

**PENDUGAAN ZONA ENDAPAN MINERAL LOGAM (EMAS)
DI GUNUNG BUJANG, JAMBI BERDASARKAN DATA
*INDUCED POLARIZATION (IP)***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains dalam
bidang Fisika

oleh:

ARISKI JULI PRAMANA

105090300111030



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENDUGAAN ZONA ENDAPAN MINERAL LOGAM (EMAS)
DI GUNUNG BUJANG, JAMBI BERDASARKAN DATA
*INDUCED POLARIZATION (IP)***

oleh :

**ARISKI JULI PRAMANA
105090300111030**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal

.....

**dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. Sunaryo, M.Si
NIP.196712281994121001**

**Muhammad Akbar K. S.Si
NIP.1008817244**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Drs. Adi Susilo, M.Si., Ph.D
NIP. 196312271991031002**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ariski Juli Pramana

NIM : 105090300111030

Jurusan : Fisika

Penulis Tugas Akhir Berjudul :

Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data *Induced Polarization*(IP)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini, semata-mata hanya sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya akan bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,.....2014

Yang menyatakan,

(Ariski Juli Pramana)

NIM.105090300111030

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data *Induced Polarization*(IP)

ABSTRAK

Penelitian yang berjudul *Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data Induced Polarization (IP)* di PT. ANTAM (Persero), Tbk. bertujuan untuk mengidentifikasi zona mineralisasi (emas) dan pola penyebarannya. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan alat SuperSting R8/IP dengan jarak spasi $a = 25\text{ m}$ serta $n = 20$. Data terdiri atas 6 lintasan secara sejajar dengan panjang masing – masing lintasan sekitar 2500 m dan jarak antar lintasan sebesar 100 m. Metode pengukuran yang dipakai yaitu menggunakan domain waktu dengan konfigurasi *dipole-dipole*. Pengolahan data dengan menggunakan *software EarthImager 2D* didapatkan pencitraan bawah permukaan atau spot-spot yang kemungkinan mengandung deposit emas. Kemudian divisualisasi secara 3D dengan menggunakan *software Geosoft Oasis Montaj*.

Berdasarkan hasil pengolahan data bahwa terdapat zona alterasi yang memiliki parameter nilai *resistivity* $< 100\text{ ohm m}$ dan *chargeability* $> 450\text{ msec}$ serta zona silifikasi yang memiliki nilai *resistivity* $100\text{-}200\text{ ohm m}$ dan *chargeability* $> 500\text{ msec}$. Kedua zona itulah yang memungkinkan terdapat mineralisasi logam. Sedikitnya terdapat 3 zona yang memiliki nilai *chargeability* cukup tinggi yang potensi mineralisasi paling kuat. Daerah tersebut terletak pada $177.800\text{ mE} - 178.800\text{ mE}$, $179.000\text{ mE} - 179.600\text{ mE}$, dan $179.800\text{ mE} - 180.400\text{ mE}$.

Kata kunci: *Induced Polarization, Sistem Epithermal, Chargeability, Resistivity, Zona Silifikasi, Alterasi*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Estimation of Mineral Deposition Zone (Gold) at The Mount of Bujang, Jambi Based Data Induced Polarization (IP)

ABSTRACT

The study that entitled Estimation of Mineral Deposition Zone (Gold) in Mount of Bujang , Jambi Based Data Induced Polarization (IP) in the PT . Antam (Persero) Tbk . aims to identify zones of mineralization (gold) and its distribution pattern .Data acquisition is done by using the tools SuperSting R8 / IP with a spacing $a = 25 \text{ m}$, and $n = 20$. The data consists of 6 tracks are parallel and the length of tracks approximately 2500 m and the distance between the tracks of 100 m . The measurement method used the time domain by dipole - dipole configuration . Data processing using software EarthImager 2D imaging obtained under the surface or spots that may contain gold deposits . Then visualized in 3D by using Geosoft Oasis Montaj software .

Based on the results of data processing that there is alteration zone that has a parameter value of the resistivity of $< 100 \text{ ohm.m}$ and chargeability $> 450 \text{ msec}$ and silification zone which has value of resistivity $100 - 200 \text{ ohm.m}$ and chargeability $> 500 \text{ msec}$. That zone of mineralization that is what allows the contained metal . At least 3 zones that have high enough grades chargeability strongest mineralization potential . The region lies on $177\ 800 \text{ mE} - 178\ 800 \text{ mE}$, $179\ 000 \text{ mE} - 179\ 600 \text{ mE}$, and $179\ 800 \text{ mE} - 180\ 400 \text{ mE}$.

Keywords: *Induced Polarization, epithermal system, chargeability, resistivity, Silification Zone, alteration*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2014 dan menyelesaikan laporan yang berjudul **“Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data Induced Polarization (IP)”**.

Laporan ini disusun untuk memenuhi tanggung jawab penulis setelah melakukan Tugas Akhir sebagai salah satu mata kuliah wajib Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Dalam laporan ini akan dibahas mengenai zona endapan mineral logam emas di gunung bujang, Jambi. Pelaksanaan Tugas Akhir ini juga berfungsi sebagai sarana memperoleh pengalaman kerja dalam sebuah tim dan membangun relasi dalam sebuah perusahaan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi dalam bentuk apapun pada pelaksanaan maupun penyusunan laporan Tugas Akhir ini, diantaranya kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah yang telah diberikan.
2. Bapak Drs. Adi Susilo Ph.D. selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Brawijaya yang telah memberikan izin untuk mengerjakan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Sunaryo, M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan serta ijin kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir.
4. Bapak Muhammad Akbar K, selaku asisten Manager Geofisika dan Geodesi PT ANTAM (Persero) Tbk. yang telah memberikan izin dan fasilitas kepada penulis untuk melakukan penelitian Tugas Akhir, serta selaku pembimbing lapangan yang telah sabar membantu, mengajari, membimbing dan menasehati penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Mas Agus, Mas Satriya, Mas Nanto dan Mas Aditatas *sharing* pengalaman, ilmu, membantu, dan membimbing di kantor.
6. Bapak, Ibu dan Adik tercinta yang selalu mendoakan saya dan memberikan dukungan tak terbatas baik spiritual maupun materi.

7. Mas Lulut, Mas Imam, dan Mba Sus yang telah menjemput dan mencari penulis tempat tinggal (kos) selama di Jakarta.
8. Teman-teman Fisika UB angkatan 2010 atas dukungannya yang tak henti-hentinya.
9. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna di dunia ini, begitu pula dalam penyusunan laporan ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu pendapat, kritik, maupun saran dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk dipahami bagi penulis dan semua orang yang membacanya, serta dapat dikembangkan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang,2014

Ariski Juli Pramana
105090300111030



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Resistivitas pada Material	5
2.2 Faktor Geometri	10
2.3 Konfigurasi <i>Dipole-Dipole</i>	11
2.4 Prinsip Dasar Metode IP.....	13
2.4.1 Sumber-sumber penyebab polarisasi.....	14
2.4.2 Pengukuran metode IP.....	16
2.5 Mineralisasi	20
2.5.1 Pembentukan Deposit Emas Sistem Epithermal	23
2.5.2 Faktor-faktor yang mengontrol terbentuknya endapan emas sistem Epithermal.....	27
2.5.3 Zona-zona Alterasi	27
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.3 Tahapan Penelitian	32
3.4 Data Lapangan.....	34
3.5 Pengolahan Data <i>Resistivity</i> dan <i>IP</i>	36
3.5.1 Pengolahan data 2D dengan <i>softwareEarthImager 2D</i> ...	36

3.5.2 Visualisasi 3D dengan <i>software Geosoft Oasis Montaj</i> ...	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Data Geologi.....	49
4.1.1 Geomorfologi daerah penelitian	49
4.1.2 Stratigrafi.....	49
4.1.3 Alterasi dan mineralisasi.....	50
4.2 Pembahasan Terpadu.....	54
BAB V PENUTUP	96
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA.....	99
Lampiran.....	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konduktor Silinder	6
Gambar 2.2 Susunan elektroda untuk survey 2D <i>resistivity</i> dipole- dipole.....	11
Gambar 2.3 Efek polarisasi membran dan elektroda.....	15
Gambar 2.4 Konsep pengukuran polarisasi terinduksi kawasan waktu	17
Gambar 2.5 Bentuk endapan mineralisasi	23
Gambar 2.6 Posisi endapan epithermal dalam suatu sistem lingkungan <i>hydrothermal</i>	26
Gambar 2.7 Zona-zona alterasi.	29
Gambar 3.1 Instrumen <i>SuperSting R8/IP</i>	31
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	33
Gambar 3.3 Foto Morfologi Bujang JR, Batangasai - Sarolangun, Jambi. Foto menghadap kearah Selatan.	34
Gambar 3.4 Bentuk Lintasan Pengukuran.....	35
Gambar 3.5 Menu Utama <i>Earth Imager 2D</i>	37
Gambar 3.6 Aplikasi membuka <i>file</i>	37
Gambar 3.7 Aplikasi membuka <i>edit</i>	39
Gambar 3.8 Aplikasi Menu <i>Setting</i>	40
Gambar 3.9 Kotak Dialog <i>Initial Setting</i>	41
Gambar 3.10 Kotak Dialog pada sub menu <i>Resistivity Inversion</i>	42
Gambar 3.11 Kotak Dialog pada sub menu <i>IP Inversion</i>	43
Gambar 3.12 Alikasi membuka Menu <i>Inversion</i>	45
Gambar 3.13 Aplikasi membuka <i>File Terrain</i> atau topografi.	46
Gambar 3.14 Tampilan menu <i>File</i>	47
Gambar 3.15 Tampilan menu Data	47
Gambar 4. 1 Peta geologi daerah Bujang IUP Batangasai, Kab. Sarolangun, Propinsi Jambi.....	51
Gambar 4.2 Peta alterasi dan mineralisasi daerah Bujang IUP Batangasai, Kab. Sarolangun, Propinsi Jambi.....	52
Gambar 4.3 Foto handspeciment yang memperlihatkan ciri-ciri lithocap yang biasanya berasosiasi dengan endapan HS.	53
Gambar 4.4 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1600	55

Gambar 4.5 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1600 disertai topografinya	56
Gambar 4.6 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1700	59
Gambar 4.7 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1700 disertai topografinya	60
Gambar 4.8 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1800	63
Gambar 4.9 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1800 disertai topografinya	64
Gambar 4.10 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1900	67
Gambar 4.11 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-1900 disertai topografinya	68
Gambar 4.12 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-2000	71
Gambar 4.13 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-2000 disertai topografinya	72
Gambar 4.14 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-2100	75
Gambar 4.15 Penampang 2D hasil inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada lintasan BL-2100 disertai topografinya	76
Gambar 4.16 Penampang <i>resistivity</i> 2D pada seluruh lintasan.....	79
Gambar 4.17 Penampang <i>chargeability</i> 2D pada seluruh lintasan...	80
Gambar 4.18 Hasil <i>slicing</i> dari visualisasi 3D <i>Resistivity</i>	83
Gambar 4.19 Hasil <i>overlay</i> dari <i>slicing 3D resistivity</i> dengan elevasi 1450 m terhadap peta geologi daerah penelitian	85
Gambar 4.20 Hasil <i>overlay</i> dari <i>slicing 3D resistivity</i> dengan elevasi 1350 m terhadap peta geologi daerah penelitian	86
Gambar 4.21 Hasil <i>overlay</i> dari <i>slicing 3D resistivity</i> dengan elevasi 1450 m terhadap peta alterasi daerah penelitian	88
Gambar 4.22 Hasil <i>overlay</i> dari <i>slicing 3D chargeability</i> dengan elevasi 1450 m terhadap peta alterasi daerah penelitian.....	89
Gambar 4.23 Peta <i>resistivity</i> daerah penelitian.....	91
Gambar 4.24 Peta <i>chargeability</i> daerah penelitian.....	92
Gambar 4.25 Hasil <i>overlay</i> peta <i>chargeability</i> terhadap peta <i>resistivity</i>	93

Gambar 4.26 Beberapa rekomendasi titik-titik pengeboran yang
kemungkinan mengandung deposit emas 94

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Material Bumi.....	10
Tabel 2.2 Kedalaman rata – rata investigasi (Z_e) untuk konfigurasi dipole – dipole	13
Tabel 2.3 Nilai <i>Chargeability</i> beberapa mineral dan batuan	18
Tabel 2.4 <i>Metal Factor</i> (MF) dari berbagai mineral dan batuan.....	19
Tabel 4.1 Nilai <i>Metal Factor</i> (M) berdasarkan hubungan antara parameter <i>resistivity</i> (ρ) dan <i>chargeability</i> (M)	82



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Inversi <i>Resistivity</i> dan IP pada tiap-tiap lintasan.	101
Lampiran 2. Visualisasi 3D <i>Resistivity</i>	107
Lampiran 3. Visualisasi 3D <i>Chargeability</i>	109
Lampiran 4. Hasil Slicing 3D <i>Resistivity</i> dan <i>Chargeability</i>	111
Lampiran 5. Spesifikasi alat <i>SuperSting R8/IP</i>	113
Lampiran 6. Perhitungan hasil nilai <i>metal factor</i> (MF).....	117
Lampiran 7. Ekstensi <i>software EarthImager 2D</i>	118
Lampiran 8. Ekstensi <i>software Geosoft Oasis Montaj 3D</i>	120



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geofisika merupakan pengetahuan yang mendasar untuk mempelajari tentang bumi yang ditinjau dari aspek fisika berdasarkan fenomena-fenomena fisis yang terjadi di alam. Bumi yang luas ini merupakan suatu anugerah yang memiliki kandungan atau potensi yang luar biasa besarnya sehingga perlu ada tindakan eksplorasi dan eksploitasi guna memanfaatkan potensi tersebut menjadi suatu sumber penghidupan yang bermanfaat.

Di dalam geofisika proses eksplorasi sumber daya alam yang ada seperti mineral-mineral terutama yang ada di bawah permukaan bumi (dalam perut bumi) dapat dilakukan dengan berbagai macam metode geofisika yang telah berkembang saat ini. Salah satu metode geofisika yang sering digunakan dalam eksplorasi mineral-mineral tersebut ialah metode geolistrik polarisasi terimbas (*Induced Polarization*).

Emas merupakan mineral sulfida yang terendapkan di batuan lain. Biasanya mineral sulfida terdapat di batuan kuarsa yang memiliki resistivitas yang tinggi, sehingga diharapkan dalam investigasi metode *resistivity* dapat mencitrakan nilai *resistivity* yang tinggi atau dengan kata lain mencitrakan nilai konduktivitas yang rendah. Namun nilai *resistivity* tinggi belum tentu ada deposit emas, sehingga perlu peninjauan kembali data geologi daerah penelitian agar hasil yang diinterpretasikan adalah benar. Selain itu diperlukan metode lain untuk mendukung hasil dari metode *resistivity*, disini penulis menggunakan data dari metode IP yakni data *chargeability* (M). Dari kedua metode ini diharapkan dapat menghasilkan interpretasi yang baik terkait daerah endapan emas.

Metode polarisasi terimbas (*Induced Polarization*) merupakan salah satu metode geolistrik yang sering digunakan dalam eksplorasi mineral logam dasar. Metode ini sering digunakan dalam eksplorasi mineral logam dasar karena adanya peristiwa atau fenomena polarisasi yang terjadi pada suatu medium batuan. Fenomena polarisasi yang terjadi menandakan keberadaan kandungan mineral logam bawah permukaan termasuk salah satunya

mineral emas. Berdasarkan hal tersebut di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data Induced Polarization (IP)*”.

PT. Antam Tbk. (Aneka Tambang) merupakan salah satu perusahaan BUMN yang sedang melakukan penambangan bijih emas di beberapa lokasi antara lain tambang Jambi (Sumatera Selatan), Pongkor (Jabar), Cibaliung (Banten), Papandayan (Jabar). Endapan bijih di lokasi penelitian ditemukan dalam bentuk *vein*/urat, salah satu indikator yang berpengaruh terhadap kehadiran urat-urat pembawa bijih berharga adalah struktur rekahan (sesar, kekar). Jaringan kekar yang berkembang merupakan jalan bagi *late magmatic* yang mengisi dan mengendapkan mineral-mineral bijih. Adanya pengaruh struktur geologi terhadap perkembangan mineralisasi ini sangat menarik untuk diteliti, berdasarkan pertimbangan di atas maka penulis meneliti lebih lanjut mengenai kontrol struktur geologi yang berpengaruh pada alterasi-mineralisasi.

Kajian lapangan merupakan dasar utama dalam melakukan interpretasi terhadap kondisi geologi suatu wilayah khususnya daerah Gunung Bujang dan sekitarnya. Dengan adanya data lapangan dapat menemukan hubungan geologi yang ada, berdasarkan interpretasi dari konsep, teori, hipotesis, dan model yang sudah ada. Kajian ini selanjutnya berguna dalam merekonstruksi kondisi geologi suatu daerah secara khusus berkaitan dengan kontrol struktur terhadap mineralisasi daerah penelitian, yang kemudian dapat diaplikasikan dalam berbagai hal, seperti pemanfaatan sumberdaya mineral (mengenai alterasi dan mineralisasi), energi, ataupun untuk kepentingan riset-riset ilmiah lainnya.

Zona mineralisasi endapan emas pada umumnya didominasi oleh *silica* dan mineral sulfida lainnya. Dengan mengetahui nilai *resistivity* batuan bawah permukaan dan *chargeability* maka diharapkan dapat memberikan informasi tentang keberadaan zona mineralisasi yang dicari. Untuk mendapatkan hasil yang baik maka pemrosesan data harus dilakukan dengan benar karena hasilnya dibutuhkan untuk interpretasi deposit emas lebih lanjut. Pada penelitian Tugas Akhir ini penulis akan membahas cara *processing* data dengan beberapa *software* pendukung beserta interpretasi penyebaran deposit emas di daerah penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur pengolahan dan interpretasi data hasil eksplorasi dengan metode IP?
2. Bagaimana karakteristik anomali geofisika yang ditimbulkan oleh respon dari susunan batuan yang mengandung mineral sulfida (emas) yang dihasilkan oleh metode IP?
3. Bagaimana membuat model Inversi 2D dan visualisasi 3D data IP deposit emas sistem *epithermal*?
4. Bagaimana mengidentifikasi zona mineralisasi sulfida logam (emas) dan pola penyebaran urat kuarsa (*vein*) yang mengandung mineral emas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi karakteristik anomali geofisika yang ditimbulkan oleh respon dari susunan batuan yang mengandung mineral logam (emas) yang dihasilkan oleh metode IP.
2. Membuat model Inversi 2D dan visualisasi 3D dari data IP.
3. Mengidentifikasi zona mineralisasi (emas) dan pola penyebaran urat kuarsa (*vein*) yang mengandung mineral emas.

1.4 Batasan Masalah

1. Metode pengukuran yang dipakai yaitu *Time Domain Induced Polarization* (TDIP).
2. Konfigurasi yang digunakan dalam pengambilan data adalah konfigurasi *dipole-dipole*.
3. Data yang diambil terdiri dari 6 lintasan dengan jarak antar lintasan sebesar 100 m, panjang lintasan sekitar 2500 m dan jarak spasi $a = 25\text{ m}$ serta $n = 20$.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dicapai dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan antara lain:

1. Dapat memahami alur pengolahan dan interpretasi data hasil eksplorasi dengan metode IP.
2. Dapat mengidentifikasi zona mineralisasi sulfida berdasarkan karakteristik anomali geofisika yang dihasilkan oleh metode IP dari model inversi 2D dan visualisasi 3D.
3. Dapat menambah pengalaman untuk mempersiapkan menghadapi dunia kerja.
4. Dapat menguji kemampuan bersosialisasi dan berkomunikasi dengan orang lain dalam suatu *team work*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Resistivitas pada Material

Kerapatan arus $\vec{j}$ dalam sebuah konduktor bergantung pada medan listrik $\vec{E}$ dan pada sifat-sifat material itu. Hubungan ini dinamakan hukum Ohm yang ditemukan pada tahun 1826 oleh fisikawan Jerman George Simon Ohm, (1787-1854). Resistivitas (ρ) sebuah material didefinisikan sebagai rasio dari besarnya medan listrik dan kerapatan arus (Young and Freedman, 2000):

$$\rho = \frac{\vec{E}}{\vec{j}} \quad (2.1)$$

keterangan : ρ = resistivitas (ohm.m)
 $\vec{E}$ = medan listrik (V/m)
 $\vec{j}$ = rapat arus (ampere/m²)

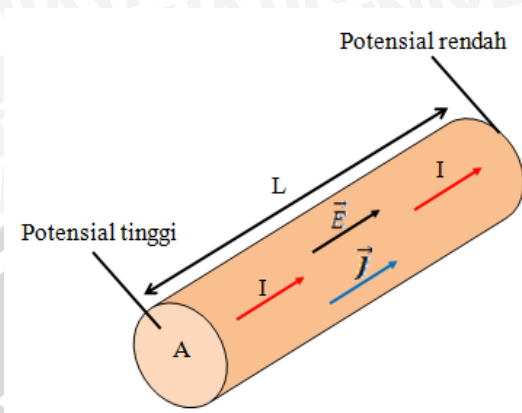
Ohm telah menemukan bahwa arus I sebanding dengan beda tegangan V untuk material *ohmic*. Konstanta hubungan kesebandingan ini disebut resistansi material dengan satuan volt/ampere, atau ohm (Young and Freedman, 2000).

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.2)$$

keterangan: R = resistansi (ohm)
 V = tegangan listrik (volt)
 I = arus listrik (ampere)

Aliran arus listrik di dalam batuan atau mineral akan terjadi ketika batuan atau mineral tersebut mempunyai banyak elektron bebas. Sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya juga mempengaruhi aliran arus listrik. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis). Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya.

Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut.



Gambar 2.1 Konduktor Silinder (Young and Freedman, 2000)

Misalnya sebuah kawat konduktor dengan luas penampang homogen A dan panjang L , seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.1. Beda potensial V adalah selisih potensial di antara ujung yang potensialnya lebih tinggi dan ujung yang potensialnya lebih rendah dari konduktor itu, sehingga V positif. Arah arus selalu dari ujung berpotensi lebih tinggi ke ujung berpotensi rendah.

Nilai arus I juga dapat dikaitkan terhadap selisih potensial di antara ujung-ujung konduktor itu. Jika besarnya kerapatan arus $\vec{J}$ dan medan listrik $\vec{E}$ itu homogen di seluruh konduktor, maka arus total I itu diberikan oleh $I = JA$, dan selisih potensial V di antara ujung-ujung itu adalah $V = EL$. Bila persamaan-persamaan itu diselesaikan, maka akan didapatkan (Halliday and Resnick, 2011):

$$\frac{V}{L} = \frac{\rho I}{A} \text{ atau } V = \frac{\rho L}{A} I \quad (2.3)$$

keterangan : V = tegangan listrik (volt)
 L = panjang penampang (m)
 I = arus listrik (ampere)
 A = luas penampang (m^2)
 ρ = resistivitas (ohm.m)

Ini memperlihatkan bahwa ρ adalah konstan, arus total I itu sebanding dengan selisih potensial V .

Dengan membandingkan definisi R terhadap persamaan (2.3), dapat dilihat bahwa hambatan R dari sebuah konduktor dapat dikaitkan dengan resistivitas tertentu dari suatu material, maka akan diperoleh (Halliday and Resnick, 2011):

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.4)$$

keterangan : R = hambatan listrik (ohm)

ρ = resistivitas (ohm.m)

L = panjang penampang (m)

A = luas penampang (m^2)

Persamaan (2.4) memperlihatkan bahwa hambatan sebuah kawat atau konduktor lain yang penampangnya homogen, berbanding lurus dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Hambatan itu juga sebanding dengan resistivitas material tersebut (Halliday and Resnick, 2011).

Arus listrik yang mengalir pada suatu medium akan berperan sebagai pembawa muatan yang bergerak dibawah pengaruh medan listrik (E). Dalam buku *Tellford, 1990*, jika ada medan magnet yang mengenai pembawa muatan, maka pembawa muatan ini akan bergerak dengan kecepatan rata-rata v dan memiliki mobilitas μ , yaitu kecepatan per satuan medan listrik.

$$\mu = \frac{v}{E} \quad (2.5)$$

keterangan : μ = mobilitas elektron ($m^2/V.s$)

v = kecepatan rata – rata (m/s)

E = medan listrik (V/m)

Arus listrik dapat didefinisikan sebagai muatan listrik yang mengalir melalui suatu penampang per satuan waktu, dengan persamaan matematis seperti berikut ini.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{nqAv\Delta t}{\Delta t} = nqAv \quad (2.6)$$

keterangan : I = arus listrik (ampere)

q = muatan listrik (coulomb)

n = banyaknya elektron

A = luas penampang (m^2)

v = kecepatan rata - rata (m/s)

t = waktu (s)

Rapat muatan yaitu besar arus listrik pada tiap – tiap luasan penampang kawat, sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$J = \frac{I}{A} = nqv = nq\mu E \quad (2.7)$$

keterangan : J = rapat arus (ampere/m²)

I = arus listrik (ampere)

A = luas penampang (m²)

n = banyaknya elektron

q = muatan listrik (coulomb)

v = kecepatan rata - rata (m/s)

E = medan listrik (V/m)

μ = mobilitas elektron (m²/V.s)

Kerapatan arus dalam sebuah konduktor juga bergantung pada medan listrik $\vec{E}$ dan pada sifat-sifat material itu, yang diberikan oleh persamaan seperti berikut:

$$J = \sigma E \quad (2.8)$$

keterangan : J = rapat arus (ampere/m²)

σ = konduktivitas ($\Omega \cdot m$)⁻¹

E = medan listrik (V/m)

Sehingga dari hubungan antara persamaan di atas dapat diperoleh suatu persamaan mengenai sifat fisis resistivitas suatu material.

$$\rho = \frac{1}{nq\mu} \quad (2.9)$$

keterangan : ρ = resistivitas (ohm.m)

n = banyaknya elektron

q = muatan listrik (coulomb)

μ = mobilitas elektron (m²/V.s)

Dapat disimpulkan bahwa material yang memiliki resistivitas rendah akan memiliki banyak pembawa muatan dan memiliki mobilitas yang tinggi (Telford, dkk. 1990).

Material bumi memiliki karakteristik fisika yang bervariasi, dari sifat porositas, permeabilitas, kandungan fluida dan ion-ion didalam pori-porinya, sehingga materi Bumi memiliki variasi harga restivitas. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar pada $10^{-8} \Omega m$ hingga $107 \Omega m$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga range resistivitas maksimum yang mungkin adalah dari $1,6 \times 10^{-8}$ (perak asli) hingga $1016 \Omega m$ (belerang murni).

Faktor-faktor yang menyebabkan resistivitas batuan menurun, menurut:

1. Pori-pori terisi oleh fluida
2. Peningkatan salinitas fluida
3. Adanya rekahan pada batuan yang dapat memberikan jalan untuk aliran arus
4. Terdapat mineral clay

Faktor-faktor yang menyebabkan resistivitas batuan meningkat:

1. Berkurangnya pori-pori fluida
2. Salinitas rendah
3. Kompaksi → jalan untuk aliran arus berkurang
4. Litifikasi → pori-pori terblokir dengan deposit mineral

Jika batuan memiliki mineral clay, maka akan terjadi konduksi *electrical double layer* yang terbentuk pada hubungan mineral clay dengan air. Ini secara efektif ion-ion untuk bergerak dengan mobilitas tinggi dibanding pada fasa cair.

Aliran arus juga dapat terjadi karena konduksi secara elektrolitik. Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, di mana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.

Berdasarkan rumus Archie:

$$\rho_e = a\phi^{-m}S^{-n}\rho_w \quad (2.10)$$

keterangan : ρ_e = resistivitas batuan
 ϕ = porositas
 S = fraksi pori-pori yang berisi air
 ρ_w = resistivitas air
 $a, m, \text{ dan } n$ = konstanta, m disebut juga faktor sementasi (Telford, dkk. 1990).

Kebanyakan mineral membentuk batuan penghantar listrik yang tidak baik walaupun beberapa logam asli dan grafit menghantarkan listrik. Resistivitas yang terukur pada material bumi

utamanya ditentukan oleh pergerakan ion-ion bermuatan dalam pori-pori fluida. Variasi resistivitas material bumi ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Material Bumi (Telford, dkk. 1990).

Material	Resistivity (Ωm)
Udara	~
Pirit	3×10^{-1}
Galana	2×10^{-3}
Kwarsa	4×10^{10} s.d 2×10^{14}
Kalsit	1×10^{12} s.d 1×10^{13}
Batuan Garam	30 s.d 1×10^{13}
Mika	9×10^{12} s.d 1×10^{14}
Garnit	102 s.d 1×10^6
Gabro	1×10^3 s.d 1×10^6
Basalt	10 s.d 1×10^7
Batuan Gamping	50 s.d 1×10^7
Batuan Pasir	1 s.d 1×10^8
Batuan Serpih	20 s.d 1×10^3
Dolomit	10^2 s.d 10^4
Pasir	1 s.d 10^3
Lempung	1 s.d 10^2
Air Tanah	0.5 s.d 3×10^2
Air Laut	0.2

2.2 Faktor Geometri

Dalam melakukan eksplorasi dengan menggunakan metode IP atau induksi polarisasi diperlukan pengetahuan perbandingan posisi titik pengamatan terhadap sumber arus. Perbedaan letak titik tersebut akan mempengaruhi besar medan listrik yang akan diukur. Besaran koreksi terhadap perbedaan letak titik pengamatan tersebut dinamakan faktor geometri. Faktor geometri diturunkan dari beda potensial yang terjadi antara elektroda potensial MN yang diakibatkan oleh injeksi arus pada elektroda arus AB, yaitu:

$$\Delta V = VM - VN = \frac{\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.11)$$

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.12)$$

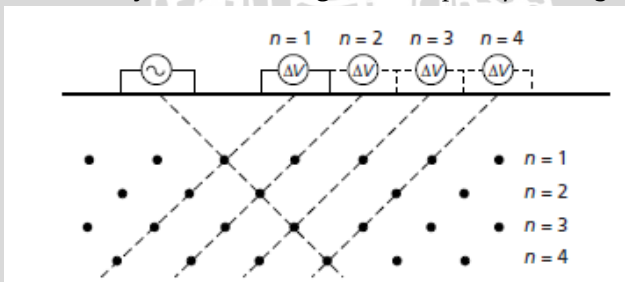
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.13)$$

keterangan : ρ = resistivitas (ohm.m)
 K = faktor konfigurasi (m)
 V = potensial listrik (volt)
 I = arus listrik (ampere)

Faktor geometri K , merupakan unsur penting dalam pendugaan geolistrik suatu benda atau batuan di bawah permukaan baik pendugaan vertikal maupun horizontal, karena faktor geometri akan tetap untuk posisi AB dan MN yang tetap.

2.3 Konfigurasi *Dipole-Dipole*

Konfigurasi *dipole-dipole* merupakan konfigurasi yang dipergunakan dalam pengukuran. Gambar 2.2 merupakan susunan elektroda konfigurasi *dipole-dipole*, dengan AB merupakan elektroda arus dan MN elektroda potensial. Jarak antara pasangan elektroda arus adalah “a” yang besarnya sama dengan jarak pasangan elektroda potensial. Terdapat besaran lain dalam susunan ini, yakni “n”. Ini adalah perbandingan antara jarak elektroda arus-potensial terhadap jarak antara kedua pasang elektroda arus atau potensial. Besarnya “a” dibuat tetap serta faktor “n” meningkat mulai dari 1 ke 2 ke 3 dan seterusnya untuk meningkatkan *depth of investigation*.



Gambar 2.2 Susunan elektroda untuk survey 2D *resistivity* dipole-dipole (Kearey, dkk. 2002)

Gambar 2.2 menunjukkan penetrasi kedalaman yang dicapai dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole, dengan asumsi tidak ada pengaruh topografi dan medium homogen. Dalam konfigurasi dipole-dipole yang berpengaruh terhadap daya penetrasi kedalaman adalah harga n . Penambahan nilai n akan memberikan perkiraan kedalaman yang makin dalam. Namun kerugian menggunakan konfigurasi elektroda dipole-dipole adalah kuat sinyal yang dihasilkan sangat kecil untuk nilai n yang besar. Penetrasi kedalaman h sebagai fungsi n (bilangan bulat $n = 1, 2, 3, \dots$) dengan jarak spasi x , dapat dirumuskan sebagai berikut (Loke, 2004) :

$$h = \tan 45^\circ \cdot \frac{n+1}{2} \cdot x \quad (2.14)$$

keterangan : h = penetrasi kedalaman (m)
 x = spasi elektroda (m)

Sebuah titik data pada plot gambar 2.2 terdapat pada perpotongan garis yang ditarik, dari pusat dipole elektroda, 45 derajat terhadap horizontal. Seiring membesarnya faktor “n” harga sensitivitas tinggi semakin terkonsentrasi di bawah pasangan elektroda arus dan potensial, sedangkan harga sensitivitas di bawah elektroda arus - potensial terdalam semakin mengecil (Loke, 2004).

