

Pendugaan Potensial Penyebaran Mineralisasi Sumberdaya Timah Primer Menggunakan Metode Geomagnetik Pada Wilayah IUP PT TIMAH (Persero) Tbk Di Desa Pengarem Kecamatan Tukak Sadai Kabupaten Bangka Selatan.

(*Estimation of Potential Mineralization Cassiterite Deployment Using Geomagnetic Region IUP PT TIMAH (Persero) Tbk Pengarem Village, Tukak Subdistricts, Districts Bangka Selatan*)

Teo Aldino¹, Irvani², Guskarnali²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

²Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstrack

Exploration is a phase before mining activity which is to know, estimate, and attain the measurement, shape, position, average ore content, and also the amount of minerals reserved sediment which are to know economic value. Based on the discovered outcrop, IUP PT TIMAH (Persero) Tbk located in Pengarem Village, Tukak Sadai District, South Bangka it is allegedly has potential source of cassiterite reserved sediment . in case to know the potential zone of source and the spread direction , it is needed to do exploration, one of it is by using geomagnetic method. By using 2 units of magnetometer tool along with base magnetometer application and mobile magnetometer to read (suseptibility) stones magnetic and minerals under the surface. The number of reading lines is 17, distance of the reading point is 10 m, with the number of reading point is 1587, the length of lines is 59 m. Based on the result of reading the geomagnetic method in Pengarem Village with IGRF value is 43204,2 inclination corners - 23,493 declination 0,616 which are already corrected by Oasis Montaj V6.4.2 software owns variety value of suseptibility. The highest value is 52,1 nT and the lowest is -36,2 nT. The magnetic anomali contour map that is produced shows that there are potential zone and spread direction of cassiterite source from southwest to northeast. Analysis and conclusion based on geology data.

Key word: Geomagnetic, outcrop, cassiterite, suseptibility.

1. Pendahuluan

HP: 081278616909

Timah merupakan salah satu endapan mineral yang keterdapatannya berada di bawah permukaan tanah. Seiring berkembangnya kemajuan teknologi dan semakin banyaknya permintaan akan kebutuhan bijih timah. eksplorasi pun dilakukan secara besar-besaran untuk mengetahui, memperkirakan dan mendapatkan ukuran, bentuk, posisi, kadar rata-rata serta jumlah cadangan suatu endapan mineral agar dapat menentukan kualitas dan kuantitas dari suatu endapan tersebut. Diperlukan metode- metode yang tepat, cepat, akurat dalam melakukan kegiatan eksplorasi. Salah satu tahapan eksplorasi awal adalah tahapan eksplorasi sidengangeofisika.

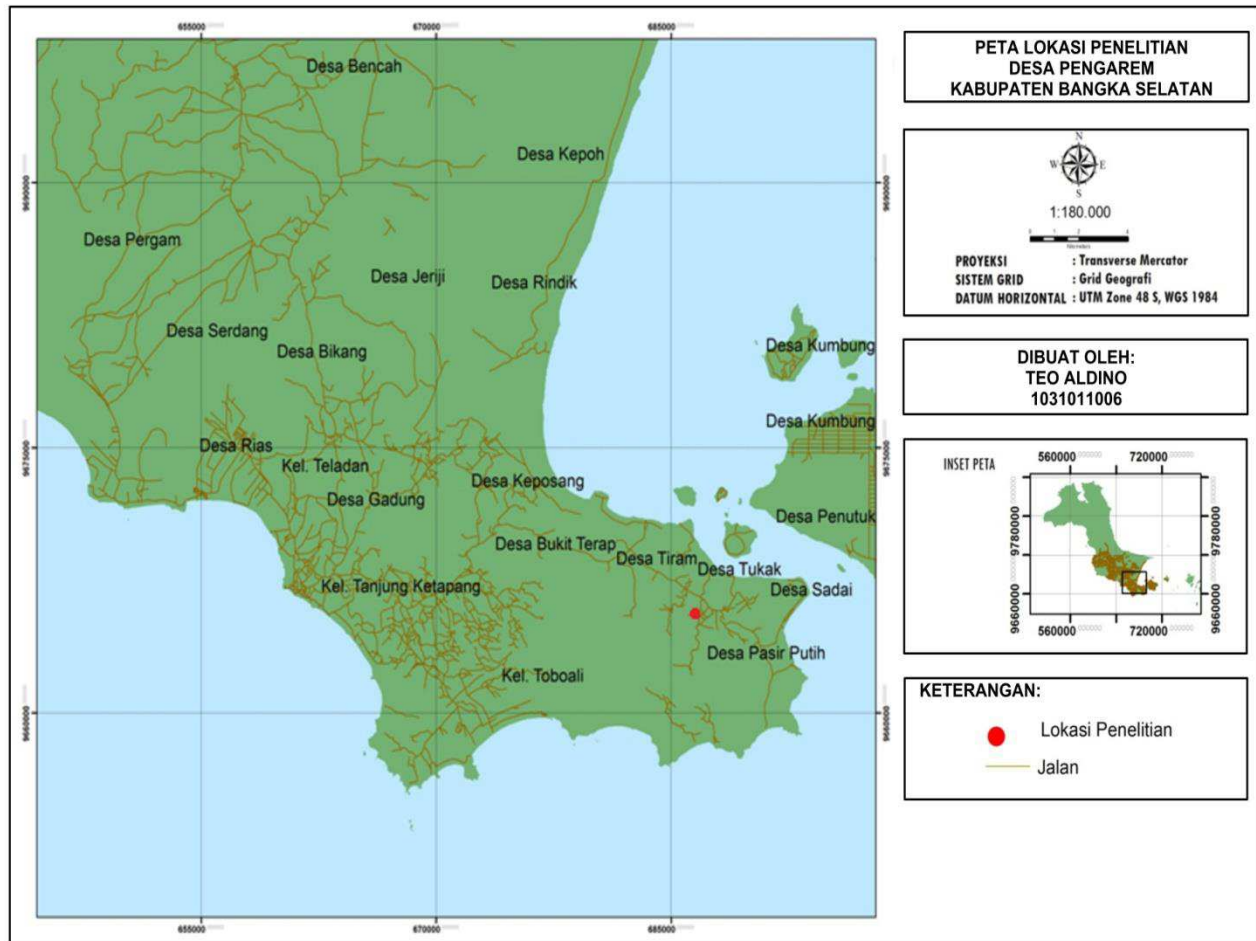
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zona potensial sumberdaya *cassiterite*, persebaran sumberdaya *cassiterite*, dan Mendapatkan model geologi bawah permukaan pada daerah penelitian secara 2D untuk menentukan sebaran kedalaman mineralisasi *cassiterite* menggunakan Software Oasis Montaj versi 6,4,2.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan salah satu wilayah IUP PT TIMAH (Persero) Tbk yang terletak di Desa Pengarem, Kecamatan Tukak Sadai, Kabupaten Bangka Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Berjarak 167 km dari Kota Pangkalpinang waktu yang ditempuh untuk dapat sampai ke lokasi penelitian menggunakan kendaraan ±160 menit dengan kecepatan rata - rata 80 – 85 km/jam. Secara geografis terletak pada 2° 58' 50,81"S dan

* Korespodensi Penulis: (Teo Aldino) Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung. E-mail: teodino46@yahoo.com

106° 39' 08,20" T dengan infrastruktur yang cukup mendukung. (Gambar 1).



