

Model 3D Mineral Hematite Berdasarkan Data Geomagnet di Desa Uekuli Kabupaten Tojo Una-Una

(3D Model of Hematite Mineral Based On Geomagnetic Data in The Uekuli Village Tojo Una-Una Regency)

Jaingot A. Parhusip¹, Muhammad Rusli M²

¹Jurusan Teknik Pertambangan UNCEN Jayapura, Papua Indonesia

²Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tadulako, Palu Indonesia

Abstract

Uekuli Village Tojo Una-Una Regency, have potential of natural resources such as iron sand that containing mineral hematite which is a basic ingredient on the steel industry. This is evidenced by the deposition of iron sand and iron ore rock outcrops in the area. To determine the magnitude of the potential distribution of the iron ore it has performed geophysical exploration using geomagnetic methods. Research by using geomagnetic done through the stages; acquisition of field data, make corrections IGRF and daily variation correction, modeling using 3D modeling software Mag2dc and with help of rockwork software. Results of the study, found that the magnetic anomaly data has a value range between -120 nT to +160 nT. Magnetic minerals contained in the iron ore is hematite. Estimation volume of distribution of mineral hematite are 377 300 m³.

Keywords: Geomagnetic, IGRF, Mag2dc, 3D Models, Hematite.

1. Pendahuluan

Penyelidikan sumber daya mineral logam telah dilakukan oleh Belanda setidaknya dari tahun 1896 sampai dengan tahun 1927. Selanjutnya prospek sumberdaya mineral di daerah ini dilakukan oleh perusahaan swasta, diantaranya PT. Tropic Endeavour Indonesia, BHP-Utah Sulawesi dan oleh PT. Newcrest Nusa Sulawesi. Sumber daya mineral logam berupa bijih besi dan pasir besi banyak ditemukan dalam bentuk singkapan di wilayah Uekuli, Uedele dan Tojo (ESDM, 1994). Wilayah ini merupakan bagian dari gugusan zona mandala Sulawesi timur, yang terdiri dari Batuan Sedimen Tersier, Batuan Ultramafik, dan Batuan Metamorf. Berdasarkan keadaan geologi tersebut di daerah ini banyak terdapat singkapan batuan yang diindikasikan banyak mengandung bijih besi (Simandjuntak, 1991).

Dari bijih besi inilah kemudian menghasilkan endapan sekunder berupa pasir besi yang banyak ditemukan di pesisir pantai Desa Uekuli. Sejalan dengan penelitian

Apriyono (2008) yang menjelaskan adanya hubungan antara karakteristik geometri (warna dan ukuran butir) dan potensi (derajat kemagnetan, kadar mineral besi, kadar unsur Fe, dan sumberdaya) dengan proses geologi (sistem dan lokasi pengendapan).

Metode geomagnet adalah salah satu metode geofisika dan merupakan metode eksplorasi yang cukup ampuh untuk memetakan sumber daya alam tersebut yang terdapat di bawah permukaan bumi. Penelitian melihat aplikasi metode geomagnetik sebagai bagian dari medan potensial pasif, guna mengetahui distribusi potensi sebaran pasir besi di daerah penelitian. Metode ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi sifat kemagnetan (suseptibilitas magnetik) sebagai parameter utama yang terdapat di setiap batuan yang memiliki sifat feromagnetik, termasuk pasir besi, melalui data anomali magnetik agar dapat diketahui sebaran endapan pasir besi secara vertikal maupun horizontal.

Diharapkan hasil penelitian dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah setempat dalam mempromosikan potensi daerahnya dan menjadi acuan dasar bagi perusahaan yang akan menanamkan modalnya di bidang pertambangan khususnya pasir besi.

* Korespondensi Penulis: (Jaingot A. P.) Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Cenderawasih, Kampus Baru Wena Jayapura, Papua Indonesia.
E-mail: jaingotparhusip@yahoo.com
HP. 081344156276

Lokasi Penelitian

Penelitian penentuan distribusi sebaran pasir besi dengan menggunakan metode geomagnet ini dilakukan di Desa Uekuli Kecamatan Tojo Kabupaten Tojo Una-una, dengan posisi geografis 01°24'- 01°27' LS dan 121°07' - 121°08' BT, seperti yang diilustrasikan Gambar 1.