Edward (1977) dalam M. H. Loke (2004) merumuskan asumsi penetrasi kedalaman untuk konfigurasi dipole-dipole dari $n = 1$ sampai dengan $n = 8$ dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan toleransi kesalahan. Rumusan ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kedalaman rata – rata investigasi (Z_e) untuk konfigurasi dipole – dipole, x adalah spasi elektroda dan L adalah total panjang bentangan (Edward, 1997 op. cit. M. H. Loke, 2004)

Dipole – dipole array	Z_e	Z_e	Geometric factor ($\pi=3,14$)
$n = 1$	0,416 x	0,139 L	18,84 x
$n = 2$	0,697 x	0,174 L	75,36 x
$n = 3$	0,962 x	0,192 L	188,40 x
$n = 4$	1,220 x	0,203 L	376,80 x
$n = 5$	1,476 x	0,211 L	659,40 x
$n = 6$	1,730 x	0,216 L	1055,04 x
$n = 7$	1,983 x	0,220 L	1582,56 x
$n = 8$	2,236 x	0,224 L	2260,80 x

Pseudosection dapat dibuat secara manual pada saat pengambilan data di lapangan dengan cara mengplotkan nilai resistivitas semu dan chargeabilitas yang terukur, kemudian dilakukan pengkonturan. Hal ini berfungsi sebagai gambaran awal hasil pengukuran dan pengontrol kualitas data hasil pengukuran di lapangan, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai panduan interpretasi kuantitatif lebih lanjut. *Pseudosection* dihasilkan dari proses pemodelan *forward* maupun *inversion*, sehingga diperoleh nilai resistivitas dan chargeabilitas yang sudah terkoreksi (*topographic effect*). Proses ini merupakan pendekatan terhadap nilai resistivitas dan chargeabilitas yang sebenarnya. Kesalahan yang biasa dilakukan adalah mencoba menggunakan *pseudosection* resistivitas semu maupun chargeabilitas sebagai gambaran akhir untuk tahap interpretasi (Loke, 2004).

2.4 Prinsip Dasar Metode IP

Metode IP merupakan metode yang dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi struktur permukaan bumi yang mengandung deposit mineral. Dengan prinsip mengalirkan arus listrik kedalam bumi kemudian mengamati beda potensial yang terjadi setelah arus listrik dihentikan. Ketika arus diputus, idealnya beda potensial tersebut langsung menjadi nol/hilang, tetapi pada medium-medium tertentu akan menyimpan energi listrik (sebagai kapasitor) dan akan dilepaskan kembali. Jadi, walaupun arus sudah diputus, tetapi beda tegangan masih ada akan meluruh terhadap waktu dan berangsur-

angsur hilang/nol. Efek ini dinamakan Efek *Induced Polarization*. Polarisasi dapat terjadi karena adanya medium yang mengandung mineral logam.

Metode IP mampu mengidentifikasi mineral yang *disseminated* (tersebar) namun sulit untuk mineral yang *massive*. Hal ini disebabkan mineral yang tersebar lebih mudah terpolarisasi akibat arus yang melewatinya.

2.4.1 Sumber-sumber penyebab polarisasi.

a. Polarisasi membran

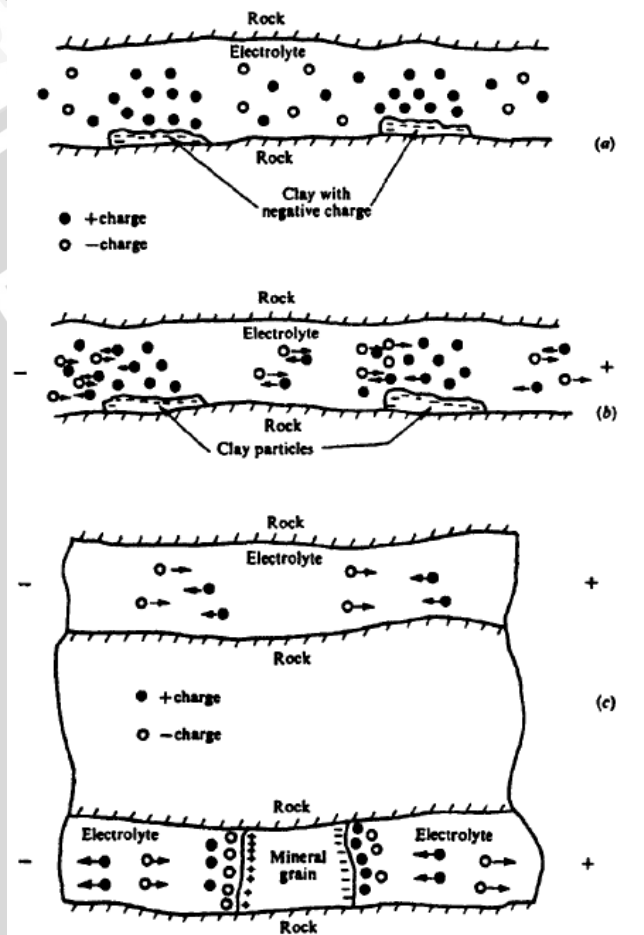
Polarisasi membran dapat disebabkan oleh penyempitan pori-pori atau adanya keberadaan *clay*, lihat gambar 2.3a. Polarisasi membran terjadi pada pori-pori batuan yang menyempit, yakni saat arus memasuki pori-pori tersebut, terjadi akumulasi ion (+) di dekat ion (-) pada dinding membran, sehingga ion (-) lainnya terakumulasi juga disebatang ion-ion (+). Sehingga terjadi pembentukan pole (kutub-kutub), lihat Gambar 2.3b. Pada batuan yang mengandung mineral lempung (mineral bermuatan negatif) yang mengisi batuan berpori akan terjadi fenomena gejala Elektrokinetik yaitu variasi mobilitas ion (+) dapat melalui awan ion (+), tetapi distribusi ion (-) akan terhambat dan terakumulasi pada awan ion (+), lihat Gambar 2.3b. Akibat adanya penumpukan mineral konduktif arus yang diinjeksikan akan mengalami hambatan, sehingga terbentuk membran-membran yang mengurangi mobilitas ion. Pengurangan mobilitas ion akan terlihat jika mengalir arus dalam frekuensi rendah. Polarisasi membran mendasari adanya pengukuran *frekuensi domain* (akan dibahas selanjutnya).

b. Polarisasi Elektroda

Polarisasi elektroda terjadi jika terdapat mineral logam dalam batuan. Kehadiran mineral logam dapat menghalangi aliran arus induksi, sehingga muatan akan terpolarisasi pada bidang batas (terjadi hambatan elektrokimia) dan menghasilkan beda potensial, (lihat Gambar 2.3c). Untuk memaksa arus menembus hambatan elektrokimia perlu tegangan tambahan (*overpotensial*).

Batuan akan menyimpan muatan (sebagai kapasitor), sehingga ketika arus dimatikan tegangan sisa tidak langsung hilang, tetapi akan berangsur-angsur meluruh terhadap waktu dan muatan akan terdifusi kembali ke keadaan semula/setimbang. Polarisasi

elektroda mendasari adanya pengukuran *time domain* (akan dibahas selanjutnya).



Gambar 2.3 Efek polarisasi membran dan elektroda.

- (a) Distribusi ion secara normal dalam batu pasir berpori;
- (b) Polarisasi membran dalam batu pasir berpori ketika arus listrik dilewatkan pada medium tersebut;
- (c) Aliran elektrolit dalam pori – pori batuan pada keadaan normal (gambar atas), terjadi polarisasi elektroda pada pori – pori batuan karena terdapat mineral logam (Telford,dkk. 1990).

2.4.2 Pengukuran metode IP

a. Time Domain

Prinsip Time Domain adalah dengan mengukur perbedaan respon batuan yang mengandung mineral konduktif atau tidak dengan melihat overvoltage (pertambahan beda potensial) pada batuan sebagai fungsi sebagai fungsi waktu akibat efek polarisasi. Pada saat arus dimatikan, maka diukur overvoltage delay per waktu, sehingga akan diperoleh nilai apparent chargeability (M_a), (lihat Gambar 2.4).

Dalam domain waktu berhubungan erat dengan proses penurunan tegangan. Pada saat arus diputus, maka seolah-olah terjadi pengisian dan pemutusan arus secara periodik oleh kedua buah elektroda arus yang terlacak pada saat pengukuran arus. Lain halnya yang terjadi pada kedua buah elektroda potensial, alat ukur potensial akan melacak pulsa tidak persegi lagi, diambil sebuah pulsa maka akan terlihat jelas adanya penurunan tegangan secara perlahan-lahan (*decay*). Tegangan pada saat arus belum diputus dicatat sebagai tegangan primer (V_p) sedangkan tegangan pada saat arus diputus dicatat sebagai tegangan sekunder (V_s).

Parameter yang dihitung sebagai petunjuk adanya polarisasi dalam domain waktu adalah (Telford, dkk. 1990):

- Efek induksi polarisasi

Merupakan pengukuran yang paling sederhana, mengukur tegangan residual pada waktu tertentu setelah arus diputuskan. Tegangan residual pada waktu setelah arus diputuskan dalam milivolt (mV), sedang tegangan normal dalam volt. Akibat efek induksi polarisasi sering dinyatakan dalam milivolt/volt dengan perbandingan: (Telford, dkk. 1990)

$$IP\ Effect = \frac{V_s}{V_p} \times 100\% \quad (2.15)$$

dimana: V_s = tegangan sekunder pada saat (t) setelah arus diputus

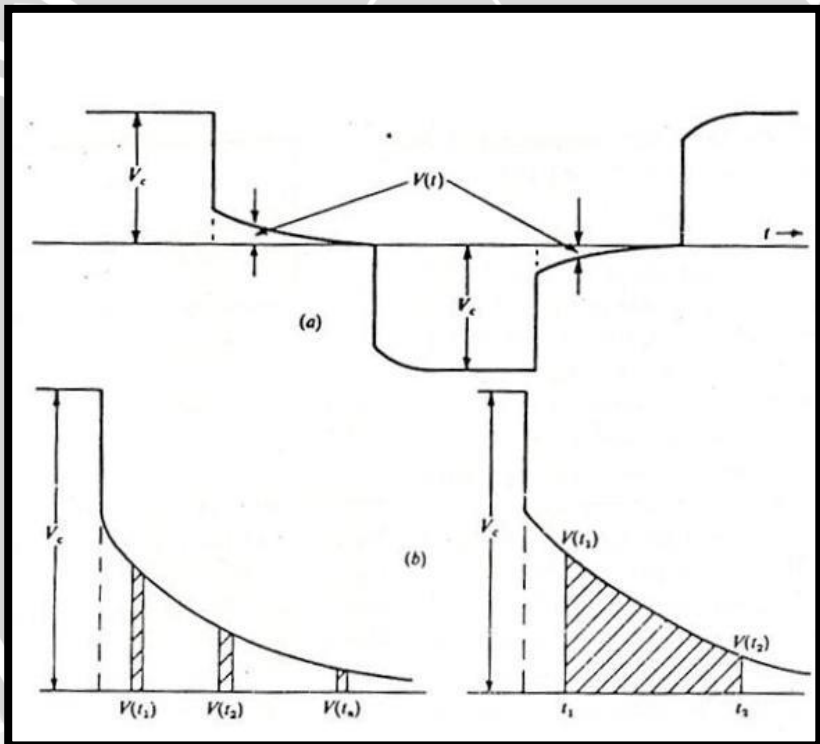
V_p = tegangan primer

- *Chargeability (M)*

Merupakan pengukuran yang sering dipakai dalam pengukuran induksi polarisasi dengan metode *time domain*, *chargeability (M)* didapatkan dalam satuan milisekon dan dinyatakan sebagai

$$M = \frac{1}{V_p} \int_{t_1}^{t_2} V_s(t) dt \quad (2.16)$$

Chargeability menunjukkan lama tidaknya efek polarisasi untuk menghilang sesaat setelah arus dimatikan. Sehingga jika nilai M_a besar, maka waktu tundanya lama. Dan jika waktu delaynya lama, maka dapat diasumsikan terdeteksi mineral konduktif.



Gambar 2.4 Konsep pengukuran polarisasi terinduksi kawasan waktu (Telford, dkk. 1990)

Secara teori, hasil pengukuran IP dalam domain waktu dan domain frekuensi menghasilkan hal yang sama. Secara praktis konversi dalam domain waktu ke domain frekuensi cukup sulit. Gelombang kotak yang digunakan dalam domain waktu mengandung semua frekuensi. Dalam buku *Telford, 1990* dirumuskan:

$$M = \frac{FE}{(1+FE)} \quad (2.17)$$

dimana FE merupakan *frequncy effect*, $FE \ll 1$. Parameter MF juga dapat digunakan pada domain waktu yaitu

$$MetalFactor(MF) = \frac{1000.M}{\rho} \quad (2.18)$$

keterangan : M = nilai chargeability (msec)

ρ = resistivitas (ohm.m).

Perlu diperhatikan bahwa nilai MF domain waktu tidak selalu sama dengan nilai MF domain frekuensi. Parameter MF digunakan untuk mengkompensasi parameter IP terhadap harga tahanan jenisnya. Tabel 2.4 adalah tabel nilai *metal factor* untuk berbagai mineral dan batuan bumi. Tabel 2.3 adalah tabel nilai *chargeability* untuk beberapa batuan dan mineral bumi.

Tabel 2.3 Nilai *Chargeability* beberapa mineral dan batuan (Telford, dkk. 1990)

Batuan	msec (ms)
20% sulphida	2000-3000
8-20% sulphida	1000-2000
2-8% sulphida	500-1000
Volcanic tuff	300-800
Sandstone, siltstone	100-500
Dense volcanic rocks	100-500
Shale	50-100
Granite	10-50
Limestone, dolomite	10-20

Tabel 2.4 *Metal Factor* (MF) dari berbagai mineral dan batuan (Telford, dkk. 1990).

Material	<i>Metal Factor</i> (MF) mhos/cm
Massive sulfides	10000
Fracture – filling sulfides	1000 – 10000
Massive magnetite	3 – 3000
Porphyry copper	30 – 1500
Disseminate sulfides	100 – 1000
Shale – sulfides	3 – 300
Clays	1 – 300
Sandstone, 1 – 2% sulfides	2 – 200
Finely disseminate sulfides	10 – 100
Tuffs	1 – 100
Graphitic sandstone and limestone	4 – 60
Gravels	0 – 200
Alluvium	0 – 200
Precambrian gneisses	10 – 100
Granites, monzonites, diorites	0 – 60
Various volcanics	0 – 80
Schists	10 – 60
Basic rocks (barren)	1 – 10
Granites (barren)	1
Groundwater	0

b. Frekuensi Domain

Prinsip frekuensi domain adalah dengan mengukur respon batuan yang mengandung mineral konduktif atau tidak dengan pemberian impedansi pada dua frekuensi yang berbeda (frekuensi rendah dan tinggi). Jika pada batuan yang terdapat mineral konduktif, maka resistivitas akan sama pada setiap frekuensi. Tetapi jika pada batuan yang mengandung mineral isolatif, maka resistivitas pada frekuensi tinggi akan lebih rendah dibanding resistivitas pada frekuensi rendah.

Parameter Frekuensi Domain (Telford, dkk. 1990):

1. *Apparent Resistivity* (ρ_a)

$$\rho_a = K \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.19)$$

2. *Frequency Effect* (FE)

Merupakan perbandingan antara selisih tegangan frekuensi rendah dan frekuensi tinggi dengan tegangan pada frekuensi yang terdeteksi pada dua elektroda potensial.

$$FE = \frac{\Delta V}{V} = \frac{V_l - V_h}{V_h} \rightarrow FE = \frac{\rho_{dc} - \rho_{ac}}{\rho_{ac}} \quad (2.20)$$

ρ_{dc} = *apparent resistivity* pada frekuensi rendah (0.05-0.5 Hz)

ρ_{ac} = *apparent resistivity* pada frekuensi tinggi (1-10 Hz)

3. PFE (*Percent Frequency Effect*)

$$PFE = \frac{\rho_{dc} - \rho_{ac}}{\rho_{ac}} \times 100\% \quad (2.21)$$

4. Metal Faktor

$$MF = \frac{PFE}{\rho_{dc}} \times 2\pi \cdot 10^3 \text{ (siemenspermeter)} \quad (2.22)$$

2.5 Mineralisasi

Mineralisasi merupakan suatu proses pembentukan mineral-mineral di dalam bumi. Proses mineralisasi terkait dengan aktivitas lempeng bumi pada zona subduksi. Dimana terjadi peleburan kerak bumi yang menghujam kedalam lapisan inti bumi, sehingga mineral-mineral menjadi fluida yang bercampur dengan batuan di sekelilingnya. Mineral yang dalam keadaan panas terdorong oleh tekanan dari hidrotermal mengalir ke zona-zona lemah (gambar 2.5) seperti rekahan, patahan, pori-pori batuan sehingga mineral terendapkan di struktur batuan yang temperaturnya sudah berkurang.

Mineral terbentuk di dalam bumi melalui beberapa proses, yaitu kristalisasi dari dasar magma, *hydrothermal*, *aceanic*, pelapukan mekanik dan deposit, pelapukan kimiawi, serta proses metamorfosis. Setiap proses tersebut akan menghasilkan jenis mineral yang berbeda. Sehingga diperlukan pemahaman yang baik terhadap proses terbentuknya mineral tersebut agar kita dapat menentukan jenis metode Geofisika yang akan dipakai.

Namun pada kesempatan ini, penulis hanya menggunakan proses mineralisasi *hydrothermal*, karena pada daerah penelitian adalah sistem *hydrothermal*. Proses mineralisasi *hydrothermal* terjadi akibat terubahnya batuan akibat terkena panas dari fluida panas, sehingga mineral-mineral yang terkandung di batuan tersebut terbawa oleh fluida dan menempati zona-zona lemah seperti patahan dan rekahan.

Endapan mineralisasi sistem *hydrothermal* berdasarkan tingkat kedalaman, tekanan dan temperturnya, dikelompokkan menjadi 3:

1. *Hypothermal*

- Mineralisasi terdapat pada kedalaman sangat dalam, tekanan sangat besar, dan temperturnya tinggi (300° - 500° C)
- Alterasi batuan sampling ditunjukkan dengan proses *replacement* yang kuat
- Asosiasi mineral yang terbentuk berupa mineral sulfida seperti: pirit, kalkopirit, gelena, dan sfalerit.

2. *Mesothermal*

- Mineralisasi terbentuk pada kedalaman 2-3 km, temperturnya sedang sekitar (200° - 300° C)
- Tekstur yang terlihat umumnya *crustification* (perulangan pelapisan) dan *banding* (berlapis)
- Asosiasi mineral yang terbentuk berupa mineral sulfida Au, Cu, Ag, As, Sb dan oksida Sn

3. *Epithermal*

- Mineralisasi terendapkan dekat permukaan, temperatur rendah (50° - 200° C), tekanan ~ 100 atm
- Tekstur berlapis dan fisure vein sering terlihat
- Struktur khas *cockade structure* (pembungkusan)
- Asosiasi mineral logamnya emas (Au) dan perak (Ag) dengan mineral pengotor kalsit, zeolit dan kuarsa.

Hal-hal pokok yang menentukan pembentukan mineral hasil proses mineralisasi antara lain:

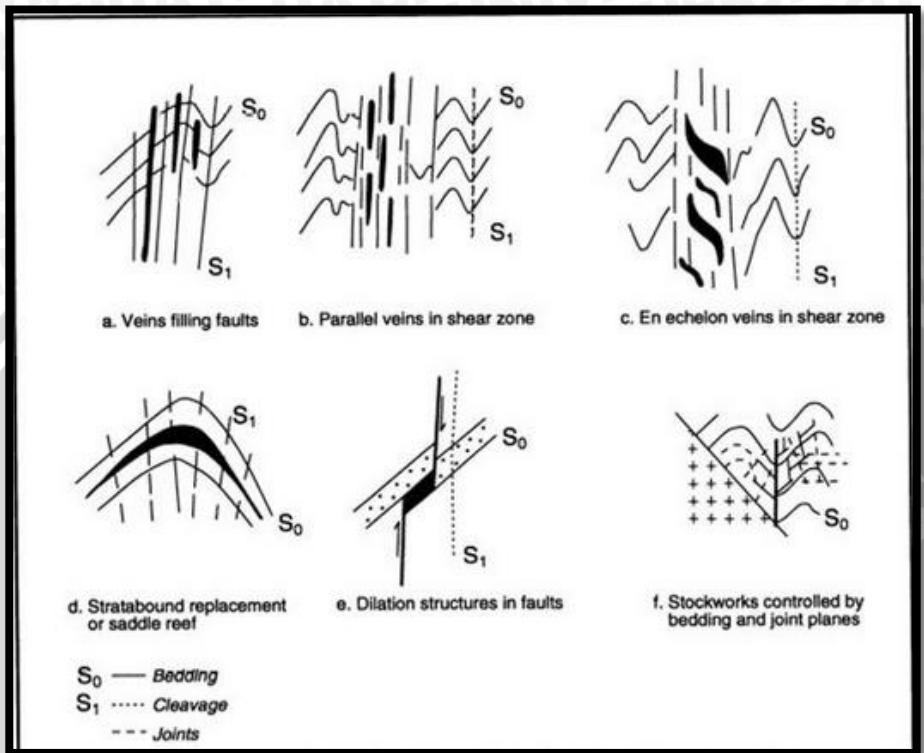
- Adanya larutan hidrotermal sebagai pembawa mineral
- Adanya celah batuan sebagai jalan bagi lewatnya larutan hidrotermal
- Adanya tempat bagi pengendapan mineral
- Terjadinya reaksi kimia yang dapat menyebabkan terjadinya pengendapan mineral
- Konsentrasi larutan yang cukup tinggi bagi kandungan mineral.

Boyle (1970) menyatakan bahwa terdapat empat kemungkinan asal mineral bijih dalam jebakan hidrotermal, yaitu:

1. Unsur yang berasal dari hasil proses kristalisasi magma
2. Unsur yang berasal dari batuan sampling (*wall rocks*) yang melingkari jebakan bijih tersebut (berasal dari batuan-batuan yang terdapat di atasnya atau di bawahnya)
3. Unsur yang berasal dari sumber keterdapatannya jauh di bawah permukaan bumi kemungkinan berasal dari mantel atau bagian yang lebih dalam lagi
4. Unsur yang mungkin berasal dari permukaan yang mengalami proses pelapukan (*weathering*).

Secara umum mineralisasi dapat dikontrol oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Struktur akibat dari sesar dan *fractures*.
Pada kontrol ini menghasilkan bentuk mineral *vein* (dengan dip relatif tajam), *stokworks* dan perpotongan struktur. Sedangkan kontrol permeabilitas untuk struktur akibat regangan dan tegangan, serta *fracture* akibat batuan yang *brittle*.
2. Tekanan dan reaktivitas oleh fluida *Hydrothermal*
Pada kontrol ini menghasilkan Breksi *hydrothermal*, *diatremes*, residual dan *vuggy quartz*. Kontrol permeabilitas tekanan yang melebihi daya tahan batuan akibat dari tekanan hidrolik maupun erupsi, pelarutan oleh larutan yang sangat asam.
3. Litologi yang disebabkan oleh sifat fisik batuan
Menghasilkan bentuk mineral *Stratabound disseminations*. Dan kontrol permeabilitas ukuran butir yang kasar pada batuan sedimen dan kontak antar batuan yang permeabel dan impermeabel.



Gambar 2.5 Bentuk endapan mineralisasi (Reynold, 1997)

2.5.1 Pembentukan Deposit Emas Sistem Epithermal

Hubungan mineralisasi emas dengan vulkanik dan aktivitas *hot spring geothermal* telah lama diakui oleh para prospektor dan geologis. Hubungan ini adalah sebuah konsekuensi dari magma panas yang tidak hanya menghasilkan erupsi vulkanik dan batuan vulkanik tetapi juga sumber dari fluida panas yang mentransport emas dan logam lain dan mungkin menjadi sumber emas itu sendiri. Fluida berasal dari magma yang cair yang memiliki panas yang ekstrim dan di bawah tekanan tinggi jauh di bawah permukaan.

Ketika fluida meningkat, maka akan tercampur dengan air permukaan dan mengubah komposisi batuan dan terjadi kontak. Proses ini disebut alterasi. Fluida menerobos permukaan dan berbentuk *acidic lakes* dikenal sebagai *fumarole* pada *crater*

vulkanik atau *dilute*, dan berbentuk *neutral hot spring*. Dari dua *surface manifestation* yang berbeda ini *acid lake* dan *neutral hot spring* merefleksikan dua jenis fluida yang berbeda yang setiap hasilnya dua bagian yang berbeda dari magma yang muncul ke permukaan. Kedua bentuk deposit emas tersebut dikenal sebagai deposit sulfida rendah dan tinggi.

Pengakuan bahwa endapan emas dekat dengan permukaan dalam sistem ini, seorang geologis Amerika Waldemar Lindgren membuat istilah epithermal pada tahun 1933, *epi* berarti dekat dan *thermal* berarti fluida panas. Seorang chemist Werner Giggenbach selanjutnya membagi dua jenis deposit emas epithermal kedalam tipe sulfida rendah dan tinggi (ilustrasi pada Gambar 2.6). Rendah dan tingginya tidak bergantung dari konten mineral sulfida, tetapi berdasarkan pada perbedaan rasio sulfur dan logam dengan mineral sulfida pada setiap tipe.

Endapan emas epithermal umumnya terjebak dalam batuan vulkanik setempat pada batuan *volcanogenic sedimentary rocks* dan kadang-kadang pada *basement*. Pada beberapa lokasi, mineralisasi epithermal berasosiasi dengan porfiri Cu-Au.

Berdasarkan mineral-mineral alterasi dan mineral bijihnya, terdapat dua sub tipe yaitu:

1. Epithermal Sulfida Rendah

Emas epithermal sulfida rendah dicirikan oleh kandungan sulfida (Pb-Zn) yang relatif rendah dan terdapat dalam bentuk urat, pengisian rongga dan urat menjaring (*stokworks*). Mineralnya berupa emas, perak murni, argentit, dan logam dasar. Ubahan *hydrothermal* yang sangat mencolok adalah hadirnya mineral adularia dengan tekstur mineral kuarsa berupa *bladed calcite*, sisir, dan berlapis.

Emas sulfida rendah terbentuk dalam suatu sistem geothermal yang didominasi oleh air klorit dengan pH near-neutral, dimana terdapat kontribusi dominan dari sirkulasi air meteorik yang dalam dan mengandung CO₂, NaCl, dan H₂S. Transportasi larutan serta interaksi dengan batuan sampling relatif lama. Pendidihan (*boiling*) umum terjadi pada tipe emas epithermal sulfida rendah akibat terjadinya penghancuran (*fracturing*) oleh tekanan gas di bawah permukaan. Mineral-mineral alterasi hidrothermal yang

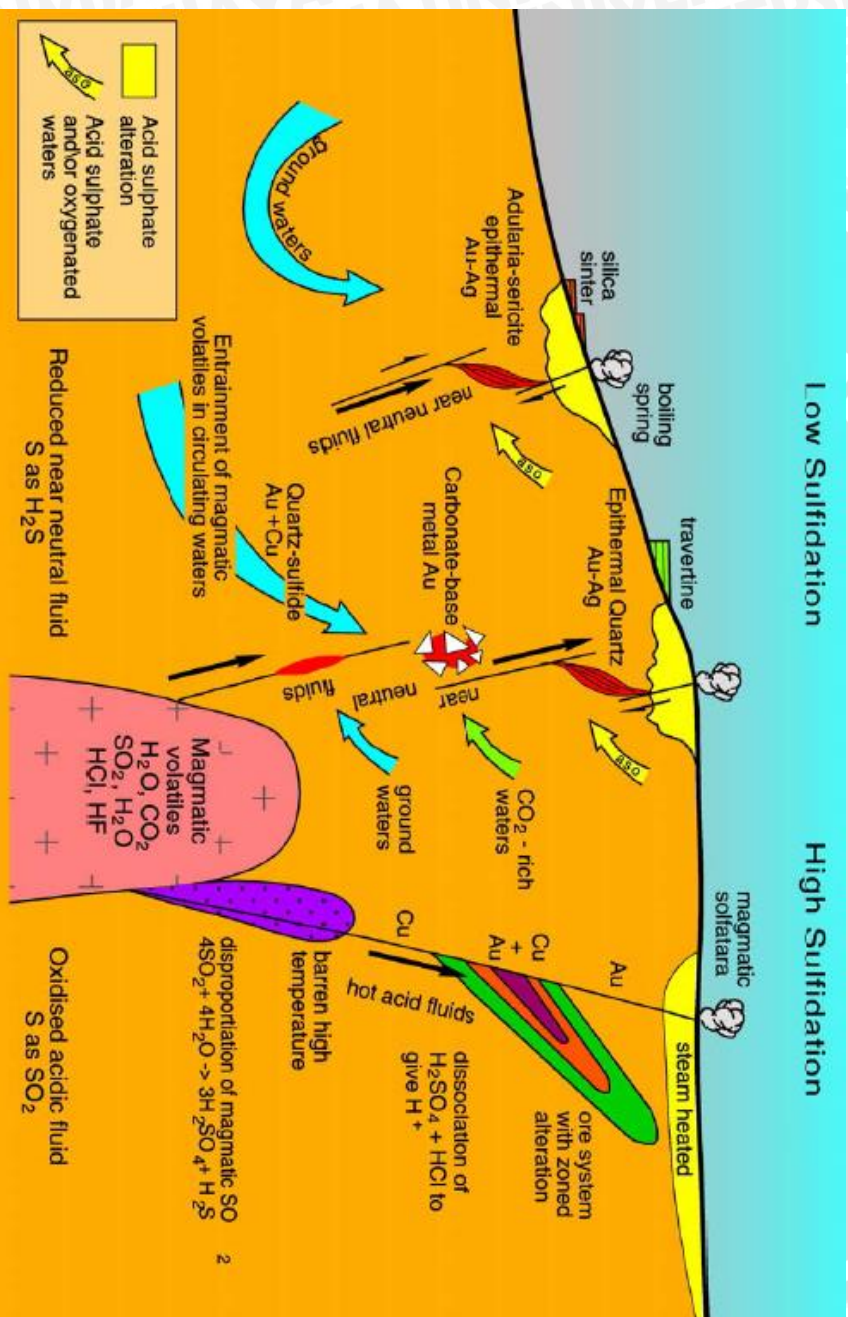
terdapat pada sulfida rendah adalah Illite (sericite), mixed layer minerals (illite/smectite), calcite, adularia, dan kuarsa. Kuarsa merupakan mineral ubahan/*gangue* yang sangat berlimpah. Kuarsa, abu-abu keputihan, sangat keras, berbutir sangat halus, kristal tumbuh, dan opal. Kuarsa terjadi di vein hidrothermal sebagai *gangue* bersama dengan bijih mineral. Kuarsa kristal besar ditemukan di pegmatites.

2. Epithermal Sulfida Tinggi

Epithermal sulfida tinggi terbentuk dalam suatu sistem magmatic hidrothermal yang didominasi oleh fluida hidrothermal asam, dimana terdapat fluks larutan magmatik dan vapor yang mengandung H_2O , CO_2 , HCl , H_2S , dan SO_2 , dengan variabel input dari air meteorik lokal yang merupakan hasil dari fluida (dominasi gas seperti SO_2 , HF , HCl) disalurkan langsung dari magma panas.

Kemudian fluida ini berinteraksi dengan air tanah dan berbentuk asam kuat. Yang dapat melarutkan batuan sekitarnya dan hanya menyisakan silika, kadang dalam bentuk sponge disebut vuggy silica. Emas dan kadang-kadang brines kaya tembaga juga dihasilkan dari magma yang mengendapkan logamnya dengan bentuk spongy vuggy silica. Bentuk dari deposit mineral secara umum dibedakan dengan distribusi vuggy silica.

Mineral-mineral alterasi hidrothermal yang terdapat pada sulfida tinggi adalah Alunite, kaolinite, pyrophyllite, dickite, kuarsa.



Gambar 2.6 Posisi endapan epithermal dalam suatu sistem lingkungan *hydrothermal* (Corbett, 2002).

2.5.2 Faktor-faktor yang mengontrol terbentuknya endapan emas sistem Epithermal

1. Aliran fluida dan transportasi logam
Dikontrol oleh struktur (fault, patahan, rekahan) yang memungkinkan larutan hidrotermal untuk bergerak.
2. Kontrol Lithologi dan Struktur
Untuk mengetahui penyebaran vein dan jenis endapannya, apakah terbentuk bersamaan dengan mineralisasi atau sesudah mineralisasi.
3. Alterasi (ubahan)
Urut kuarsa (vein) yang mengandung emas atau tidak pembentukannya diikuti oleh fase alterasi batuan dasar. Perkembangan alterasi tergantung dari permeabilitas batuan dasarnya.
4. Tingkat erosi atau pelapukan
Proses sekunder yang berperan untuk mengidentifikasika tersingkapnya zona urat kuarsa emas terhadap permukaan (Adisti, 2007).

2.5.3 Zona-zona Alterasi

Alterasi hidrotermal merupakan suatu proses perubahan mineralogis atau kimia, baik warna, tekstur, bentuk, komposisi maupun kombinasi dari semuanya ketika batuan berinteraksi dengan larutan hidrotermal. Ketika terjadi kontak batuan dengan larutan hidrotermal, maka terjadi perubahan mineralogi dan perubahan kimia antara batuan dan larutan, di luar keseimbangan kimia kemudian larutan akan mencoba kembali membentuk keseimbangan. Kontrol utama alterasi hidrotermal pada dinding batuan, yaitu:

1. Asal-usul batuan induk, yaitu komposisi kimia, ukuran butir, keadaan fisik batuan, porositas, dan permeabilitas.
2. Asal-usul larutan pembentuk bijih, yaitu komposisi kimia, pH, suhu, dan tekanan.

Pada sistem epitermal, model zona alterasi yang terbentuk seperti pada gambar 2.7 yang terbagi atas beberapa zona, yaitu:

1. Zona alterasi silisifikasi

Zona alterasi ini dicirikan dengan kehadiran mineral dari kelompok silika yang stabil pada $\text{pH} > 2$. Kuarsa akan terbentuk pada suhu tinggi, sedangkan pada suhu rendah ($< 100^{\circ}\text{C}$) akan terbentuk opal silika, kristobalit, tridimit dan *amorphous silica*. Pada suhu menengah ($100 - 200^{\circ}\text{C}$) akan terbentuk kalsedon. Zona alterasi ini hadir secara lokal di pusat alterasi potasik, di mana suplai fluida maksimum. Akibat fluida suhu tinggi yang mendingin, fluida akan mengendapkan silika.