Gambar 1. Petalokasi penelitian.

Tinjauan Pustaka

Eksplorasi

Eksplorasi merupakan kegiatan awal sebelum melakukan kegiatan penambangan dengan tujuan mengetahui jumlah cadangan mineral dibawah permukaan tanah dengan berbagai macam metode dan untuk menghindari kerugian yang akan ditanggung oleh perusahaan. Tahapan ini merupakan tahapan lanjutan setelah survei tinjau dan prospeksi.

Tujuan tahap eksplorasi adalah untuk mengetahui sumber daya cadangan mineral secara rinci, yaitu untuk mengetahui, menemukan, mengidentifikasi dan menentukan gambaran geologi dan pemineralan berdasarkan ukuran, bentuk, sebaran, kuantitas dan kualitas suatu endapan mineral untuk kemudian dapat dilakukan analisa/kajian kemungkinan dilakukannya

pengembangan secara ekonomis (Notosiswoyo (2010).

Eksplorasi Geofisika dengan Metode Geomagnetik

Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan menggunakan pengukuran fisis pada permukaan bumi. Geofisika mempelajari semua isi bumi baik yang terlihat maupun tidak terlihat langsung oleh pengukuran sifat fisis dengan penyesuaian pada umumnya dipermukaan.

Metoda geomagnet adalah salah satu metoda geofisika yang memanfaatkan sifat kemagnetan bumi. Menggunakan metoda ini diperoleh kontur yang menggambarkan distribusi suseptibilitas batuan di bawah permukaan pada arah horizontal.

Dari nilai suseptibilitasnya selanjutnya dapat dilokalisasi atau dipisahkan batuan yang mengandung sifat kemagnetan dan yang tidak. Mengingat survei ini hanya bagus untuk

pemodelan ke arah horizontal, maka untuk mengetahui informasi kedalamannya diperlukan metoda *Resistivity* 2D. Jadi, survei geomagnet diterapkan untuk daerah yang luas, dengan tujuan untuk mencari daerah prospek. Setelah diperoleh daerah yang prospek, selanjutnya dilakukan survei *Resistivity* 2D. (Santoso (2002).

Konsep Teori Magnetik

Geomagnet adalah metoda geofisika yang memanfaatkan sifat kemagnetan bumi. Diperoleh kontur yang menggambarkan distribusi suseptibilitas batuan di bawah permukaan pada arah horizontal (Santoso (2002).

Target dari pengukuran adalah variasi medan magnetik yang terukur dipermukaan (anomali magnetik) disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi (Stern et al. (2004).

Intensitas Kemagnetan

Suatu benda magnet yang terletak di dalam medan magnet luar menjadi termagnetisasi karena induksi. Intensitas magnetisasi itu berbanding lurus dengan kuat medan dan arahnya searah dengan medan tersebut.

Secara praktis magnetisasi akibat induksi ini kebanyakan meluruskan *dipole-dipole* material magnet, sehingga sering disebut sebagai polarisasi magnet. Bila besarnya konstan dan arahnya sama, maka dikatakan benda termagnetisasi secara *uniform* (Santoso (2002).

Suseptibilitas Kemagnetan Batuan dan Mineral

Tingkat suatu benda magnetik untuk mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemagnetan, besaran yang tidak berdimensi ini merupakan parameter dasar yang dipergunakan dalam metode magnetik. Harga suseptibilitas pada batuan semakin besar apabila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai banyak mineral-mineral yang bersifat magnetik.

Faktor yang mempengaruhi harga suseptibilitas batuan adalah jenis batuan dan komposisi batuan. Benda magnet apabila berada dalam medan luar akan memiliki kutub-kutub sendiri yang umumnya mengarah ke arah yang sama dengan medan, sehingga akan dihasilkan suatu medan baru. Medan tambahan ini apabila dihubungkan dengan intensitas magnetisasi adalah induksi magnetik (Santoso (2002).

Medan Magnet Bumi

Parameter yang menggambarkan arah medan magnetik adalah deklinasi (D) (sudut antara utara

magnetik dan utara geografis) dan inklinasi (I) (sudut antara bidang horizontal dan vektor medan total), yang diukur dalam derajat. Medan magnet utama bumi disebut dengan *International Geomagnetism Reference Field* (IGRF). Medan magnet bumi terdiri dari tiga bagian yaitu (Telford et al., 1979):

1. Medan utama (*Main field*)

Pengaruh medan utama magnet bumi $\pm 99\%$ dan variasinya terhadap waktu sangat lambat dan kecil.

2. Medan luar (*External field*)

Pengaruh medan luar berasal dari pengaruh luar bumi (aktivitas matahari).

3. Anomali medan magnetik

Disebabkan oleh Gabungan medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Adanya anomali medan magnetik menyebabkan perubahan dalam medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai anomali magnetik totalnya dengan persamaan sebagai berikut.

$$\Delta T = H_T - H_M$$

atau

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

Keterangan:

T_{obs} = medan magnet total terukur

T_{IGRF} = medan magnet teoritis berdasarkan IGRF

T_{vn} = koreksi medan magnet akibat variasi harian

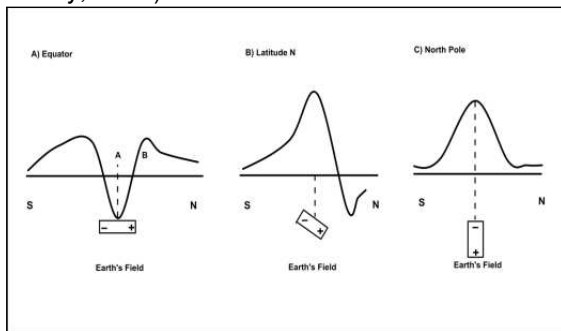
Pengukuran Data Magnetik

Proton Precision Magnetometer (PPM) yang digunakan untuk mengukur nilai kuat medan magnet total. Peralatan lain yang bersifat pendukung adalah GPS sensor yang terpasang pada sensor *proton mobile magnetometer*. Digunakan untuk mengukur posisi titik pengukuran berupa bujur, lintang, ketinggian dan waktu (Windadkk, 2013).

