TANAH GOYANG
JURNAL GEOSAINS
e-ISSN: 3026-3263
Volume 1, Nomor 2 | November 2023

Aplikasi Metoda Geolistrik dan Geomagnet dalam Analisis dan Pemetaan Potensi Mineralisasi Zona Timah Primer di Daerah AM

Application of The Geoelectric and Geomagnet Methods in The Analysis and Mapping of The Primary Tin Zone Potential in The AM Area

Axl A. Manuhutu[1*], Warsa[2], Resti Limehuwey[3]
[1,3]Program Studi Teknik Geofisika Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon
[2]Institut Teknologi Bandung; Jalan Ganesa No.10, Bandung 40132, Indonesia; +62-22-2504252

axlmanuhutu23@gmail.com
Diterima: 14 Agustus 2023; Disetujui: 20 Oktober 2023
DOI: 10.30598/tanahgoyang.1.2.82-97

Kata Kunci:
Timah primer
Geomagnet
Chargeabilitas
Resistivitas

Abstrak

Timah merupakan logam putih keperakan dengan kekerasan dan kekuatan yang rendah dengan konduktivitas termal dan listrik yang tinggi. Timah primer merupakan salah satu endapan timah yang terdapat pada batuan granit dan metasediment yang berasosiasi dengan urat kuarsa. Keberadaan timah primer dapat diidentifikasi dengan metoda geofisika seperti metoda geolistrik (tahanan jenis dan polarisasi terimbas/IP) dan geomagnet dengan mengukur parameter-parameter khas yang ditafsirkan. Metoda tahanan jenis mengukur besar nilai resistivitas material di bawah permukaan dari beda potensial terukur, sementara metoda IP memanfaatkan efek peluruhan potensial untuk mengukur sifat parameter chargeabilitas, dan metoda geomagnet didasarkan pada pengukuran anomali magnet bumi berdasarkan perubahan medan magnet yang terukur yang dikenal sebagai suseptibilitas. Hasil analisis kedua metoda ini direkonstruksikan suatu model bawah permukaan 2D serta pemetaan keberadaan zona mineralisasi timah primer. Pada lintasan D model yang dihasilkan dari dua penampang tersebut memperlihatkan 2 nilai anomali chargeabilitas dan resistivitas tinggi yang dikaji dengan adanya intrusi batuan granit berperan dalam proses pembentukan endapan timah primer. Penampang 2D geomagnet dari hasil slicing memperlihat pula adanya kehadiran batuan meta batupasir/kuarsit sebagai produk dari intrusi batuan granit, yang diduga memotong melewati lintasan D.

Keywords:
Primary tin
Geomagnet
Chargeability
Resistivity

Abstract

Tin is a silvery-white metal of low hardness and strength with high thermal and electrical conductivity. Primary tin is one of the tin deposits found in granite and metasediments associated with polymetallic veins. The presence of primary tin can be identified by geophysical methods such as geoelectric (resistivity and induced polarization/IP) and geomagnetic methods by measuring the typical parameters that are interpreted. The resistivity method measures the resistivity value of the subsurface material from a measured potential difference, while the IP method utilizes the potential decay effect to measure chargeability parameters, and the geomagnetic method is based on measuring the earth's magnetic anomaly based on changes in the measured magnetic field known as susceptibility. The results of the analysis of these two methods reconstructed a 2D subsurface model and mapped the presence of primary tin mineralization zones. On line D the model generated from

the two sections shows 2 anomaly values of chargeability and high resistivity which are studied by the presence of granite rock intrusion which plays a role in the formation of primary tin deposits. The 2D geomagnetic cross-section from the slicing results also shows the presence of sandstone/quarsite meta rock as a product of granite intrusion, which is thought to cut through line D.

1. PENDAHULUAN

Timah primer merupakan endapan timah yang belum mengalami pelapukan, umumnya berbentuk urat-urat kuarsa. Indikasi mineralisasi ini menunjukan adanya perselingan antar batuan induk yang saling terpetakan. Namun, secara umum mineralisasi timah yang tampak di permukaan adalah akibat proses pelapukan terhadap batuan termineralisasi dengan kandungan urat tipis yang berlimpah dan berubah menjadi gossan (Azis dkk., 2014). Daerah AM diperkirakan merupakan bagian dari zona granitoid jalur timur sehingga memiliki potensi endapan timah primer (Schwartz dkk., 1995). Secara geologi regional daerah ini merupakan daerah kontak anatara batuan malihan Formasi Kelapakambit berumur Perm-Karbon dengan Formasi Tajam yang memiliki satuan batupasir kuarsa bersisipan dengan batulanau (Baharuddin dan Sidarto, 1995).

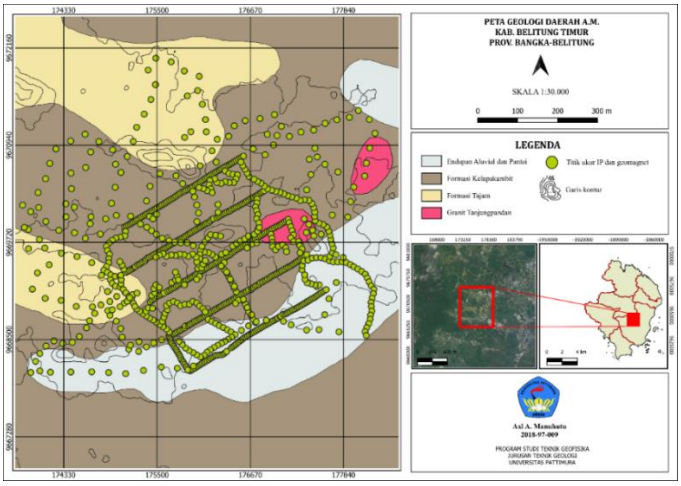
Eksplorasi secara geologi kemudian didukung dengan data Geofisika dapat memberikan kajian lebih lanjut mengenai potensi tersebut. Dengan informasi geologi dan pengumpulan data sekunder Geofisika serta uji petik yang dilakukan oleh tim kajian dari pusat sumber daya geologi (PSDG), telah menunjukan indikasi keberadaan mineralisasi endapan timah primer. Data dari metoda Geofisika seperti induksi polarisasi (IP), resistivitas, dan magnetik memberikan tafsiran profil model 2D yang dikaji dengan informasi geologi terhadap potensi mineralisasi endapan timah primer yang dihasilkan dari proses inversi dan pemodelan ke depan. Sehingga penelitian yang dilakukan merupakan hasil *processing* dan interpretasi lanjut dari penelitian sebelumnya.

Eksplorasi secara geologi kemudian didukung dengan data Geofisika dapat memberikan kajian lebih lanjut mengenai potensi tersebut. Dengan informasi geologi dan pengumpulan data sekunder Geofisika serta uji petik yang dilakukan oleh tim kajian dari pusat sumber daya geologi (PSDG), telah menunjukan indikasi keberadaan mineralisasi endapan timah primer. Data dari metoda Geofisika seperti induksi polarisasi (IP), resistivitas, dan magnetik memberikan tafsiran profil model 2D yang dikaji dengan informasi geologi terhadap potensi mineralisasi endapan timah primer yang dihasilkan dari proses inversi dan pemodelan ke depan. Sehingga penelitian yang dilakukan merupakan hasil *processing* dan interpretasi lanjut dari penelitian sebelumnya.