2. Zona alterasi propilitik

Alterasi propilitik dapat terbentuk pada temperatur yang sama dengan alterasi filik, tetapi mengalami sedikit metasomatisme baik karena fluida yang semakin cair dan atau karena batuan kurang permeabel. Pada temperatur rendah dicirikan oleh hadirnya klorit-zeolit yang disebut sebagai alterasi subpropilitik. Zona propilik sendiri dicirikan oleh klorit-epidot-aktinolit, sedangkan hadirnya aktinolit biasanya mencirikan zona propilik dalam.

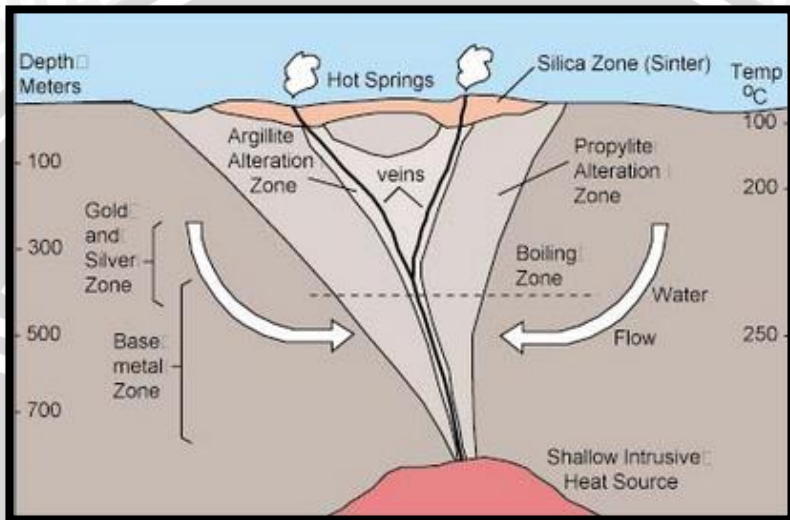
3. Zona alterasi argilik lanjut (*advanced argilic*) dan serisit

Alterasi ini terbentuk dari hasil pencucian alkalis dan kalsium dari fase alumina seperti *feldspar* dan mika, tetapi hanya hadir jika aluminium tidak bersifat aktif. Jika aluminium aktif atau memiliki mobilitas tinggi maka akan diikuti dengan bertambahnya serisit dan akan terjadi alterasi serisit. Alterasi argilik juga sangat sering berkembang pada batuan yang mempunyai permeabilitas sangat tinggi. Alterasi jenis ini dicirikan oleh adanya kaolinit, piropilit, serisit dan kuarsa. Pada suhu tinggi, andalusit dapat hadir. Asosiasi sulfida dari tubuh bijih umumnya kaya sulfur, kovelit, digenit, pirit, dan enargit.

4. Zona alterasi argilik

Alterasi argilik merupakan hasil reaksi antara larutan *hypogen* dengan batuan yang diikuti dengan proses

pencucian unsur kalsium yang ditunjukkan dengan hadirnya mineral lempung. Alterasi jenis ini dicirikan dengan hadirnya kaolin dan ilit serta asosiasi kumpulan mineral transisi, yaitu kelompok klorit-ilit juga dapat hadir.



Gambar 2.7 Zona-zona alterasi (Guilbert, 1986).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, dimulai dari bulan April sampai Juni bertempat di PT. ANTAM (Persero), Tbk. Pulogadung, Jakarta Timur.

3.2 Alat dan Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder hasil akuisisi di daerah Jambi, Gunung Bujang. Sedangkan instrumen yang digunakan dalam pengambilan data IP adalah *SuperSting R8/IP*, lihat gambar 3.1. *SuperSting R8/IP* merupakan peralatan geofisika yang dapat digunakan dalam pengukuran metode *Resistivity* (Tahanan Jenis), *Induced Polarization* (Polarisasi Terimbas), dan *Self Potential* (Potensial Diri). Metode geofisika tersebut dilakukan untuk menafsirkan gejala geologi bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan batuan. Prinsip kerja metode Polarisasi Terimbas hampir sama dengan metode Tahanan Jenis, dimana perbedaannya terletak pada *transmitter* yang terdiri dari dua sistem, yaitu sumber arus tetap yang berasal dari *ACCU/Generator* dan sistem *switching* dengan menggunakan *power transistor* yang dijalankan oleh suatu pengukur waktu (*Time Domain*). Kemudian beda potensial yang terjadi akibat gejala transient dari efek polarisasi, diukur oleh *receiver* sebagai fungsi dari waktu.

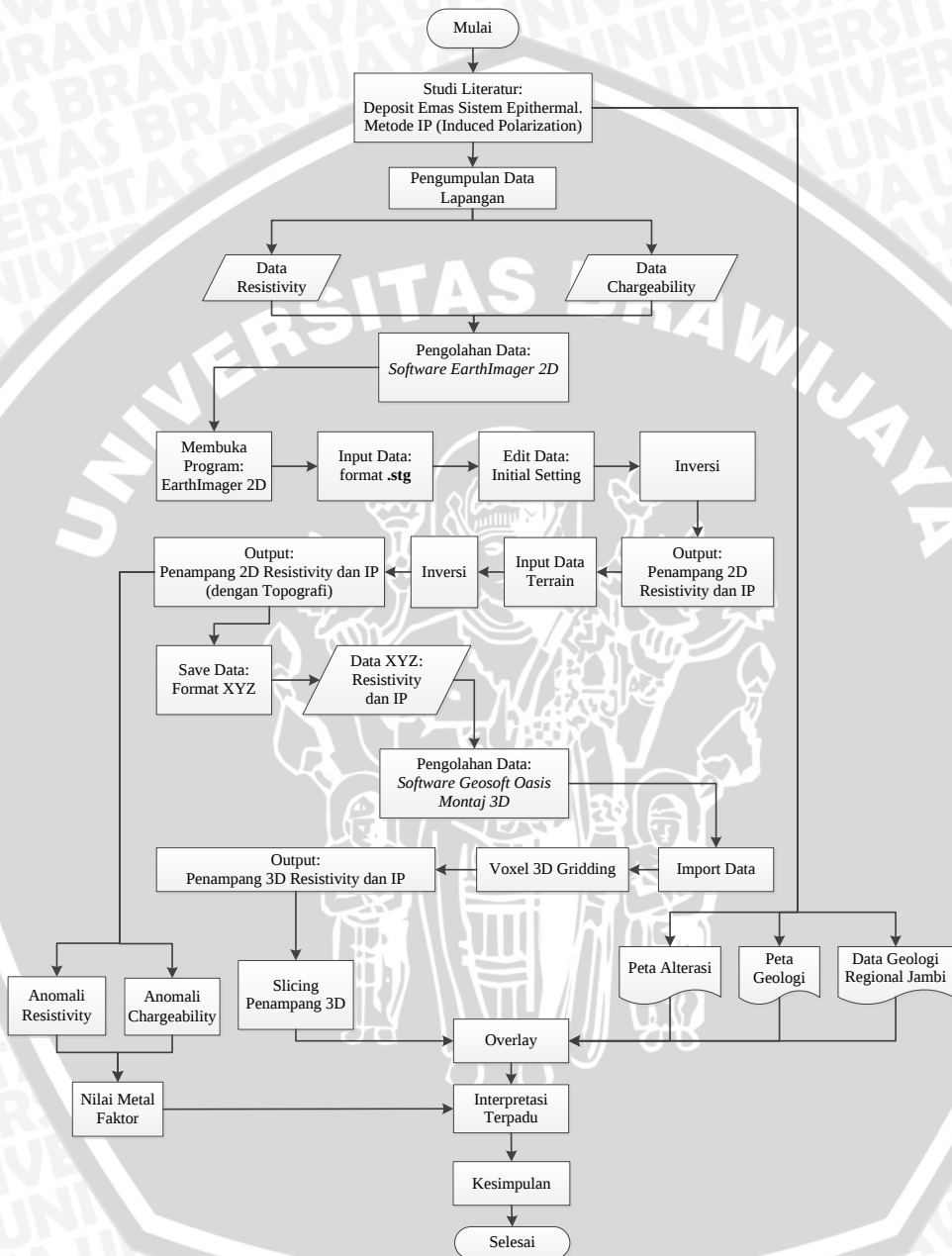


Gambar 3.1 Instrumen *SuperSting R8/IP*

3.3 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahapan yaitu mulai dari studi literatur yang meliputi metode *Induced Polarization* serta genesa deposit emas sistem *epithermal*. Selanjutnya *processing* data geofisika dengan *software* pendukung untuk membuat model inversi yang dapat menggambarkan kondisi deposit emas sistem *epithermal* di bawah permukaan. Hasil pengolahan data tersebut dan data pendukung seperti data geologi selanjutnya akan diinterpretasikan dan dianalisis untuk mengetahui keberadaan zona deposit emas sistem *epithermal*. Berikut gambar 3.2 merupakan diagram alir penelitian.

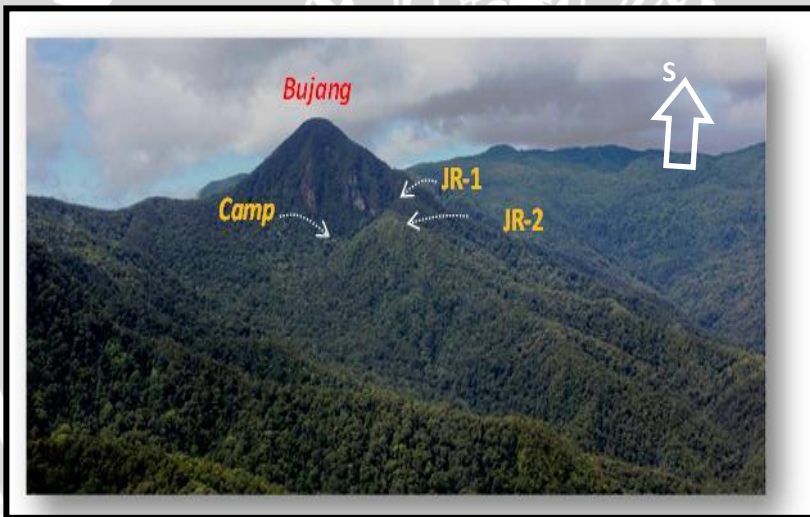




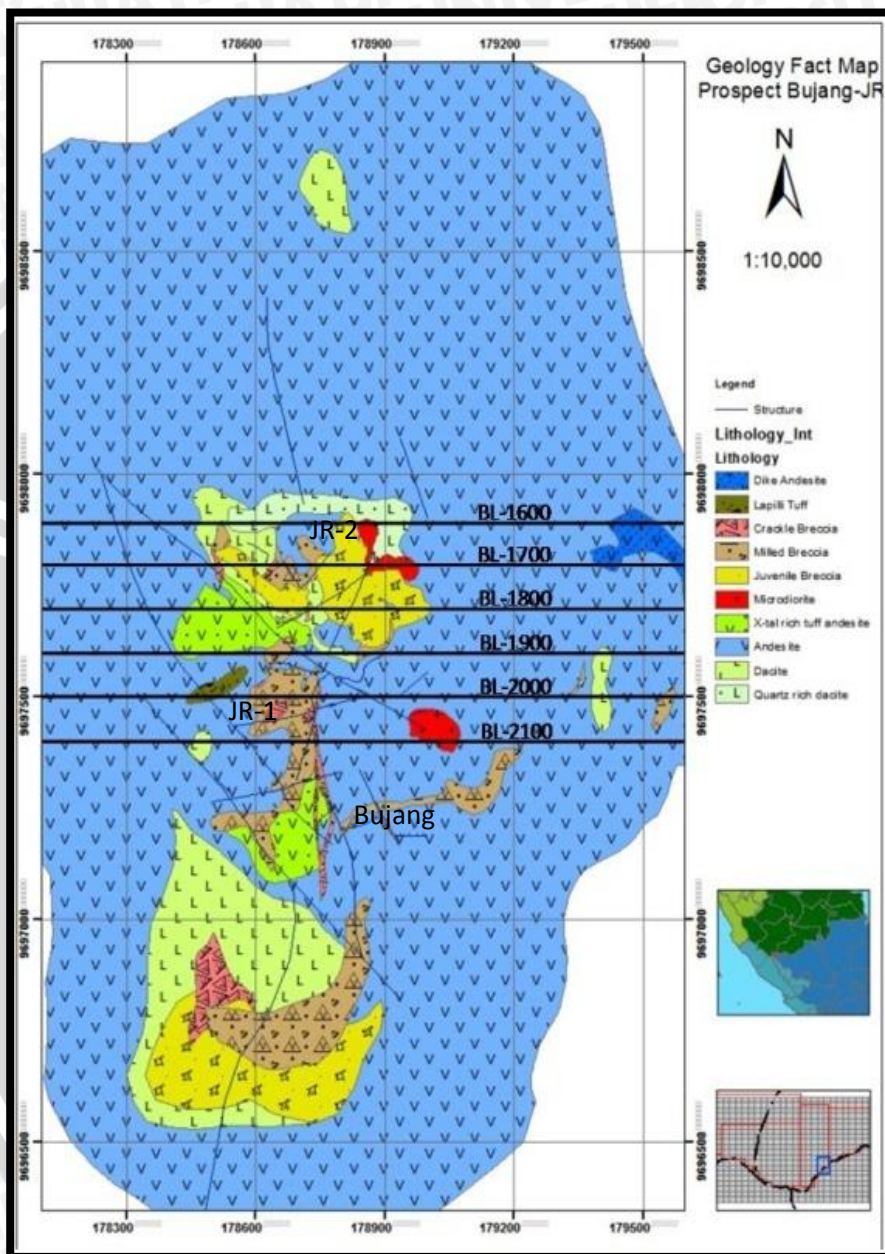
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.4 Data Lapangan

Dalam penulisan skripsi ini penulis menggunakan data sekunder (data *Resistivity* dan *IP*) yang merupakan hasil pengukuran di daerah “X”. Data terdiri atas 6 lintasan dengan kode lintasan BL-1600, BL-1700, BL-1800, BL-1900, BL-2000, dan BL-2100. Lintasan membentang ke arah barat-timur. Jarak antar lintasan masing-masing sebesar 100 m dengan panjang lintasan berkisar hingga 2500 m. Teknik pengukuran metode IP yang dipakai dalam penelitian ini adalah *time domain*. Masing-masing lintasan tersebut merupakan hasil gabungan (merged) dari beberapa akuisisi data sehingga akan memanjang hingga ribuan meter. Berikut ini gambar 3.3 lokasi akuisisi data IP serta gambar 3.4 bentuk lintasan pengukuran.



Gambar 3.3 Foto Morfologi Bujang JR, Batangasai - Sarolangun, Jambi. Foto menghadap kearah Selatan.



Gambar 3.4 Bentuk Lintasan Pengukuran

Pada proses akuisisi data, metode pengukuran yang digunakan adalah konfigurasi *dipole-dipole* jarak spasi $a = 25\text{ m}$ dan $n = 20$. Konfigurasi ini digunakan agar dapat mencitrakan bawah permukaan secara dua dimensi yaitu lateral dan vertikal. Dalam akuisisi data *IP* ini instrumen yang digunakan adalah *SuperSting*. Elektroda arus listrik dan elektroda beda tegangan di *set-up* dengan jarak yang tetap. Dalam akuisisi data *IP* ini telah menggunakan *multi channel* yang menggunakan banyak elektroda dalam sekali penginjeksian arus. Tegangan yang terukur adalah tegangan awal dan tegangan tambahan. Tegangan yang terukur ini akan disimpan dalam alat, yang kemudian data tersebut akan diproses menggunakan *software*. Tujuan menggunakan *multi channel* adalah untuk mendapatkan nilai resistivitas serta *IP* secara lateral dan vertikal secara bersamaan dengan waktu yang relatif singkat jika dibandingkan dengan menggunakan *single channel*. Sehingga akan sangat menghemat waktu dalam pengambilan data. Dalam konfigurasi *dipole-dipole*, sejumlah elektroda diletakkan di titik yang sudah ditentukan yaitu berdasarkan jarak spasi elektroda.

3.5 Pengolahan Data *Resistivity* dan *IP*

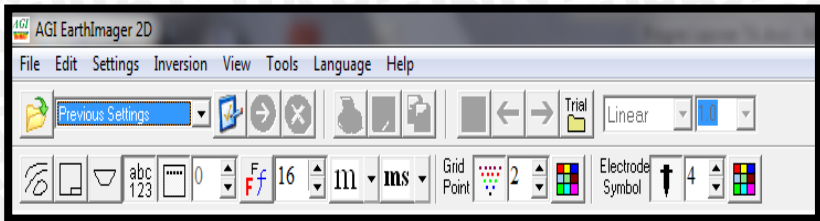
3.5.1 Pengolahan data 2D dengan *softwareEarthImager 2D*

Pengolahan data bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter fisis yaitu *resistivity* dan *chargeability* dari data lapangan. Pengolahan data ini disebut proses inversi. Dalam pengolahan data, penulis menggunakan *softwareEarthImager 2D* sebagai alat bantu untuk memproses data. *EarthImager 2D* adalah program perangkat lunak yang dapat menentukan model *resistivity* dan *chargeability* bawah permukaan dari data lapangan hasil survey pencitraan elektrikal.

Berikut ini adalah langkah-langkah pengolahan data dengan *softwareEarthImager 2D*.

1. MembukaProgram

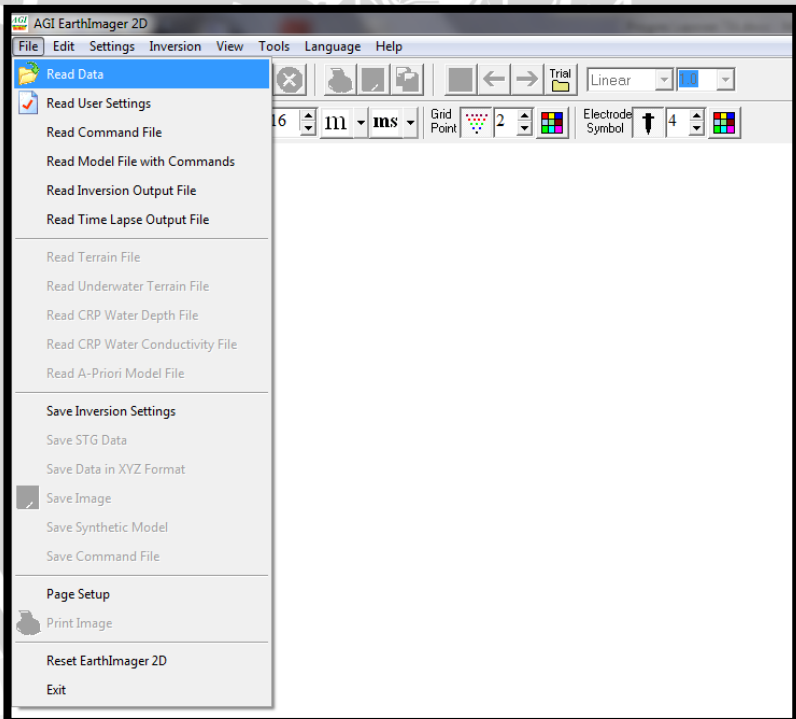
Langkah pertama dalam menjalankan program ini adalah memilih atau klik *EarthImager 2.EXE* atau icon *AGI Earth Imager2D* yang tersedia pada *shortcut*, maka akan tampil menu utama seperti gambar 3.5. Program ini akan dapat dijalankan dengan perangkat *software* yaitu *USB dongle*.



Gambar 3.5 Menu Utama *Earth Imager 2D*

2. *Input Data*

Saat membuka menu *File* seperti pada gambar 3.6, maka akan ada pilihan untuk membuka data yang akan dilakukan inversi. Dengan memilih sub menu *Read Data*, maka program akan mengeluarkan data yang kita inginkan. Format data biasanya dalam bentuk *.stg*.

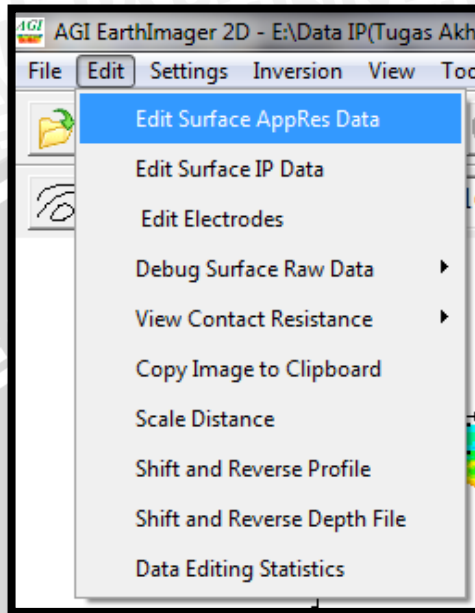


Gambar 3.6 Aplikasi membuka *file*

3. *Edit*

Saat memilih menu *Edit*, maka akan ada pilihan yaitu *Edit Surface AppRes Data* serta *Edit Surface IP Data*. Pada pilihan *Edit Surface AppRes Data*, nilai *Apparent Resistivity* ditampilkan dalam bentuk profil untuk setiap *point data*. Sedangkan pada pilihan *Edit Surface IP Data*, nilai *Chargeability* juga ditampilkan dalam bentuk profil untuk setiap *point data*. Pemrosesan dapat menggunakan *mouse* untuk melakukan *remove* data yang buruk atau memiliki nilai yang terlalu ekstrim dari sebaran data yang lain. Tujuan utamanya adalah membuang data-data yang dianggap sebagai *noise* dan memperkecil persentase *error* pada *RMS* sehingga diharapkan akan menghasilkan bentuk penampang dengan gradasi warna yang bagus serta *RMSError* yang seminimal mungkin. Pada bagian ini sangat penting sekali karena berhubungan dengan kuantitas data. *Editing* data yang baik adalah seminimal mungkin dalam menghapus data, artinya keutuhan data hasil pengukuran harus dipertahankan karena ketika terdapat data yang kosong maka akan terjadi interpolasi. Dengan memilih sub menu seperti gambar 3.7, pemrosesan data dimulai dengan mengedit data yang buruk.

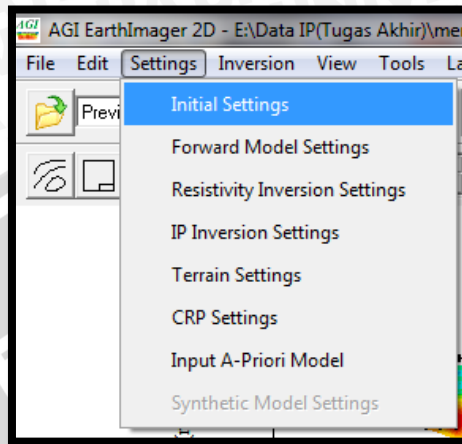




Gambar 3.7 Aplikasi membuka *edit*

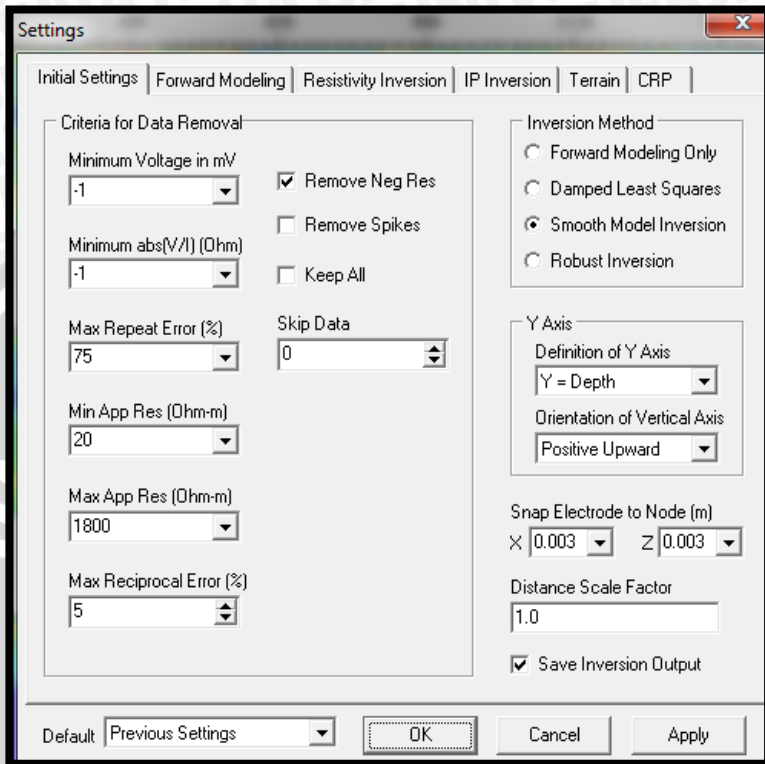
4. *Settings*

Bagian ini merupakan setting untuk faktor damping dan *smoothness* serta variabel lainnya. Pada beberapa situasi, pemroses akan mendapatkan hasil yang lebih baik dengan memodifikasi parameter-parameter yang mengontrol proses inversi. Ketika memilih menu *Settings*, maka sub menu akan ditampilkan seperti gambar 3.8.



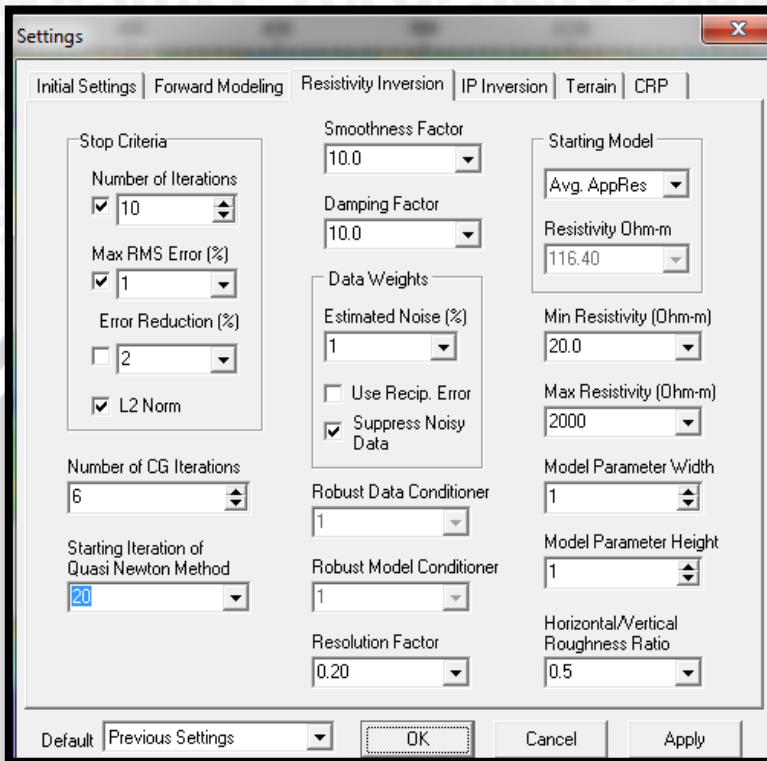
Gambar 3.8 Aplikasi Menu *Setting*

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan data pada bagian ini antara lain *Initial Setting*, *Resistivity Inversion Setting*, dan *IP Inversion Setting*. Pada sub menu *Initial Setting* berisi mengenai parameter-parameter yang mengontrol data atau kriteria data yang perlu diambil dan dihilangkan, seperti *Max.AppRes* dan *Min.AppRes*. Pada box *Max.AppRes* serta *Min.Appres* ini berisikan nilai *Apparent Resistivity* maksimum dan minimum yang akan diambil atau diinversi dari semua data hasil akuisisi. Data yang melebihi nilai batas maksimum dan minimum yang telah ditentukan maka akan secara otomatis data tersebut dihapus atau dihilangkan. Berikut ini merupakan tampilan dari kotak dialog dari *Initial Setting* yang dapat dilihat pada gambar 3.9.



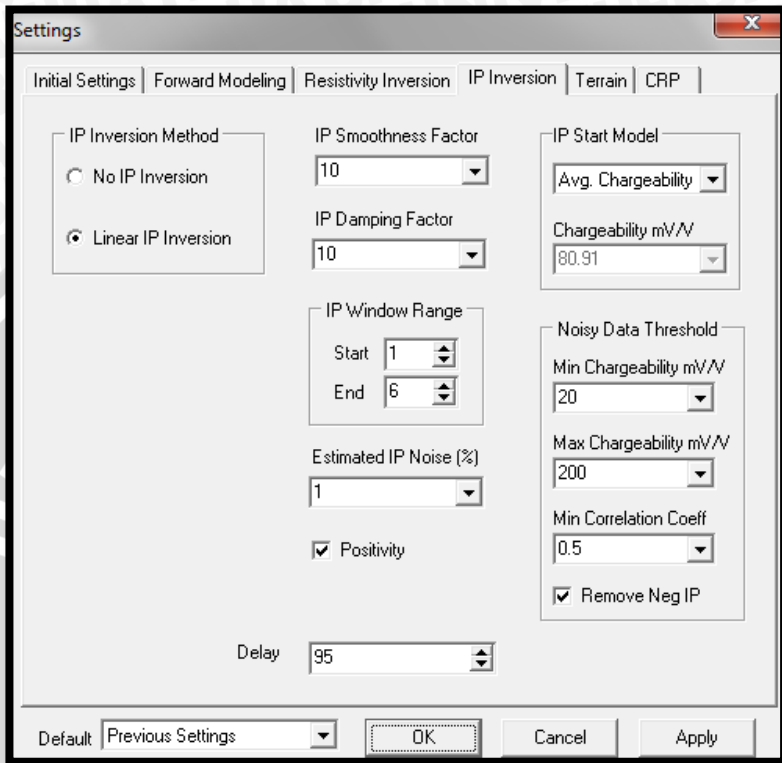
Gambar 3.9 Kotak Dialog *Initial Setting*

Kemudian untuk mengatur hasil inversi pada penampang *Resistivity* maka dilakukan *Settings* pada sub menu *Resistivity Inversion*. Pada bagian ini berisi tentang pengaturan kriteria penampang hasil inversi yang diinginkan, seperti banyaknya jumlah iterasi, faktor damping dan *smoothness*, skala *Max.Resistivity* dan *Min.Resistivity* pada penampang *resistivity* hasil inversi, serta variabel lainnya. Kotak dialog *Resistivity Inversion* dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Kotak Dialog pada sub menu *Resistivity Inversion*

Pada bagian *setting IP Inversion* ini berisi mengenai parameter-parameter yang mengontrol data *IP*. Hampir sama seperti *Resistivity Inversion*, yaitu data-data yang dianggap sebagai *noise* atau data di luar nilai maksimum dan minimum *chargeability* yang sudah ditentukan maka akan secara otomatis dihapus atau dihilangkan. Gambar 3.11 merupakan kotak dialog dari *IP Inversion*.



Gambar 3.11 Kotak Dialog pada sub menu *IP Inversion*

Proses inversi pada software AGI EarthImager 2D memiliki tiga tahapan, yaitu resistivitas semu yang diukur, resistivitas semu yang dihitung dan inversi *resistivity*. Penampang resistivitas semu yang diukur (*Measured Apparent Resistivity Pseudosection*) yaitu berasal dari sebuah *forward model* 2D. Persamaan diferensial parsial 2D didapatkan untuk menyelesaikan solusi *forward* tersebut:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\sigma \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\sigma \frac{\partial V}{\partial z} \right) - k^2 \sigma V = -I. \partial(x). \partial(z) \quad (3.1)$$

di mana σ adalah konduktivitas listrik (inversi dari resistivitas listrik) sebagai fungsi x dan z , V merupakan potensial listrik, k merupakan bilangan gelombang, dan I merupakan arus listrik. Selanjutnya, inversi diperoleh dari *forward model* untuk membuat resistivitas bawah permukaan dan distribusi IP. Kedalaman dan lokasi untuk

masing - masing titik data, didekati dan ditampilkan oleh *pseudosection*. Penetrasi kedalaman yang sebenarnya juga tergantung pada distribusi resistivitas bawah permukaan (Stefan; Briaud; and Tucker, 2014).

Pseudosection merupakan representasi perkiraan resistivitas sebagian besar bawah permukaan. Pengukuran tahanan jenis semu dianggap sebagai jumlah dari distribusi resistivitas seluruh bumi. *Pseudosection* itu ditampilkan oleh kontur warna dari data tahanan jenis semu. Setelah model 2D didapatkan, unsur-unsur dalam model 2D dibandingkan dengan data yang diukur atau data sintetik. *Goodness of fit* dari data yang dihitung ditandai dengan *Root Mean Square error* (RMS):

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{d_i^{Pred} - d_i^{Meas}}{d_i^{Meas}} \right)^2}{N}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Di mana d_i^{Pred} adalah data yang dihitung, d_i^{Meas} adalah data yang diukur, dan N adalah banyaknya titik data. RMS error merupakan rata-rata ketidakcocokan dari semua titik data. Berdasarkan aturan praktis, kedalaman penetrasi untuk ERI dan IP survei adalah 15 - 25 persen dari panjang array terpanjang untuk array empat elektroda. Kedalaman maksimum dalam inversi menggunakan *Advanced Geosciences, Inc (AGI) EarthImager 2D* ditentukan oleh kedalaman rata-rata yang didefinisikan oleh Edwards (1977):

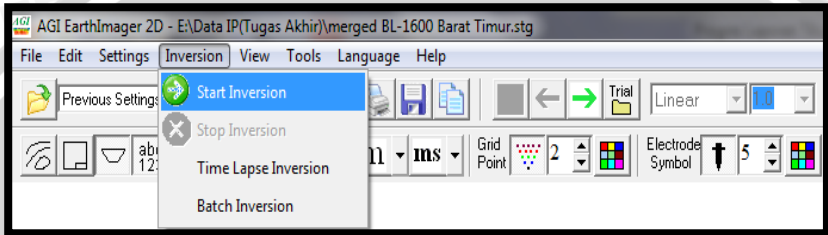
$$n(n+1)(n+2) \left\{ [n^2 + u]^{-\frac{1}{2}} - 2[(n+1)^2 + u]^{-\frac{1}{2}} + [(n+2)^2 + u]^{-\frac{1}{2}} \right\} = 1 \quad (3.3)$$

$$u = 4(z_{med}/a)^2 \quad (3.4)$$

di mana n dan adalah variabel jarak elektroda, z_{med} adalah kedalaman di mana tepatnya setengah dari total sinyal yang berasal dari permukaan. Persamaan investigasi kedalaman diperoleh dari koefisien empiris dan penerapan lapangan secara teoritis dan aktual. Kedalaman investigasi diterapkan pada kasus-kasus dari beberapa set data di lapangan dengan panjang dipol yang berbeda. Formula ini digunakan agar set data dapat dikombinasikan untuk membuat satu set lengkap.