Reduksi ke Ekuator (*Reduce to Equator*)

Anomali magnetik yang dihasilkan masih dipengaruhi oleh arah inklinasi medan bumi sehingga profil anomali tidak berhubungan langsung dengan sumber penyebab anomali. Inklinasi benda magnet bumi di daerah khatulistiwa merupakan kebalikan dari daerah kutub, pada sekitar khatulistiwa posisi sumber berhubungan dengan minimum profil anomali. Untuk

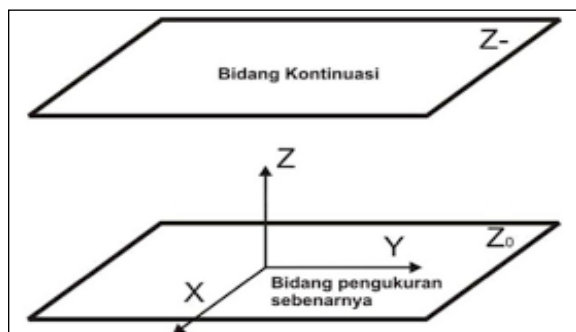
menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik maka dilakukan *filter* reduksi ekuator (Gambar2), (Blakely, 1995).



Gambar2.Reduksikeekuator (Siahaan, 2009).

KontinuasiKe Atas(*Upward Continuation*)

prosespengubahan data medan magnet potensial yang diukur pada suatu bidang permukaan menjadi data yang seolah-olah diukur pada bidang permukaan lebih keatas. menghilangkan pengaruh lokal yang terdapat pada data dan mencari pengaruh anomali regionalnya. Semakin tinggi kontinuasi maka informasi lokal semakin hilang dan informasi regional semakin jelas (Gambar3) (Telford, 1990).



Gambar3.Illustrasikontinuasikeatas.

2. Metode Penelitian

Objek Penelitian

Beberapa objek penelitian dalam Pendugaan Potensial Penyebaran Mineralisasi Sumberdaya Timah Primer Menggunakan Metode Geomagnetik Pada Wilayah IUP PT TIMAH (Persero) Tbk Di Desa Pengarem Kecamatan Tukak Sadai Kabupaten Bangka Selatan terdiri dari kondisi topografi, struktur batuan, litologi dan kondisi singkapan permukaan batuan.

Tahapan Penelitian

Merupakan tahap awal dari proses pengerjaan suatu penelitian. Tahap penelitian dilakukan dengan beberapa langkah antara lain:

1. Pendahuluan.

Tahap pendahuluan dilakukan dengan beberapa langkah berupa perumusan masalah observasi dan studi pustaka.

2. Pengambilan Data.

menggunakan 2 teknik pengumpulan data yaitu data primer yang berupa data magnetik dengan metode *base-rover*, data sekunder berupa dokumen dan data latar belakang daerah penelitian sebagai data penunjang terhadap data primer.

3. Pengolahan dan Analisis Data.

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil tersebut merupakan nilai anomali magnetik yang didapat dari hasil pengukuran di lapangan. Berdasarkan hasil dari data-data yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan hasil akhir dari penelitian tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

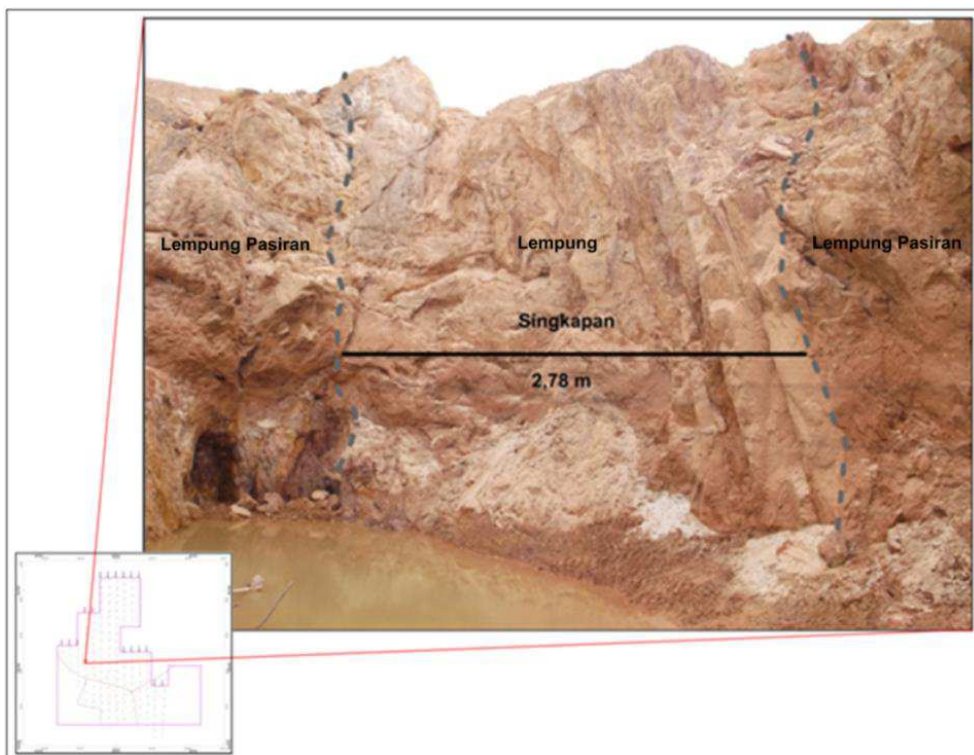
Penelitian yang dilakukan di wilayah (IUP) PT Timah (Persero) Tbk merupakan dataran rendah dengan status hutan area penggunaan lainnya (APL). Terdapat rumah-rumah warga, sarana infrastruktur, memiliki anak sungai dan rawa-rawa, vegetasi tumbuhan tropis seperti pohon gelang ukuran kecil sampai sangat besar, pohon karet, keramunting pelawan, semak belukar, dan alang-alang (Gambar 4).

Batu pasir dan batulempung pasir yang berwarna coklat tua kemerahan, kemagnetan Feromagnetik (>50%), kekompakan *friable*, bentuk butir *spherical*, ukuran butiran sekitar 0,125 – 1 mm, membundar tanggung, kekerasan 1 - 2, porositas dan permeabilitas tinggi, pemilahan *medium sorted*, dengan kemas terbuka, memiliki mineralisasi yang beranekaragam dan telah mengalami pelapukan dan berasosiasi dengan besi (Fe). Singkapan batu lempung dengan mineral kaolin yang berwarna kuning keputihan, lunak, ukuran butir sekitar 0,0039 mm, porositas menengah, permeabilitas rendah, terpilah baik, kemas tertutup, nonmagnetik, kekerasan 2, hasil dekomposisi aluminosilika, khususnya feldspar baik oleh aktivitas pelapukan, atau hidrotermal. Singkapan berupa batulempung dengan mineral kaolin dan batu pasir pembawa sumberdaya *cassiterite* (SnO₂) dan berasosiasi dengan besi (Fe) yang ditemukan di lokasi

penelitian menimbulkan perbedaan warna yang mencolok pada dinding singkapan (Gambar 5).