1.1. Kondisi Geologi

Secara regional Daerah AM, Kabupaten Belitung Timur berada pada satuan Formasi Tajam yang berumur Permo-Karbon yang terdiri dari batupasir kuarsa yang berselingan dengan batulanau dan batulempung. Lapisan batuan tersebut saling berkorelasi dengan batupasir meta kuarsa, *slate*, dan batulempung-tufan yang merupakan bagian dari Formasi Kelapakambit berumur Permo-Karbon (Gambar 1). Penyebaran endapan alluvial yang terdiri dari pasir, lempung, lanau serta kerikil-kerakal dan batuan terobosan granit Tanjungpandan yang menyebar pada kedua satuan batuan tersebut (Soepriadi dan Pardiarto, 2015). Secara genesa, mineralisasi yang muncul pada daerah penelitian secara umum berupa kasiterit kuarsa dalam bentuk urat atau *vein*, *stockwork*, dan greisen yang terbsentuk berdasarkan hubungannya terhadap intrusi granitoid asam (Taylor, 1979). Morfologi daerah penelitian terdiri dari daerah bukit bergelombang rendah

dan dataran yang memiliki kisaran elevasi dari 50 hingga 100 mdpl. Satuan morfologi daerah penelitian terdiri dari morfologi dataran yang dicirikan dengan presentase kemiringan lereng 0-2% dan bentuk Lembah yang luas. Arah aliran Sungai daerah penelitian menyebar ke segala penjuru dengan pola *dendritic, rectangular* dan *radial*. Pola tersebut dikontrol adanya struktur kekar dan sesar dengan arah kelurusan bermayoritas NW-SE (Intan, 2019; Raharja B. dkk, 2020).

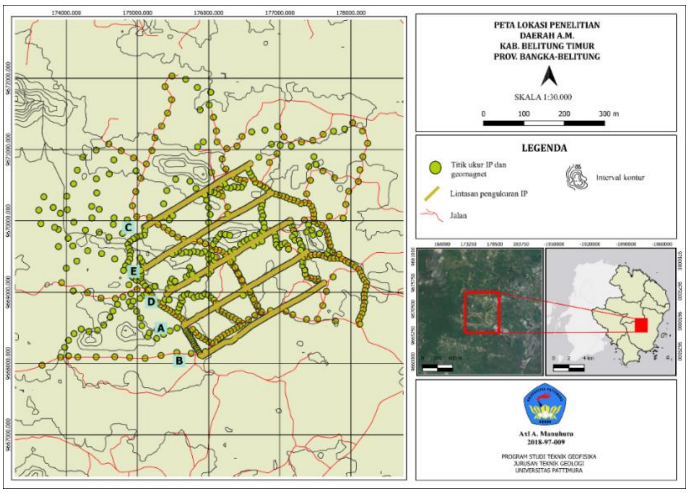


Gambar 1. Peta geologi daerah AM (modifikasi dari Baharuddin dan Sidarto, 1995).

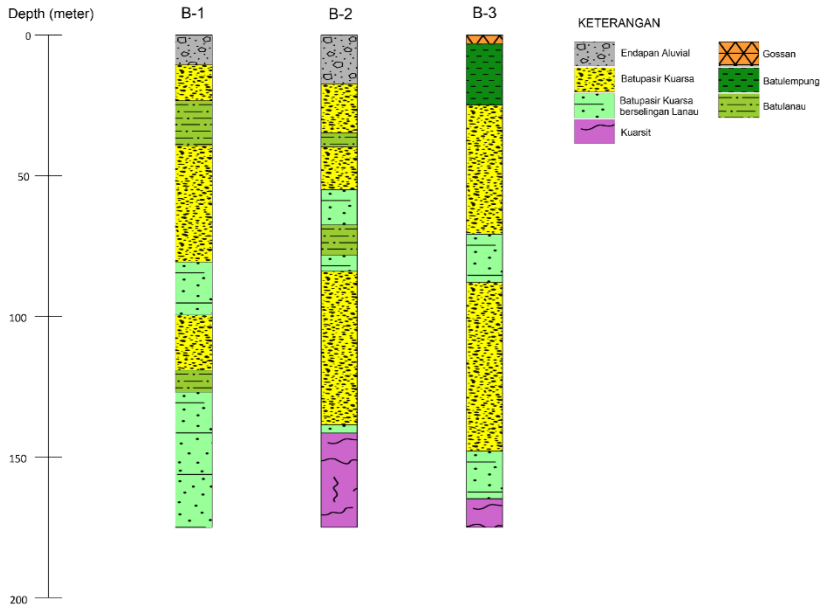
2. METODE PENELITIAN

2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari kegiatan survei tim Geofisika pusat sumber daya geologi (PSDG). Data ini meliputi data Geofisika geolistrik tahanan jenis dan IP serta metoda magnetik, dengan sebaran titik pengukuran tergambar dalam Gambar 2. Selain itu, dukungan data oleh Soepriadi dan Pardiarto (2015) memberikan informasi tambahan dalam pengolahan dan analisis untuk menghasilkan suatu profil model 2D dari kedua metoda tersebut (Gambar 3).



Gambar 2. Peta lokasi dan lintasan pengukuran daerah penelitian (Google Earth).



Gambar 3. Data titik bor penelitian (modifikasi dari Soepriardi dan Pardiarto, 2015).

2.2. Metoda Tahanan Jenis

Prinsip pengukuran metoda tahanan jenis yaitu arus DC atau AC frekuensi rendah diinjeksikan oleh pasangan elektroda sebagai transmiter pada permukaan tanah, dan beda potensial terukur melalui pasangan elekttroda yang bertindak sebagai penerima (*receiver*). Variasi resistansi terhadap aliran arus di kedalaman menyebabkan variasi yang khas dalam pengukuran beda potensial memberikan informasi tentang struktur dan material bawah permukaan (Burger dkk., 2006).

2.2.1. Tahanan Jenis Semu

Menurut Reynolds (2011), lapisan tahanan jenis yang heterogen di bawah permukaan akan mendistorsi medan listrik yang menyebabkan perbedaan potensial terukur menyimpang dari perbedaan potensial di bawah permukaan yang homogen. Dalam hal ini, tahanan jenis tersebut dikenal sebagai tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) yang dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai:

$$\rho_a = k_{geo} \frac{\Delta V}{I} \qquad (1)$$

dengan

ρ_a : Resistivitas semu (ohm/Ω)

ΔV : Beda potensial (volt)

I : Arus listrik (ampere)

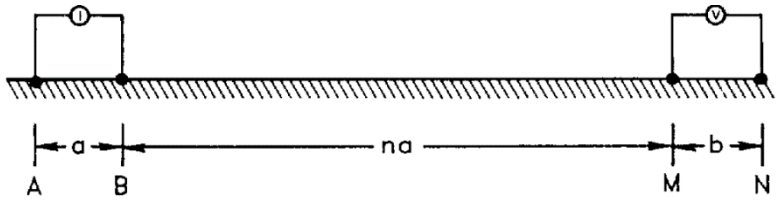
K_{geo} : Faktor geometri konfigurasi yang digunakan