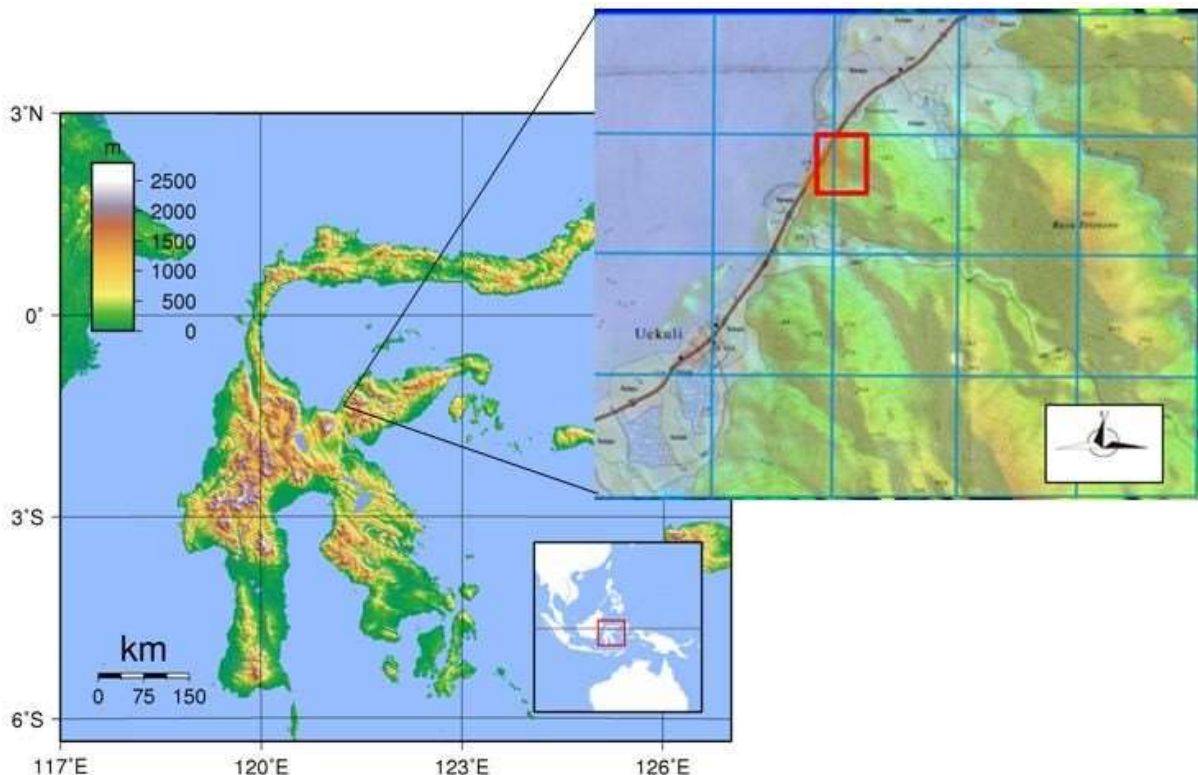
Tinjauan Pustaka

Genesa Dan Mineralogi Pasir Besi

Pembentukan pasir besi sebagai endapan bijih besi sekunder (endapan *placer*) terjadi karena adanya akumulasi atau pengumpulan mineral-mineral berat melalui proses sedimentasi. Sebagian dari hasil sedimentasi dapat mengalami proses diagenesa (pembatuan) yang meliputi sementasi dan kompaksi. Hasil akhir dari proses tersebut dikenal sebagai batuan sedimen. Sedangkan untuk hasil sedimentasi yang tidak mengalami proses diagenesa hanya dikenal dengan endapan

sedimen. Keterdapatannya endapan-endapan sedimen dapat berupa endapan laterit, endapan sungai, endapan danau, endapan rawa, endapan delta, endapan *placer*, endapan laut dan lain sebagainya.

Karena cebakan pasir besi selain mengandung mineral-mineral bijih besi utama tersebut. Dimungkinkan berasosiasi dengan mineral-mineral mengandung Fe lainnya diantaranya : markasit (FeS), pirhotite (Fe_{1-x}S), chamosite [$\text{Fe}_2\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$], wolframite [$(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$], kromite (FeCr_2O_4); atau juga, mineral-mineral non-Fe yang memberikan nilai tambah seperti rutile (TiO_2), kasiterite (SnO_2), monazite [$\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd}, \text{Th}(\text{PO}_4, \text{SiO}_4)$], intan, emas (Au), platinum (Pt), xenotim (YPO_4), zircon (ZrSiO_4) dan lain-lain. Suatu batuan atau mineral ini terbentuk pada zona pelapukan maka asosiasi mineral dalam formasi tersebut juga dipengaruhi faktor-faktor; stabilitas geokimia dan ketahanan selama transportasi dari mineral-mineral penyusunnya (Herman, 2007).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Kemagnetan Bumi

Telford (1990) menjelaskan bahwa berdasarkan hukum coulomb, gaya magnet yang terjadi adalah merupakan fungsi dari besarnya muatan-muatan yang berinteraksi. Kemagnetan yang terdapat pada bahan magnetik, yang sangat bergantung pada sejarah batuan tersebut dalam hubungannya dengan keberadaan medan magnet saat itu. Dengan kata lain, kemagnetan suatu bahan bergantung pada medan induksi yang diterima.

Jika benda berada dalam medan magnetik, maka akan terjadi polarisasi magnetik pada benda tersebut yang besarnya merupakan fungsi suseptibilitas suatu bahan. Suseptibilitas magnetik dinyatakan sebagai tingkat termagnetisasi-nya suatu bahan karena pengaruh medan magnet. Semua batuan mempunyai nilai suseptibilitas, namun nilai suseptibilitas tidak konstan, untuk beberapa material, dipengaruhi oleh temperatur dan kuat medan (Tarling dan Hroud, 1993).