Gambar4.Kondisidaerahpenelitian berupa dataran rendah dengan rawa-rawa.



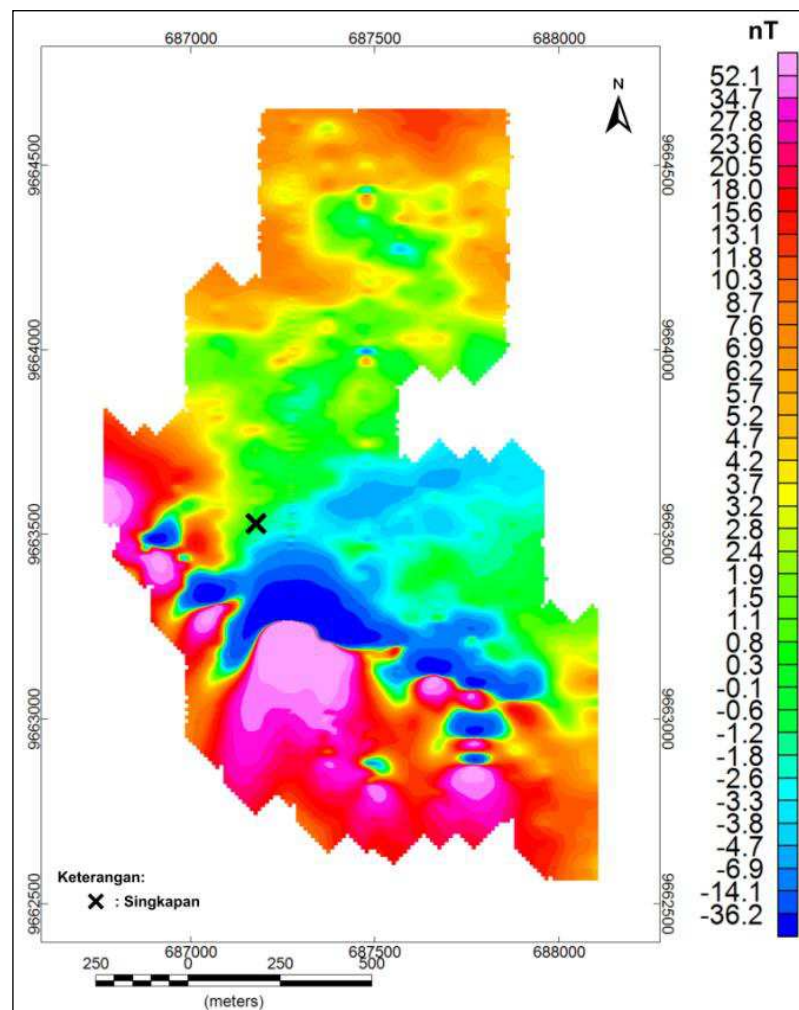
Gambar 5. Singkapan di lapangan berupa batulempung, dan batulempung pasir.

Zona Potensial Sumberdaya *Cassiterite* (SnO_2)

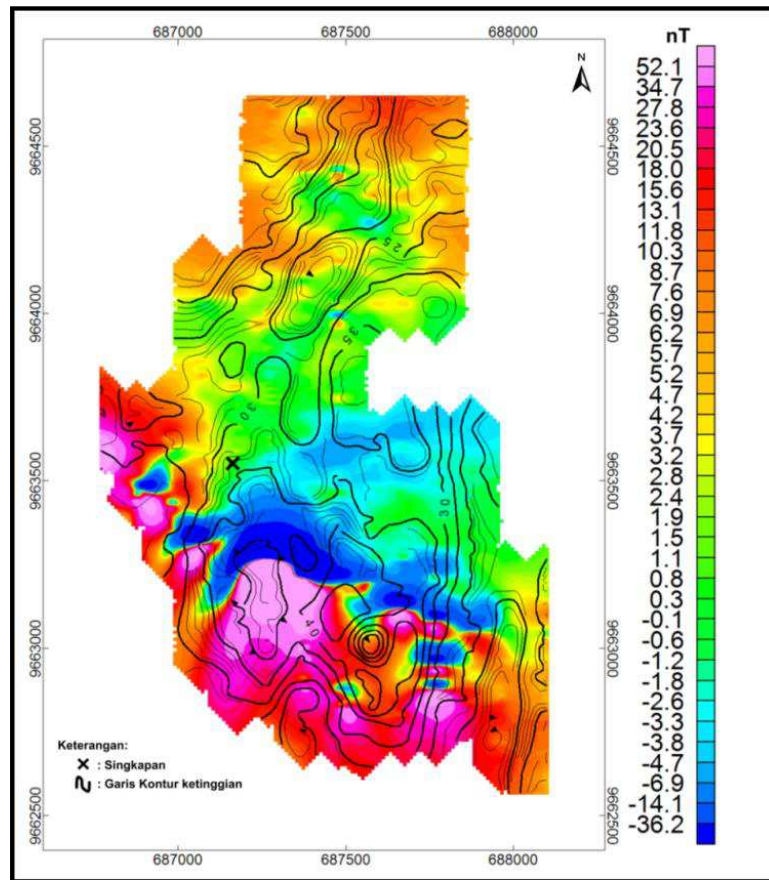
Hasil pembacaan nilai magnetik batuan dan mineral di lokasi penelitian kemudian dikoreksi harian dan IGRF untuk menghasilkan nilai anomali magnetik lokal. Nilai tersebut masih dipengaruhi oleh arah inklinasi dan deklinasi, untuk menghilangkan pengaruh tersebut harus dilakukan proses *filter reduce to equator* pada *Software Oasis Montaj* versi 6,4,2 dengan tujuan nilai magnetik yang didapat berhubungan langsung dengan posisi sumber penyebab anomali magnetik. Hasil dari proses *filter reduce to equator* ditampilkan kedalam bentuk peta anomali magnet lokal (Gambar 6).