2.2.2. Konfigurasi Elektroda

Konfigurasi elektroda yang digunakan pada penelitian ini merupakan konfigurasi dipol-dipol baik pada metoda tahanan jenis maupun metoda IP. Dengan pasangan elektroda arus pada konfigurasi ini terletak

secara terpisah dari elektroda potensial dengan jarak n*a*, dengan jarak masing-masing pasangan elektroda arus dan potensial sebesar *a*. Berdasarkan Gambar 4. tahanan jenis semu konfigurasi ini dapat ditentukan dengan perumusan:

$$\rho_a = \pi a(\mathrm{n})(\mathrm{n}+1)(\mathrm{n}+2)\frac{\Delta V}{I}(2)$$



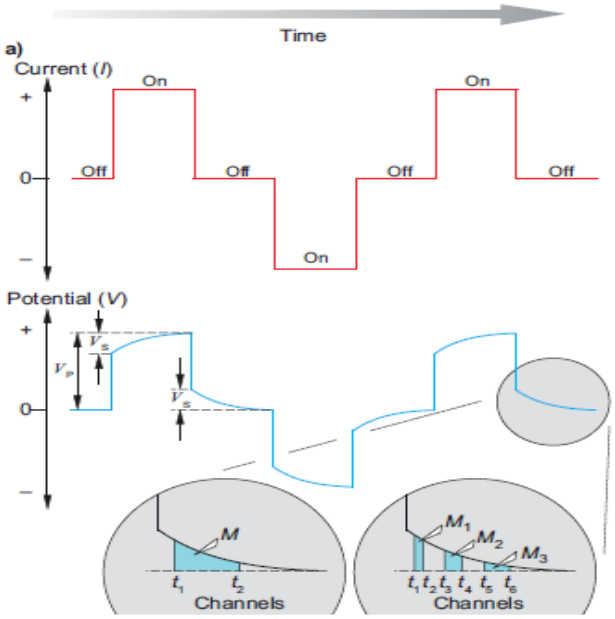
Gambar 4. Konfigurasi elektroda Dipol-dipol (Dobrin dan Savit, 1988).

2.3. Metoda Tahanan Jenis

Metoda polarisasi terimbas (IP) merupakan metoda Geofisika yang mengidentifikasi muatan listrik medium bawah permuakaan dengan prinsip yang sama dengan metoda resistivitas. Namun dengan parameter tambahan yang disebut chargeabilitas. Parameter tersebut diperoleh dengan 3 cara dengan salah satunya pada penelitian ini dengan mengukur peluruhan potensial setelah mematikan arus DC. Hal ini dinamakan pengukuran IP sceara *time domain* (Butler, 2005; Denith dan Mudge, 2014).

2.3.1. Metoda IP Time Domain

Dalam pengukuran *time domain* yang digunakan akan secara bergantian menyala, menghasilkan arus yang stabil dan kemudian dimatikan. Pada Gambar 5. memperlihatkan grafik sinyal tegangan primer (V_p) yang digunakan untuk menghitung resistivitas semu. Peningkatan bertahap dikaitkan dengan adanya 'pengisian' kapasitor bawah permukaan. Ketika arus dimatikan, terjadi penuruan tajam pada potensial dan mengalami peluruhan bertahap. Tegangan sekunder (V_s) ini tergantung pada sifat polarisasi tanah dan dikaitkan dengan '*discharging*' kapasitor (Haldar, 2018; Denith dan Mudge, 2014).



Gambar 5. Bentuk gelombang sinyal dalam pengukuran IP (Denith dan Mudge, 2014).

2.3.2. Chargeabilitas

Parameter chargeabilitas (*M*) digunakan untuk menghitung nilai polarisasi muatan yang tersimpan di bawah permukaan. Dengan tegangan peluruhan untuk setiap *channel* grafik peluruhan pada Gambar 5 dibagi dengan tegangan primer. Chargeabilitas dapat dirumuskan sebagai:

$$M = \frac{V_s}{V_p} \qquad (3)$$

Apabila tegangan sekunder diintegralkan terhadap waktu peluruhannya, hasil yang diperoleh sebagai *apparent chargeability* (M_a) yang dapat dirumuskan:

$$M_a = \int_{i-1}^{i} \frac{V_{s\,(t)\,dt}}{V_p(ti-ti-1)} \qquad (4)$$

2.4. Metoda Geomagnetik

Metoda geomagnet didasarkan pada pengukuran anomaly medan magnet bumi yang disebabkan oleh variasi lateral momen magnet per satuan volume (magnetisasi) material bumi. Eksplorasi magnetik menghasilkan peta magnetik yang ditafsirkan dalam istilah geologi, berdasarkan perubahan medan magnet yang terukur. Medan magnet yang dihasilkan oleh tubuh bijih dengan sifat kemagnetan dikenal sebagai suseptibilitas (Hinze dkk., 2012).

2.4.1. Gaya Magnet

Gaya magnet antara dua kutub magnet sebanding dengan produk kekuatannya. Jika kutub berlawanan tanda, gaya tersebut menarik dan sebaliknya. Hubungan antara gaya dan kutub magnet ini dikemukakan oleh Coloumb, dengan hukum empiris dikenal sebagai Hukum Coloumb yang dirumuskan sebagai:

$$\mathbf{F} = \frac{m_1 m_2}{\mu_0 r^2}\hat{\mathbf{r}} \qquad (5)$$

Dengan **F** merupakan gaya magnet dihasilkan dari kutub m1 dan m2 yang berada pada jarak r. μo merupakan permeabilitas medium dalam ruang hampa dengan besar nilai $4\pi\times10^{-7}$ Wb/Am (Telford dkk., 1990).

2.4.2. Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnet (**H**) adalah besar medan magnet pada suatu titik dalam ruangan yang timbul sebagai akibat adanya kuat kutub yang berada sejauh *r* dari titik *m* tersebut. Kuat medan magnetik (**H**) didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet:

$$\mathbf{H} = \frac{F}{m_2}\hat{\mathbf{r}} = \frac{m_1}{\mu_0 r^2}\hat{\mathbf{r}} \qquad (6)$$

Dengan satuan untuk kuat medan magnet **H** adalah A/m atau dalam cgs Oersted dan $\hat{\mathbf{r}}$ menunjukan vektor satuan dengan arah dari m_1 ke m_2 (Telford dkk., 1990).

2.4.3. Intensitas Magnetik

Magnetisasi diukur berdasarkan polarisasi magnetik **M** (intensitas magnetisasi atau momen dipol m persatuan volume V) yang dinyatakan dalam persamaan:

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{V}}\hat{\mathbf{r}} \qquad (7)$$

dengan satuan magnetisasi dalam SI adalah A/m, sedangkan dalam cgs adalah gauss (Telford dkk., 1990).