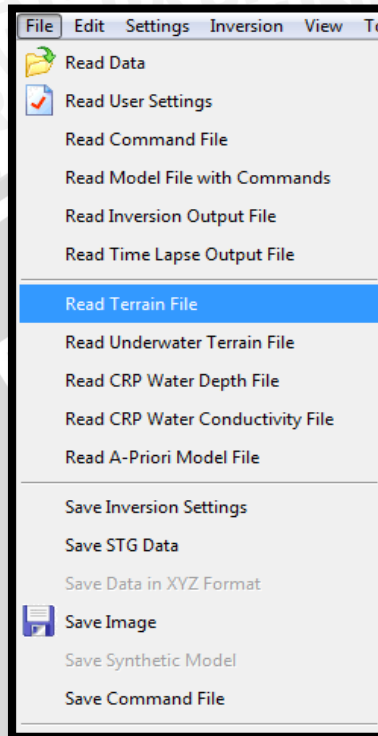
5. Pilihan Inversi

Pada tahap ini akan dilakukan proses inversi dari data yang sudah di edit berdasarkan parameter yang diinginkan seperti pada gambar 3.12. Maka akan didapatkan *pseudosection* dari *measured apparent resistivity*, *calculated apparent resistivity*, dan model 2D hasil inversi.



Gambar 3.12 Aplikasi membuka Menu *Inversion*

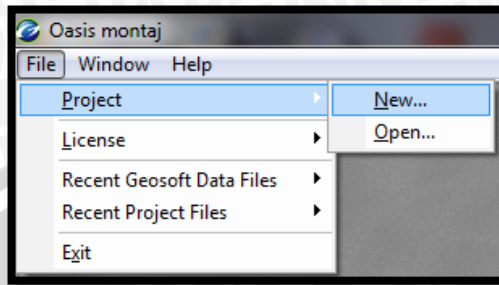
Proses inversi *resistivity* sudah selesai, maka selanjutnya dapat melihat hasil 2D model *Resistivity* dan *IP*. Untuk menampilkan *display* penampang keduanya yaitu dengan memilih *Linear IP Inversion* pada *setting IP Inversion*. Untuk menampilkan model topografi pada penampang hasil inversi maka dapat dilakukan dengan input data *terrain*. Untuk melakukan hal itu yaitu dengan memilih menu *File* kemudian *Read Terrain File*, lihat gambar 3.13. *File terrain* biasanya dalam bentuk format *.TRN*. Gambar penampang 2D baik *Resistivity* maupun *IP* dari hasil inversi dengan memasukkan data topografinya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 3.13 Aplikasi membuka *File Terrain* atau topografi.

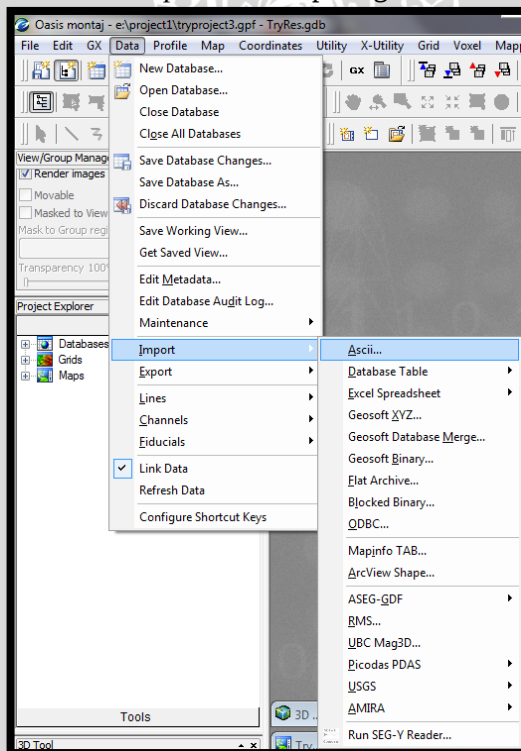
3.5.2 Visualisasi 3D dengan *software Geosoft Oasis Montaj*

Software Geosoft Oasis Montaj merupakan salah satu program aplikasi yang digunakan oleh penulis untuk memvisualisasikan bentuk penampang 3D dari data *Resistivity* dan *IP*. Langkah pertama dalam menjalankan program ini yaitu membuka program *Geosoft Oasis Montaj* terlebih dahulu. Selanjutnya membuat *project* baru dengan cara seperti pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Tampilan menu *File*

Setelah selesai membuat *project* baru, selanjutnya memanggil data hasil inversi dari *AGI EarthImager 2D* yang telah tersimpan dalam bentuk format XYZ. Langkah-langkahnya adalah dengan memilih menu *Data*, kemudian *Import Ascii* seperti gambar 3.15.



Gambar 3.15 Tampilan menu *Data*

Data yang diimport yaitu berisi tentang komponen koordinat X, Y, dan Z(*depth*) serta nilai parameter fisis, yaitu *Resistivity* (R) atau *Chargeability* (C) dari data hasil inversi 2D menggunakan *EarthImager*. Data yang di import dalam pemodelan 3D adalah gabungan dari semua lintasan hasil inversi yang telah disimpan dalam format XYZ sehingga akan memiliki tampilan seperti balok (Lampiran 2 dan 3) dengan topografi yang sudah ada.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Geologi

4.1.1 Geomorfologi daerah penelitian

Morfologi Bujang JR merupakan perbukitan bergelombang kuat dengan pola - pola lereng terjal. Elevasi ketinggian 1300 - 1900 m di atas permukaan laut dengan pola aliran paralel - subdendritik. Pola penggungan relatif memanjang dengan arah utara - selatan, barat - timur (Gambar 3.3). Pola - pola kelurusan penggungan merupakan produk dari tektonik regional Sumatera yaitu produk dari Sesar Semangko. Pola - pola kelurusan dengan arah baratlaut - tenggara merupakan produk sesar mendatar, pola berarah barat - timur produk sesar naik dan pola - pola kelurusan berarah utara - selatan relatif membentuk sesar normal.

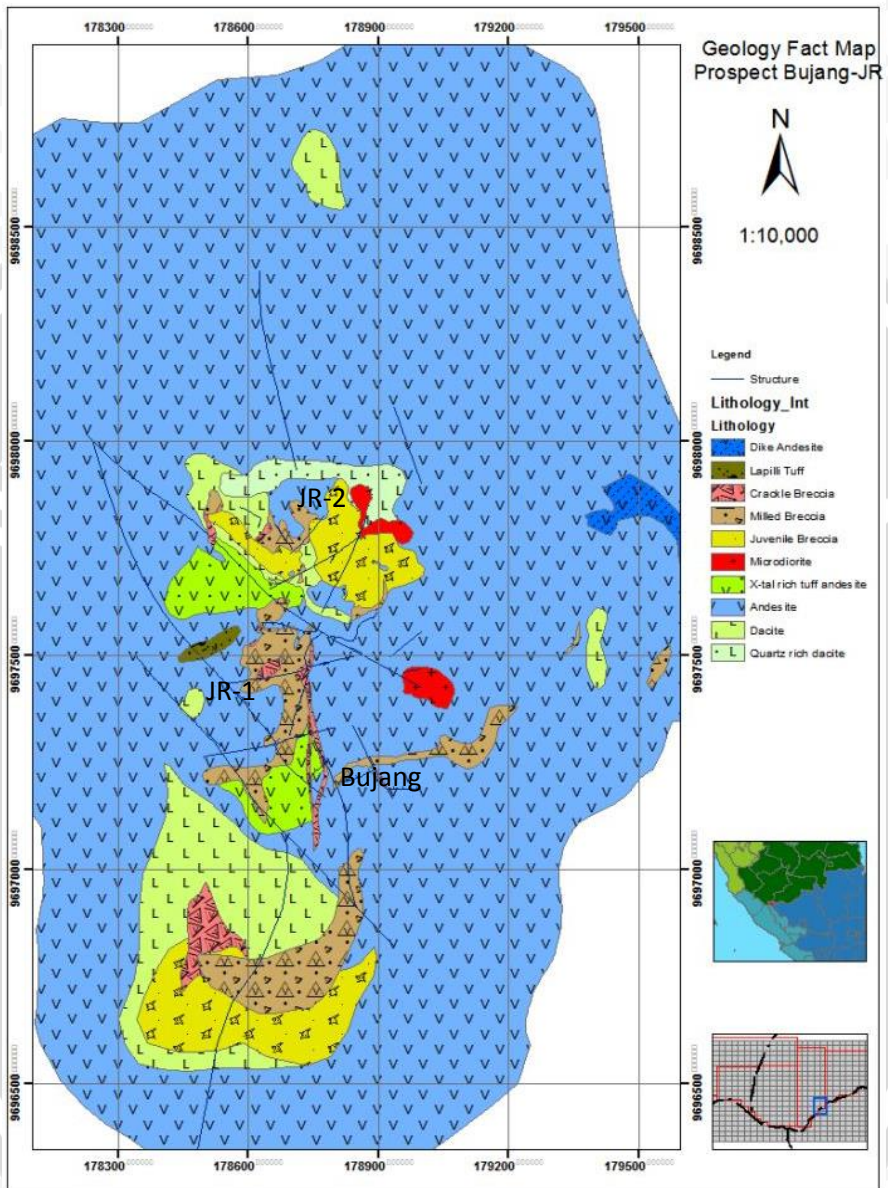
4.1.2 Stratigrafi

Secara regional stratigrafi daerah Bujang JR tersusun dari batuan vulkanik yang termasuk kedalam Formasi Hulu Simpang yang berumur Tersier. Pemetaan detil di daerah prospek ditemukan beberapa satuan batuan berupa satuan andesit yang terdiri dari andesit dan *crystal-rich* tuff andesit, satuan dasit terdiri dari dasit dan *quartz-rich* dasit, satuan breksi hidrotermal yang terdiri dari *crackle* dan *milled breccia*, satuan breksi *phreatomagmatic* atau *juvenile breccia*, serta beberapa intrusi seperti mikrodiorit dan *dyke* andesit. Satuan andesit relatif menyusun bagian utara dan selatan daerah penyelidikan (Gambar 4.1). Satuan dasit tersebar di selatan Bujang dan sebelah utara JR-2. Secara stratigrafi satuan andesit relatif berada pada bagian atas bersamaan dengan *crystal-rich* tuff andesit. Di bagian timur laut daerah penelitian di hilir sungai cabang kiri Batulicin tersingkap batuan lava andesit, batuan relatif tidak berubah. Sedangkan satuan breksi *phreatomagmatic* terdapat pada lereng bukit JR-2 kearah utara daerah penyelidikan. Satuan breksi *phreatomagmatic* relatif dominan tersebar dengan tekstur *juvenile breccias* pada fragmen dasit. Komposisi breksi *phreatomagmatic* relatif didominasi oleh matrik (*milled breccia*) dari pada fragmen yang mencirikan keterdapatn komponen magmatik di dalam

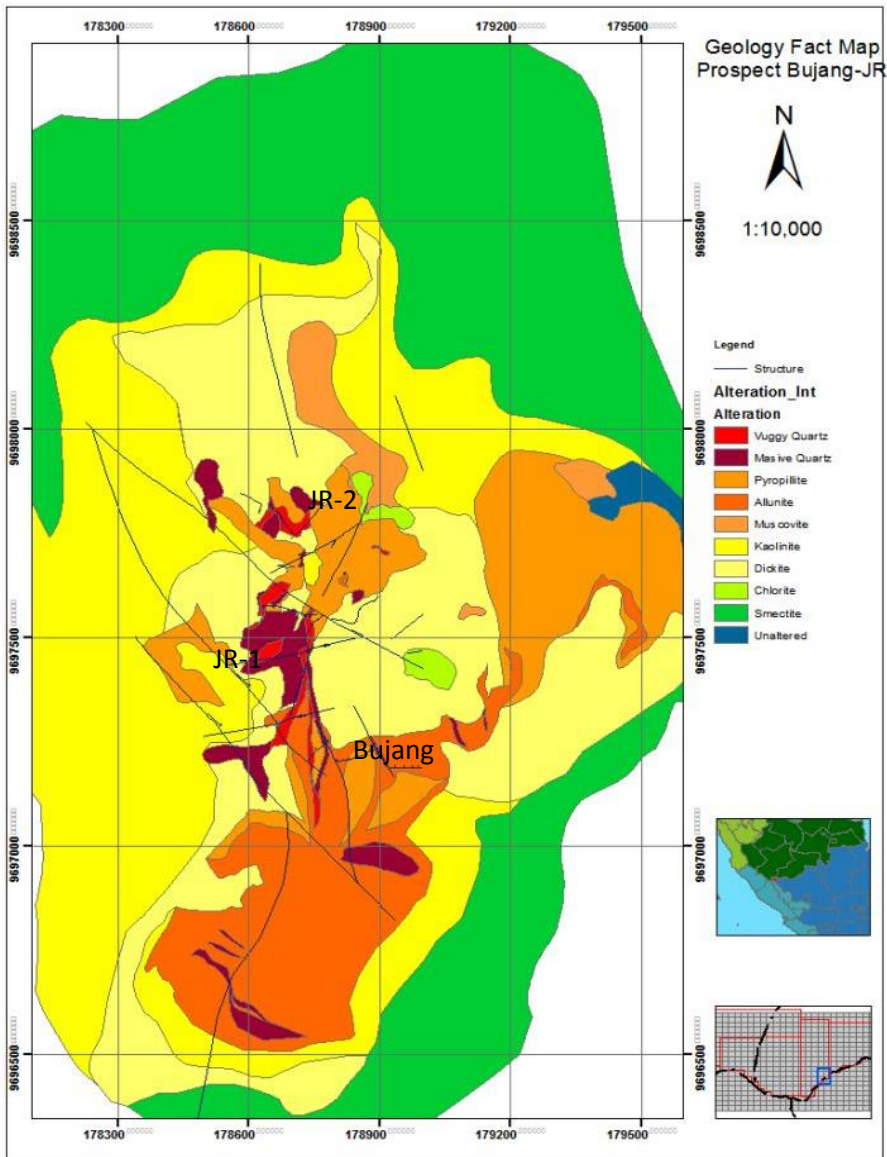
fragmen batuan itu sendiri. Beberapa intrusi juga hadir berupa mikrodiorit di bagian tengah dan *dyke* andesit di timurlaut. Komplek Bujang JR diperkirakan merupakan kompleks pembentukan *dome*, di mana kompleks *dome* Bujang dan Bukit JR merupakan bagian dari sisi luar kaldera Bujang.

4.1.3 Alterasi dan mineralisasi

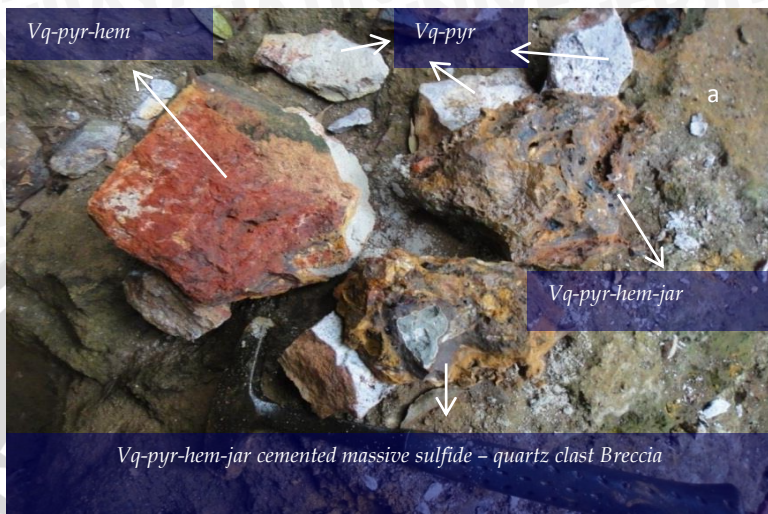
Alterasi yang berkembang berupa *vuggy quartz*, *massive quartz*, *quartz alunite*, *quartz kaolinite*, *pyrophyllite*, *alunite-kaolinite-smectite* (Gambar 4.2). Alterasi *massive quartz - vuggy quartz* hadir berupa lensa dengan lebar 1-15 m, umumnya berasosiasi dengan breksi dan kadar Au di permukaan yang cukup tinggi. Selebihnya alterasi didominasi oleh *advance argillic* yaitu *quartz alunite pyrophyllite - quartz kaolinite pyrophyllite* dan *smectite* ke arah luarnya. Pada lereng bukit JR sebelah selatan, alterasi dominan dijumpai berupa *massive quartz* dengan litologi breksi *hydrothermal* semakin ke arah utara alterasi yang berkembang berupa *quartz pyrophyllite - quartz alunite* dan berasosiasi dengan breksi *phreatomagmatic*. Pada beberapa tempat dijumpai lensa *massive quartz*. Gambar 4.3 memperlihatkan foto-foto *handspeciment* pada prospek Bujang. Sama seperti lithocap yang memiliki potensi endapan HS lain di dunia, kadar tinggi Au-Cu di Bujang juga berasosiasi dengan alterasi *vuggy - massive quartz* dan kadar semakin tinggi bila mengalami oksidasi yang kuat.



Gambar 4.1 Peta geologi daerah Bujang IUP Batangasai, Kab. Sarolangun, Propinsi Jambi.



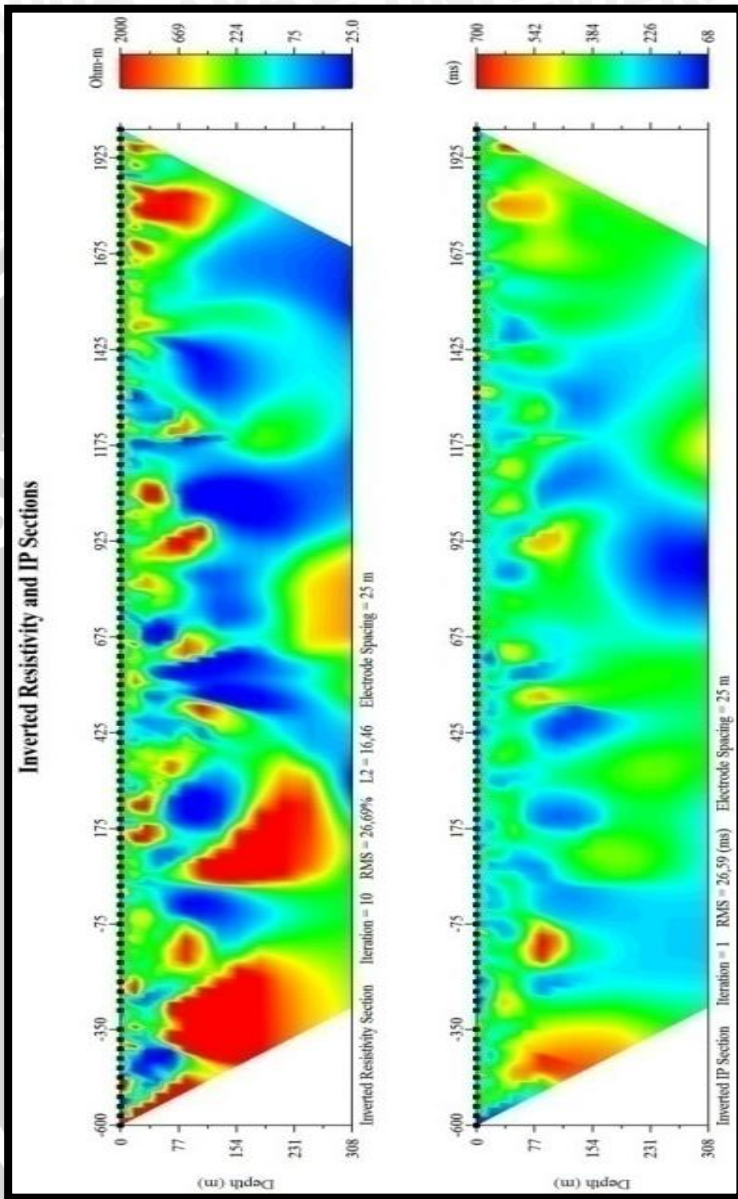
Gambar 4.2 Peta alterasi dan mineralisasi daerah Bujang IUP Batangasai, Kab. Sarolangun, Propinsi Jambi.



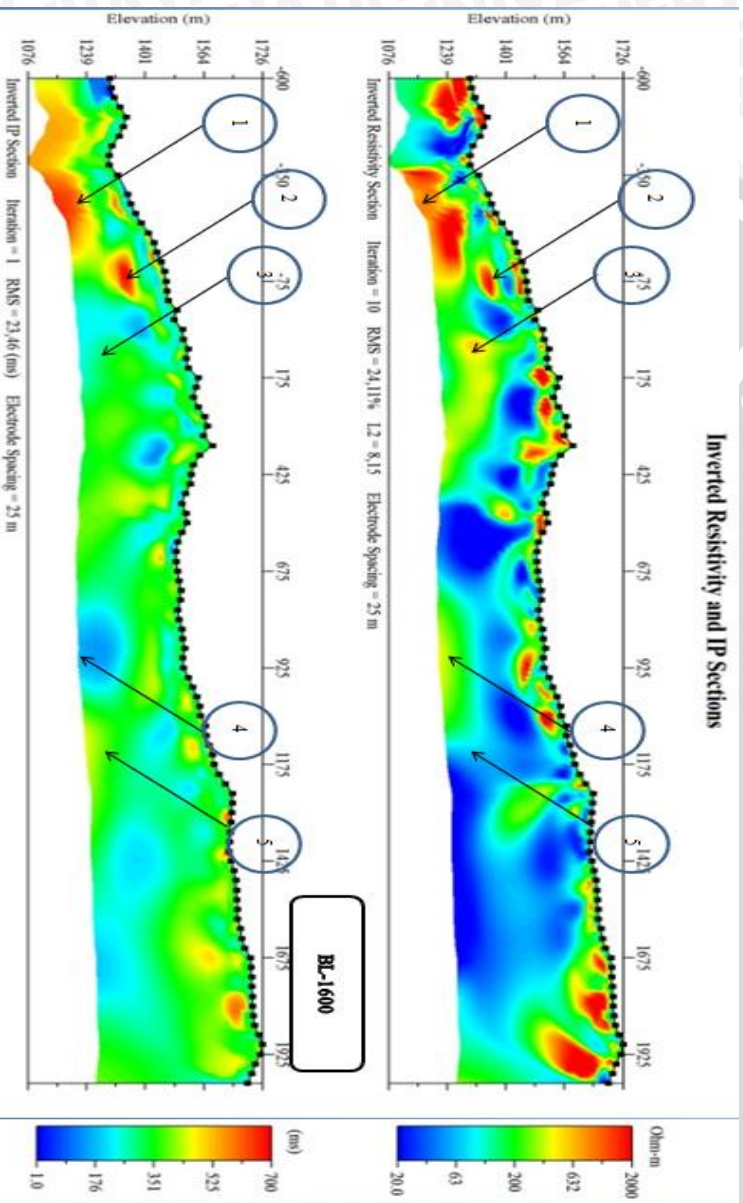
Gambar 4.3 Foto handspeciment di atas memperlihatkan ciri-ciri lithocap yang biasanya berasosiasi dengan endapan HS.
 a. Foto Breksi vulkanik hydrothermal mineralisasi *vuggy quartz* pada lereng Bujang. Vq: *Vuggy quartz*; Pyr: *Pyrite*; Hem: *Hematite*; Jar: *Jarosite*; b. Tuf Kristal, alterasi *advance argilic* berupa *quartz alunite* produk *steam heated* .

4.2 Pembahasan Terpadu

Pengambilan data IP pada daerah penelitian bertujuan untuk mengetahui penyebaran deposit emas dan zona batuan alterasi yang berada di sekitarnya berdasarkan perbedaan nilai *resistivity* dan *chargeability*. Dari kedua parameter tersebut dapat diinterpretasikan lapisan batuan yang memungkinkan membawa deposit emas. Endapan emas sistem *epithermal* memiliki karakteristik antara lain pertama, memiliki struktur patahan dan rekahan yang memungkinkan larutan *hydrothermal* untuk bergerak mengisi batuan. Kedua, urat kuarsa (*vein*) yang mengandung emas atau tidak, pembentukannya diikuti oleh fase alterasi batuan dasar. Perkembangan alterasi tergantung dari permeabilitas batuan dasarnya. Ketiga, adalah tingkat erosi atau pelapukan yang berperan untuk mengidentifikasi tersingkapnya zona urat kuarsa emas terhadap permukaan. Dari data *resistivity* dan *chargeability* yang dikombinasikan dengan data geologi diharapkan dapat memberikan interpretasi bawah permukaan yang menampilkan karakteristik deposit emas sistem *epithermal*. Berikut merupakan interpretasi dari masing-masing lintasan pengukuran.



Gambar 4.4 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1600



Gambar 4.5 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1600 disertai topografinya

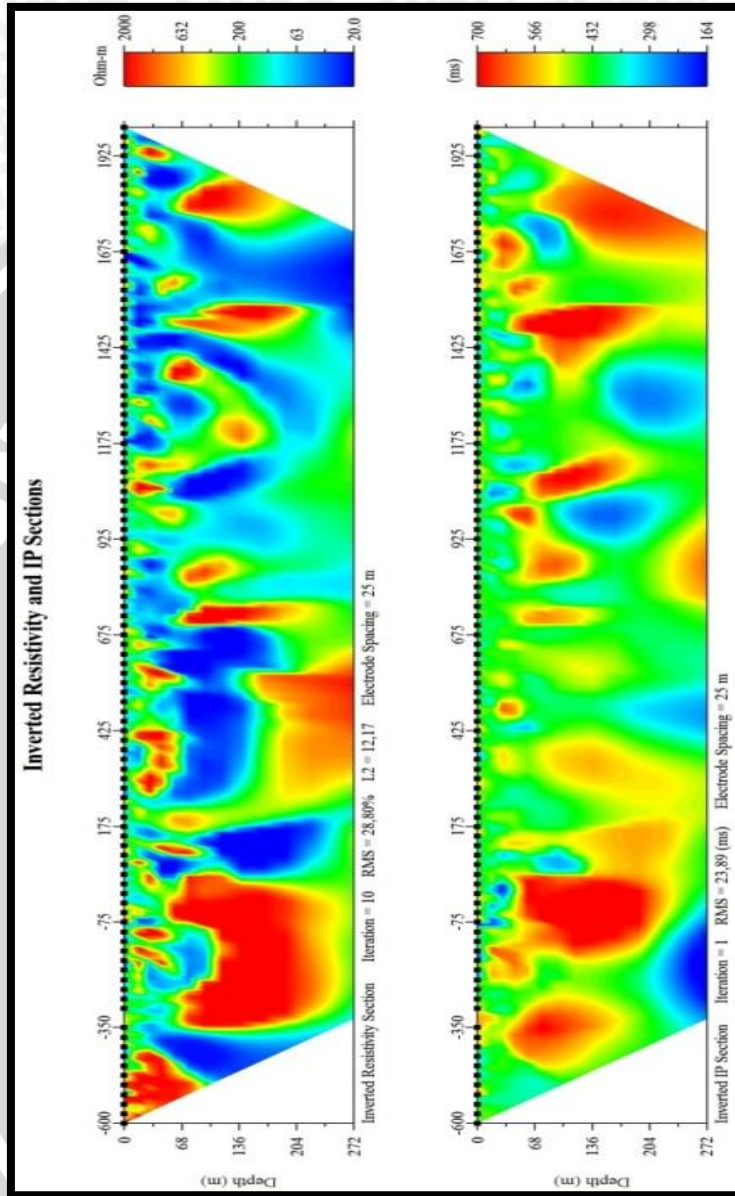
Pada lintasan BL-1600, penetrasi kedalaman hingga mencapai 300 m. Dari model 2D *resistivity* terlihat sedikitnya terdapat 3 spot-spot batuan dengan *resistivity* rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing berada pada kedalaman yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar hasil inversi *resistivity* dapat dikatakan bahwa lithologi batuan yang ada pada lintasan BL-1600 terdiri atas batuan vulkanik andesit yang berada di dekat permukaan dengan besar *resistivity* berkisar antara 400-1000 ohm-m. Batuan yang berada di permukaan ini merupakan host rock di daerah penelitian. Selanjutnya pada kedalaman sekitar 77-154 m pada jarak 500 m dengan *resistivity* rendah (<100 ohm-m), dimungkinkan adalah batuan alterasi *hydrothermal*, yang merupakan hasil alterasi dinding-dinding batuan sekitarnya akibat terkena fluida *hydrothermal*. Mineral yang dikandung adalah clay yang bersifat konduktif, sehingga merespon *resistivity* rendah. Batuan ini memanjang mengikuti kemiringan topografi lintasan BL-1600. Namun pada jarak 500-750 m, batuan alterasi ini terputus dengan adanya terobosan *resistivity* tinggi. Dimungkinkan disebabkan adanya struktur patahan. Kemudian pada kedalaman sekitar 154-231 m pada jarak 250-500 m dengan resistivitas tinggi (1000-2000 ohm-m) diperkirakan adanya batuan kuarsa.

Pada penampang 2D *chargeability* di atas terdapat spot-spot dengan nilai *chargeability* dari yang terkecil (68-700 msec). Pada daerah dekat permukaan tanah terdapat *chargeability* <350 msec, jika dihubungkan dengan nilai *resistivity* (400-1000 ohm-m) ini membuktikan bahwa pada daerah permukaan ini adalah lapisan batuan vulkanik yang tidak mengalami polarisasi yang signifikan, namun dimungkinkan mengandung sedikit mineral *clay* pada pori-pori batuan. Seperti pada gambar di atas yang telah diberi penomoran dapat ditarik hubungan antara penampang *resistivity* dengan *chargeability*. Pada tanda nomor 1 dan 2 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan kuarsa. Ini dibuktikan dari hubungan antara kedua parameter fisis tersebut memiliki kesebandingan yaitu *resistivity* yang tinggi diikuti dengan *chargeability* yang tinggi pula. Besarnya nilai *resistivity* berkisar antara 1000-2000 ohm-m dan memiliki nilai *chargeability* yang tinggi hingga mencapai 700 msec. Kemudian pada tanda nomor 3 dan 4 dimungkinkan merupakan zona alterasi akibat terkena fluida *hydrothermal*. Pada tanda nomor 5, bahwa dari

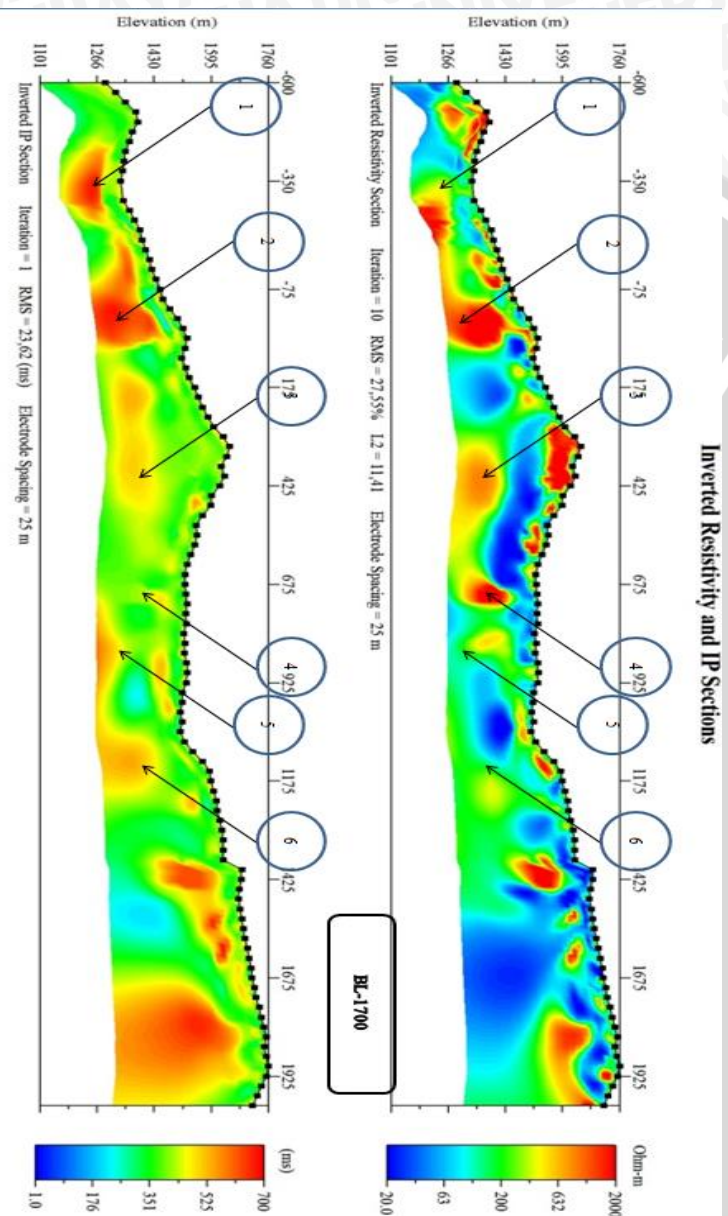
hubungan peta penampang *resistivity* dengan *chargeability* dapat diperkirakan merupakan zona silifikasi. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 200 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 450 msec yang terletak pada jarak 1750 m dengan elevasi 550-600 m. Ini dimungkinkan adalah zona silifikasi yang kemungkinan mengandung vein kuarsa yang berisi deposit emas.