Peta anomali magnetik lokal digunakan sebagai dasar pendugaan zona potensial, arah persebaran sumberdaya *cassiterite* (SnO_2) dan permodelan

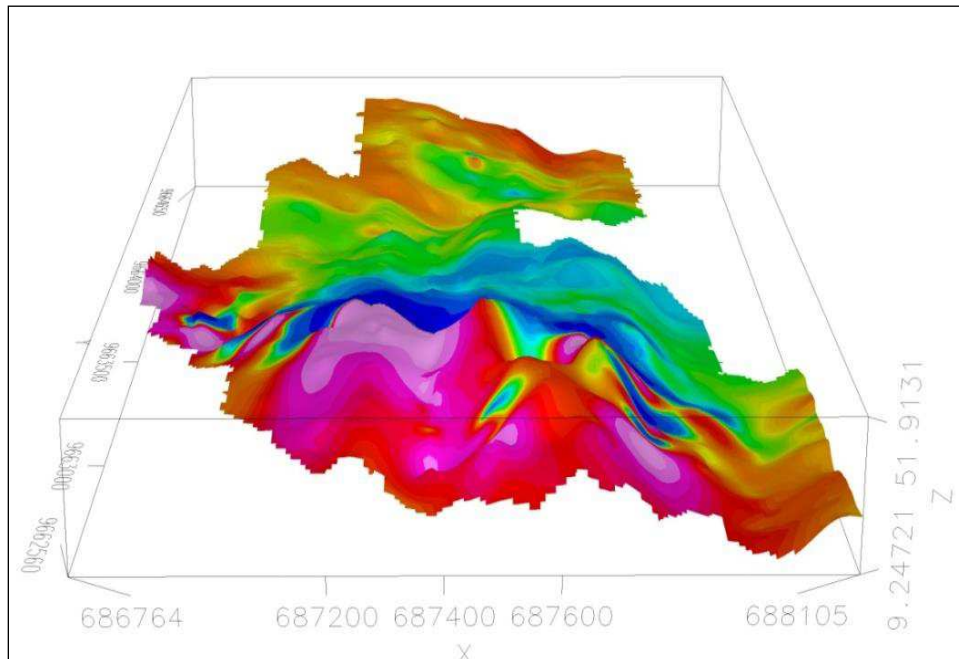
struktur geologi bawah permukaan lokasi penelitian. Penggabungan peta anomali magnetik lokal dengan elevasi lokasi penelitian bertujuan untuk mengetahui apakah nilai anomali magnetik yang tinggi selalu berada pada elevasi yang tinggi ataupun sebaliknya (Gambar 7). Pada *overlay* peta anomali magnetik lokal dengan kontur ketinggian di lokasi penelitian kemudian ditampilkan secara 3D yang menggabungkan anomali magnetik lokal sebagai warna dan relief permukaan sebagai elevasi lokasi penelitian yang menjelaskan perubahan nilai anomali magnetik bukan berdasarkan tinggi dan rendah elevasi di lokasi penelitian tetapi berdasarkan nilai suseptibilitas batuan dan mineral pada setiap titik pembacaan nilai magnetik di lokasi penelitian (Gambar 8).



Gambar 6. Peta anomali magnetik lokal.



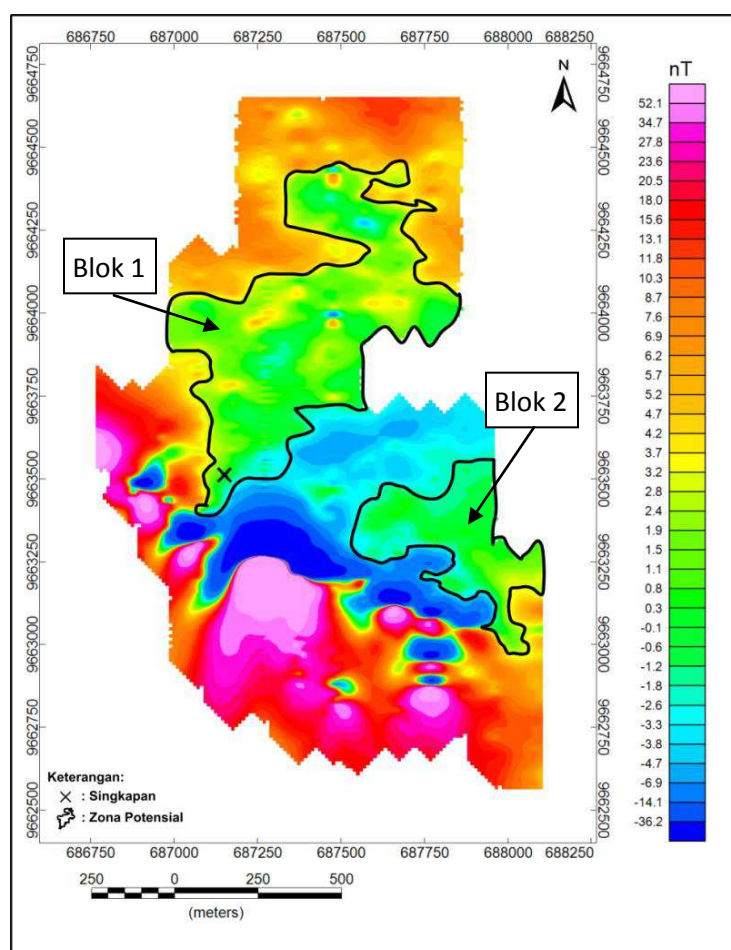
Gambar 7. Overlay peta anomali magnetik dengan garis kontur ketinggian.



Gambar 8. Peta 3 dimensi anomali magnetik lokal dengan relief elevasi.

Peta anomali magnetik lokal menghasilkan 4 zona warna yang berbeda (Gambar 9), zona warna 1 diasumsikan sebagai batupasir, berada pada warna merah dengan nilai suseptibilitas yang tinggi antara 8,7 – 52,1 nT disebabkan oleh kandungan endapan mineral-mineral yang terdapat pada batupasir bersifat magnetik tinggi seperti besi (Fe), zinc (Zn), dan kobalt (Co). Zona warna 2 dianggap sebagai batulempung pasiran berada pada warna kuning dengan nilai suseptibilitas antara 3,8 – 7,6 nT disebabkan oleh kandungan mineral yang terdapat pada batulempung pasiran berupa besi (Fe), dan zinc (Zn). Untuk zona warna 3 dianggap sebagai batulempung dan berada pada warna hijau dengan nilai suseptibilitas antara -0,6 – 2,4 nT disebabkan oleh mineral-mineral yang terdapat pada batulempung bersifat nonmagnetik seperti

cassiterite (Sn). Sedangkan zona warna 4 berada pada warna biru dengan nilai suseptibilitas yang paling rendah antara -36,2 – (-1,2) nT karena memiliki mineral-mineral yang bersifat magnetik rendah seperti bismuth dan timbal. Berdasarkan singkapan yang ditemukan di lokasi penelitian kemudian dilakukan uji sampel menggunakan XRF (Lampiran H), menjelaskan bahwa sumberdaya *cassiterite* (SnO₂) terendapkan pada batulempung. Zona utama yang diduga berpotensi memiliki sumberdaya *cassiterite* (SnO₂) berada pada zona warna hijau dengan nilai suseptibilitas yang rendah antara -0,6 – 2,4 nT karena mineral *cassiterite* (SnO₂) bersifat nonmagnetik sehingga nilai magnetiknya tidak jauh dari nilai IGRF atau nol (0).