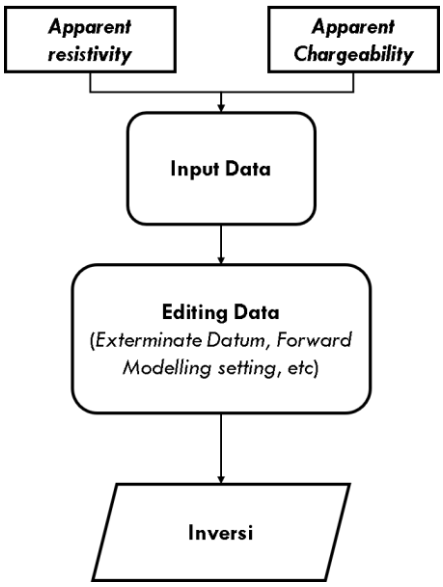
2.4.4. Suseptibilitas

Suseptibilitas magnetik batuan merupakan harga magnet suatu batuan terhadap pengaruh magnet yang kaitannya erat dengan kandungan mineral dan oksida besi. Semakin besar kandungan mineral magnetit dalam batuan semakin besar harga suseptibilitasnya. Suatu benda magnetik mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemagnetan $\boldsymbol{k}$, yang dapat dituliskan dalam persamaan:

M = ***k*** **H** (8)

2.5. Pengolahan Data Tahanan Jenis dan IP

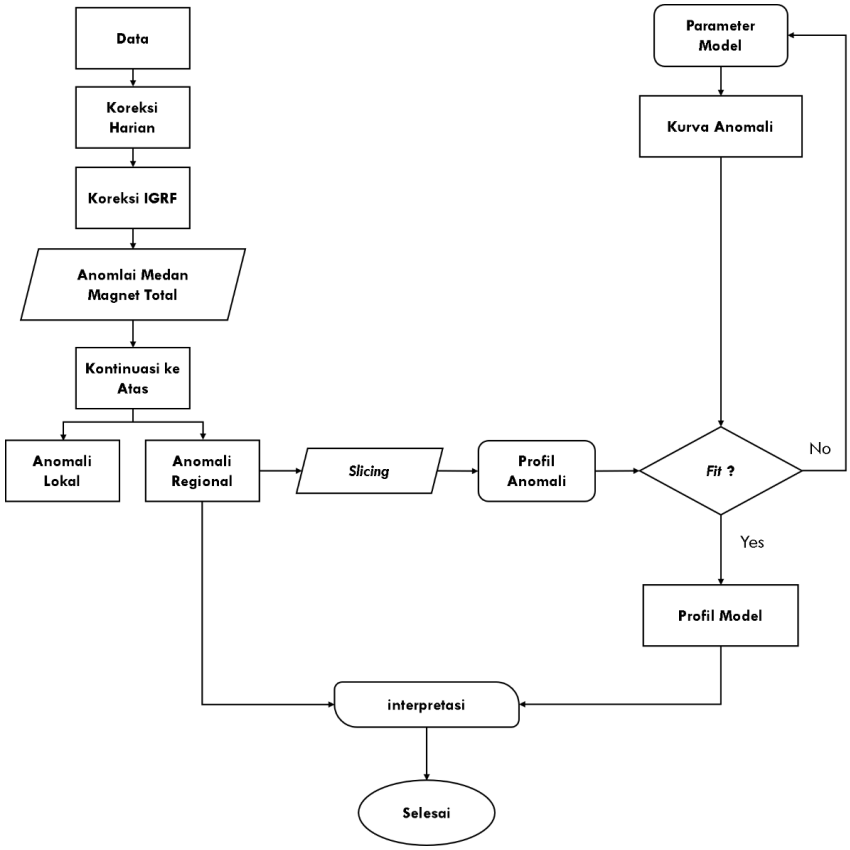
Data IP dan tahanan jenis yang diolah berjumlah 4 lintasan dengan menggunakan perangkat lunak RES2DInv x64 ver. 4.08 dan Surfer ver. 19 untuk menghasilkan peta anomaly dan penampang 2D dari chargeabilitas, dan tahanan jenis. Pengolahan RES2DInv menginversi nilai dari tahanan jenis semu dan chargeabilitas agar diperoleh nilai tahanan jenis dan chargeabilitas sebenarnya. Dengan tahapan penggunaan RES2DInv dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tahapan pengolahan dengan RES2DInv

2.6. Pengolahan Data Geomagnet

Data yang diperoleh dari lapangan berupa data mentah yang masih ada pengaruh dari luar dan dalam bumi. Untuk memperoleh nilai anomali magnetik yang tidak diperngaruhi dilakukan suatu koreksi terhadap data tersebut. Terdapat 2 koreksi utama yang dilakukan yaitu koreksi IGRF dan koreksi harian (koreksi diurnal). Medan manget utama dan medan magnet kerak bumi Bersama-sama menghasilkan pengaruh medan magnet dari dalam bumi, yang dihilangkan melalui koreksi IGRF. Sedangkan koreksi harian berfungsi untuk meghilangkan pengaruh luar pada mean magnet bumi, seperti pengaruh dari atmosfer. Tahapan pengolahan metoda geomagnet dapat dilihat pada Gambar 7 .



Gambar 7. Tahapan pengolahan geomagnet.

2.6.1. Koreksi IGRF

Koreksi ini dilakukan terhadap data magnet terukur untuk menghilankgan pengaruh medan utama magnet bumi. Koreksi ini dilakukan dengan mengurangkan nilai medan magnet yang terbaca dengan nilai IGRF daerah tersebut. Data nilai koreksi IGRF dapat diperoleh dengan input tanggal pengukuran di *software* OASIS MONTAJ dan dari situs *National Center for Enviromental Information* (NCEI).

2.6.2. Koreksi Harian

Koreksi ini dikenal juga sebagai variasi harian yang merupakan koreksi medan magnet yang sebagian bersumber dari medan magnet luar oleh aktifitas matahari. Hal tersebut dapat berupa *flare* matahari dan efek badai matahari pada lokasi yang berbeda di bumi.

2.6.3. Anomali Magnetik

Anomali magnetik dapat dirumuskan dengan:

$$\boldsymbol{\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} \pm T_{vn}} \quad (9)$$

Dengan ΔT merupakan anomali medan magnetik, medan magnet teoritis berdasarkan IGRF ΔT_{IGRF}, dan ΔTvn merupakan koreksi medan magnet akibat variasi harian (Santoso, 2002). Setelah diperoleh nilai anomali magnetik, diplot pada SURFER untuk memberikan delineasi terhadap nilai anomali magnet total yang merupakan gabungan dari anomali regional dan residual magnetik.

2.6.4. Kontinuasi ke Atas

Kontinuasi ke atas adalah proses reduksi data magnetik terhadap ketinggian. Hal ini dilakukan untuk memisahkan anomali regional dan anomali residual dari anomali batuan pada posisi yang lebih dalam dan yang lebih dangkal di lokasi penelitian. Dalam melakukan kontinuasi ke atas, pengolahannya dapat dilakukan dengan bantuan *software* Magpick serta OASIS MONTAJ.

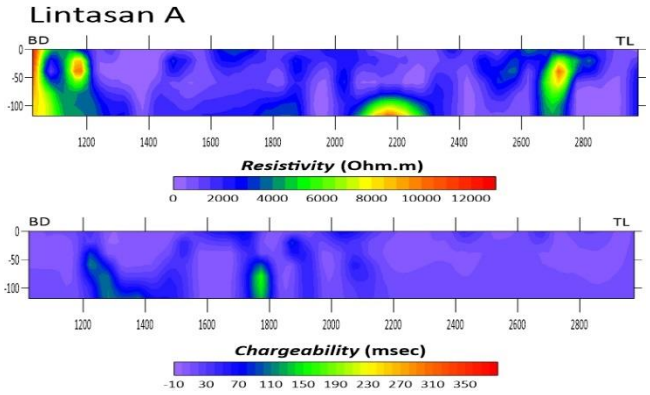
2.6.5. Forward Modelling Geomagnet

Pemodelan ke depan (*forward modelling*) dengan metoda geomagnet dilakukan dengan bantuan *software* seperti *Magpick* dan OASIS MONTAJ. Dilakukan input data magnetik yang meliputi data anomali magnet total, inklinasi, dan deklinasi. Hasil yang diperoleh berupa kurva pengukuran data magnetik di lokasi penelitian, dimana proses pemodelan ke depan dilakukan dengan mencocokan kurva tersebut berdasarkan model yang dihasilkan. Pembuatan model dilakukan secara *trial and error* serta mempertimbangkan informasi geologi yang ada di lokasi penelitian.