Anomali magnetik dari suatu bahan magnetik di bawah permukaan timbul oleh adanya medan magnet induksi. Dalam penyelidikan geomagnet, anomali magnetik dijabarkan dalam bentuk Persamaan 1 (Santoso, 2002).

$$\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} \pm T_{VH} \quad (1)$$

dimana: ΔT nilai anomali magnetik stasiun yang ingin dicapai, T_{obs} , medan magnet komponen total yang terukur, T_{IGRF} , medan magnet teoritis berdasarkan IGRF, T_{VH} koreksi medan magnet akibat variasi harian

Untuk memisahkan anomali regional-residual, salah satu metode yang digunakan adalah metode moving average. Penurunan anomali residual dengan metode ini adalah secara tidak langsung karena dari perata-rataan bergerak adalah regionalnya. Sehingga anomali residual diperoleh dari selisih anomali total hasil pengukuran (data ini sebagai *input* dalam prosesnya) dengan anomali regional (Kadir, 2000).

Sifat mineral magnetik terdiri dari diamagnetik, paramagnetik dan feromagnetik. Contoh mineral-mineral magnetik yang termasuk keluarga besi-titanium oksida antara lain magnetite (Fe_3O_4), hematite atau karat (αFe_2O_3), dan maghemite (γFe_2O_3).

(Butler, 1998). Dari mineral-mineral bijih besi, *magnetite* adalah mineral dengan kandungan *Fe* paling tinggi, tetapi terdapat dalam jumlah kecil. Sementara *hematite* merupakan mineral bijih besi utama yang dibutuhkan dalam industri besi. Sifat magnetik dari beberapa mineral dan batuan dapat dilihat pada Table 1.

Interpretasi Metoda Geomagnet

Interpretasi metode geomagnet ditujukan untuk mencari geometri dan kedalaman benda-benda penyebab anomali. Interpretasi metode ini pada dasarnya dibagi menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif.

Interpretasi kualitatif bersifat *quick look* yang berguna untuk mempersempit masalah sehingga interpretasi kuantitatif lebih terarah. Interpretasi kualitatif dari peta magnetik biasanya dimulai dengan adanya kontur yang menutup (*closure*) dengan nilai yang membesar atau mengecil ke arah pusat. Arah perpanjangan klosur menunjukkan arah strike benda anomali. Indikasi lain dari anomali ini dapat dilihat dari gradien horisontalnya yang besar. Sementara Interpretasi Kuantitatif lebih ditekankan untuk memahami lebih dalam hasil kualitatif dengan mengambil penampang-penampang geomagnet dari peta anomalnya.

Interpretasi kuantitatif dapat dilakukan dalam dua cara, yaitu cara langsung (*forward modeling*) dan cara tidak langsung (*invers modeling*). Interpretasi langsung dilakukan dengan cara mencoba-coba (*trial and error*) parameter model awal benda anomali hingga diperoleh respon/anomali perhitungan yang sesuai dengan anomali pengamatan, cara ini tidak mudah karena adanya sifat ketidakunikan medan potensial.

Metoda Talwani

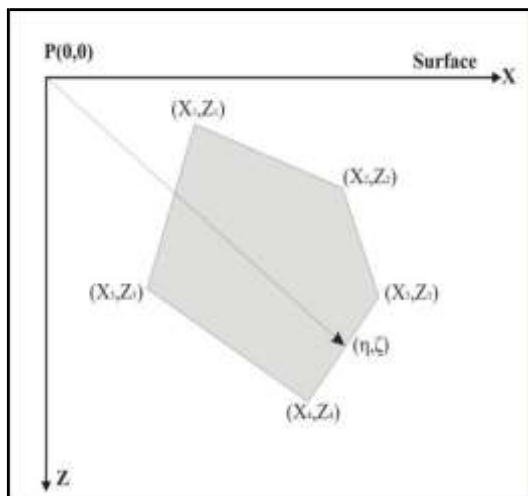
Dalam penerapan interpretasi geomagnet dengan pomodelan ke depan, dikenal metode Talwani. Metode Talwani merupakan algoritma yang paling banyak digunakan dalam interpretasi medan potensial, baik untuk model dua dimensi, tiga dimensi maupun dua setengah dimensi.

