, 2008, *Eksplorasi Energi Panas Bumi Dengan Menggunakan Metode Geofisika di Lapangan Panas Bumi Tambu*, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.
- Rosanti, Dian farida. 2012, *Korelasi antara Suseptibilitas Magnetik dengan Unsur Logam Berat pada Sekuensi Tanah di Pujon Malang*. skripsi: Universitas Negeri Malang.
- Telford, W M, L.P. Parasnis, 1996, *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, Australia
- Tim Terpadu PanasBumi Daerah Marana, 2004, *Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Marana-Marawa, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah*. Laporan Direktorat Inventarisasi Sumberdaya Mineral.