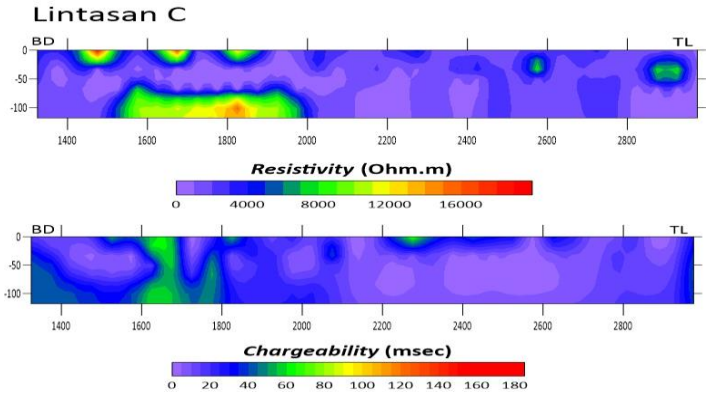
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil 2D Penampang IP dan Tahanan Jenis

Hasil penampang 2D IP dan tahanan jenis dilakukan dengan *software* RES2DInv memberikan penyebaran nilai resistivitas dan chargeabilitas bervariasi. Pada Lintasan A, nilai tahanan jenis cenderung rendah ke sedang. Kontras nilai tahanan jenis yang rendah-sedang ditafsir adanya lapisan batuan resistif di sebelah timur laut (< 9000 Ω.m). Pada penampang IP, nilai chargeabilitas cenderung rendah (60-110 msec) pada bagian timur laut yang mengindikasikan batuan sedimen dengan kandungan mineral yang rendah (Gambar 8). Lintasan C memiliki penyebaran chargeabilitas dan resistivitas cenderung rendah pada arah timur laut yang dikaji rendahnya kandungan mineral di lapisan batuan bawah permukaan (Gambar 9).

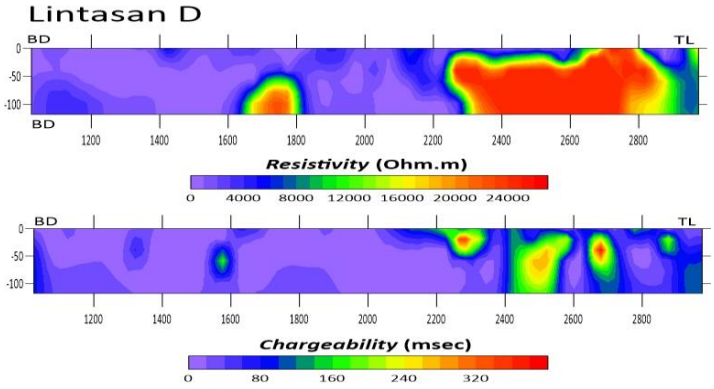


Gambar 8. Penampang resistivitas dan chargeabilitas hasil pemodelan 2D lintasan A.

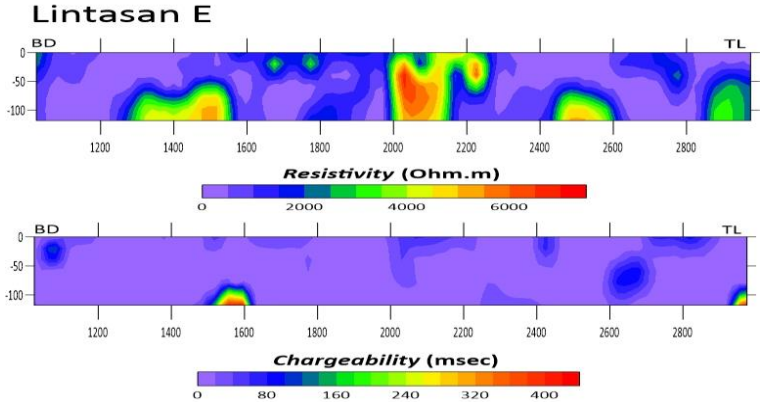


Gambar 9. Penampang resistivitas dan chargeabilitas hasil pemodelan 2D lintasan C.

Lintasan D memperlihatkan distribusi tahanan jenis dan chargeabilitas bernilai tinggi yaitu > 18.000 Ω.m dan 160-300 msec di bagian timur laut (Gambar 10). Terakhir pada lintasan E, nilai tahanan jenis dan chargeabilitas cenderung bernilai sedang yang dikaitkan dengan batuan sedimen yang bersifat konduktif (Gambar 11).



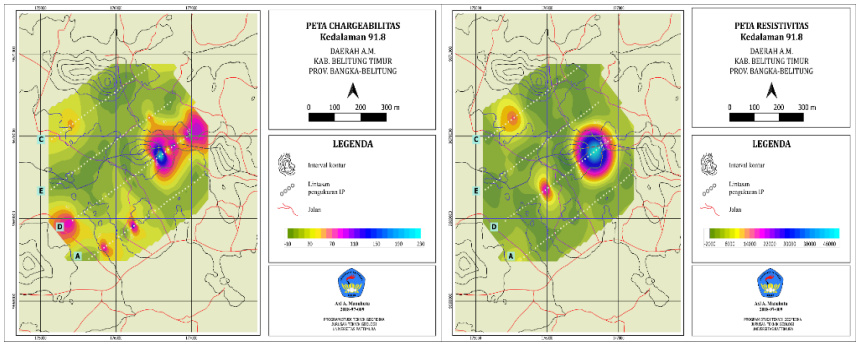
Gambar 10. Penampang resistivitas dan chargeabilitas hasil pemodelan 2D lintasan D.



Gambar 11. Penampang resistivitas dan chargeabilitas hasil pemodelan 2D lintasan E.

3.2. Peta Sebaran Penampang IP dan Tahanan Jenis

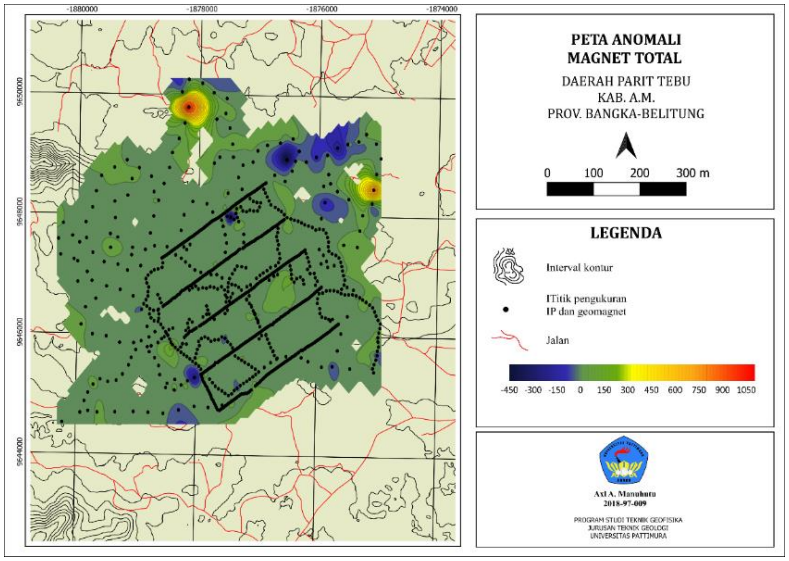
Pemetaan penyebaran chargeabilitas dan tahanan jenis disajikan per kedalaman dari hasil pengolhaan data 2D yaitu 8.54 m, 26.5m, 46.3 m, 67.9 m, 91.8 m, dan 118.1 m. Hasil peta sebaran tersebut akan ditafsirkan kaitan kedua respons tahanan jenis dan chargeabilitas mengenai potensi keberadaan mineralisasi endapan timah primer. Dengan kedalaman yang 8.54 meter sebaran nilai tahanan jenis cenderung bernilai rendah pada lintasan A, C, dan E. Namun, pada lintasan D nilai tahanan jenis dan chargeabilitas semakin naik hingga pada kedalaman 91.8 meter (Gambar 12).