Benda dengan penampang melintangnya uniform dan panjang tak berhingga adalah deskripsi dari model dua dimensi. Penampang melintang sembarang benda,

Tabel 1. Sifat magnetik beberapa jenis mineral dan batuan (Hunt et al., 1995)

Mineral / Batuan	Rapat		Suseptibilitas Magnetik	
	massa (10 ³ kgm ⁻³)	Volume (10 ⁻⁶ SI)	Volume (10 ⁻⁶ SI)	Massa (10 ⁻⁸ m ³ kg ⁻¹)
Mineral Magnetik				
<i>Magnetite</i> (Fe ₃ O ₄)	5,18	1.000.000 - 5.700.000		20.000 -
<i>Hematite</i>	5,26	500 - 40.000		10 - 760
<i>Maghemite</i>	4,9	2.000.000 . 2.500.000		40.000 -
<i>Ilminite</i> (FeTiO ₃)	4,72	2.200 - 3.800.000		46 - 80.000
<i>Pyrite</i> (FeS ₂)	5,02	35 - 5.000		1 - 100
<i>Pyrrhotite</i> (Fe ₇ S ₈)	4,62	3.200.000		69.000
<i>Goethite</i> (α-	4,27	1.100 - 12.000		26 - 280
Mineral Non-				
<i>Calcite</i> (CaCO ₃)	2,83	(-7,5) - (-39)		(-0,3) - (-1,4)
<i>Graphit</i> (C)	2,16	(-80) - (-200)		(-3,7) - (-9,3)
<i>Magnesite</i>	3,21	-15		-0,48
<i>Quartz</i> (SiO ₂)	2,65	(-13) - (-17)		(-0,5) - (-0,6)
<i>Helite</i> (NaCl)	2,17	(-10) - (-16)		(-0,48) -
<i>Galena</i> (PbS)	7,5	-33		-0,44
Batuan Sedimen				
<i>Clay</i>	1,7	170 - 250		10 - 15.
<i>Sandstone</i>	2,24	10 - 100		0,5 - 5
<i>Dolomite</i>	2,3	(-10) - 940		(-1) - 41
<i>Average</i>	2,19	0 - 50.000		0-2.000

benda dua dimensi selalu dapat didekati dengan polygon bersisi-n. Efek tarikan massa dari penampang dua dimensi berbentuk polygon dan mempunyai rapat massa yang serba sama (Gambar 2).



Gambar 2. Model 2D benda polygon

Besarnya anomali magnetik dua dimensi dari benda poligon pada Gambar 2 dapat diformulasikan melalui Persamaan 2 dan 3 (Sulistianto, 2009).

$$\Delta T(0) = 2M \left[(\cos^2 i \sin^2 \lambda - \sin^2 i) \frac{\partial^2}{\partial x^2} - 2 \sin i \cos i \sin \lambda \frac{\partial^2}{\partial z \partial x} \right]$$

$$\iint_S \ln[(x-\xi)^2 + (z-\eta)^2]^{1/2} d\xi d\eta$$

$$= 2M (1 - \cos^2 \lambda \cos^2 i)$$

$$\left(\cos 2\beta \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \sin 2\beta \frac{\partial^2}{\partial z \partial x} \right)$$

$$\iint_S \ln[(x-\xi)^2 + (z-\eta)^2]^{1/2} d\xi d\eta \quad (2)$$

dimana: $M = k \cdot H_0$
 $i =$ Inklinasi
 $\lambda =$ Deklinasi

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{\tan i}{\sin \lambda} \right) \quad (3)$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa anomali magnet bergantung pada; geometri benda, suseptibilitas, inklinasi, deklinasi serta medan magnet bumi. Bentuk persamaan numerik untuk anomali magnet total dua dimensi ditunjukkan dengan Persamaan 4 berikut.

$$\frac{\Delta T(0)}{2M(1 - \cos^2 \lambda \cos^2 i)} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{a_k^2} \{ (A)(B) - (C)(D) \} \quad (4)$$

dimana: $A = a_k \cos 2\beta + \sin 2\beta$

$$B = \sqrt{\frac{(1-a_k^2)z_{k+1}^2 + 2a_k b_k z_{k+1} + b_k^2}{(1-a_k^2)z_k^2 + 2a_k b_k z_k + b_k^2}}$$

$$C = a_k \sin 2\beta - \cos 2\beta$$

$$= \tan^{-1} \left[\frac{(1-a_k^2)z_{k+1} + a_k}{b_k} \right] -$$

$$D = \tan^{-1} \left[\frac{(1-a_k^2)z_k + a_k}{b_k} \right]$$

Pada metode geomagnet, efek magnetisasi yang dihitung bisa berupa induksi magnet, magnet sisa atau gabungan keduanya. Tapi dalam banyak penafsiran dianggap bahwa magnetisasi bawah permukaan, seluruhnya berupa induksi magnet, kecuali untuk beberapa daerah yang mempunyai anomali magnetik magnet besar maka sangat perlu memasukkan efek magnet sisa. Pada penyelidikan magnetik yang diukur adalah magnet total yang merupakan gabungn medan magnet bumi dan medan anomali, sehingga respon magnetik sangat bergantung pada arah lokal medan magnet bumi yaitu lokasi penyelidikan.