Maka dari model 2D *resistivity* dan *chargeability* (gambar 4.4 dan 4.5) dapat disimpulkan bahwa daerah yang dimungkinkan terdapat vein kuarsa yang mengandung deposit emas terdapat di zona *silifikasi* pada jarak 1750 m dengan elevasi 550-600 m.





Gambar 4.6 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1700



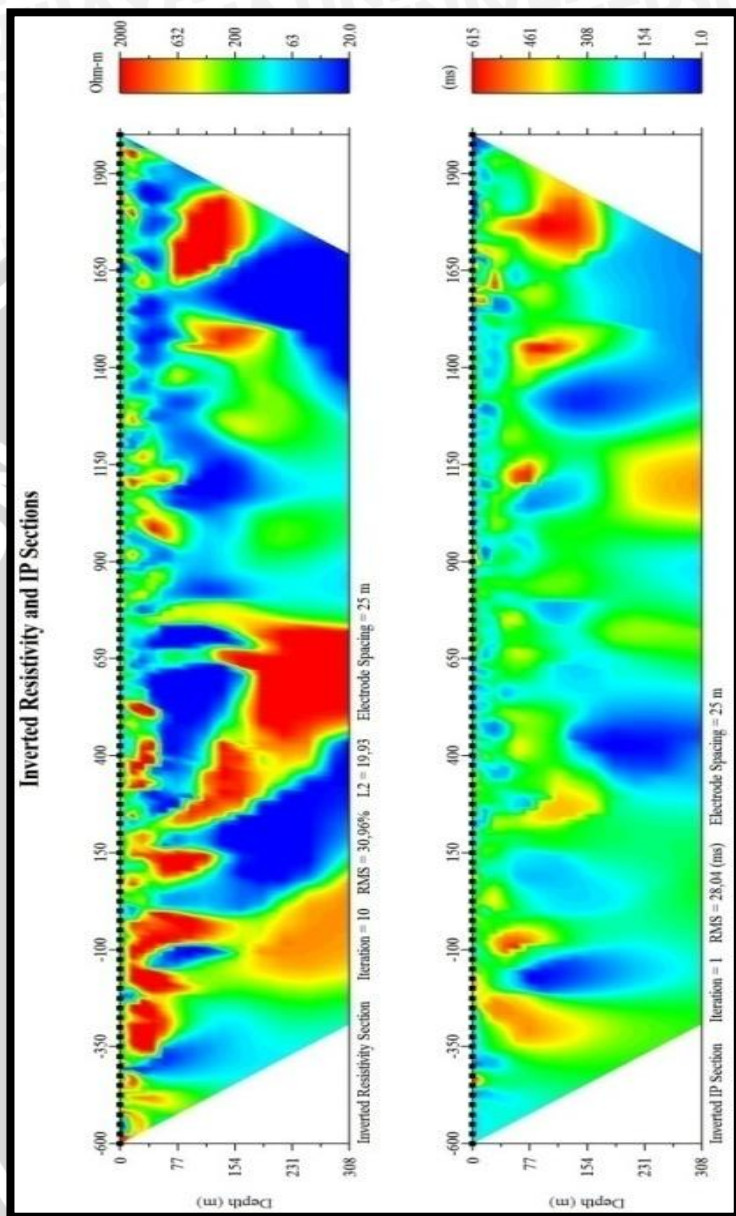
Gambar 4.7 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1700 disertai topografinya

Pada lintasan BL-1700, penetrasi kedalaman hingga mencapai 300 m. Dari model 2D *resistivity* terlihat sedikitnya terdapat 3 spot-spot batuan dengan *resistivity* rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing berada pada kedalaman yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar hasil inversi *resistivity* dapat dikatakan bahwa lithologi batuan yang ada pada lintasan BL-1700 terdiri atas batuan vulkanik andesit yang berada di dekat permukaan dengan besar *resistivity* berkisar antara 400-1000 ohm-m namun juga terdapat sebagian *clay* yang berada pada permukaan. Hal ini dapat terlihat dari nilai *resistivity* yang rendah juga terdapat di permukaan. Batuan yang berada di permukaan ini merupakan *host rock* di daerah penelitian. Selanjutnya pada kedalaman sekitar 136-204 m pada jarak 700 m dengan *resistivity* rendah (<100 ohm-m), dimungkinkan adalah batuan alterasi *hydrothermal*, yang merupakan hasil alterasi dinding-dinding batuan sekitarnya akibat terkena fluida *hydrothermal*. Mineral yang dikandung adalah *clay* yang bersifat konduktif, sehingga merespon *resistivity* rendah. Batuan ini memanjang mengikuti kemiringan topografi lintasan BL-1700. Namun pada jarak 750 m, batuan alterasi ini terputus dengan adanya terobosan *resistivity* tinggi. Dimungkinkan disebabkan adanya struktur patahan. Kemudian pada kedalaman sekitar 68-204 m pada jarak 250-500 m dengan resistivitas tinggi (1000-2000 ohm-m) diperkirakan adanya batuan kuarsa.

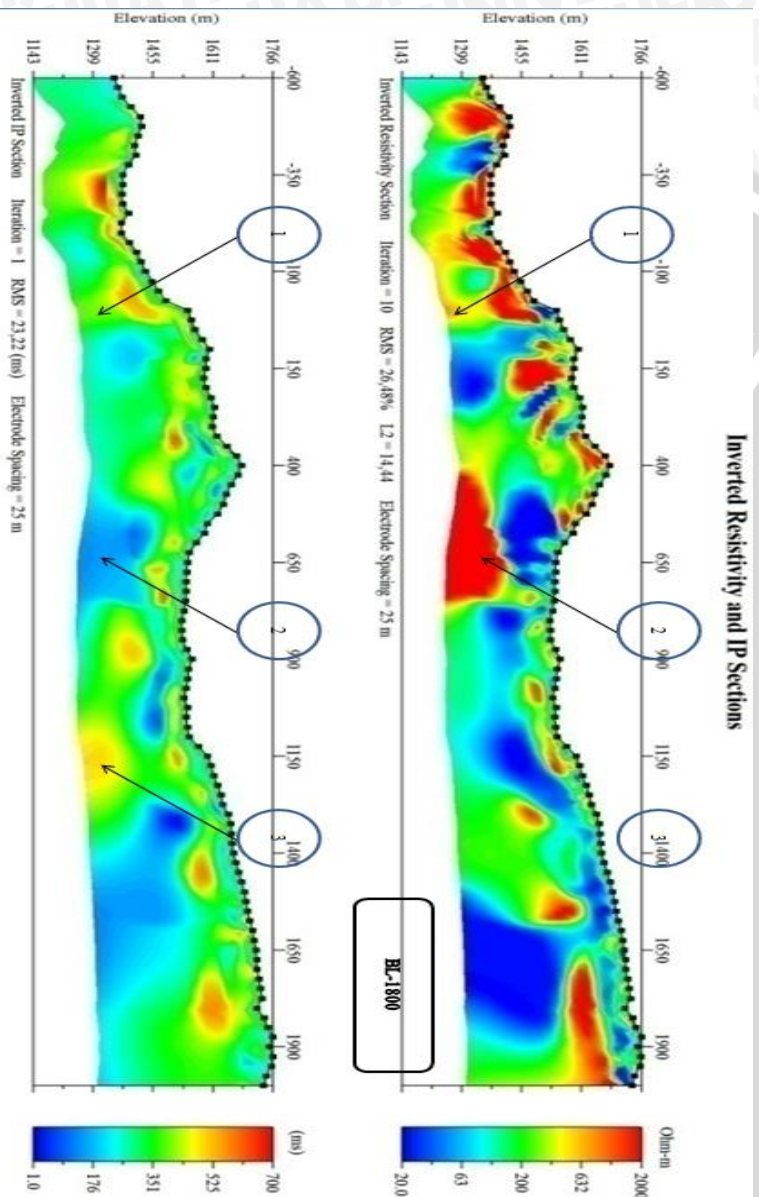
Pada penampang 2D *chargeability* di atas terdapat spot-spot dengan nilai *chargeability* dari yang terkecil (164-700 msec). Pada daerah dekat permukaan tanah terdapat *chargeability* <350 msec, jika dihubungkan dengan nilai *resistivity* (400-1000 ohm-m) ini membuktikan bahwa pada daerah permukaan ini pada jarak 0-1250 m adalah lapisan batuan vulkanik yang tidak mengalami polarisasi yang signifikan, namun dimungkinkan pada jarak 1250-2500 m mengandung sedikit mineral *clay* pada pori-pori batuan sehingga memunculkan nilai resistivitas yang rendah (<63 ohm-m). Seperti pada gambar di atas yang telah diberi penomoran dapat ditarik hubungan antara penampang *resistivity* dengan *chargeability*. Pada tanda nomor 1 dan 2 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan kuarsa. Ini dibuktikan dari hubungan antara kedua parameter fisis tersebut memiliki kesebandingan yaitu *resistivity* yang tinggi diikuti dengan *chargeability* yang tinggi pula. Besarnya nilai *resistivity*

berkisar antara 1000-2000 ohm-m dan memiliki nilai *chargeability* yang tinggi hingga mencapai 700 msec. Kemudian pada tanda nomor 3 dan 4 dimungkinkan merupakan batuan vulkanik yang memiliki kandungan mineral sulfida karena memiliki nilai *chargeability* sekitar 500 msec. Pada tanda nomor 5, bahwa dari hubungan peta penampang *resistivity* dengan *chargeability* dapat diperkirakan merupakan zona alterasi argilik. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 100 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 450 msec yang terletak pada jarak 1375 m dengan elevasi 600-650 m. Ini dimungkinkan adalah zona argilik yang kemungkinan mengandung deposit emas. Pada tanda nomor 6, diperkirakan merupakan zona *silifikasi*. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 200 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 450-550 msec yang terletak pada jarak 1750 m dengan elevasi 500-600 m. Ini dimungkinkan adalah zona *silifikasi* yang kemungkinan mengandung *vein* kuarsa yang berisi deposit emas.

Maka dari model 2D *resistivity* dan *chargeability* (gambar 4.6 dan 4.7) dapat disimpulkan bahwa daerah yang dimungkinkan terdapat *vein* kuarsa yang mengandung deposit emas terdapat di zona alterasi argilik pada jarak 1375 m dengan elevasi 600-650 m dan zona *silifikasi* pada jarak 1750 m dengan elevasi 500-600 m.



Gambar 4.8 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1800



Gambar 4.9 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1800 disertai topografinya

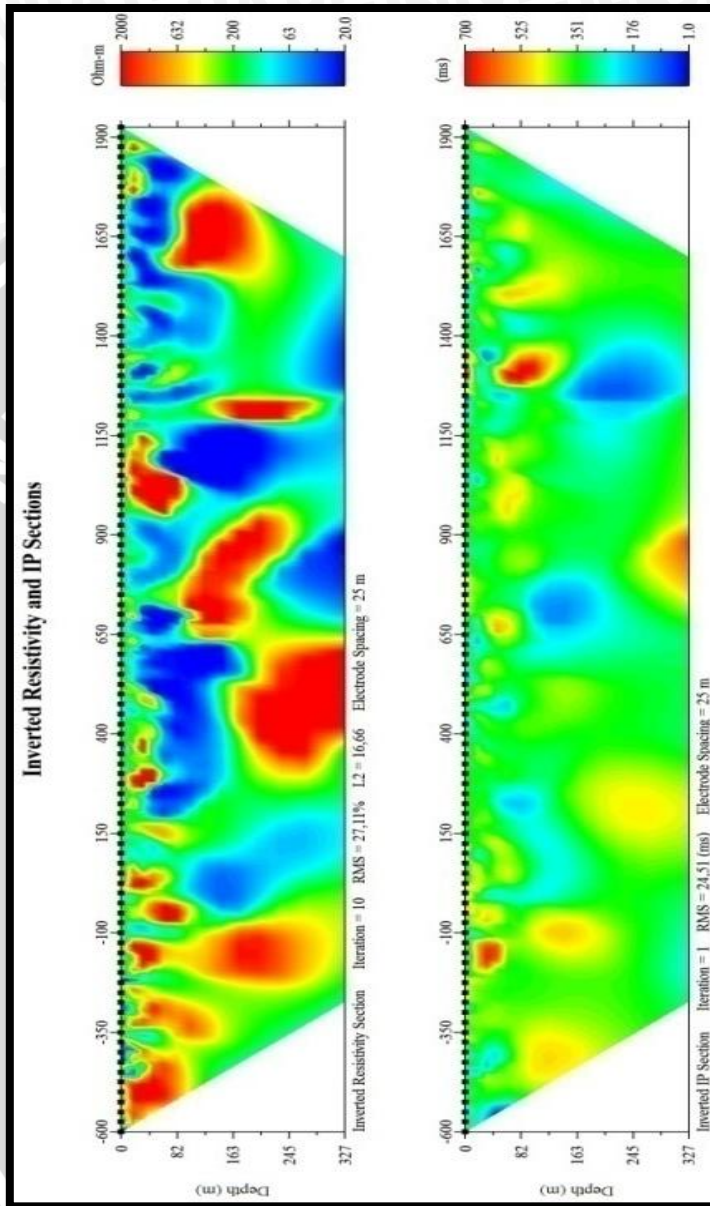
Pada lintasan BL-1800, penetrasi kedalaman hingga mencapai 300 m. Dari model 2D *resistivity* terlihat sedikitnya terdapat 3 spot-spot batuan dengan *resistivity* rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing berada pada kedalaman yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar hasil inversi *resistivity* dapat dikatakan bahwa lithologi batuan yang ada pada lintasan BL-1800 terdiri atas batuan vulkanik andesit yang berada di dekat permukaan dengan besar *resistivity* berkisar antara 400-1000 ohm-m yang berada pada jarak 0-1125 m, namun juga terdapat sebagian *clay* yang berada pada permukaan. Hal ini dapat terlihat dari nilai *resistivity* yang rendah juga terdapat di permukaan. Batuan yang berada di permukaan ini merupakan *host rock* di daerah penelitian. Selanjutnya pada kedalaman sekitar 154-231 m pada jarak 750 m dengan *resistivity* rendah (<100 ohm-m), dimungkinkan adalah batuan alterasi *hydrothermal*, yang merupakan hasil alterasi dinding-dinding batuan sekitarnya akibat terkena fluida *hydrothermal*. Mineral yang dikandung adalah *clay* yang bersifat konduktif, sehingga merespon *resistivity* rendah. Namun pada jarak 750 m, batuan alterasi ini terputus dengan adanya terobosan *resistivity* tinggi. Dimungkinkan disebabkan adanya struktur patahan. Kemudian pada kedalaman sekitar 231 m pada jarak 500 m dan 1250 m dengan resistivitas tinggi (1000-2000 ohm-m) diperkirakan adanya batuan vulkanik andesit.

Pada penampang 2D *chargeability* di atas terdapat spot-spot dengan nilai *chargeability* dari yang terkecil (1-615 msec). Pada daerah dekat permukaan tanah terdapat *chargeability* <350 msec, jika dihubungkan dengan nilai *resistivity* (400-1000 ohm-m) ini membuktikan bahwa pada daerah permukaan ini adalah lapisan batuan vulkanik yang tidak mengalami polarisasi yang signifikan, namun dimungkinkan mengandung sedikit mineral *clay* pada pori-pori batuan. Seperti pada gambar di atas yang telah diberi penomoran dapat ditarik hubungan antara penampang *resistivity* dengan *chargeability*. Pada tanda nomor 1 dan 2 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan vulkanik andesit. Batuan ini diperkirakan tidak mengandung mineral sulfida karena pada peta penampang *chargeability* memiliki nilai yang rendah. Besarnya nilai *resistivity* berkisar antara 1000-2000 ohm-m dan memiliki nilai *chargeability* sekitar <176 msec. Kemudian pada tanda nomor 3, bahwa dari hubungan peta penampang *resistivity* dengan *chargeability* dapat

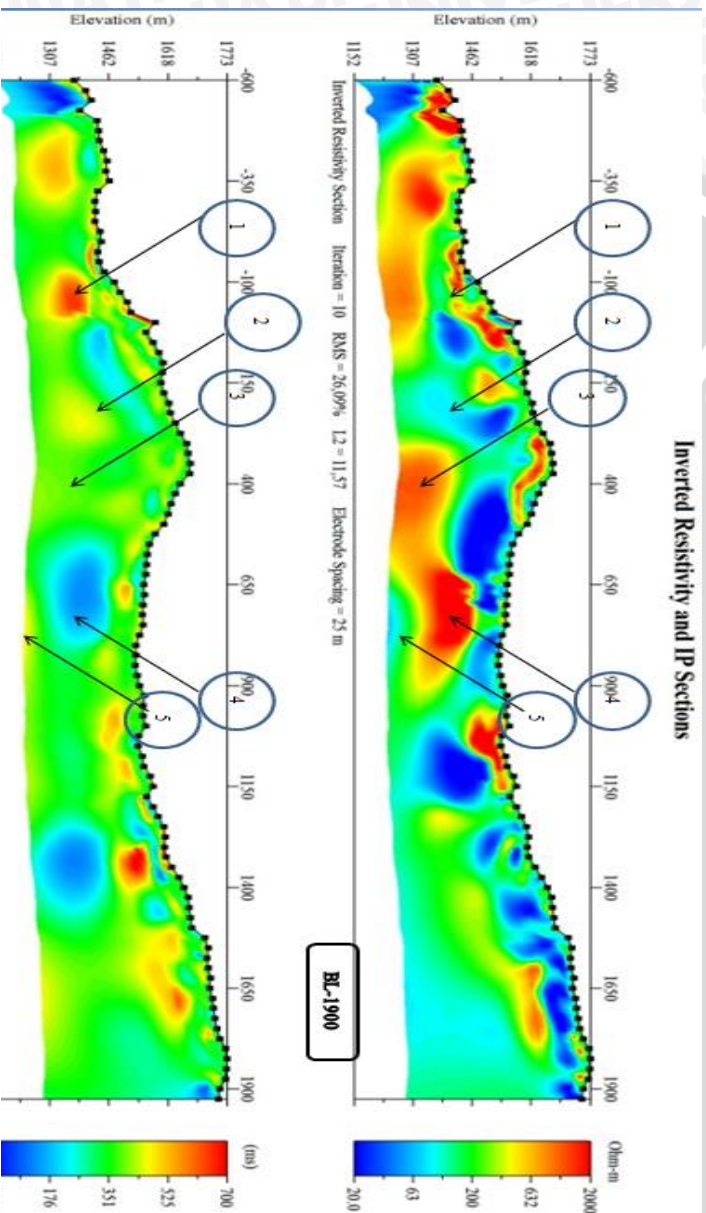
diperkirakan merupakan zona *silifikasi*. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 100 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 500 msec yang terletak pada jarak 1750 m dengan elevasi 550-600 m. Ini dimungkinkan adalah zona *silifikasi* yang kemungkinan mengandung *vein* kuarsa yang berisi deposit emas.

Maka dari model 2D *resistivity* dan *chargeability* (gambar 4.8 dan 4.9) dapat disimpulkan bahwa daerah yang dimungkinkan terdapat *vein* kuarsa yang mengandung deposit emas terdapat di zona *silifikasi* pada jarak 1750 m dengan elevasi 550-600 m.





Gambar 4.10 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1900



Gambar 4.11 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-1900 disertai topografinya

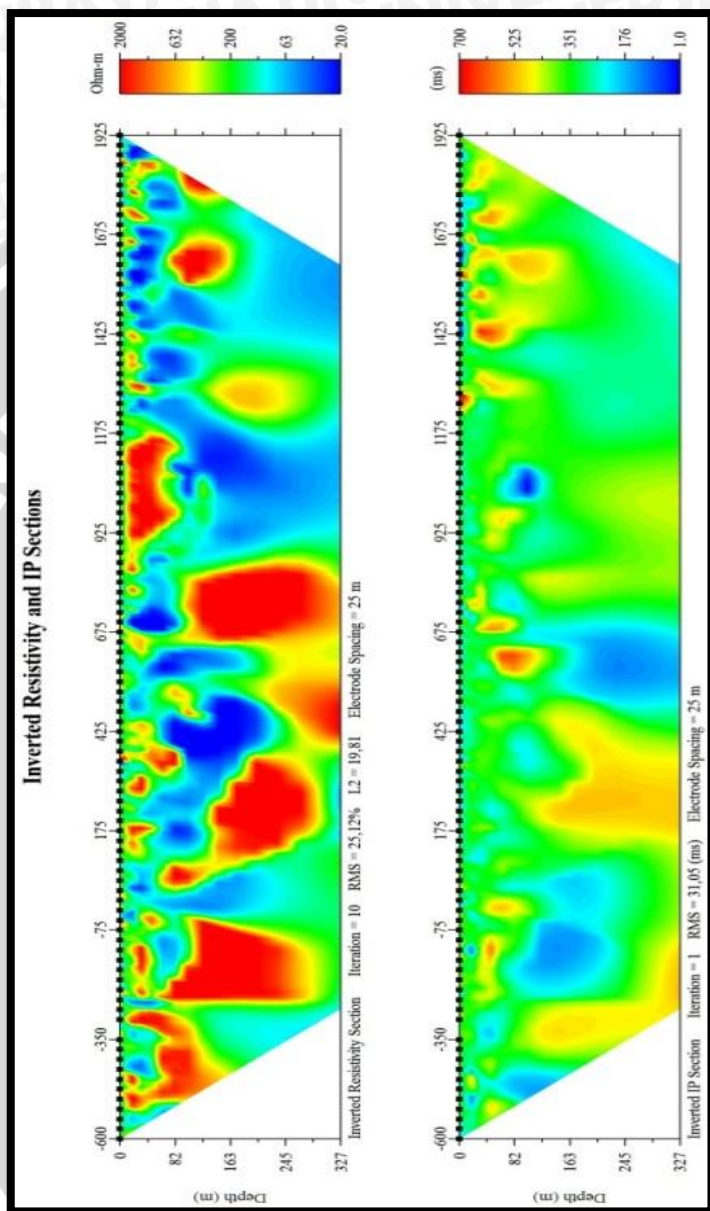
Pada lintasan BL-1900, penetrasi kedalaman hingga mencapai 300 m. Dari model 2D *resistivity* terlihat sedikitnya terdapat 3 spot-spot batuan dengan *resistivity* rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing berada pada kedalaman yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar hasil inversi *resistivity* dapat dikatakan bahwa lithologi batuan yang ada pada lintasan BL-1900 terdiri atas batuan vulkanik andesit yang berada di dekat permukaan dengan besar *resistivity* berkisar antara 400-1000 ohm-m namun juga terdapat sebagian *clay* yang berada pada permukaan. Hal ini dapat terlihat dari nilai *resistivity* yang rendah juga terdapat di permukaan. Batuan yang berada di permukaan ini merupakan *host rock* di daerah penelitian. Selanjutnya pada kedalaman sekitar 120-245 m pada jarak 600 m dengan *resistivity* rendah (<100 ohm-m), dimungkinkan adalah batuan alterasi *hydrothermal*, yang merupakan hasil alterasi dinding-dinding batuan sekitarnya akibat terkena fluida *hydrothermal*. Mineral yang dikandung adalah *clay* yang bersifat konduktif, sehingga merespon *resistivity* rendah.

Pada penampang 2D *chargeability* di atas terdapat spot-spot dengan nilai *chargeability* dari yang terkecil (1-700 msec). Pada daerah dekat permukaan tanah terdapat *chargeability* <350 msec, jika dihubungkan dengan nilai *resistivity* (400-1000 ohm-m) ini membuktikan bahwa pada daerah permukaan ini pada jarak 0-1000 m adalah lapisan batuan vulkanik yang tidak mengalami polarisasi yang signifikan, namun dimungkinkan pada jarak 1250-2500 m mengandung sedikit mineral *clay* pada pori-pori batuan sehingga memunculkan nilai resistivitas yang rendah (<63 ohm-m). Seperti pada gambar di atas yang telah diberi penomoran dapat ditarik hubungan antara penampang *resistivity* dengan *chargeability*. Pada tanda nomor 1 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan vulkanik. Besarnya nilai *resistivity* berkisar antara 700-1000 ohm-m dan memiliki nilai *chargeability* yang tinggi hingga mencapai 500 msec. Pada tanda nomor 2, bahwa dari hubungan peta penampang *resistivity* dengan *chargeability* dapat diperkirakan merupakan zona alterasi argilik. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 100 ohm-m dan nilai *chargeability* >632 msec yang terletak pada jarak 750 m dengan elevasi 300-350 m. Ini dimungkinkan adalah zona argilik yang kemungkinan mengandung deposit emas. Pada tanda nomor 3 dan 4 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan vulkanik

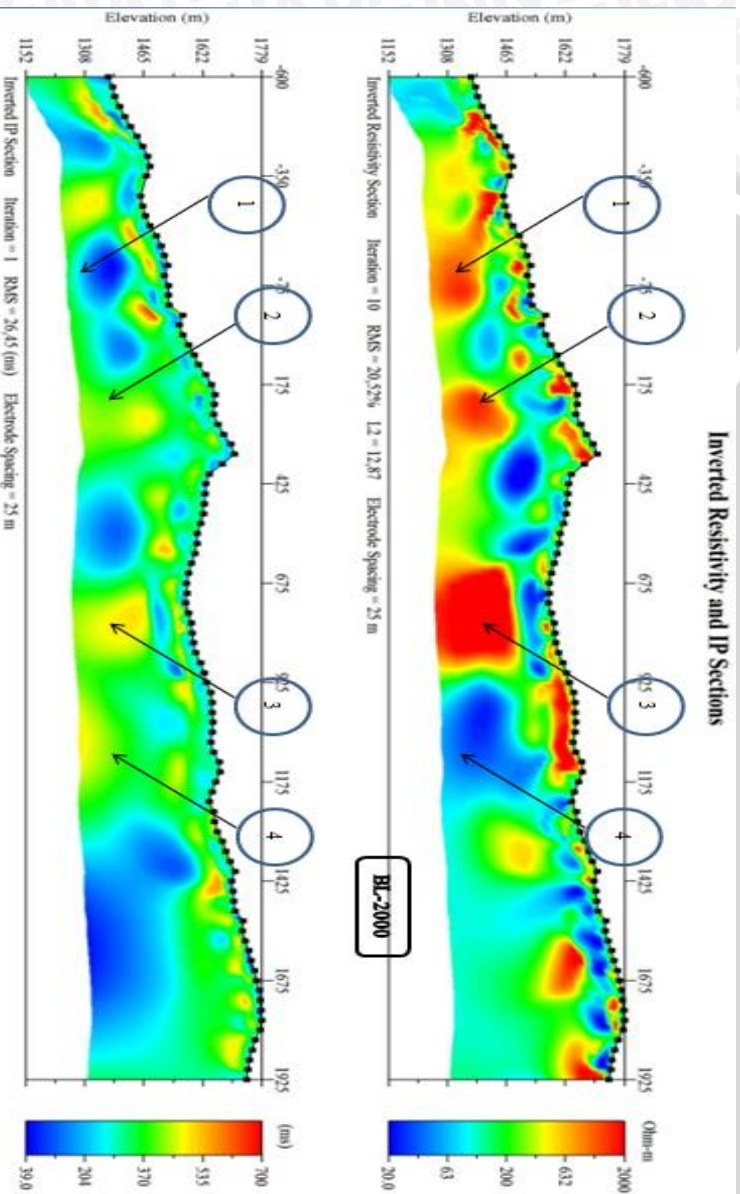
andesit. Batuan ini diperkirakan tidak mengandung mineral sulfida karena pada peta penampang *chargeability* memiliki nilai yang rendah. Pada tanda nomor 5, diperkirakan merupakan zona *silifikasi*. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 160 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 450-525 msec yang terletak pada jarak 1300 m dengan elevasi 500-550 m. Ini dimungkinkan adalah zona *silifikasi* yang kemungkinan mengandung *vein* kuarsa yang berisi deposit emas.

Maka dari model 2D *resistivity* dan *chargeability* (gambar 4.10 dan 4.11) dapat disimpulkan bahwa daerah yang dimungkinkan terdapat *vein* kuarsa yang mengandung deposit emas terdapat di zona alterasi argilik pada jarak 750 m dengan elevasi 300-350 m dan zona *silifikasi* pada jarak 1300 m dengan elevasi 500-550 m.





Gambar 4.12 Penampang 2D hasil inversi resistivity dan IP pada lintasan BL-2000



Gambar 4.13 Penampang 2D hasil inversi *Resistivity* dan IP pada lintasan BL-2000 disertai topografinya

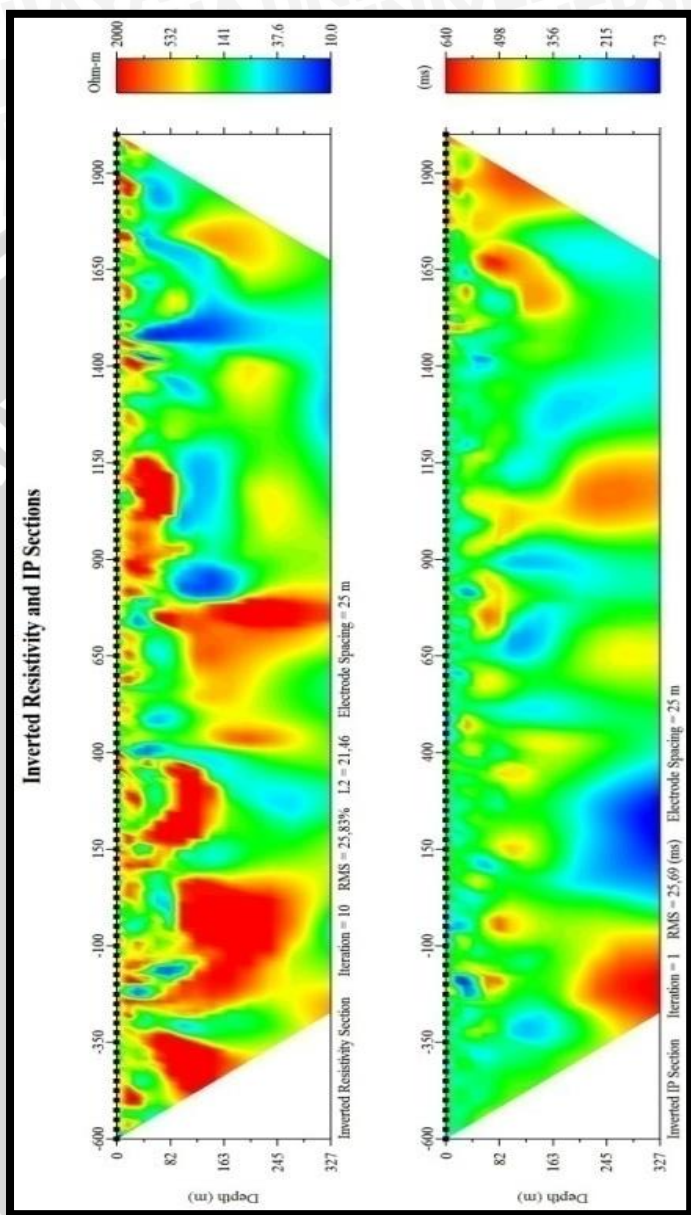
Pada lintasan BL-2000, penetrasi kedalaman hingga mencapai 300 m. Dari model 2D *resistivity* terlihat sedikitnya terdapat 3 spot-spot batuan dengan *resistivity* rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing berada pada kedalaman yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar hasil inversi *resistivity* dapat dikatakan bahwa lithologi batuan yang ada pada lintasan BL-2000 terdiri atas batuan vulkanik andesit yang berada di dekat permukaan dengan besar *resistivity* berkisar antara 400-1000 ohm-m namun juga terdapat sebagian *clay* yang berada pada permukaan. Hal ini dapat terlihat dari nilai *resistivity* yang rendah juga terdapat di permukaan. Batuan yang berada di permukaan ini merupakan *host rock* di daerah penelitian. Selanjutnya pada kedalaman sekitar 82-204 m pada jarak 750-1000 m dengan *resistivity* rendah (<63 ohm-m), dimungkinkan adalah batuan alterasi *hydrothermal*, yang merupakan hasil alterasi dinding-dinding batuan sekitarnya akibat terkena fluida *hydrothermal*. Mineral yang dikandung adalah *clay* yang bersifat konduktif, sehingga merespon *resistivity* rendah. Batuan ini memanjang mengikuti kemiringan topografi lintasan BL-2000. Namun pada jarak 750 m, batuan alterasi ini terputus dengan adanya terobosan *resistivity* tinggi. Dimungkinkan disebabkan adanya struktur patahan.

Pada penampang 2D *chargeability* di atas terdapat spot-spot dengan nilai *chargeability* dari yang terkecil (39-700 msec). Pada daerah dekat permukaan tanah terdapat *chargeability* < 204 msec, jika dihubungkan dengan nilai *resistivity* (400-1000 ohm-m) ini membuktikan bahwa pada daerah permukaan ini pada jarak 0-1000 m adalah lapisan batuan vulkanik yang tidak mengalami polarisasi yang signifikan, namun dimungkinkan pada jarak 1750-2500 m mengandung sedikit mineral *clay* pada pori-pori batuan sehingga memunculkan nilai resistivitas yang rendah (<63 ohm-m). Seperti pada gambar di atas yang telah diberi penomoran dapat ditarik hubungan antara penampang *resistivity* dengan *chargeability*. Pada tanda nomor 1 dan 2 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan vulkanik andesit. Batuan ini diperkirakan tidak mengandung mineral sulfida karena pada peta penampang *chargeability* memiliki nilai yang rendah. Sedangkan pada tanda nomor 3 dimungkinkan merupakan batuan vulkanik yang memiliki kandungan mineral sulfida karena memiliki nilai *chargeability* sekitar 500 msec.