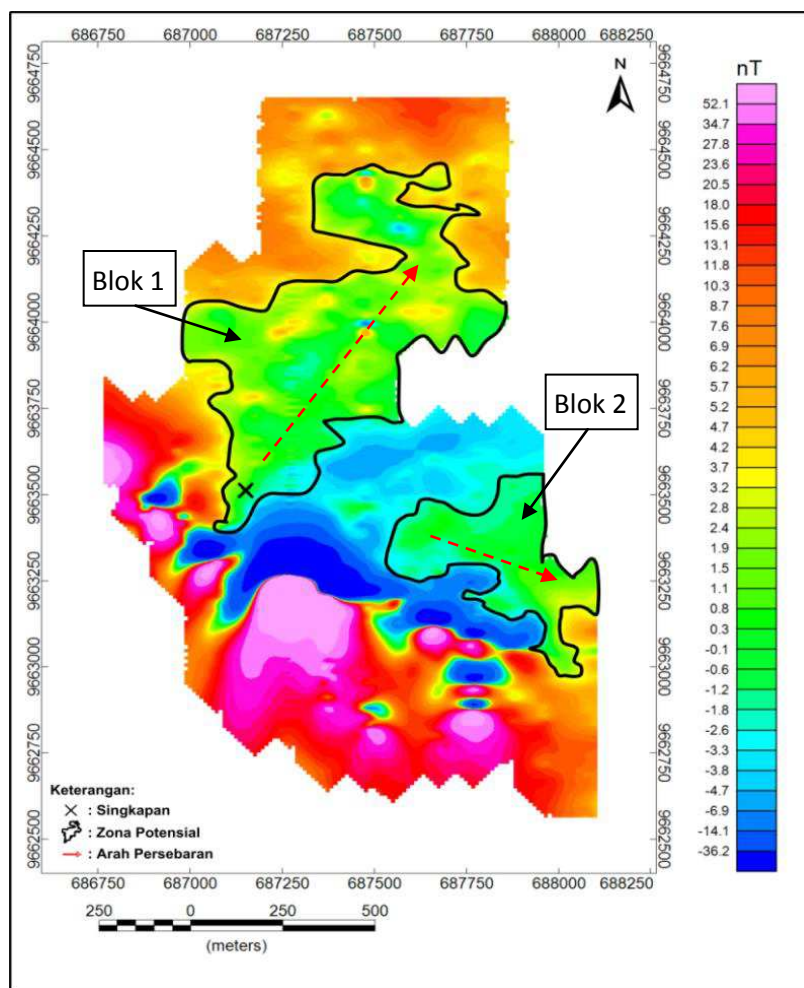


Gambar 9. Peta zona potensial sumberdaya *cassiterite* (SnO₂).

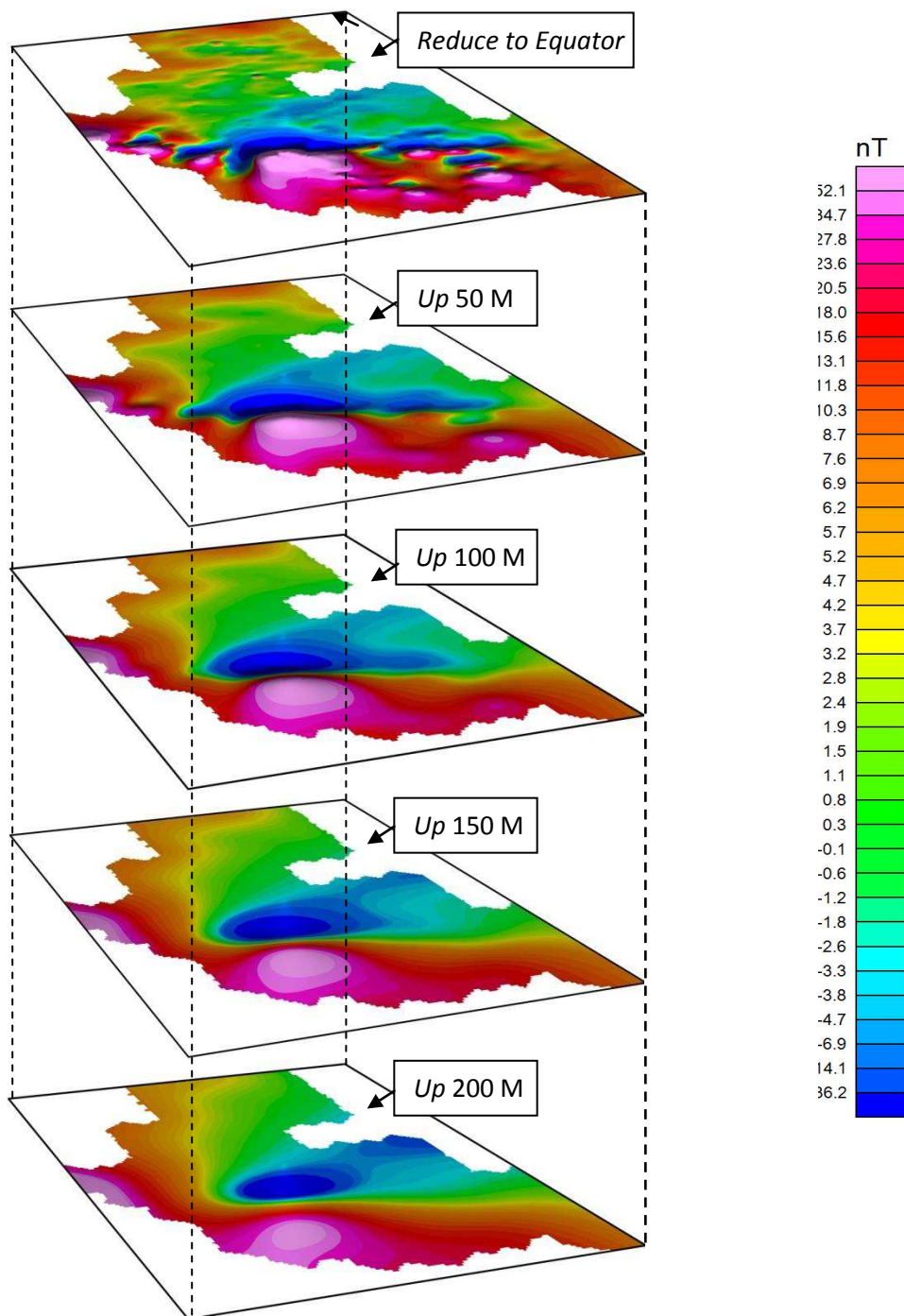
Arah Persebaran Sumberdaya *Cassiterite* (SnO_2)