2. Metode Penelitian

Pengukuran dan Interpretasi Data

Survei metode geomagnet digunakan untuk mengukur variasi harian yaitu efek medan magnetik dari luar bumi pada lintasan/stasiun yang digunakan. Sedangkan medan magnet utama bumi diperoleh melalui nilai IGRF (International Geomagnet Reference Field). Pada pengukuran dengan

metode ini digunakan alat magnetometer yang berfungsi untuk mengukur komponen vertikal dari medan magnetik bumi.

Adapun pengukurannya dilakukan dengan menentukan posisi-posisi pengukuran, selanjutnya diperoleh posisi lintang dan bujur menggunakan GPS dan ketinggian menggunakan altimeter, dan kemudian melakukan pengukuran menggunakan magnetometer dan membaca serta mencatat hasil yang ditunjukkan alat tersebut sebagai nilai komponen vertikal medan magnet bumi. Juga dilakukan pengukuran koreksi harian (3) pada base stasion menggunakan alat magnetometer dimulai bersamaan dengan pengukuran di lapangan, dengan interval waktu tertentu yang pengukurannya diseting secara otomatis, yang nantinya hasil pembacaannya digunakan sebagai koreksi hasil pengukuran lapangan.

Besar medan magnet utama bumi dihitung dari nilai IGRF. Nilai koreksi ini diperoleh secara online dari situs <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/geomag/magf/ield.shtml>. Anomali magnetik diperoleh dengan menerapkan Persamaan 1. Pengolahan data selanjutnya dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan nilai koreksi harian, T_{VH} masing masing pengukuran, buat grafik koreksi harian, T_{VH} terhadap waktu. Pada grafik tarik satu garis base level yang merupakan rata-rata nilai tertinggi dan terendah koreksi harian. $T_{VH} =$ hasil pengukuran koreksi harian \pm base level, Dengan ketentuan:
 - a. jika hasil pengukuran koreksi harian $>$ base level maka nilai T_{VH} (+).
 - b. jika hasil pengukuran koreksi harian $<$ base level maka nilai T_{VH} (-).
2. Perhitungan nilai target pengukuran magnetik menggunakan Persamaan 1.
3. Setelah ΔT diperoleh, langkah pengerjaan selanjutnya adalah pemisahan ΔT Regional, Residual, maupun noise. Metode pemisahan yang digunakan disini adalah moving average dengan data ΔT yang diperoleh sebagai input dan regional sebagai output.
4. Membuat peta kontur anomali medan magnet menggunakan *Software Surfer 9.1*. dengan menginput nilai lintang, bujur serta nilai ΔT Residual yang diperoleh.

Dalam menginterpretasi data hasil survei magnetik, data yang digunakan adalah peta kontur ΔT Residual daerah penelitian. Dari peta kontur ΔT Residual dapatlah dibuat penampang dari ΔT Residual yang menggambarkan kondisi bawah permukaan dari daerah survei magnetik. Dari data penampang selanjutnya dilakukan pemodelan magnetik 2D dengan menggunakan software Mag2dc 2.10, dimana harga ΔT Residual sebagai data input yang diperoleh dari penampang yang memotong peta kontur anomali magnetik diplot menggunakan Software Surfer 9.1.

Dari hasil pemodelan penampang ΔT Residual, akan terlihat anomali magnetik yang nilainya cukup bervariasi dan menandakan adanya kontras anomali magnetik yang diakibatkan oleh mineral mengandung magnet. Berdasarkan pemodelan ini yang memberikan gambaran distribusi suseptibilitas, selanjutnya dapat diketahui lapisan pasir besi di daerah penelitian. Guna mengetahui distribusi sebaran lapisan pasir besi di daerah penelitian, Interpretasi dilanjutkan dengan melakukan pemodelan 3D dengan bantuan software Rockwork. Interpretasi sebaran pasir besi menggunakan software ini didasarkan pada perhitungan dengan metode cross section.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada akuisisi data, pengukuran total medan magnet disekitar pantai dilakukan sebanyak 3. Medan magnet observasi (T_{obs}) dicatat dari hasil pengukuran magnetometer di lapangan, variasi medan magnet disebut koreksi harian (T_{VH}) dicatat dari pengukuran magnetometer pada base-station, dan medan magnet global IGRF (*Internasional Geomagnetik Reference Field*, T_{IGRF}).

Setelah melakukan koreksi variasi harian untuk menghilangkan pengaruh medan magnet dari luar. Dari data variasi medan magnet harian yang terukur secara otomatis oleh alat magnetometer, selanjutnya dibuat grafik koreksi harian, T_{VH} terhadap waktu (Gambar 3). Pengaruh medan magnet utama bumi terhadap data medan magnet terukur dapat direduksi melalui koreksi IGRF. Nilai medan magnet

IGRF dapat diperoleh dengan cara *online*. Berikut hasil IGRF yang diperoleh (Tabel 2). Nilai medan magnet IGRF yang digunakan sebagai koreksi ditunjukkan oleh F (medan geomagnet total) sebesar 41555,2 nT.