Besarnya nilai *resistivity* berkisar antara 700-1000 ohm-m dan memiliki nilai *chargeability* yang tinggi hingga mencapai 500 msec. Pada tanda nomor 4, bahwa dari hubungan peta penampang *resistivity* dengan *chargeability* dapat diperkirakan merupakan zona *silifikasi*. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar <100 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 450 msec yang terletak pada jarak 1625 m dengan elevasi 450-500 m. Ini dimungkinkan adalah zona *silifikasi* yang kemungkinan mengandung *vein* kuarsa yang berisi deposit emas.

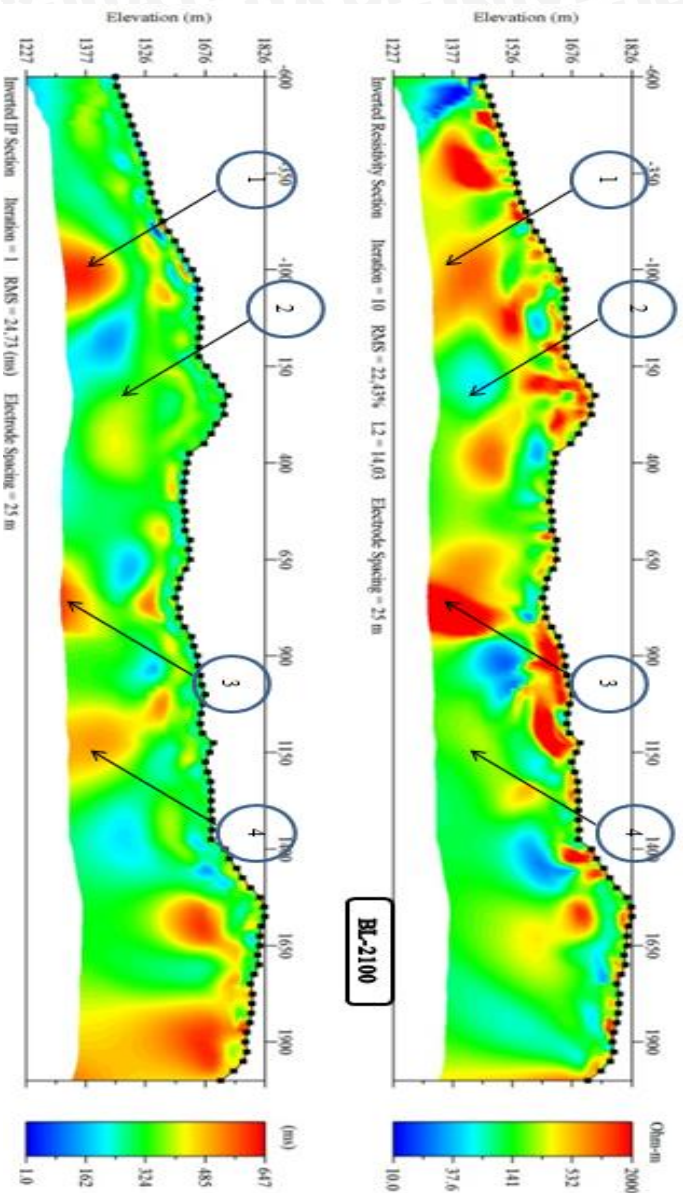
Maka dari model 2D *resistivity* dan *chargeability* (gambar 4.12 dan 4.13) dapat disimpulkan bahwa daerah yang dimungkinkan terdapat *vein* kuarsa yang mengandung deposit emas terdapat di zona *silifikasi* pada jarak 1625 m dengan elevasi 450-500 m.





Gambar 4.14 Penampang 2D hasil inversi resistivity dan IP pada lintasan BL-2100

Inverted Resistivity and IP Sections



Gambar 4.15 Penampang 2D hasil inversi Resistivity dan IP pada lintasan BL-2100 disertai topografinya

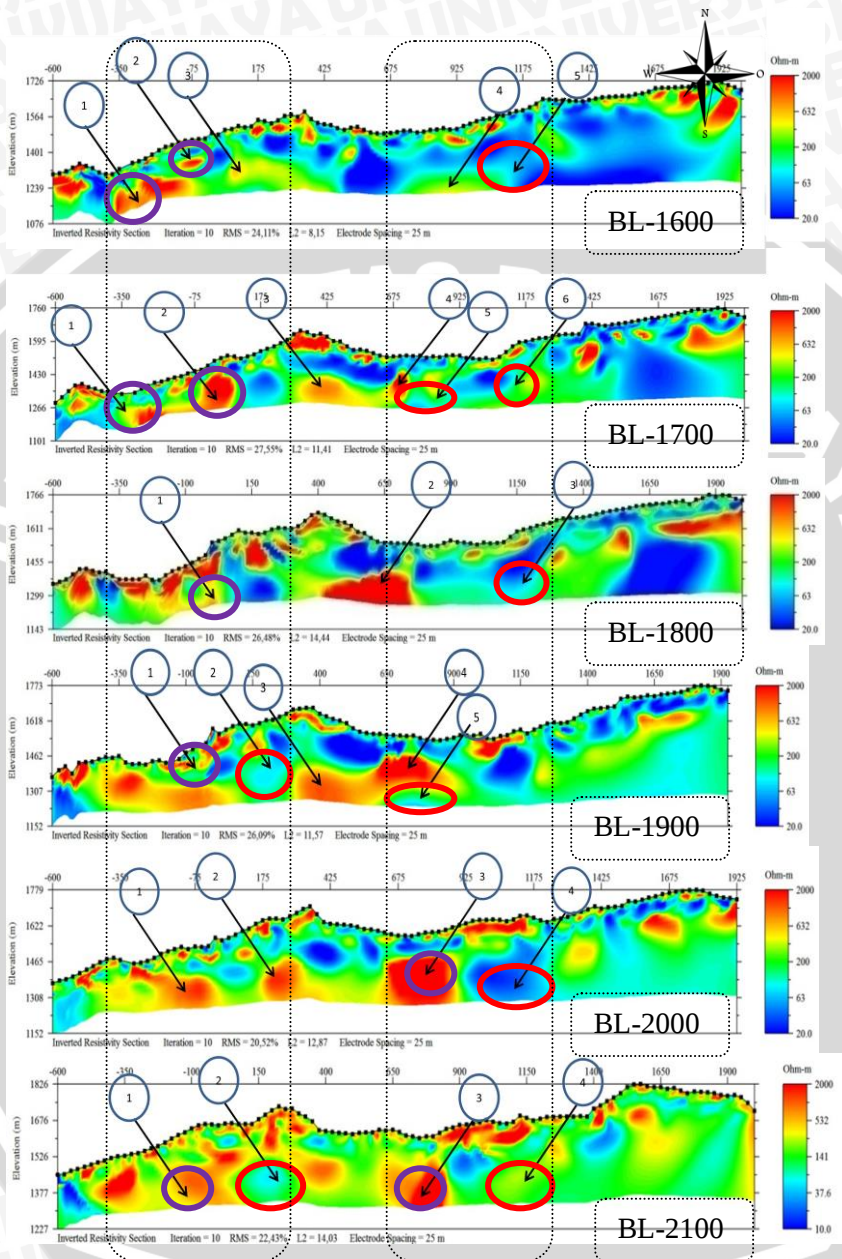
Pada lintasan BL-2100, penetrasi kedalaman hingga mencapai 300 m. Dari model 2D *resistivity* terlihat sedikitnya terdapat 3 spot-spot batuan dengan *resistivity* rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing berada pada kedalaman yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar hasil inversi *resistivity* dapat dikatakan bahwa lithologi batuan yang ada pada lintasan BL-2100 terdiri atas batuan vulkanik andesit yang berada di dekat permukaan dengan besar *resistivity* berkisar antara 400-1000 ohm-m. Batuan yang berada di permukaan ini merupakan *host rock* di daerah penelitian. Selanjutnya pada kedalaman sekitar 245-327 m pada jarak 1125 m dengan *resistivity* rendah (<63 ohm-m). Ini dimungkinkan adalah zona batuan alterasi yang kemungkinan mengandung deposit emas serta dimungkinkan batuan tersebut membuntuk kubah jika dilakukan penelitian yang memiliki penetrasi lebih dalam.

Pada penampang 2D *chargeability* di atas terdapat spot-spot dengan nilai *chargeability* dari yang terkecil (73-640 msec). Pada daerah dekat permukaan tanah terdapat *chargeability* <162 msec, jika dihubungkan dengan nilai *resistivity* (400-1000 ohm-m) ini membuktikan bahwa pada daerah permukaan di sepanjang lintasan ini adalah lapisan batuan vulkanik yang tidak mengalami polarisasi yang signifikan sehingga menunjukkan nilai *chargeability* yang rendah. Seperti pada gambar di atas yang telah diberi penomoran dapat ditarik hubungan antara penampang *resistivity* dengan *chargeability*. Pada tanda nomor 1 dan 3 dapat diperkirakan bahwa terdapat batuan kuarsa. Ini dibuktikan dari hubungan antara kedua parameter fisis tersebut memiliki kesebandingan yaitu *resistivity* yang tinggi diikuti dengan *chargeability* yang tinggi pula. Besarnya nilai *resistivity* berkisar antara 1000-2000 ohm-m dan memiliki nilai *chargeability* yang tinggi hingga mencapai 600 msec. Pada tanda nomor 2, bahwa dari hubungan peta penampang *resistivity* dengan *chargeability* dapat diperkirakan merupakan zona alterasi argilik. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 80 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 400 msec yang terletak pada jarak 750 m dengan elevasi 350 m. Ini dimungkinkan adalah zona argilik yang kemungkinan mengandung deposit emas. Pada tanda nomor 4, diperkirakan merupakan zona *silifikasi*. Pada spot ini memiliki nilai *resistivity* sekitar 200 ohm-m dan nilai *chargeability* sekitar 450-550 msec yang terletak pada jarak 1750 m dengan elevasi 500-600 m. Ini

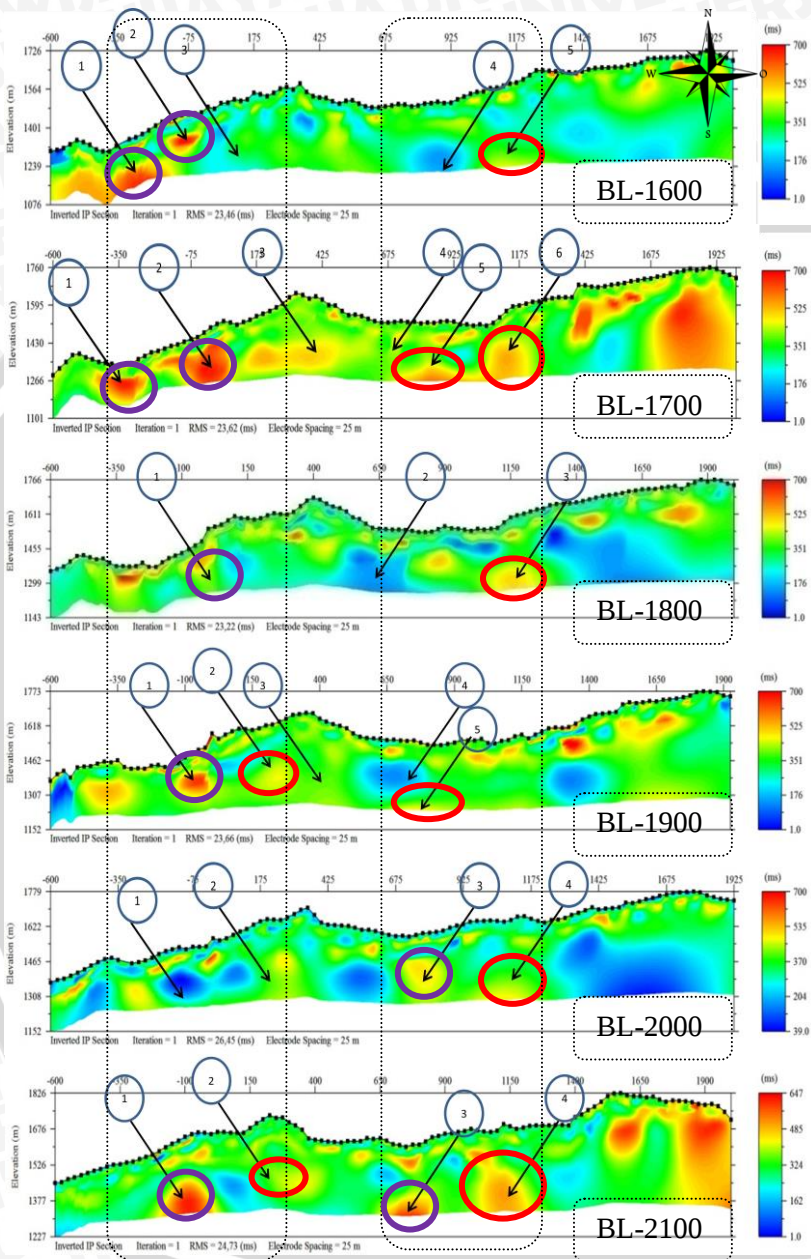
dimungkinkan adalah zona *silifikasi* yang kemungkinan mengandung *vein* kuarsa yang berisi deposit emas.

Maka dari model 2D *resistivity* dan *chargeability* (gambar 4.14 dan 4.15) dapat disimpulkan bahwa daerah yang dimungkinkan terdapat *vein* kuarsa yang mengandung deposit emas terdapat di zona alterasi argilik pada jarak 750 m dengan elevasi 350 m dan zona *silifikasi* pada jarak 1750 m dengan elevasi 500-600 m.





Gambar 4.16 Penampang *resistivity* 2D pada seluruh lintasan



Gambar 4.17 Penampang *chargeability* 2D pada seluruh lintasan

Berdasarkan respon anomali *resistivity* maupun *chargeability* terdapat zona yang menarik sesuai dengan yang telah saya tandai pada gambar 4.16 dan 4.17. Zona tersebut ditunjukkan dengan tanda lingkaran berwarna merah serta lingkaran berwarna ungu. Sedikitnya terdapat 2 daerah yang menarik dari hubungan antara penampang *resistivity* dan *chargeability*. Daerah tersebut terletak pada jarak 200 – 875 m dan 1250 – 1850 m, seperti pada gambar 4.16. Zona yang terletak pada jarak 1250 – 1850 m terlihat kemenerusan nilai resistivitas rendah < 200 ohm m masih menerus ke arah selatan. Kemudian pada jarak 200 – 875 m juga terlihat kemenerusan nilai resistivitas tinggi > 850 ohm m yang diduga merupakan batuan dasar setempat yang diintrusi oleh fluida hidrotermal (*host rock*) yang masih *fresh*. Ini berarti batuan tersebut tidak mengalami proses alterasi dan sedikit mengalami pelapukan, dalam hal ini adalah batuan andesit dan breksi andesitik. Respon anomali *resistivity* ini ternyata juga diikuti dengan respon anomali *chargeability* yang tinggi (*high chargeability*), seperti pada gambar 4.17. Nilai *chargeability* yang berada pada zona 1250 – 1850 m tersebut sangat tinggi hingga > 450 ms. Sedangkan pada jarak 200 – 875 m terdapat zona yang memiliki nilai *chargeability* lebih tinggi yaitu sekitar 500 – 700 ms.

Berdasarkan kedua penampang tersebut dapat dikorelasikan sehingga menghasilkan suatu nilai *metal factor* (MF). Berdasarkan hasil perhitungan nilai MF, bahwa terdiri atas 3 nilai MF seperti tabel 4.1.

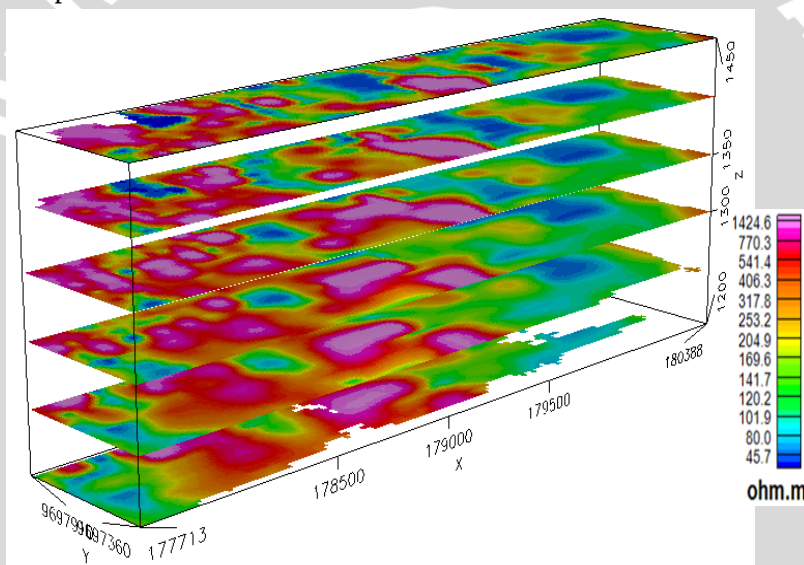
Tabel 4.1 Nilai *Metal Factor* (M) berdasarkan hubungan antara parameter *resistivity* (ρ) dan *chargeability* (M)

<i>Resistivity</i> (ρ) ohm.m	<i>Chargeability</i> (M) ms	<i>Metal Factor</i> (MF) ms/ohm.m	Material
700 – 1500	80 – 175	54 – 250	Batuan vulkanik
1000 – 1500	500 – 700	400 – 588	Sebaran sulfida
50 – 200	450 – 650	2250 – 9000	Rekahan terisi oleh sulfida

Metal factor (MF) ini merupakan suatu besaran yang menentukan seberapa banyak mineral logam dalam batuan. Parameter *metal factor* digunakan untuk mengkompensasi parameter IP terhadap harga harga tahanan jenisnya. Hal itu bisa dilihat dari hasil perhitungan nilai MF pada lampiran 6, bahwa nilai *chargeability* yang tinggi belum tentu suatu batuan tersebut mengandung mineral logam. Nilai *resistivity* juga menentukan keberadaan suatu mineral logam ketika dihubungkan dengan nilai *chargeability*.

Nilai *metal factor* yang rendah berkisar antara 54 – 250 ms/ohm m. Ini diduga tidak terdapat mineral yang terkandung dalam batuan. Kemudian pada gambar 4.16 dan 4.17 yang telah diberi tanda lingkaran berwarna ungu memiliki nilai *metal factor* sedang, yaitu berkisar antara 400 – 588 ms/ohm m. Zona ini diduga merupakan batuan kuarsa di mana memiliki nilai *resistivity* tinggi (1000 – 2000 ohm m) diikuti nilai *chargeability* yang tinggi pula (500 – 700 ms). Namun batuan ini diduga sedikit memiliki kandungan mineral logam pada pori-pori batuan. Sedangkan pada tanda lingkaran merah memiliki nilai MF yang cukup besar, yaitu berkisar antara 2250 – 9000 ms/ohm m. Zona ini diduga merupakan zona alterasi argilik dan zona *silifikasi* yang mengandung mineral sulfida logam. Nilai MF yang tinggi pada tanda lingkaran berwarna merah tersebut (gambar 4.16 dan 4.17) mengindikasikan bahwa struktur yang ada terisi oleh larutan hidrotermal dan memiliki kandungan mineral tinggi.

Dapat dilihat bahwa baik anomali *chargeability* maupun *resistivity* semakin ke selatan mengalami kemenerusan namun sedikit bergeser ke barat yang menandakan adanya struktur. Selain itu pada penampang *resistivity* juga menunjukkan bahwa munculnya nilai *resistivity* tinggi saat dipermukaan dan menghilang pada kedalaman tertentu kemudian muncul lagi pada kedalaman yang lebih dalam, hal itu menunjukkan adanya struktur. Pada struktur tersebut ternyata juga berkorelasi dengan anomali *chargeability* yang menghasilkan nilai *metal factor* yang tinggi. Dari kedua hubungan itulah dapat dikatakan bahwa mineralisasi logam setempat dikontrol oleh struktur berupa sesar.

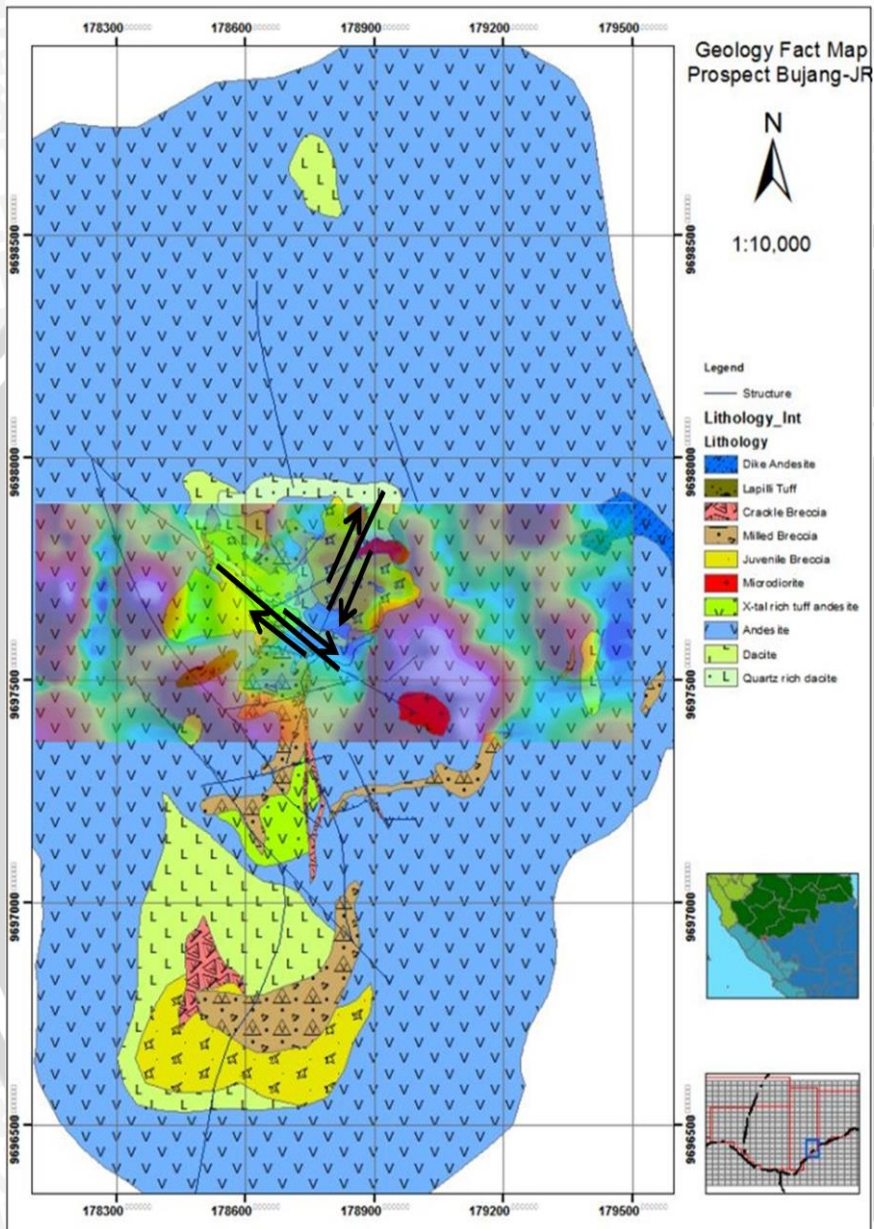


Gambar 4.18 Hasil *slicing* dari visualisasi 3D *Resistivity*

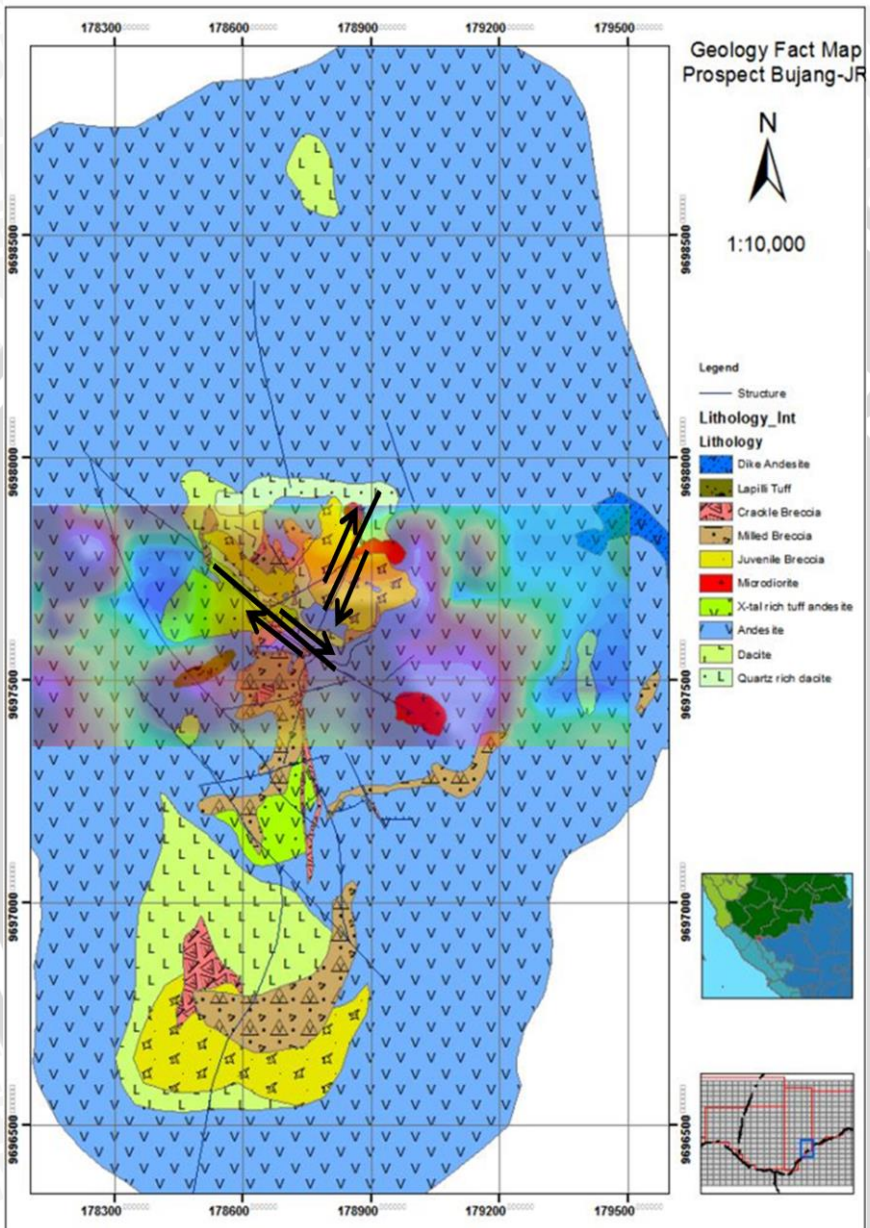
Berdasarkan hasil inversi 2D di atas kemudian dilakukan visualisasi 3D untuk memperkuat atau memperjelas interpretasi. Dari visualisasi 3D (Lampiran 2 dan 3) dapat dilihat kemungkinan adanya struktur di daerah penelitian serta zona alterasi dan *silifikasi* yang diduga mengandung deposit emas. Untuk melihat kemenerusan anomali yang terjadi pada setiap lapisan maka dilakukan *slicing* atau pemotongan pada penampang dari penampang 3D *resistivity*.

Gambar 4.18 merupakan hasil *slicing* dari penampang 3D *Resistivity* sebanyak 6 lembar. Pemotongan tersebut dilakukan dengan kenaikan kedalaman setiap 50 m. Elevasi tertinggi pada daerah penelitian sekitar 1700 m dan *slicing* dimulai dengan elevasi 1200 – 1450 m. Itu artinya *slicing* dimulai dari kedalaman sekitar 250 m sampai 500 m dari permukaan tanah dengan. Dengan dilakukannya *slicing* ini maka dapat dilihat pola kemenerusannya, kenampakan struktur, serta zona alterasi maupun *silifikasi* akan diketahui ketika lembaran hasil *slicing* ini di *overlay* pada peta geologi dan peta alterasi daerah penelitian. Dapat terlihat dari gambar bahwa di permukaan dan kedalaman tertentu membentuk kemenerusan. Keberadaan struktur (sesar/rekahan) juga dapat diamati dari pola anomaly *resistivity* yang terbentuk.





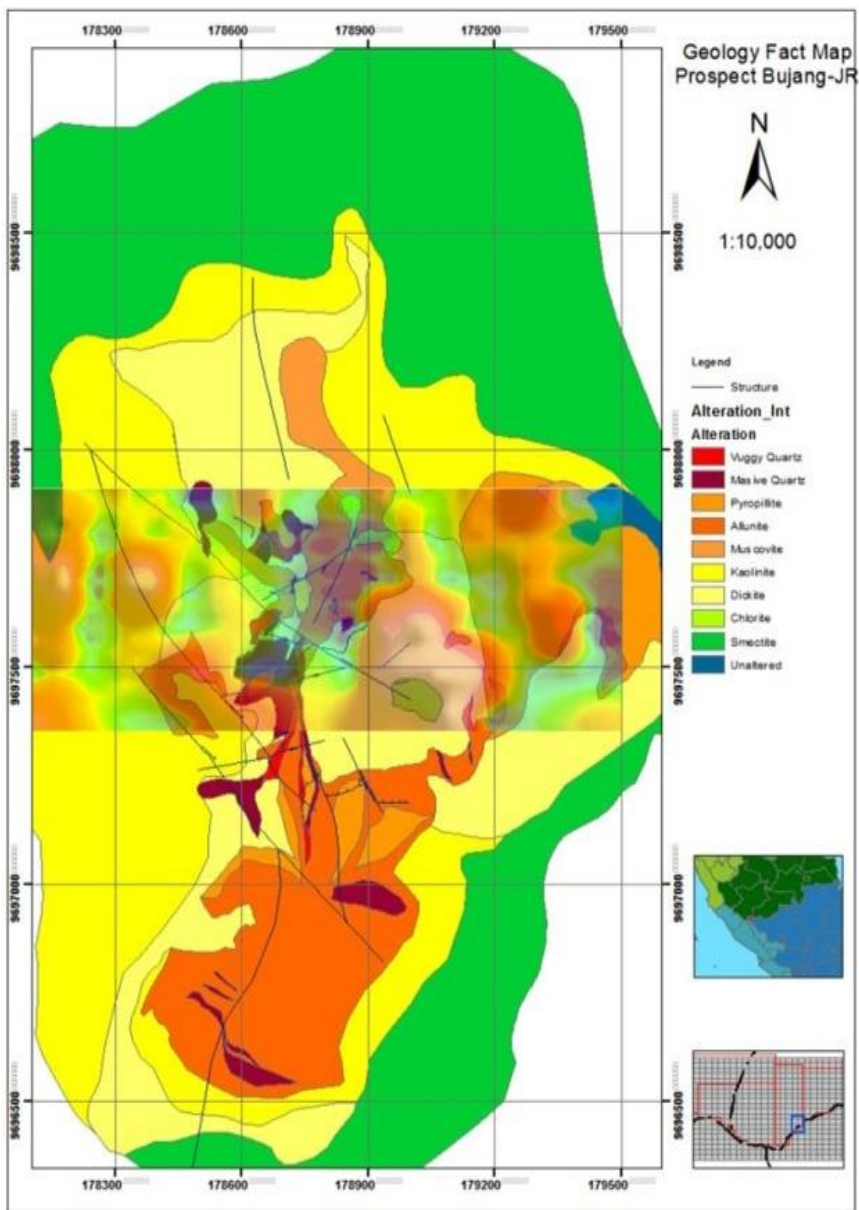
Gambar 4.19 Hasil overlay dari *slicing 3D resistivity* dengan elevasi 1450 m terhadap peta geologi daerah penelitian



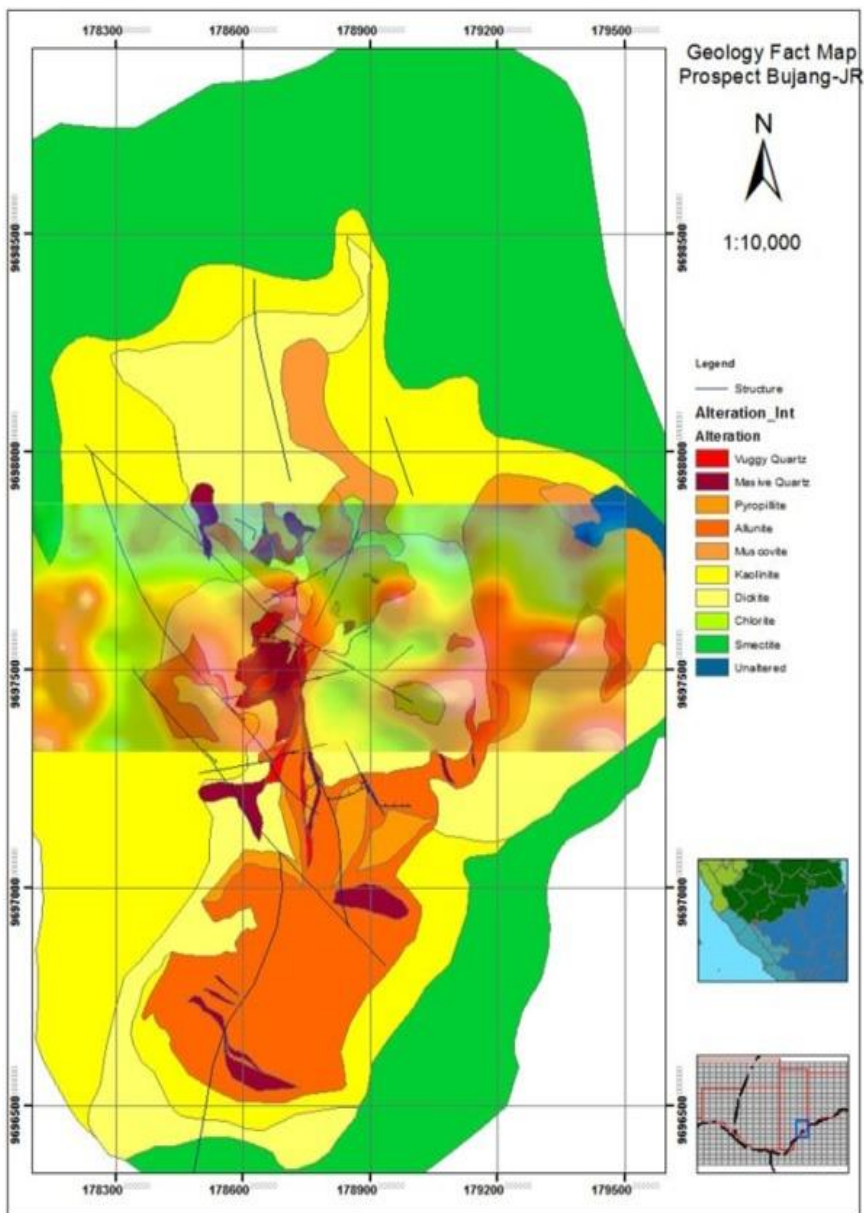
Gambar 4.20 Hasil *overlay* dari *slicing 3D resistivity* dengan elevasi 1350 m terhadap peta geologi daerah penelitian

Menurut jurnal yang dikeluarkan oleh Departemen ESDM Pusat Sumber Daya Geologi, Sarolangun (2006), bahwa sesar utama berarah baratlaut-tenggara, timurlaut-baratdaya, utara-selatan, dan sesar timur-barat. Berdasarkan hasil *overlay* dari *slicing 3D resistivity* terhadap peta geologi daerah penelitian dapat diidentifikasi adanya struktur berupa sesar pada 178.600 mE – 178.900 mE dan 9.697.500 mN – 9.697.900 mN ke arah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya (Gambar 4.19 dan Gambar 4.20). Gambar 4.19 merupakan hasil *overlay* dari *slicing 3D resistivity* dengan elevasi 1450 m terhadap peta geologi daerah penelitian sedangkan gambar 4.20 merupakan hasil dari *overlay* dengan elevasi 1350 m. Itu artinya dengan kedalaman 100 m dari elevasi 1450 m sampai 1350 m dapat dilihat pola kemenerusan atau adanya struktur sesar naik atau turun. Hal itu dapat terbukti bahwa adanya sesar di daerah penelitian sesuai dengan marker yang ada pada gambar 4.19 dan 4.20 bahwa anomali *resistivity* muncul ketika pada kedalaman sekitar 350 m atau pada elevasi 1350 m dari permukaan tanah.