Pendugaan arah persebaran sumberdaya *cassiterite* (SnO_2) dilakukan dengan proses *upward continuation* untuk mereduksi efek anomali magnetik yang tidak terkait dengan target survei pembacaan nilai magnetik dan menghilangkan pengaruh magnetik yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan lokasi pembacaan nilai magnetik. Peta yang digunakan dalam proses *upward continuation* adalah peta anomali magnetik lokal. Pada proses *upward continuation* 50 m, anomali magnetik

berupa warna semakin terlihat jelas dan anomali pengotornya menghilang. Pada tahapan proses *upward continuation* 100 m, 150 m, sampai 200 m, menjelaskan bahwa perubahan warna anomali magnetik memperlihatkan bentuk arah persebarannya berdasarkan nilai suseptibilitas batuan dan mineral. Dari hasil proses *filter upward continuation* dapat diketahui persebaran sumberdaya *cassiterite* (SnO_2) berada di zona anomali yang berwarna hijau dengan interval nilai suseptibilitas antara -0,6 – 2,4 nT mengarah ke timur (Gambar 10).



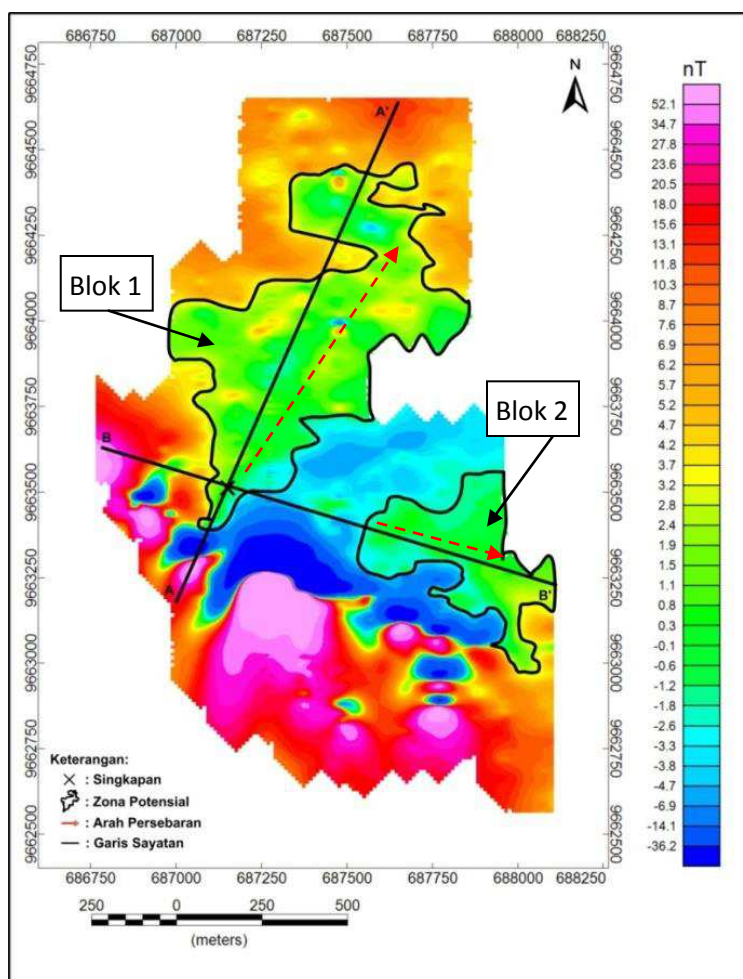
Gambar 10. Peta zona potensial dan arah persebaran sumberdaya *cassiterite* (SnO_2)



Gambar 11. Rangkaian proses *upward continuation* peta anomali magnetik lokal.

Berdasarkan peta anomali magnetik lokal kemudian dibuat sayatan Penampang A - A' dan B - B' (Gambar 12) memotong zona pendugaan potensial endapan sumberdaya *cassiterite* (Sn). Permodelan menggunakan menu *gm-sys* pada *Software Oasis Montaj* versi 6,4,2 untuk menghasilkan gambar geologi bawah permukaan

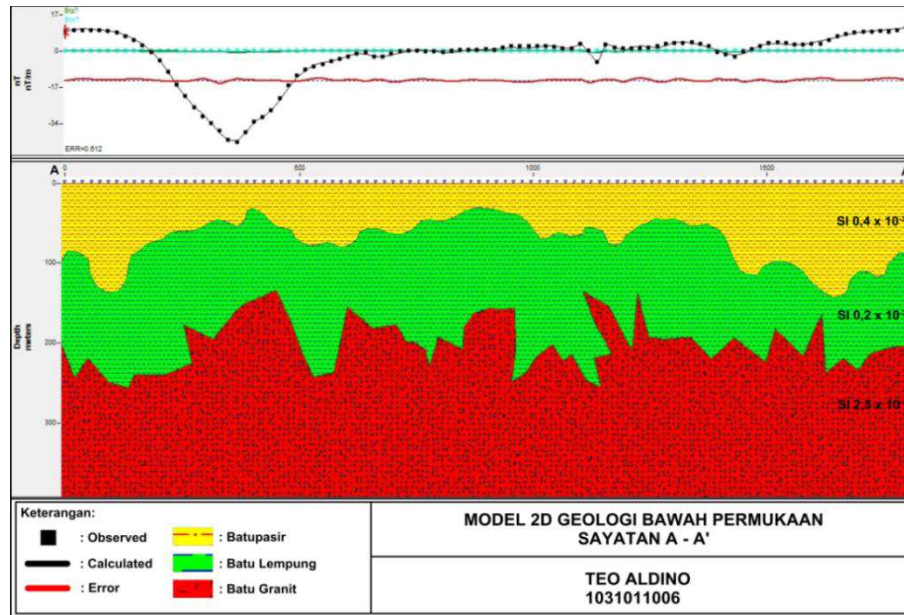
anomali magnetik lokal daerah penelitian dengan parameter distribusi nilai suseptibilitas mineral dan batuan. Penyesuaian permodelan geologi bawah permukaan dilakukan dengan mencocokkan kurva anomali model garis hitam dengan kurva nilai observasi yang sebagai titik hitam, referensi nilai kesalahan (*error*) ditandai dengan garis merah.



Gambar 12. Overlay peta anomali magnetik dengan sayatan.