Peta Anomali Magnetik

Peta anomali medan magnet berdasarkan hasil pengolahan data dilakukan dengan memasukkan posisi koordinat (lintang dan bujur) titik-titik pengukuran serta nilai medan magnet yang diperoleh dan untuk perhitungan pengolahan data. Hasil perhitungan anomali medan magnetik baik anomali medan magnetik total ΔT , maupun anomali medan magnet ΔT *Regional* dan ΔT *Residual* memiliki nilai kisaran medan magnet bervariasi antara -120 nT sampai +160 nT (Gambar 4). Peta anomali magnetik yang diperoleh menunjukkan adanya kontras kontur medan magnet di lintasan pengukuran, yang mengandung anomali yang besar (high intensitas) yang bernilai positif dan anomali yang kecil (low intensitas) bernilai negatif. Kontras nilai anomali magnetik yang begitu berfluktuasi terlihat di lokasi titik pengukuran geomagnet, utamanya di daerah pantai.

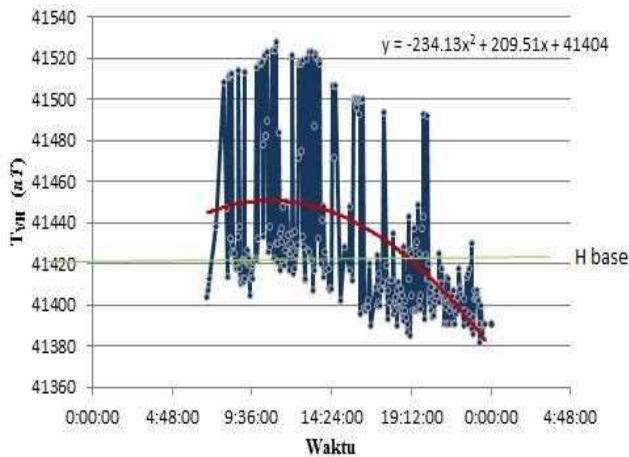
Anomali magnetik negatif dapat ditafsirkan berkaitan dengan batuan yang bersifat nonmagnetik (diamagnetik) seperti batuan sedimen, batuan lapuk, atau batuan yang terubahkan seperti lempung, lumpur, dan pasir kerikil yang memiliki suseptibilitas kecil. Anomali magnetik positif, diperkirakan berkaitan dengan batuan yang relatif bersifat sedikit magnetis (paramagnetik) yang berasal dari batuan yang mengalami proses mineralisasi sehingga mengandung mineral-mineral oksida besi yang kemudian dengan media transportasi air terbawa dan terendapkan membentuk endapan pasir besi yang mengandung mineral magnetik seperti *magnetite* dan *hematite*.

Interpretasi Magnetik 2D

Perbedaan harga anomali magnetik di tiap titik pengukuran merupakan suatu bentuk penyimpangan akibat pengaruh sifat material magnetik yang menyusun suatu site. Selanjutnya untuk melihat bagaimana distribusi lapisan pasir besi di lokasi penelitian, berdasarkan pengukuran

Tabel 2. Komponen medan magnet Bumi IGRF

Posisi		Deklinasi (°)	Inklinasi (°)	Komponen Medan Geomagnet (nT)				
Lintang (LS)	Bujur (BT)			H	X	Y	Z	F
1° 25' 50"	121° 06' 59"	1,27	19,87	39084,1	39074,4	869	-14116,4	41555,2