Terbentuknya sejumlah struktur sesar yang cukup rapat yang dapat dilihat dari peta geologi ternyata diikuti oleh aktifitas magmatik yang menghasilkan tubuh-tubuh intrusi batuan beku. Aktifitas magmatik inilah yang membawa cebakan mineral. Terdapatnya suatu struktur tertentu di suatu tempat terbentuk karena suatu deformasi tektonik tertentu. Deformasi tektonik pembentuk struktur tertentu dapat dibedakan menjadi dua yaitu deformasi yang bersifat diskontinyu atau rapuh (*brittle*) dan deformasi yang bersifat kontinyu (*ductile*). Perbedaan ini terjadi karena beberapa faktor yaitu sifat fisik batuan yang mengalami deformasi, temperatur dan tekanan yang dialami tubuh batuan selama berlangsungnya deformasi. Deformasi tektonik pada daerah penelitian yaitu bersifat diskontinyu sehingga membentuk struktur geologi berupa sesar.



Gambar 4.21 Hasil *overlay* dari *slicing 3D resistivity* dengan elevasi 1450 m terhadap peta alterasi daerah penelitian

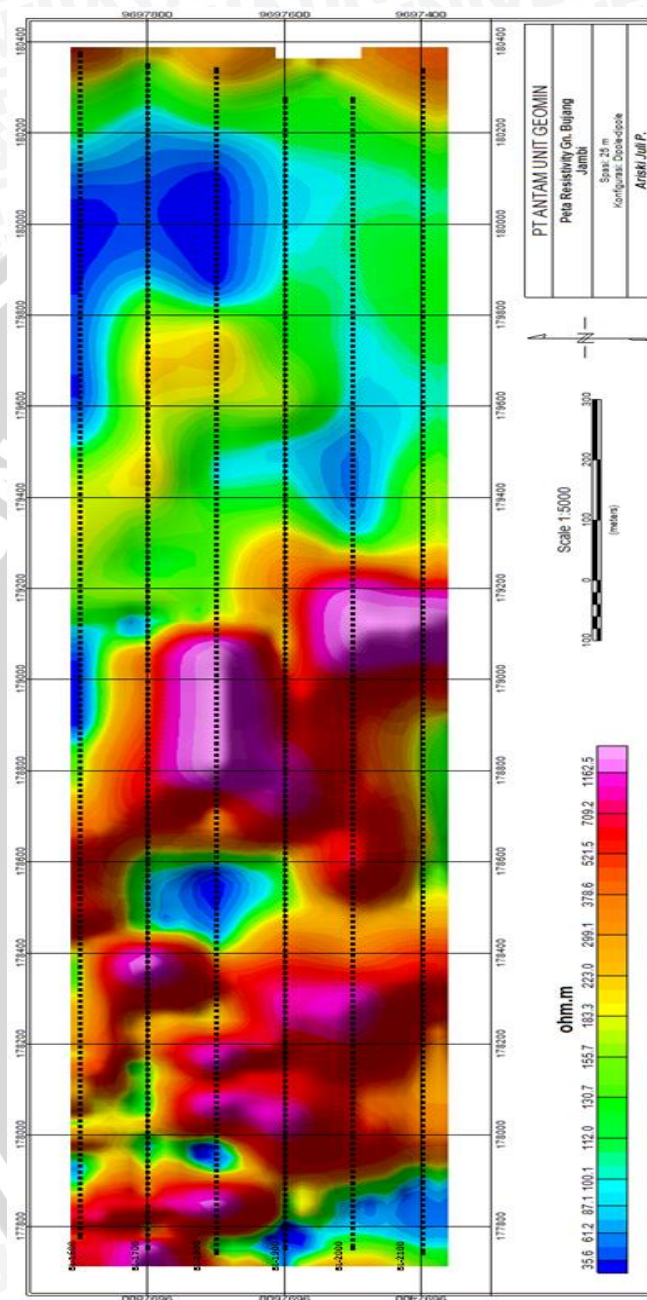


Gambar 4.22 Hasil overlay dari *slicing 3D chargeability* dengan elevasi 1450 m terhadap peta alterasi daerah penelitian

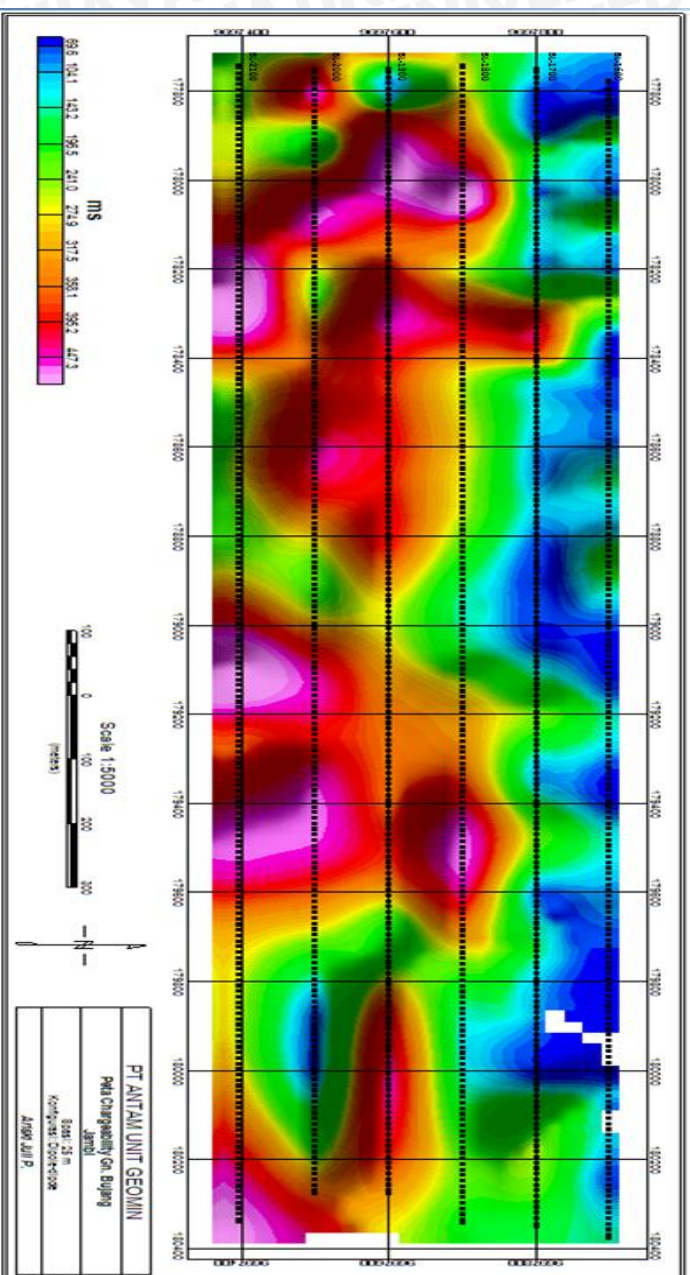
Kemudian untuk mengidentifikasi zona alterasi maka dilakukan *overlay* hasil *slicing* dari penampang *3D chargeability* (Lampiran 4) maupun penampang *resistivity* terhadap peta alterasi. *Slicing* dilakukan sebanyak 6 lembar mulai dari kedalaman sekitar 350 m sampai dengan 600 m dari permukaan tanah dengan kenaikan *slicing* sebesar 50 m. Hasil *overlay* tersebut akan memberikan informasi mengenai zona alterasi sehingga kemungkinan batuan yang mengandung deposit mineral sulfida dapat diketahui. Gambar 4.21 merupakan hasil *overlay* dari *slicing 3D resistivity* dengan elevasi 1450 m terhadap peta alterasi daerah penelitian sedangkan gambar 4.22 merupakan hasil *overlay* dari *slicing 3D chargeability* dengan elevasi yang sama.

Anomali *chargeability* yang tersebar pada 9.697.500 mN – 178.600 mE yaitu sebesar >400 ms dan dimungkinkan akan terus berkembang ke arah selatan. Sebaran anomali tersebut diduga sebagai gambaran adanya alterasi batuan yang mengandung sulfida logam, keberadaannya menempati 9.697.500 mN – 178.600 mE yang melebar ke arah selatan sampai 9.697.100 mN – 178.700 mE. Berdasarkan hasil *overlay* peta anomali *chargeability* pada peta alterasi tersebut dapat diidentifikasi bahwa alterasi yang berkembang berupa *vuggy quartz*, *massive quartz*, *quartz alunite*, *quartz kaolinite*, dan *pyrophyllite*.

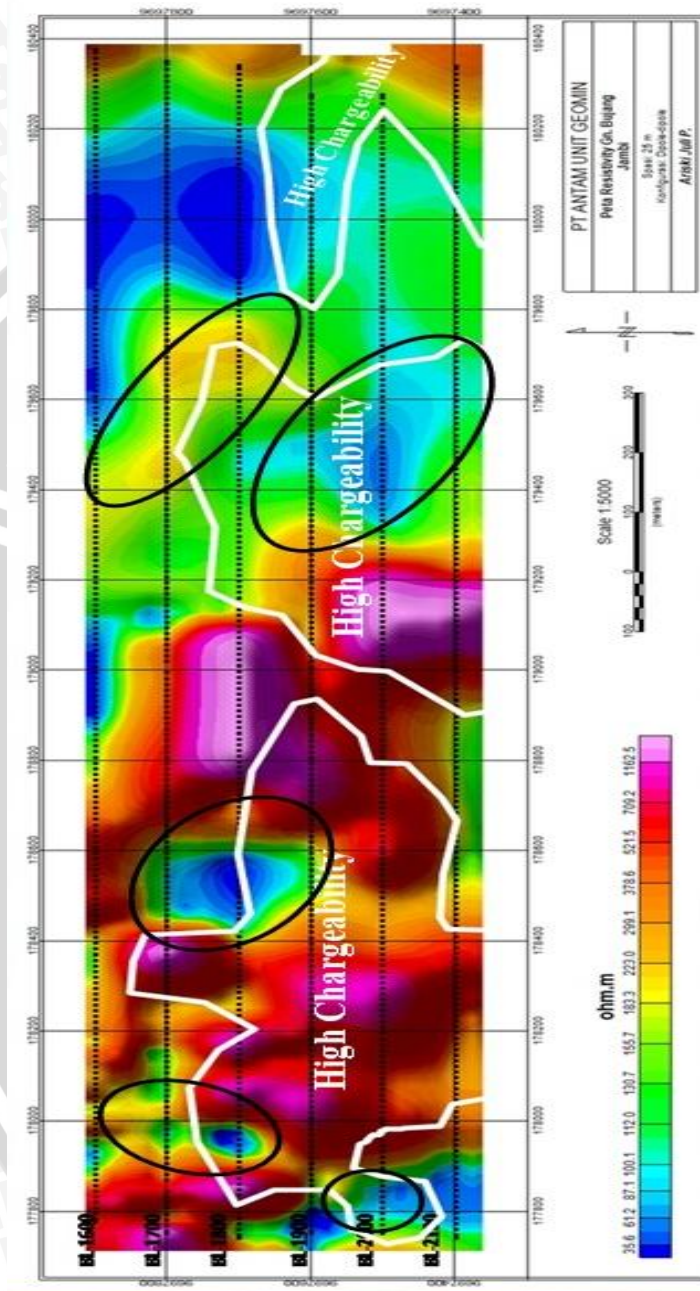
Berdasarkan hubungan antara anomali IP (*resistivity* dan *chargeability*) pada gambar 4.21 dan 4.22 dengan struktur geologi dan mineralisasi bahwa alterasi *vuggy – massive quartz* berkembang di daerah kajian yang terdapat pada batuan gunungapi. Mineralisasi sulfida logam teramati pada sebagian zona alterasi tersebut yang keberadaannya berkorelasi dengan anomali *chargeability*, oleh karena itu zona anomali *chargeability* mencerminkan adanya kandungan mineral sulfida logam tersebar di dalam zona alterasi batuan. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil *overlay* peta *chargeability* terhadap peta *resistivity* dan zona alterasi telah ditandai dengan garis lingkaran berwarna hitam (Gambar 4.25). Nilai *resistivity* >700 ohm m yang dikelilingi <150 ohm m membentuk kelurusan yang mencerminkan zona patahan berarah baratlaut - tenggara dan timurlaut - baratdaya.



Gambar 4.23 Peta resistivity daerah penelitian

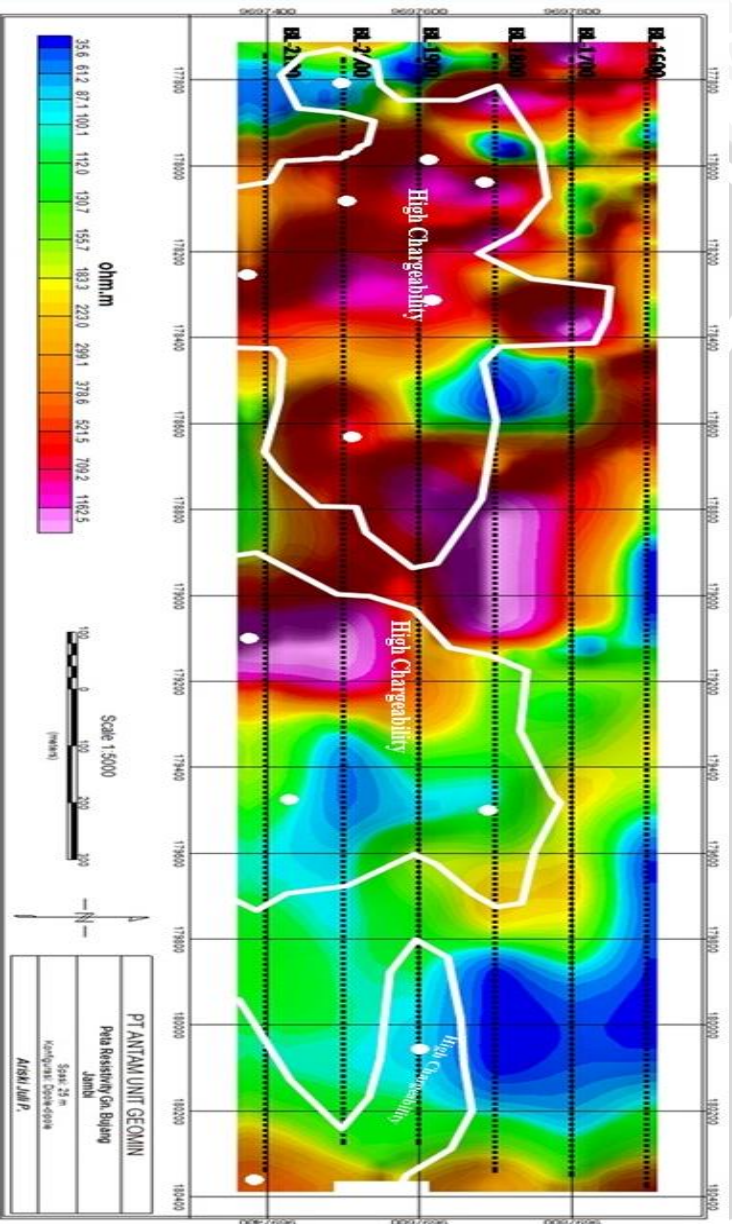


Gambar 4.24 Peta *chargeability* daerah penelitian



Gambar 4.25 Hasil overlay peta chargeability terhadap peta resistivity

Keterangan: Zona alterasi



Gambar 4.26 Beberapa rekomendasi titik-titik pengeboran yang kemungkinan mengandung deposit emas

Selanjutnya dari hasil *overlay* tersebut dapat diperkirakan titik-titik atau spot yang kemungkinan mengandung deposit emas. Ketika titik-titik daerah yang kemungkinan mengandung deposit emas dapat ditentukan maka rekomendasi titik-titik pengeboran pun juga dapat direncanakan. Gambar 4.26 menunjukkan beberapa rekomendasi titik-titik pengeboran atau dengan kata lain tujuan untuk melokalisir daerah yang kemungkinan mengandung deposit emas telah tercapai. Terdapat 12 titik pengeboran yang dapat direkomendasikan kepada perusahaan. Penentuan titik-titik pengeboran tersebut berdasarkan hubungan antara anomali IP (*resistivity* dan *chargeability*) dengan struktur geologi dan mineralisasi. Terutama titik-titik atau spot yang memiliki high *chargeability* dengan nilai >500 msec. Anomali *chargeability* juga terlihat berkorelasi dengan beberapa zona alterasi yang diduga mengandung mineral logam cukup tinggi. Sedikitnya terdapat 3 daerah yang memiliki nilai *chargeability* cukup tinggi yang potensi mineralisasi paling kuat. Daerah tersebut terletak pada 177.800 mE – 178.800 mE, 179.000 mE – 179.600 mE, dan 179.800 mE – 180.400 mE.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan interpretasi serta analisis data utama yang diintegrasikan dengan data pendukung lainnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mineralisasi endapan sulfida logam di daerah penelitian berasosiasi erat dengan alterasi *vuggy – massive quartz* yang dikontrol oleh struktur sesar/patahan berarah baratlaut – tenggara dan timurlaut - baratdaya.
2. Zona anomali *chargeability* mencerminkan adanya kandungan mineral sulfida logam yang tersebar di dalam zona alterasi dan zona *silifikasi*. Pada zona alterasi memiliki parameter nilai *resistivity* < 100 ohm m dan *chargeability* > 450 msec serta zona *silifikasi* memiliki nilai *resistivity* 100-200 ohm m dan *chargeability* > 500 msec.
3. Sedikitnya terdapat 3 zona yang memiliki nilai *chargeability* cukup tinggi yang potensi mineralisasi paling kuat. Daerah tersebut terletak pada 177.800 mE – 178.800 mE, 179.000 mE – 179.600 mE, dan 179.800 mE – 180.400 mE.

5.2 Saran

Untuk keperluan studi lebih lanjut dan memaksimalkan hasil penelitian maka perlu dilakukan survey geofisika lainnya seperti metode *gravity* dan magnetik untuk memperkuat dugaan zona sebaran mineral logam. Data pendukung yang lebih lengkap juga sangatlah diperlukan seperti data geokimia tanah daerah penelitian sehingga unsur-unsur logam yang terkandung di dalamnya dapat diketahui dan dikorelasi dengan anomali IP.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. 2004. *Studi Geofisika Terintegrasi untuk Mendeteksi Keberadaan Endapan Emas Sistem Epithermal*. Depok: Universitas Indonesia, Tidak diterbitkan
- Corbett, G.J. 2002, *Epithermal Gold for Explorationists*: AIG Presidents Lecture, AIG On Line Journal April 2002, AIG website www.aig.asn.au
- Edwards, L. 1977. "A Modified Pseudosection for Resistivity and IP." *Geophysics*, 42(5), 1020-1036.
- Guilbert, J.M & Park, C.F., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, W.H. Freeman and Company. Waveland Press, Inc. United States of America
- Halliday, David; Resnick, Robert; and Walker, Jearl. 2011. *Fundamentals of Physics Ninth Edition*. John Wiley and Sons, Inc. New York
- Hurlebaus, Stefan; Briaud, Jean Louis; and Tucker, Stacey. 2014. *Sustainability of Bridge Foundations using Electrical Resistivity Imaging and Induced Polarization to Support Transportation Safety*. Report No. SWUTC/14/600451 – 00028 – 1. Texas Department of Transportation
- Kearey, Philip; Brooks, Michael; and Hill, Ian. 2002. *An Introduction Geophysical Exploration Third Edition*. Blackwell Science Ltd
- Loke, M.H. 2004. *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Geophysical Notes. 29 - 33
- Nurwahu, Adisti. 2007. *Pemodelan Zona Mineralisasi Sulfida (Emas) Dengan Metode Induced Polarization (IP) di Daerah "A", Banten*. Depok: Universitas Indonesia
- Reynold J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley and Sons, Inc. New York
- Telford, W.M.; Geldart, L.P.; and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York
- Young, Hugh D. and Freedman, Roger A. 2000. *University Physics Tenth Edition*. Addison Wesley Longman, Inc

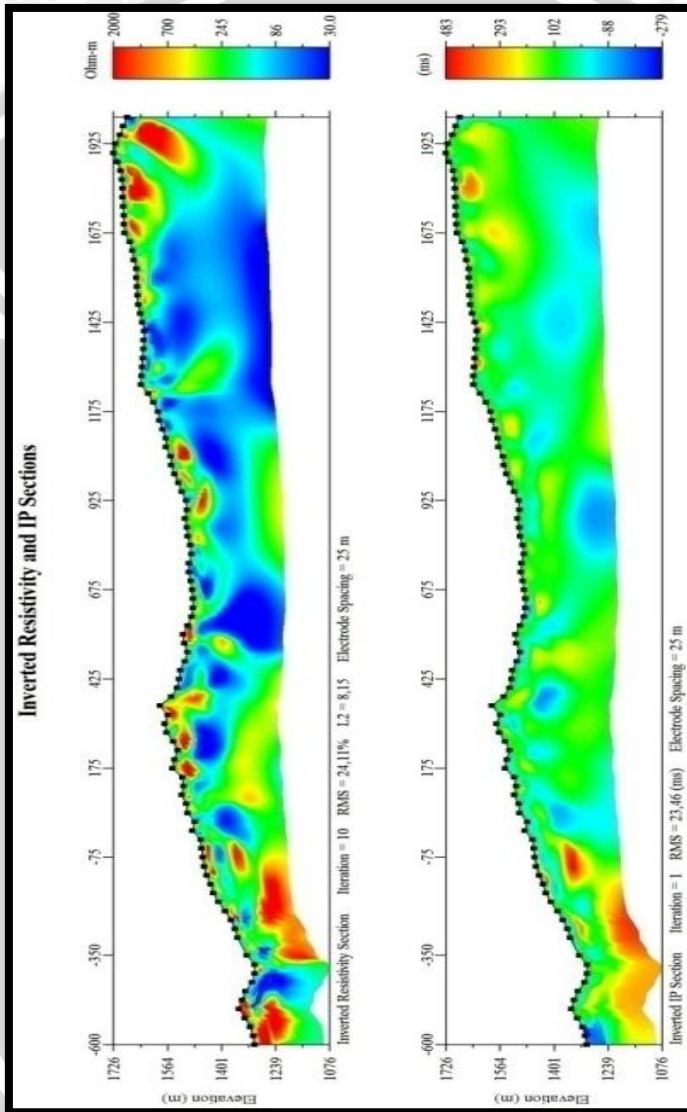
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



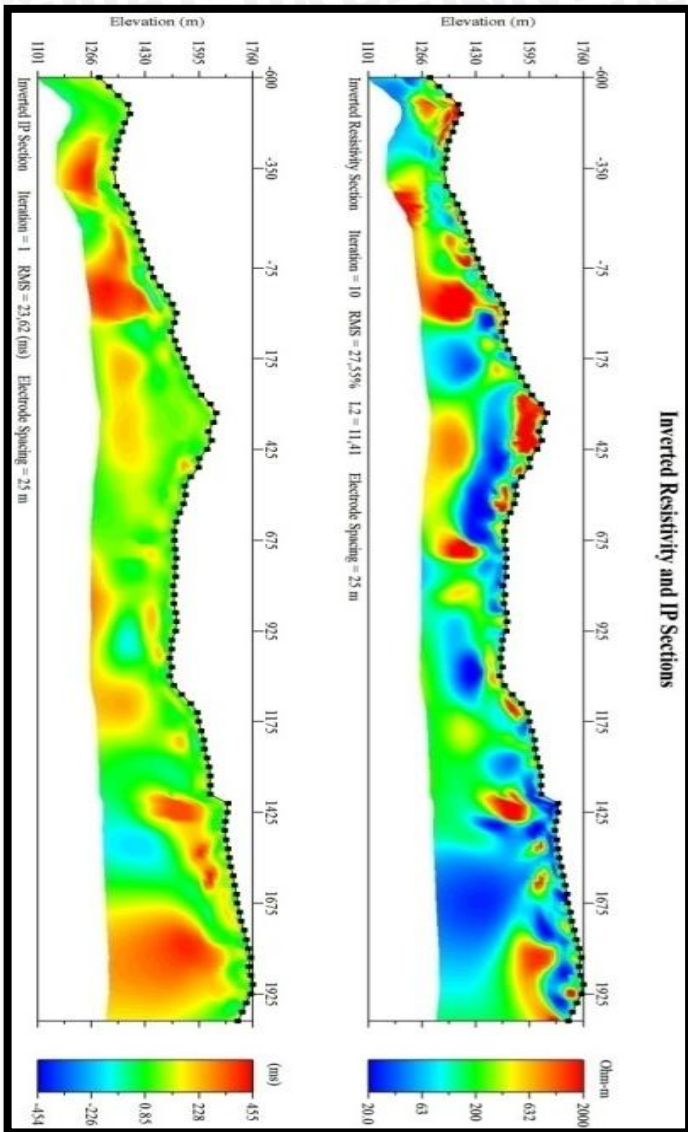
Lampiran

Lampiran 1. Hasil Inversi *Resistivity* dan IP pada tiap-tiap lintasan.