Gambar 12. Peta chargeabilitas dan resistivitas pada kedalaman 91.8 m.

3.3. Peta Anomali Magnet Total

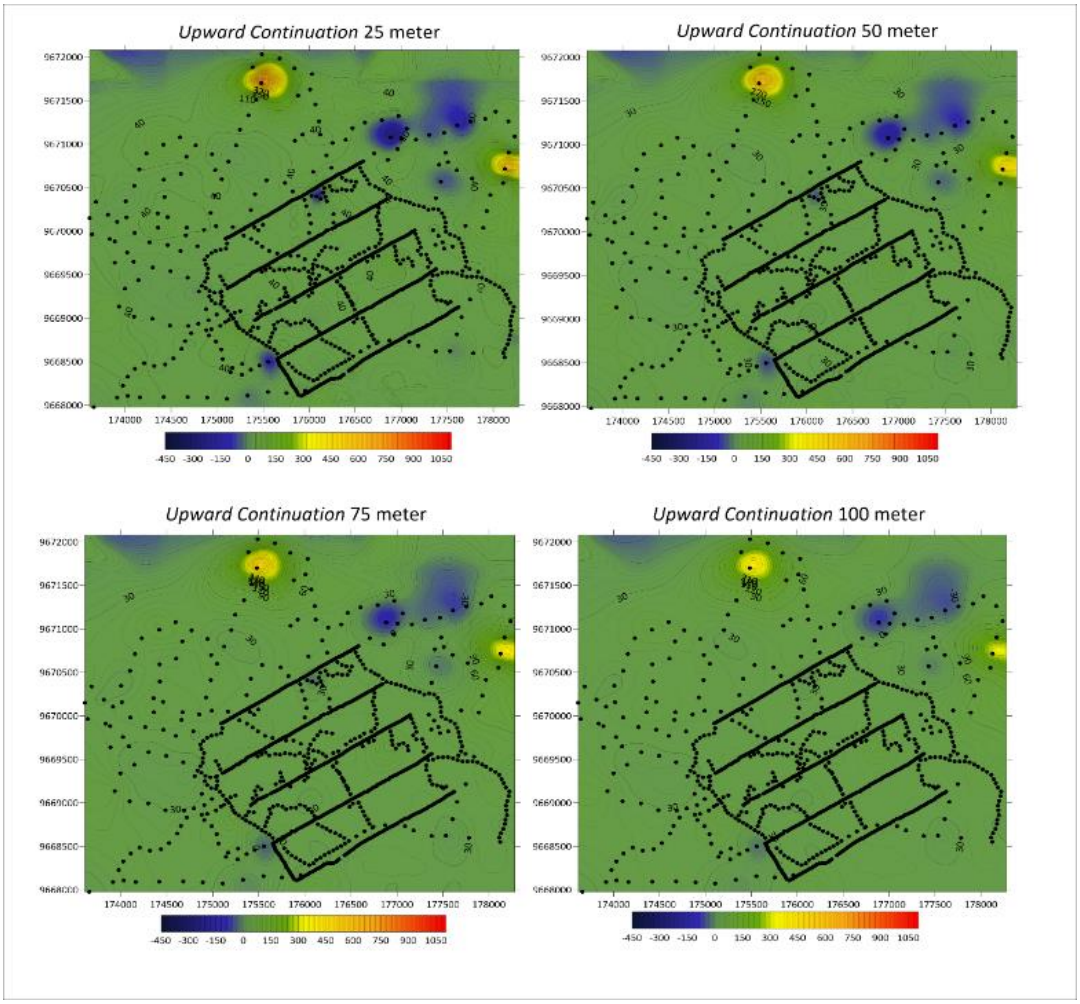
Data magnetik yang telah dikoreksi akan menghasilkan anomali magnet total, yang kemudian dilakukan kontinuasi ke atas untuk melihat anomali secara regional. Daerah penelitian memiliki inklinasi -24.5^{o} dan deklinasi 0.8^{o}. Peta anomali magnet total memiliki sebaran nilai acak dan relative seragam di bagian Tengah, dan nilai anomali bervariasi dari -450 nT hingga 1050 nT (Gambar 13). Nilai anomali yang seragam dikaji sebagai batuan sedimen yang kurang memiliki sifat magnetic. Pada bagian timur laut ada respon anomali negatif dan positif, memberikan tafsiran daerah tersebut memilki batuan dengan sifat magnetic yang tinggi. Tubuh batuan tersebut diinterpretasikan dengan endapan greisen dengan mineralisasi kasiterit yang diduga merupakan produk intrusi batuan granit di daerah tersebut.



Gambar 13. Peta anomali magnet total

3.3.1. Analisis Anomali Magnetik

Peta anomali magnetik ini dilakukan kontinuasi ke atas yang bervariasi dari 25 hingga 100 meter (Gambar 14). Hal tersebut dilakukan untuk memisahkan *noise* yang bersifat lokal dan regional. Hasl kontinuasi memperlihatkan pola anomali pada bagian tengah daerah penelitian relative seragam. Anomali tersebut diduga berasosiasi dengan batuan sedimen yang cenderung memiliki sifat anomali magnetik yang rendah. Namun, pada bagian timur laut terlihat adanya kontras pasangan anomali positif dan negatif yang mengindikasikan daerah tersebut memiliki *body* batuan yang sifat magnetis tinggi. Anomali tersebut kemudian dikaji dengan adanya asosiasi endapan greisen yang memiliki suseptibilitas yang tinggi. Endapan



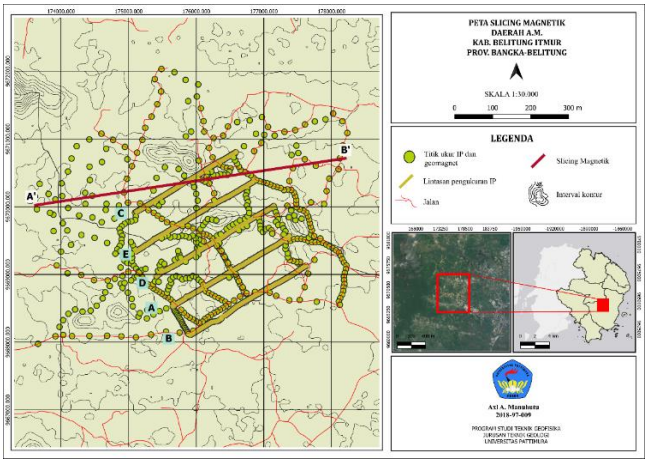
tersebut diinterpretasikan sebagai zona mineralisasi terkait dengan keberadaan timah primer.

Gambar 14. Peta kontinuasi ke atas dengan variasi ketinggian 25 hingga 100 meter.