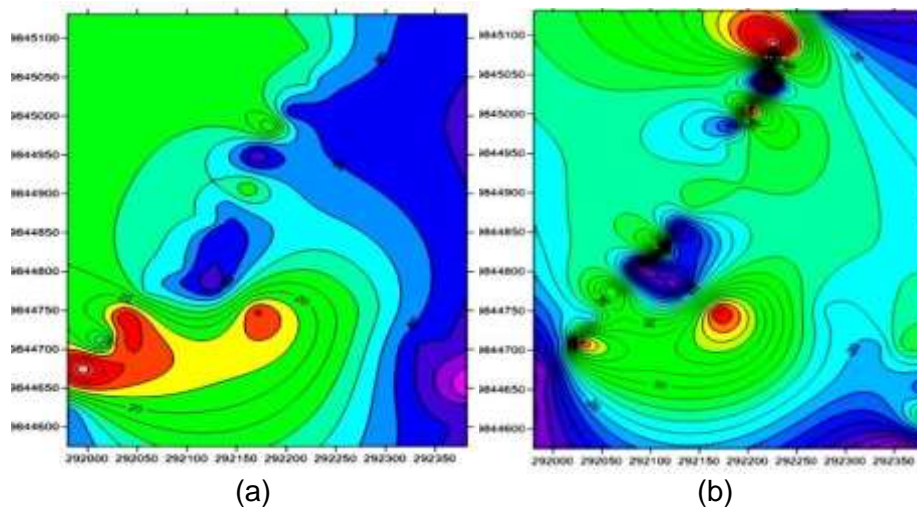


Gambar 3. Grafik medan magnet harian terhadap waktu

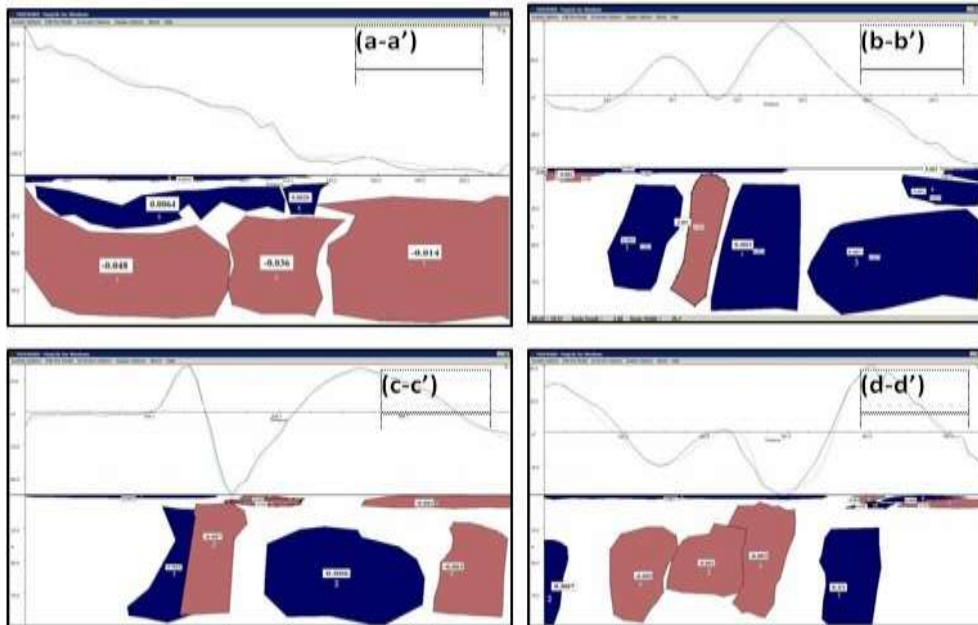
geomagnet serta data anomali magnetik yang diperoleh, dilakukan interpretasi ataupun pemodelan secara dua dimensi (2D). Interpretasi dilakukan dengan bantuan *software Mag2dc 2.10*. Hasil pemodelan 2D penampang lintasan slice yang dibuat pada program *Mag2dc* ini, akan memberikan bentuk bodi-bodi yang merupakan representasi dari respon benda anomali

bawah permukaan yang dominan dengan distribusi nilai suseptibilitas dapat ditunjukkan dari tiap bodi yang dihasilkan. Keseluruhan penampang slice yang akan dimodelkan di atas dibuat berarah Utara-Selatan. Masing-masing hasil diperoleh bentuk bodi dan nilai suseptibilitas yang berbeda. Berdasarkan nilai suseptibilitas tiap bodi yang diperoleh, selanjutnya dapat diketahui mineral magnetik di bawah permukaan. Berikut tampilan penampang anomali magnetik tiap lintasan (Gambar 5).

Model penampang 2D, lintasan a-a', nilai suseptibilitas negatif pada bodi 1, bodi 2 dan bodi 3 diinterpretasikan merupakan batuan ultrabasa. Nilai suseptibilitas negatif dimiliki oleh mineral bukan besi (*Non-Iron-Bearing Mineral*). Batuan ultrabasa sendiri tersusun oleh mineral-mineral seperti *magnetit, quartz, serpentin, dolomite* dan banyak lagi mineral lainnya yang mengandung nilai suseptibilitas yang kecil dan bahkan bernilai negatif. Untuk nilai suseptibilitas positif dengan range 0,0005-0,035 SI merupakan mineral magnetik jenis



Gambar 4. (a) Kontur anomali magnetik total, (b) Anomali magnetik residual



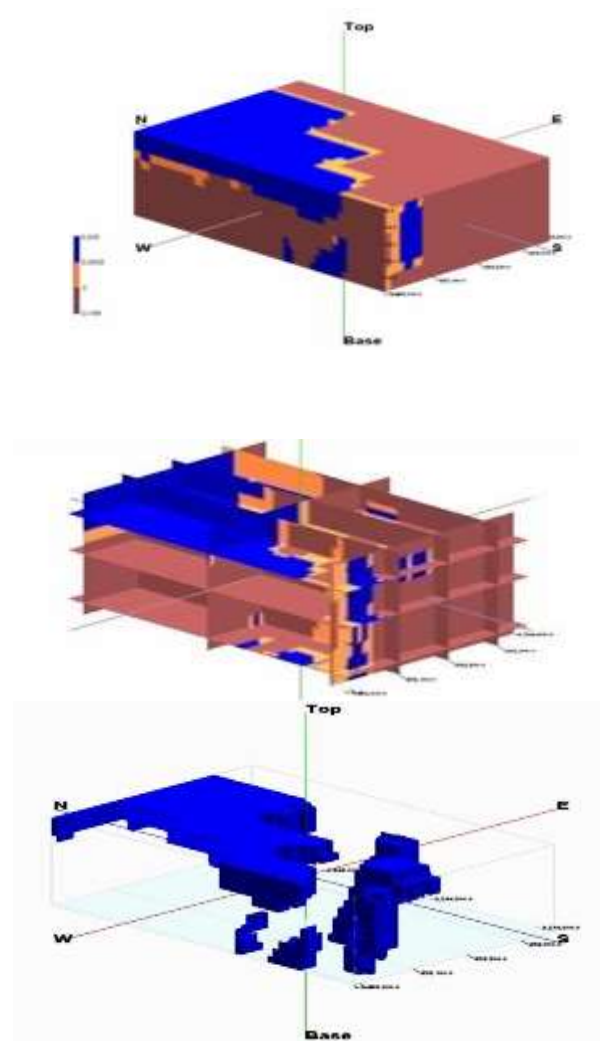
Gambar 5. Model Penampang 2D berbagai slice