Penampang melintang garis sayatan A - A' dengan panjang 1586 m orientasi sayatan dari arah barat daya ke timur laut (Gambar 13). Diasumsikan bahwa lapisan pertama yang berwarna kuning dari atas permukaan sampai kedalaman 90 m diduga sebagai batupasir dan lempungpasir dengan nilai suseptibilitas $0,4 \times 10^{-3}$ nT tersusun oleh mineral besi (Fe) zinc (Zn), dan sedikit kobalt (Co). Lapisan kedua yang berwarna biru pada kedalaman 90 - 200 m diduga sebagai batu lempung dengan nilai suseptibilitas $0,2 \times 10^{-3}$

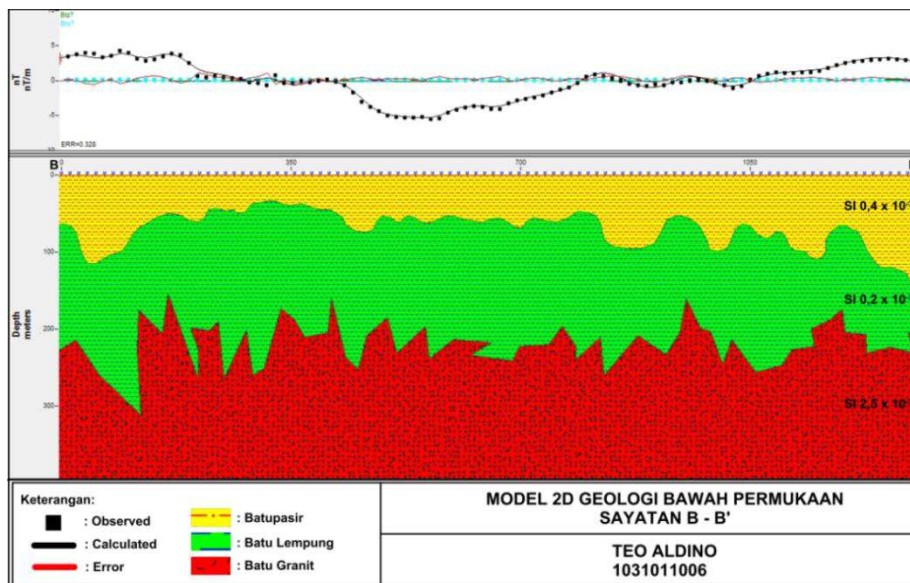
nT tersusun oleh mineral kaolin, *cassiterite* (SnO_2) dan kuarsa. Lapisan ketiga yang berwarna merah pada kedalaman 200 m diduga sebagai batu granit dengan nilai suseptibilitas sebesar $0,25 \times 10^{-3}$ nT. Perhitungan kurva anomali model dengan kurva observasi menunjukkan nilai referensi kesalahan (*error*) sebesar 0,612%. Kesesuaian antara model geologi bawah permukaan yang dibuat dengan kurva observasi memiliki nilai penyimpangan yang sangat kecil.



Gambar 13. Permodelan 2D geologi bawah permukaan pada sayatan A - A

Penampang melintang garis sayatan B – B' dengan panjang 1329 m orientasi sayatan dari arah barat laut ke tenggara (Gambar 14). Diasumsikan bahwa lapisan pertama yang berwarna kuning dari atas permukaan sampai kedalaman 65 m diduga sebagai batupasir dan lempungpasir dengan nilai suseptibilitas $0,4 \times 10^{-3}$ nT tersusun oleh mineral besi (Fe) zinc (Zn), dan sedikit kobalt (Co). Lapisan kedua yang berwarna biru pada kedalaman 65 – 225 m diduga sebagai batu lempung dengan nilai suseptibilitas $0,2 \times 10^{-3}$

nT tersusun oleh mineral kaolin, *cassiterie* (SnO_2) dan kurasa. Lapisan ketiga yang berwarna merah pada kedalaman 225 m diduga sebagai batu granit dengan nilai suseptibilitas sebesar $2,5 \times 10^{-3}$ nT. Perhitungan kurva anomali model dengan kurva observasi menunjukkan nilai referensi kesalahan (*error*) sebesar 0,328%. Kesesuaian model geologi bawah permukaan yang dibuat dengan kurva observasi memiliki nilai penyimpangan yang sangat kecil.



Gambar 14. Permodelan 2D geologi bawah permukaan pada sayatan B – B'.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan peta anomali magnetik lokal, zona yang diduga berpotensi memiliki sumberdaya *cassiterite* berada pada zona blok 1 dan blok 2 dengan nilai suseptibilitas antara -0,6 nT – 2,4 nT (warna hijau).
2. Berdasarkan nilai suseptibilitas batuan dan mineral, zona pendugaan potensial sumberdaya *cassiterite* pada blok 1 tersebar dari arah barat daya menuju timur laut, dan pada blok 2 tersebar dari arah barat laut menuju tenggara.
3. Hasil permodelan geologi bawah permukaan pada sayatan A - A' dan B - B' berdasarkan nilai anomali magnetik total, diasumsikan bahwa endapan sumberdaya *cassiterite* terdapat di batulempung, berada di lapisan yang berwarna hijau pada kedalaman sekitar 77,5 m dari atas permukaan.

DaftarPustaka

- GEM System, 2010, *Handbook Intruction Manual* GSM-19T v7.0, 135 Court, Markham, on Canada l3r 5h6,.
- Golden Software Inc *Surfer Version 11.3.862 (32bit), Surface Mapping System*, Colorado, 2012.
- Margono, U., RJB., Supandjono dan Partoyo, E., 1995, *Peta Geologi Lembar Bangka Selatan, Sumatera*,
- Notosiswoyo Sudarto, 2010, *Teknik Eksplorasi*, Prodi Pertambangan Institut Teknologi Bandung.
- R. J., Blakely, 1995, *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge University Press.
- Santoso, Djoko, 2002, *Pengantar Teknik Geofisika*, Penerbit ITB, Bandung,
- Siahaan, Barita. 2009. *PenentuanStrukturPadaZonaHydrokarbon Daerah “X” MenggunakanMetodeMagnetik*.Skripsi.TidakDiterbitkan. Depok: Universitas Indonesia.
- Stern, D.P., Peredo, M., 2004, *The Earth's Magnetic Field*, Retrieved April 23, 2014 from Dept. Physics & Astronomy, University of Tennessee,
- Telford, W.N., Geldard, L.P., Sherrif, R.E., and Keys, D.A., *Applied Geophysics*, Cambridge

University Press, Cambridge, London, Newyork, Melbourne, 1979.

Winda, Cahyadi, T.,A., Yusran, I., Putra, R.,W.,A., *BukuPanduanPraktikumGeofisika Tambang*, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yoyakarta, 2013.