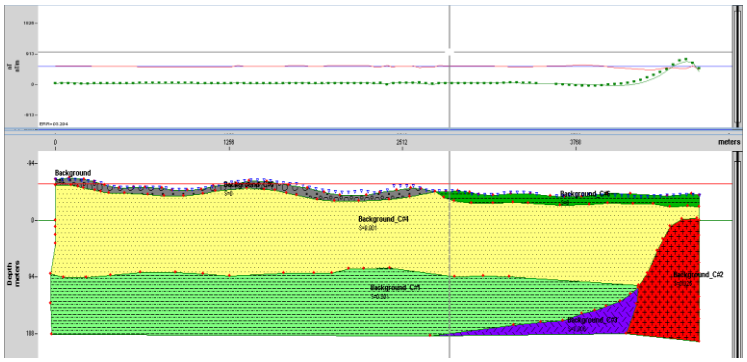
3.4. Penampang 2D Geomagnet

Hasil dari kontinuasi atas kemudian ditarik *slice* penampang A'- B' berarah barat daya-timur laut melewati lintasan C pengukuran IP (Gambar 15), untuk memodelkan lapisan yang ada di bawah permukaan. Berdasarkan informasi geologi dan data bor oleh Pardiarto (2016), model geomagnet yang direkonstruksikan terdiri susunan endapan alluvium, lapisan batupasir kuarsa, batupasir kuarsa berselingan lanau., meta batupasir/kuarsit, dan gossan. Model geomagnet yang dibuat didasarkan oleh teknik *curve fitting* dari data observasi di lapangan, sehingga lapisan yang dibuat dapat mendekati informasi geologi yang sebenarnya

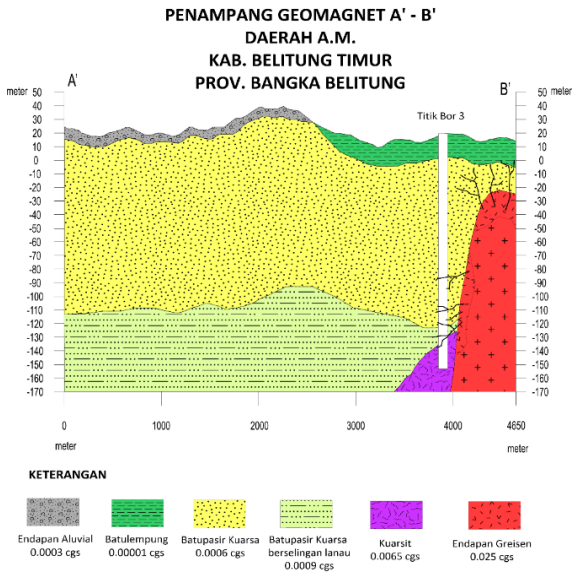
(Gambar 16). Hasil penampang 2D menunjukan adanya nilai anomali magnetik yang tinggi pada bagian timur laut. Hal tersebut dikaji dengan adanya intrusi granit yang merupakan intrusi diorite kuarsa yang berhubungan dengan terbentuknya meta batupasir/kuarsit yang diikuti dengan mineralisasi stockwork endapan greisen mengandung mineral utama kasiterit dan tambahan dari bijih timah primer (Gambar 17).



Gambar 15. Slicing penampang A' – B'.



Gambar 16. Pemodelan 2D penampang suseptibilitas dengan OASIS MONTAJ.



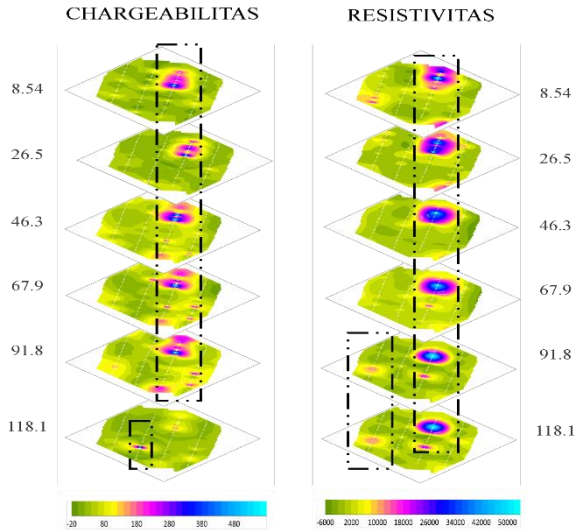
Gambar 17. Hasil pemodelan 2D penampang suseptibilitas

3.5. Pembahasan

Hasil pengukuran dan pengolahan IP menyediakan penampang 2D nilai chargeabilitas dan tahanan jenis yang memberikan pola anomali yang tersebar di lokasi penelitian. Secara umum, nilai chargeabilitas yang dominan di lokasi penelitian berupa nilai yang rendah (20 – 70 msec) dan nilai yang tinggi (>200 msec). Tafsiran nilai chargeabilitas yang tinggi apabila dikaitkan dengan informasi data bor, bahwa adanya urat kuarsa yang memotong lapisan batuan dengan kandungan mineral yang mengisi dalam rekahan. Untuk nilai chargeabilitas yang rendah, kandungan mineral pada lapisan batuan cenderung lebih rendah untuk menyimpan arus listrik yang diinjeksi cukup lama.

Variasi nilai tahanan jenis yang terukur memiliki nilai yang rendah - sedang (< 9000 Ω.m) dan yang tinggi (> 18.000 Ω.m). Kedua nilai tersebut ditafsirkan dengan adanya lapisan batuan sedimen serta batuan granit, yang diduga sebagai intrusi yang menghasilkan mineralisasi urat kuarsa sebagai indikasi adanya endapan timah primer. Intrusi tersebut diinterpretasikan sebagai penghasil sistem hidrotermal yang membentuk mineralisasi dan cebakan timah di daerah penelitian.

Pada peta sebaran tahanan jenis dan chargeabilitas, dianalisis perubahan nilai anomali per kedalaman. Nilai chargeabilitas secara umum memiliki dominasi nilai yang rendah. Namun, ada nilai chargeabilitas tinggi yang berada pada lintasan D berarah timur laut, diduga adanya kandungan mineral yang cukup tinggi. Nilai chargeabilitas pada lintasan tersebut semakin bertambah seiring bertambah kedalaman dari 8.54 meter hingga 91.8 meter. Namun pada kedalaman 118.1 meter nilai chargeabilitas makin berkurang dan munculnya anomali nilai chargeabilitas yang baru pada lintasan E. Distribusi perubahan nilai chargeabilitas dan tahananjenis dapat dilihat pada Gambar 18.