hematite. Lintasan b-b', nilai suseptibilitas negatif terdapat pada bodi 5, bodi 8 dan bodi 9 diinterpretasikan merupakan respon magnetik dari batuan ultrabasa. Nilai suseptibilitas positif pada bodi lainnya juga merupakan mineral *hematite*. Lintasan c-c', nilai suseptibilitas negatif terdapat pula pada bodi 3, bodi 4, bodi 5, bodi 7 dan bodi 8 juga diinterpretasikan sebagai batuan ultrabasa. Untuk nilai suseptibilitas positif pada bodi lainnya merupakan mineral *hematite*.

Interpretasi Pemodelan 3D

Berdasarkan hasil pemodelan 2D dari proses slice, dipadukan dengan nilai suseptibilitas, kedalaman, serta posisi (Lintang dan Bujur) dari masing-masing bodi yang diperoleh selanjutnya dimodelkan kedalam bentuk 3D, dengan menggunakan Rockwork. Hasil pemodelan 3D dapat dilihat pada Gambar 6.

Dengan tools perhitungan volume aplikasi *rockwork*, dapat dihitung volume sebaran mineral *hematite* yang mewakili sebaran pasir besi di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil perhitungan volume sebaran mineral *hematite* secara keseluruhan untuk semua lapisan dari permukaan hingga kedalaman 10 m diperoleh besarnya potensi pasir besi di daerah penelitian sebesar sebesar 377.300 m³.



Gambar 6. Model 3D sebaran nilai suseptibilitas

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai sebaran pasir besi dengan metode pengukuran geomagnet di Desa Uekuli Kecamatan Tojo Kabupaten Una-una Sulawesi Tengah, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan data anomali magnetik hasil pengukuran yang memiliki nilai kisaran antara -120 nT sampai +160 nT, telah dilakukan pemodelan secara 3D, yang dalam penelitian ini mengandung mineral magnetik *hematite*
2. Volume sebaran pasir besi didasarkan pada kandungan mineral magnetik *hematite* yang dimilikinya, untuk total kedalaman 10 m adalah sebesar 377.300 m³.

Daftar Pustaka

- Apriyono, I. (2008) Study karakterisasi geometri dan potensi endapan pasir besi di Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta. (<http://digilib.itb.ac.id>), diakses tanggal 09 Juni 2009.
- Butler, Robert F. (1998) *Paleomagnetism : Magnetik Domains to Geologic Terranes*, Blackwell.
- ESDM (1994) Potensi Energi dan Sumber Daya Mineral, E.S.D.M.
- Herman, Danny Z. (2007) Tinjauan mineralogy Endapan Placer Pasir Besi dan Kemungkinan Asosiasi Mineal Ikutan Berharga. (<http://www.scribd.com>), diakses tanggal 11 September 2009.
- Hunt, C. P., Moskowitz, B. M., and Banerjee (1995) *Magnetik properties of rock and minerals. In: Ahrens, Rock Physics and Phase Relations, A Handbook of Physical Contants*, American Geophysical Union, 245p.
- Kadir, Wawan Gunawan A. (2000) Eksplorasi Gaya Berat dan Magnetik, Penerbit ITB, Bandung, 65p.
- Santoso, D. (2002) Pengantar Teknik Geofisika, Penerbit ITB, Bandung, 52p.
- Simandjuntak, T. O., Surono dan J. B. Supandjono (1991) Peta Geologi Lembar Poso (skala 1 : 250.000), PPPG, Bandung.
- Sulistianto, D. (2009) Estimesi sumber daya bijih besi berdasarkan analisa anomali magnetik di Blangpidie, Aceh Barat Daya dengan menggunakan signal analitik dan pemodelan magnetik. (<http://digilib.itb.ac.id>), diakses tanggal 19 Februari 2010.
- Tarling, D. H., Hrouda, F. (1993) *The Magnetik Anisotropy of Rocks*, Chapman & Hall, London.
- Telford, W M, L.P. Geldart, and R.E. Sherriff (1996) *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, Australia.