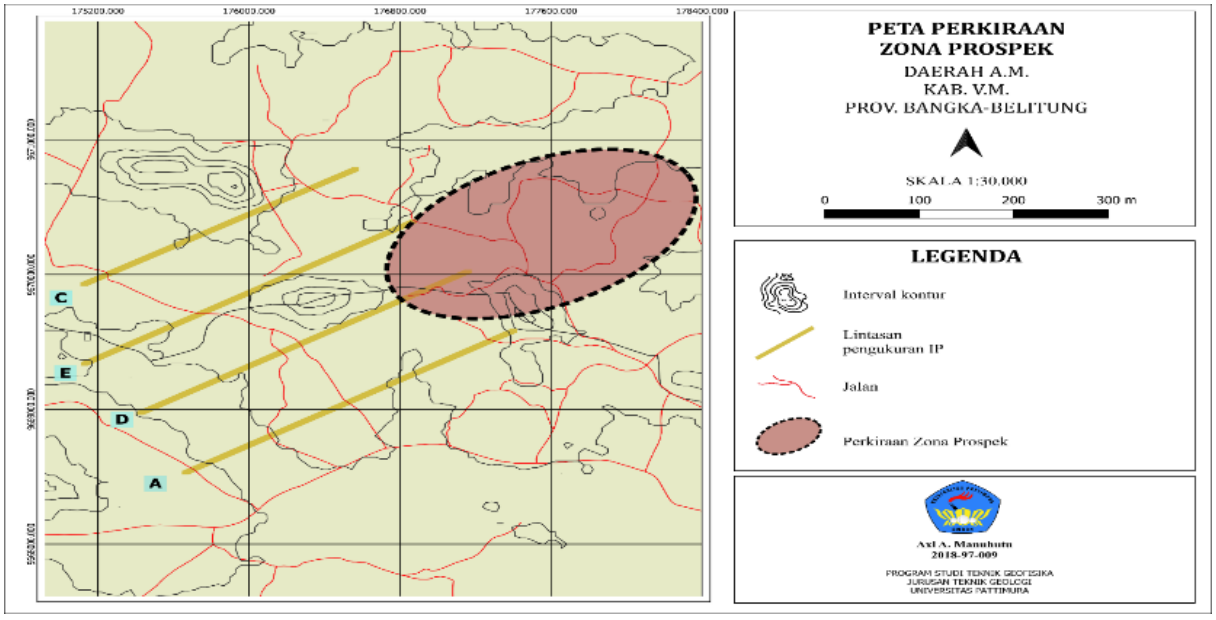
Gambar 18. Distribusi peta kedalaman chargeabilitas dan resistivitas.

Anomali magnet total memperlihatkan nilai yang bervariasi dar i -450 nT hingga 1050 nT. Pada bagian tengah survei, nilai anomali magnet total cenderung relatif seragam yang memiliki nilai dari 0 hingga 100 nT dengan penyebaran cukup luas yang dikaji bahwa sebaran pada area tersebut dominan batuan sedimen memiliki sifat magnetisasi rendah. Adanya pasangan anomali magnetik yang tinggi dan rendah yang berada pada arah timur laut survei akibat inklinasi daerah penelitian sekitar -24.5 °. Maka pasangan anomali negatif dan positif ini diperkirakan berkaitan dengan endapan greisen.

Interpretasi secara ekstensif nilai chargeabilitas dan tahanan jenis dari penampang dan peta sebaran dihasilkan, menunjukan pada kedalaman 90 meter, terlihat adanya tahanan jenis dan chargeabilitas yang tinggi. Zona ini ditafsirkan sebagai keberadaan intrusi granit yang menyebabkan adanya mineralisasi urat kuarsa dari sistem hidrotermal sebagai indikasi endapan timah primer.

Apabila dikaitkan dengan data bor, terlihat bahwa respons dari anomali yang terukur mencerminkan kondisi geologi yang tertentu di bawah permukaan. Pada penampang tahanan jenis dan chargeabilitas lintasan E, adanya lapisan batuan meta batupasir/kuarsit pada kedalaman >118.1 meter yang berkaitan dengan proses intrusi batuan granit. Diduga batuan ini terbentuk akibat intrusi yang berada pada titik bor 3 memotong hingga mendekati ke lintasan E. Dari hasil pengeboran titik 3, ditemukan adanya endapan gossan serta meta batupasir/kuarsit dengan kandungan mineral timah yang memberikan kaitan dengan anomali magnetik yang tinggi pada daerah tersebut.

Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, keberadaan mineralisasi endapan timah primer berada dekat dengan intrusi granit yang ditunjukan oleh respons nilai tahanan jenis dan chargeabilitas tinggi yang juga diperkuat dengan pasangan anomali magnet rendah dan tinggi. Zona tersebut berada di sebelah timur laut di Lintasan D (Gambar 19), pada kedalaman kurang lebih dari 8.54 hingga 91.8 meter dengan perkiraan luas sekitar 1,396,301 m^2 atau 139.6 Ha.



Gambar 19. Peta perkiraan Zona Prospek endapan Timah primer.

4. KESIMPULAN

a) Pada kedalaman 90 meter khususnya pada lintasan D, variasi sebaran nilai chargeabilitas dan resistivitas pada data IP menunjukan ketinggian nilai anomali, serta anomali magnetik yang tinggi pada arah timur laut mengindikasi adanya kehadiran stockwork endapan greisen granit.

b) Profil penampang 2D IP memperlihatkan variasi nilai chargeabilitas yang tinggi dikaitkan dengan adanya kandungan mineral atau urat kuarsa, sedangkan nilai resistivitas yang tinggi dikaitkan pula dengan intrusi batuan beku pada lintasan D. Penampang 2D geomagnet dari hasil slicing memperlihat adanya kehadiran batuan meta batupasir/kuarsit sebagai produk dari intrusi batuan granit, yang diduga memotong melewati lintasan D.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak dan terkhusus kepada kedua pembimbing Bapak Warsa dan Ibu Resti atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Azis, Y. M., dan Widodo, S. (2015). Survei Polarisasi Terimbas (IP) dan Geomagnet Daerah Parit Tebu Kecamatan Gantung Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Pusat Sumber Daya Geologi*.

Baharuddin dan Sidarto. (1995). Peta Geologi Lembar Belitung, Sumatera, skala 1:250.000, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.

Burger, H. R., Sheehan, A. F., dan Jones, C. H. (2006). *Introduction to Applied Geophysics: Exploring the Shallow Subsurface*. W.W.Norton & Company. New York.

Butler, D. K. (2005). *Near Surface Geophysics*. Society of Exploration Geophysicists. Tulsa (Okla).

Denith, M. dan Mudge, S. T. (2014). *Geophysicst for the Mineral Exploration Geoscientist*. Cambridge University Press, 237-271.

Dobrin, M. B., dan Savit, C. H. (1988). *Introduction to Geophysical Prospecting*. McGraw-Hill.

Haldar, S. K. (2018). *Mineral exploration: Principles and applications*. Elsevier. Amsterdam, Netherland.

Hinze, W. J., Saad, A. H., dan Frese. R. V. (2013). *Gravity and Magnetic Exploration: Principles, Practices and Applications*. Cambridge University Press. New York.

Intan, S. F. M. (2019). Eksplorasi Geoarkeologi Belitung Timur, Provinsi Bangka-Belitung. *Siddhayatra: Jurnal Arkeologi*. 24(1): 1-16

Raharja, B., Setianto, A., Titisari, D. A. (2020). Ekstraksi Informasi Dari DEM SRTM Untuk Pemetaan Struktur Geologi Studi Kasus: Kokap, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geomine*, 8(2): 80-95.

Reynolds, J. M. (2011). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, 2nd edition*. John Wiley & Sons. Chichester, West Sussex.

Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. ITB. Bandung.

Soepriadi dan Pardiarto, B. (2015). Laporan Penelitian dan Evaluasi Hasil Pengeboran Logam Timah Primer di Daerah Parit Tebu, Kecamatan Gantung, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Pusat Sumber Daya Geologi*.

Taylor, R. G. (1979). *Developments in Economic Geology, volume 11; Geology of Tin Deposits*. Elsevier. Amsterdam.

Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics, 2nd edition*. Cambridge University Press. Cambridge.