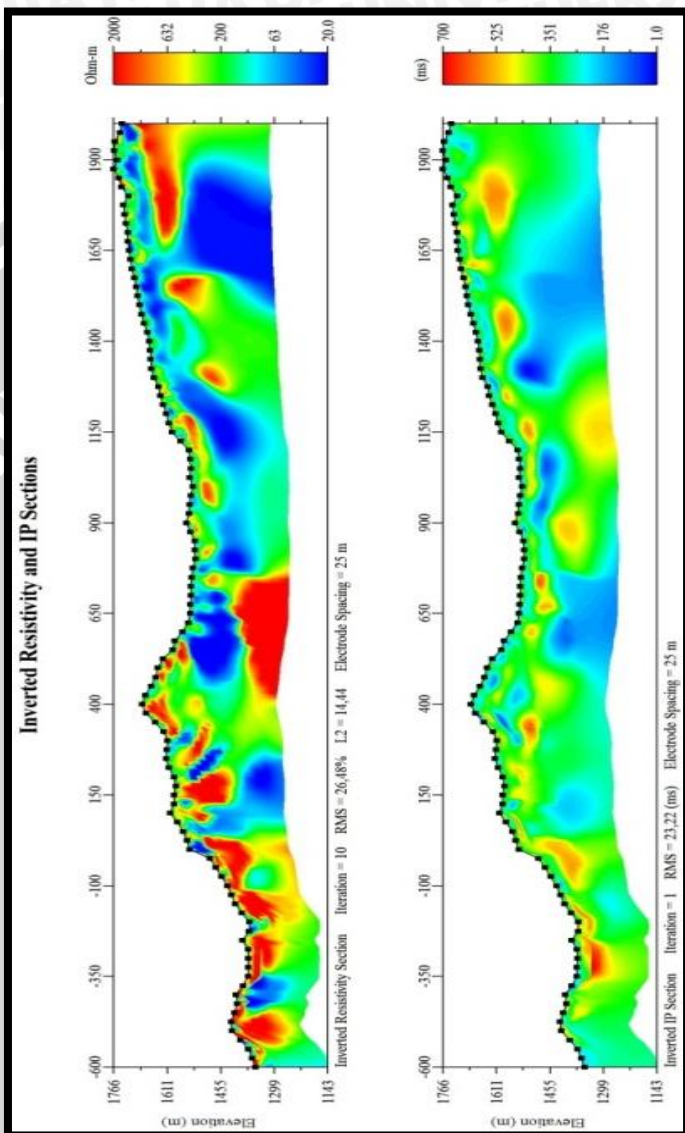


L1.1 Lintasan BL-1600

Inverted Resistivity and IP Sections

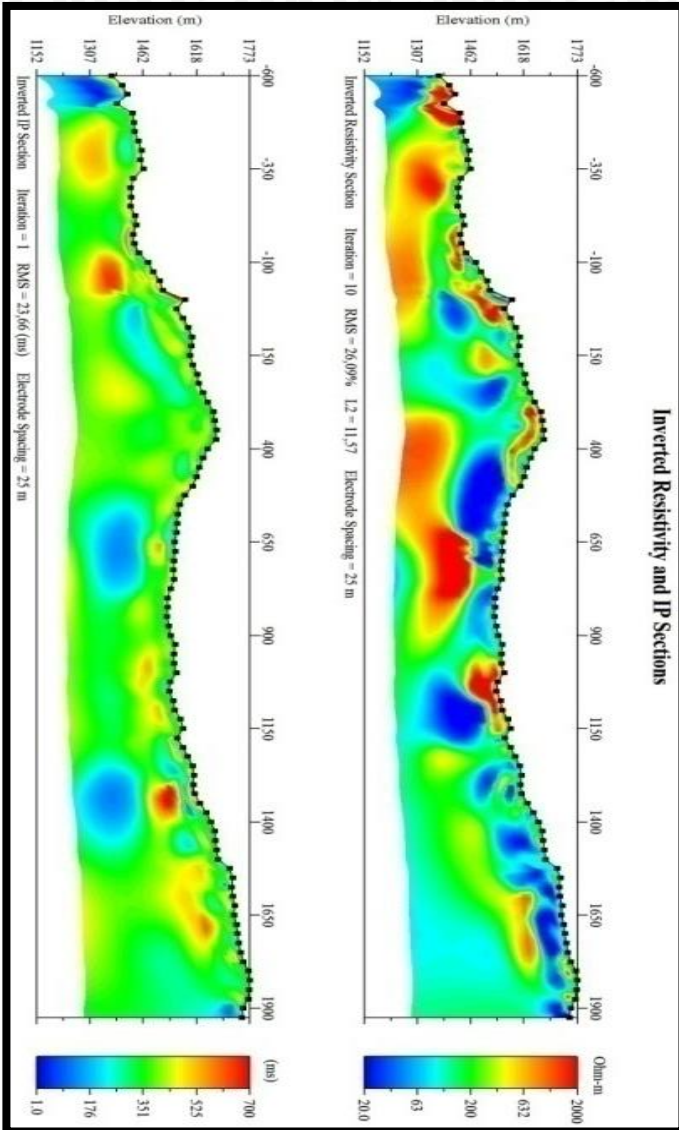


L1.2 Lintasan BL-1700

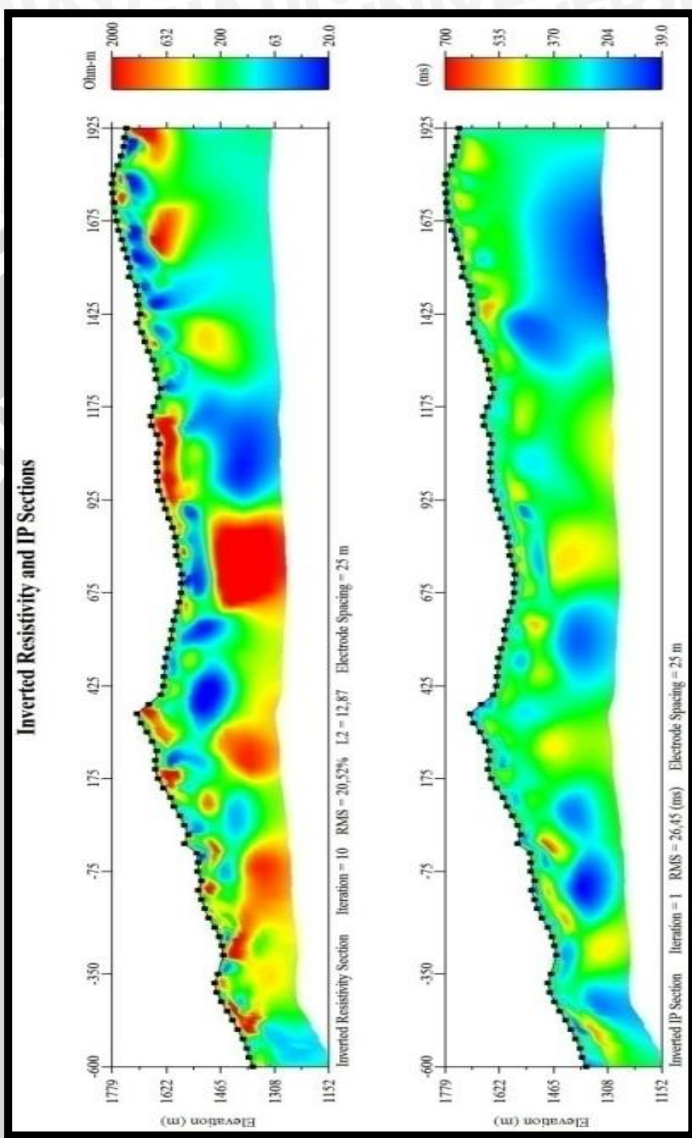


L1.3 Lintasan BL-1800

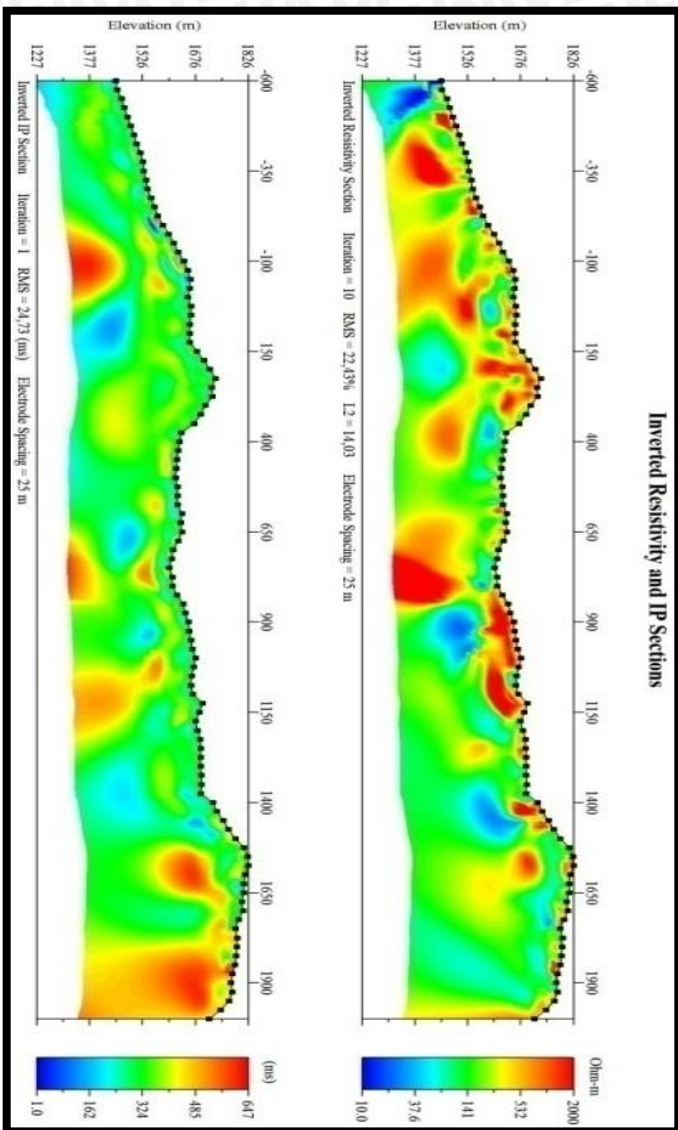
Inverted Resistivity and IP Sections



L1.4 Lintasan BL-1900

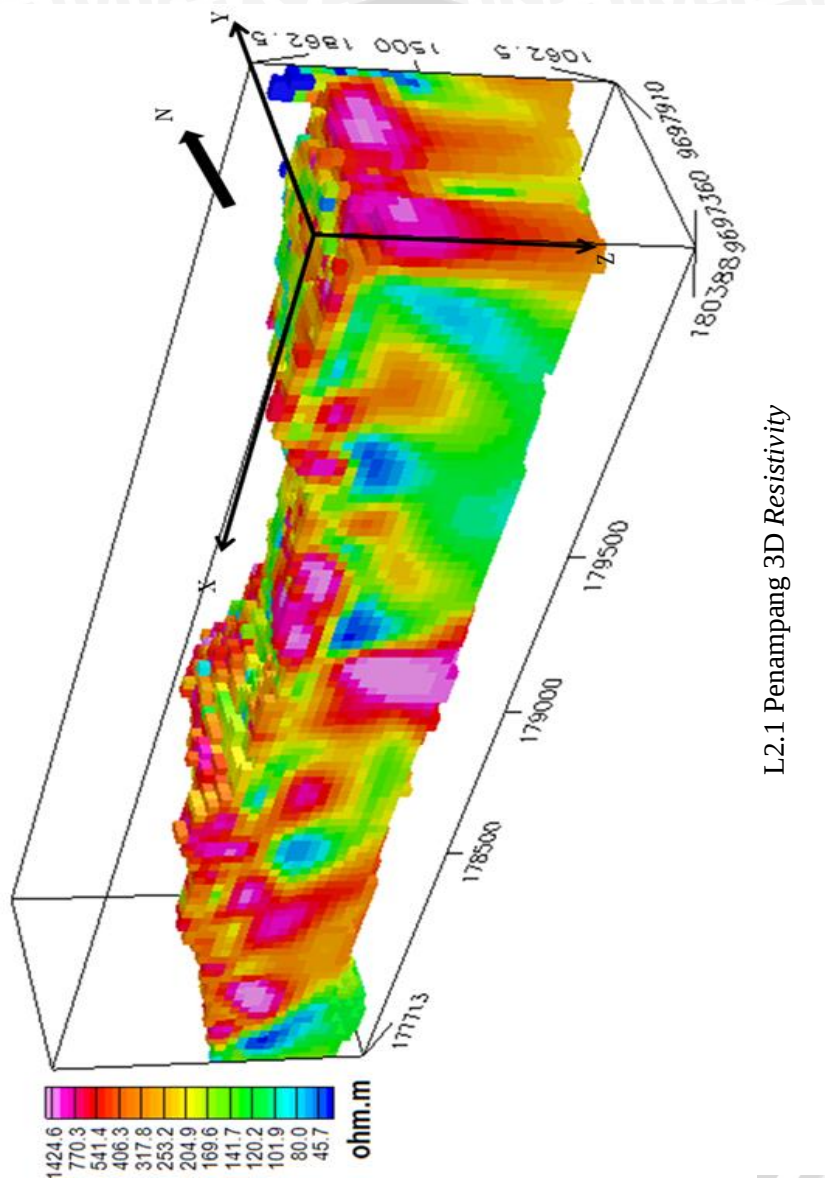


L1.5 Lintasan BL-2000

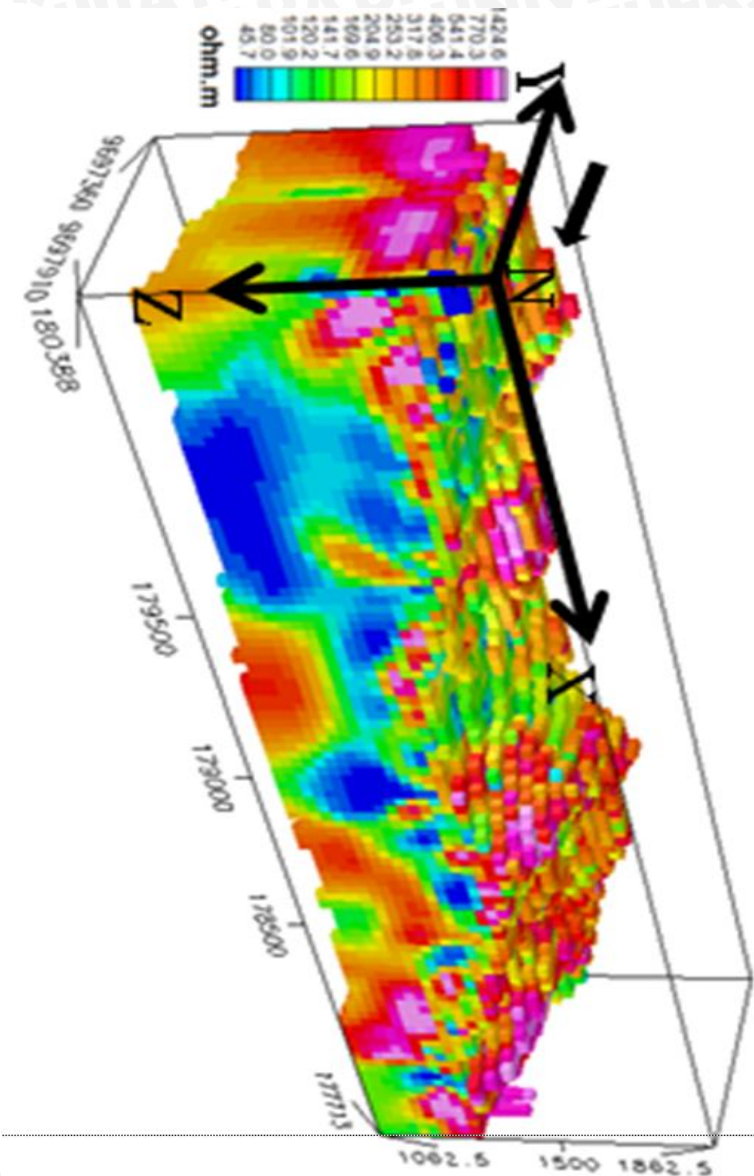


L1.6 Lintasan BL-2100

Lampiran 2. Visualisasi 3D Resistivity

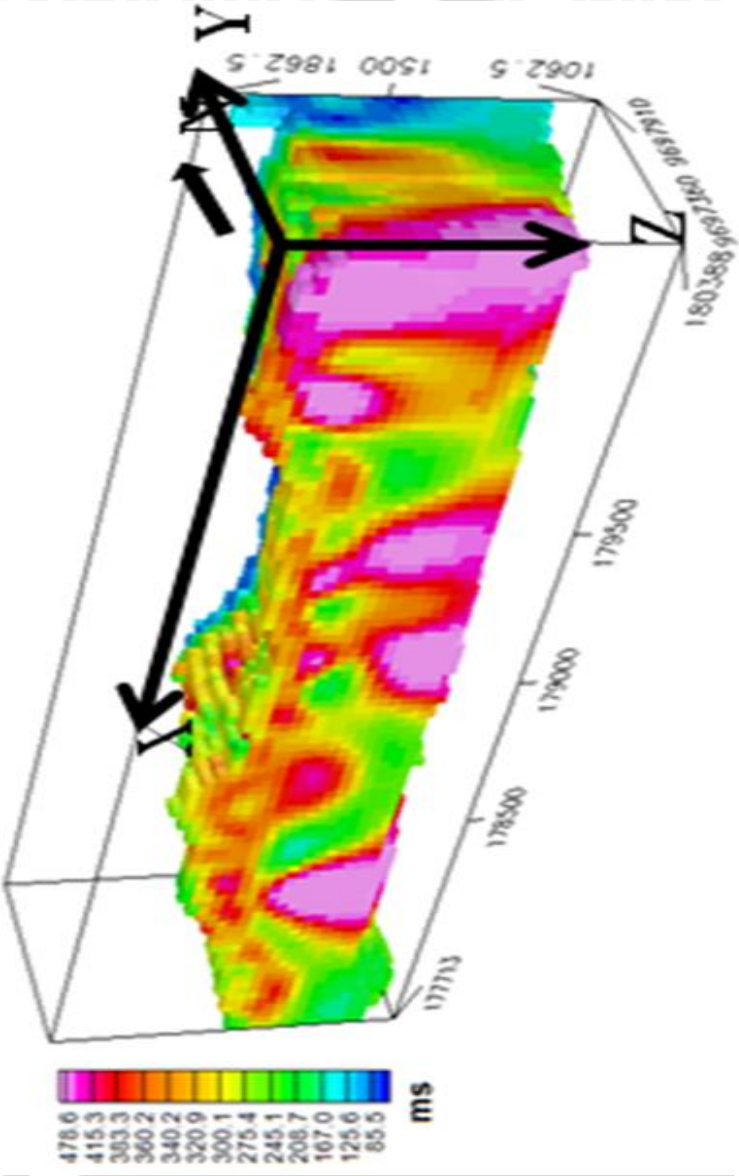


L2.1 Penampang 3D Resistivity

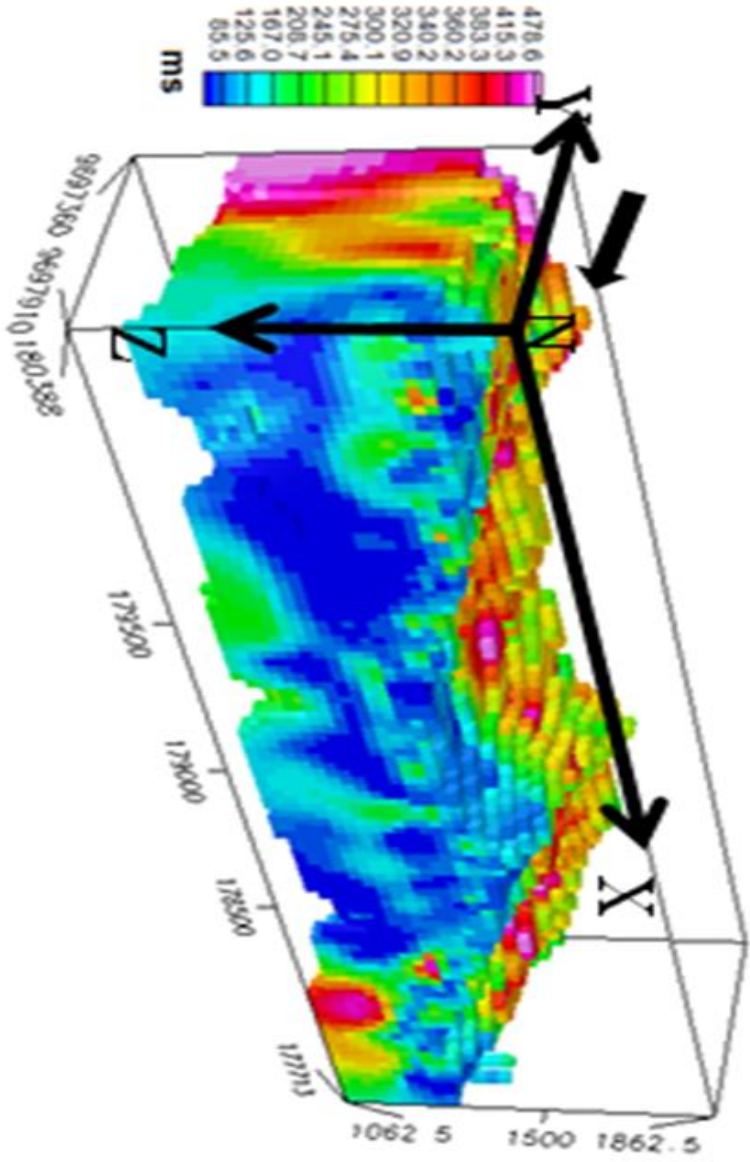


L2.2 Penampang 3D Resistivity

Lampiran 3. Visualisasi 3D Chargeability

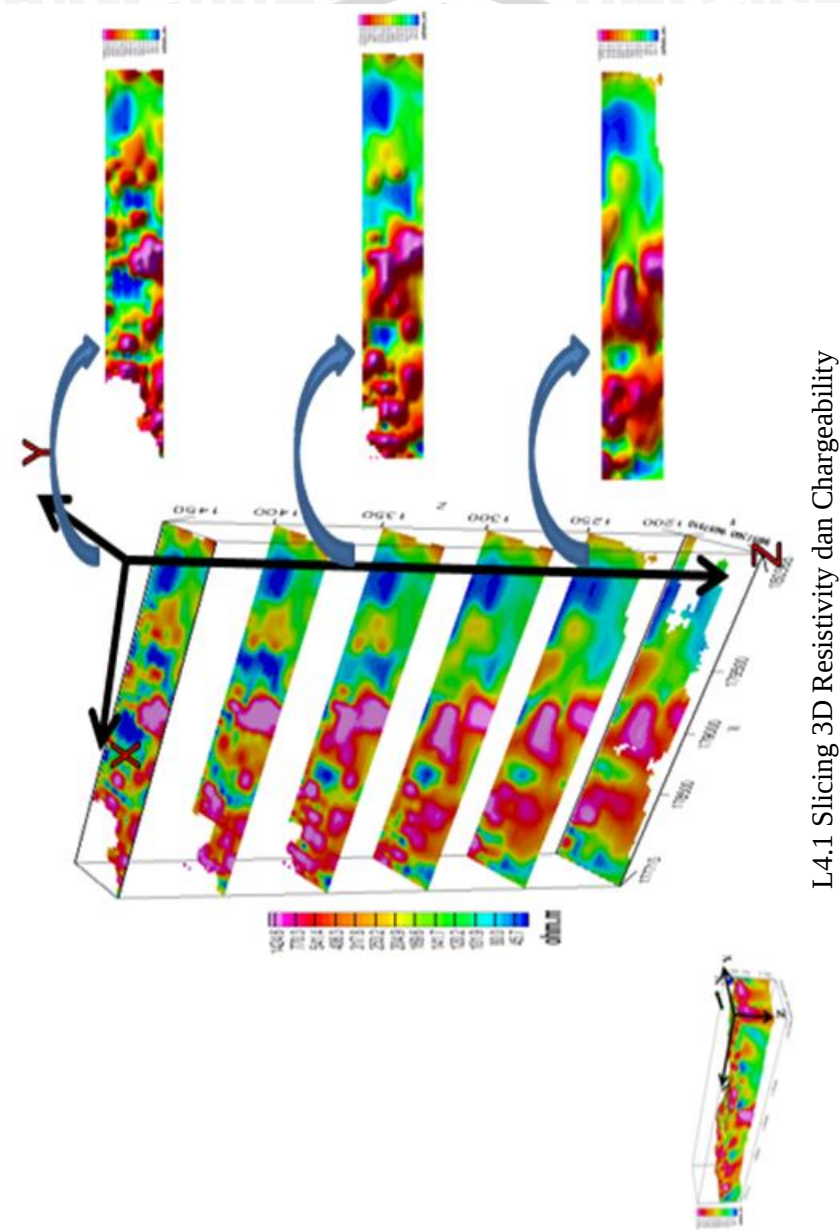


L3.1 Penampang 3D Chargeability

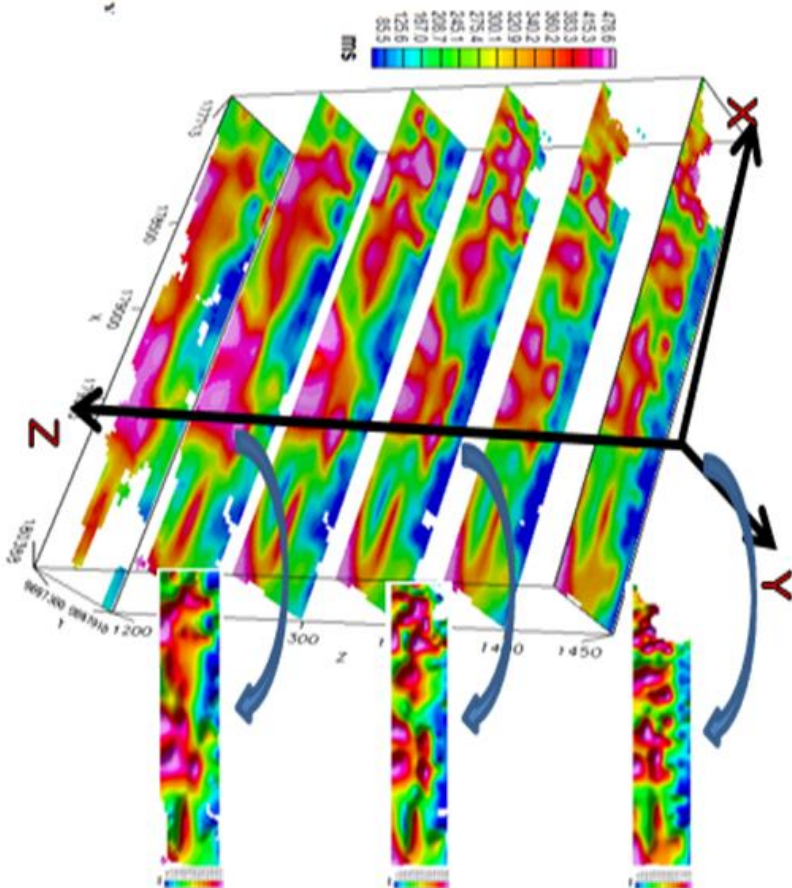
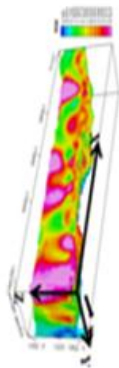


L3.2 Penampang 3D Chargeability

Lampiran 4. Hasil Slicing 3D Resistivity dan Chargeability



L4.1 Slicing 3D Resistivity dan Chargeability



L4.2 Slicing 3D Resistivity dan Chargeability

Lampiran 5. Spesifikasi alat *SuperSting R8/IP*

Mode perhitungan	Resistivitas nyata, tahanan/resistansi, polarisasi terinduksi, voltase baterai
Rentang perhitungan`	+/- 10V
Resolusi perhitungan voltase	Maks 30 nV, tergantung pada level
Resolusi layar	4 digit dalam notasi teknik
Keluaran intensitas arus dihitung hingga akurasi tinggi	1mA-2000mA berkelanjutan,
Keluaran voltase	800Vp-p, voltase elektroda sebenarnya tergantung arus transmisi dan resistivitas tanah
Keluaran Daya	200W
Input Channel	8 channel
Rentang input tambahan	Otomatis, selalu menggunakan rentang dinamik penuh dari receiver
Input Impedansi	>150Mohm
Kompensasi SP	Pembatalan otomatis dari voltase SP selama perhitungan resistivitas. Pembatalan secara keseluruhan variasi SP konstan dan linear
Tipe perhitungan	Chargeability domain waktu. Perhitungan slot 6x dan disimpan di memori
Transmisi arus IP	ON+, OFF, ON-, OFF
Siklus IP	0.5, 1, 2, 4, dan 8s
Siklus perhitungan	Menjalankan perhitungan rata-rata yang ditampilkan setelah setiap siklus. Penghentian siklus otomatis ketika error terbaca di bawah batas yang ditentukan oleh pengguna atau ketika siklus maksimal yang

Siklus resistivitas

ditentukan oleh pengguna sudah selesai

Proses sinyal

Waktu perhitungan dasar 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 3.6, 7.2, atau 144s sesuai yang dipilih oleh pengguna melalui keyboard. Rentang otomatis dan penambahan komutasi sekitar 1.4s Perata-rataan secara berkelanjutan setelah setiap siklus selesai. Noise error dihitung dan ditampilkan sebagai bacaan presentase.

Pengurangan noise

Resistivitas dihitung melalui jarak elektroda yang dimasukkan oleh user

Pengurangan noise jaringan listrik

Lebih dari 100dB pada $f > 20\text{Hz}$
Lebih dari 120dB pada jaringan listrik dengan frekuensi (16, 20, 50, dan 60Hz) untuk pengukuran 1.2s atau lebih besar

Akurasi total

Lebih dari 1% pembacaan pada kebanyakan kasus (pengukuran lab.). Akurasi pengukuran lapangan tergantung pada noise tanah dan resistivity. Instrumen akan menghitung dan layar akan menampilkan estimasi akurasi pengukuran

Kalibrasi Sistem

Kalibrasi dilakukan secara digital oleh microprocessor berdasarkan nilai koreksi yang disimpan dalam memori

Konfigurasi

Resistansi, Schlumberger, Wenner, Dipole-dipole, Pole-dipole, dan Pole-pole.

Sistem operasi

Disimpan pada flash memori yang dapat diprogram ulang. Versi update dapat didownload melalui website AGI dan disimpan dalam flash memori

Penyimpanan Data

Pembacaan rata-rata resolusi penuh dan error disimpan bersamaan dengan user memasukkan koordinat dan waktu serta hari untuk setiap pengukuran

Data display

Resistivity nyata (Ohm.m), Intensitas arus (mA) dan voltase terukur (mV) ditampilkan dan disimpan dalam memori pada setiap pengukuran

Pengukuran

Instrumen memiliki 4 banana pole screws untuk menghubungkan elektroda arus dan potensial selama pengukuran resistivity manual 20 tombol, keyboard tahan segala cuaca dengan tombol numerik dan fungsi

Kontrol user

Tombol on/off

Tombol pengukuran, terhubung dengan keyboard utama

Display

LCD dengan lampu malam

LCD display (16baris x 30karakter) dengan lampu malam

Power supply(lapangan)

12V atau 2x12V DC external power
(satu atau dua 12V baterai),
konektor pada panel depan.

Hasil daya maksimum meningkat
menggunakan sumber 2x12V

Temperatur pengoperasian

-5 sampai 50°C

Berat

10.2 kg (22.5 lb) instrumen ssaja

Dimensi

Lebar 184mm (7.25”), panjang
406mm (16”) dan tinggi 273mm
(10.75”).



Lampiran 6. Perhitungan hasil nilai *metal factor* (MF)

Lintasan BL-1600

- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{175}{700}$
 $= 250 \text{ ms/ohm m}$ (permukaan)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{700}{1500}$
 $= 466,67 \text{ ms/ohm m}$ (1&2)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{450}{200}$
 $= 2250 \text{ ms/ohm m}$ (5)

Lintasan BL-1700

- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{175}{700}$
 $= 250 \text{ ms/ohm m}$ (permukaan)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{700}{1500}$
 $= 466,67 \text{ ms/ohm m}$ (1&2)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{500}{1000}$
 $= 500 \text{ ms/ohm m}$ (3&4)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{450}{100}$
 $= 4500 \text{ ms/ohm m}$ (5)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{550}{200}$
 $= 2750 \text{ ms/ohm m}$ (6)

Lintasan BL-1800

- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{175}{700}$
 $= 250 \text{ ms/ohm m}$ (permukaan)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{88}{1500}$
 $= 58,67 \text{ ms/ohm m}$ (1&2)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{500}{100}$
 $= 5000 \text{ ms/ohm m}$ (3)

Lintasan BL-1900

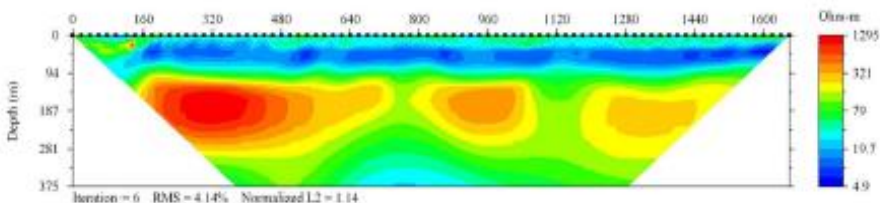
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{175}{700}$
 $= 250 \text{ ms/ohm m}$ (permukaan)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{500}{850}$
 $= 588,23 \text{ ms/ohm m}$ (1)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{632}{100}$
 $= 6320 \text{ ms/ohm m}$ (2)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{265}{1500}$
 $= 176,67 \text{ ms/ohm m}$ (3&4)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{500}{160}$
 $= 3125 \text{ ms/ohm m}$ (5)

Lintasan BL-2000

- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{122}{750}$
 $= 162,67 \text{ ms/ohm m}$ (permukaan)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{81}{1500}$
 $= 54 \text{ ms/ohm m}$ (1&2)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{500}{850}$
 $= 588,23 \text{ ms/ohm m}$ (3)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{450}{50}$
 $= 9000 \text{ ms/ohm m}$ (4)

Lintasan BL-2100

- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{162}{700}$
 $= 231,42 \text{ ms/ohm m}$ (permukaan)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{600}{1500}$
 $= 400 \text{ ms/ohm m}$ (1&3)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{400}{80}$
 $= 5000 \text{ ms/ohm m}$ (2)
- $MF = 1000 \frac{M}{\rho}$
 $= 1000 \frac{550}{200}$
 $= 2750 \text{ ms/ohm m}$ (4)



Example of Schlumberger, dipole-dipole and pole-dipole joint inversion using EarthImager 2D.

Survey: Electrical resistivity data, recorded in Kenya 2006 for ground water exploration.

Instrument: SuperSting R8/IP with 84 electrodes at 20 meter spacing.

Electrode array: Combination of dipole-dipole, Schlumberger and pole-dipole.

Processing: Joint inversion using the EarthImager 2D inversion software.



EarthImager 2D Features:

- 2D resistivity and IP inversion software.
- 2D ERT (electrical resistivity tomography) between two or more boreholes.
- Survey planner with graphical model input, forward modelling and virtual survey with actual command file.
- Inversion of marine continuous resistivity profiling (CRP) data.
- Inversion of resistivity data collected with underwater electrodes.
- Creation of command files for non-standard and mixed arrays.
- Inversion of resistivity data collected with non-standard and mixed arrays.
- Multi-lingual support with English, Spanish and Chinese captions.
- Time Lapse inversion option for resistivity monitoring from the surface and between bore holes.
- Automatic identification and removal of noisy and erroneous data points.
- High definition report quality plot style print-out.
- Topographic correction and print-out of resistivity section with topographical features.
- Finite difference and finite element modelling.
- No software limit on number of data or number of electrodes.
- No limit on array type or electrode location.
- User friendly Windows GUI.
- A priori information input.
- Real time scrolling through all iterations using the mouse wheel, creates "movie like" animation.
- Seamless operation with AGI resistivity instruments.
- Accepts manual data input and from .dat files.
- Windows true type font and true 24-bit color.

2D Resistivity Inversion

Reads Sting data (and other instrument data formats) and produces a default setting inversion, valid in most cases, after only a few clicks. For advanced processing there are a number of settings for full user control of the inversion process. Report ready high definition graphic output in the form of engineering plate style drawing with title block.

2D Electrical Resistivity Tomography (ERT)

The software automatically detects bore hole data set for immediate ERT processing. There is an editor for "bad" electrode and "bad" data removal. From iteration to iteration the data misfit is displayed in a scatter plot. There is also a data cross plot (raw versus inverted apparent resistivity data) available as well as a diagram showing the convergence curve.

Time Lapse Monitoring

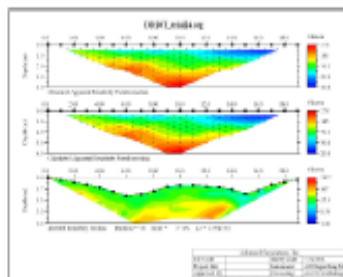
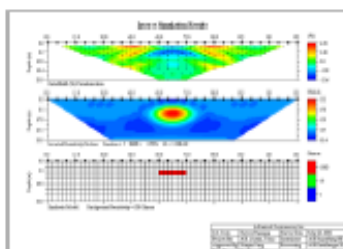
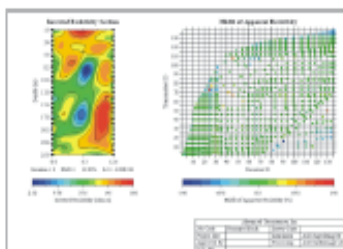
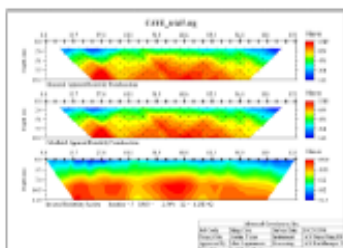
The optional Time Lapse function is used for any monitoring situation. It could, for example, be used to detect leakage at a landfill site. In such a case, the resistivity image is first recorded as "background" (before any leakage). After the initial "background" survey, the survey is repeated at regular intervals in the same way (electrodes in the same place using the same array type, etc.) so that any change in the ground can be detected. The time lapse function uses the inverted background section when inverting the "new" section and the result is presented as the difference between the two sections.

Survey Planner

The survey planner is used for feasibility studies of resistivity imaging projects. First load a command file, then enter the expected geological features with their expected resistivities in a graphical input interface. Then run the simulation using the actual command file and the software will perform a virtual survey over the synthetic model. The result of the virtual survey is then inverted and the inversion result can be compared to the original model within seconds.

Topography Correction

In case of terrain relief it may be necessary to include topography correction in the inversion process. Data with terrain elevation is read from a "terrain file" and the software will automatically perform an inversion using a finite element model.



Advanced Geosciences, Inc.

12700 Volente Rd., Austin Texas 78726, USA
Tel +1 512-335-3338 Fax +1 512-258-9958
E-mail: sales@agiusa.com
Web site: <http://www.agiusa.com>

Advanced geophysical, geological and geochemical analysis

Geosoft extensions for Oasis montaj enable you to expand your system and conduct specialized processing and analysis. Extensions are available for advanced geophysical, geological, and geochemical data processing, analysis, and quality control.



DATA PROCESSING

Airborne Quality Control

The Airborne Quality Control extension provides essential tools for planning an airborne survey, and meeting basic tender specifications. It includes flight path planning tools, the ability to monitor survey progress, and streamlined tools for quality control.

Geophysics Levelling

The Geophysics Levelling extension incorporates advanced tools for processing and enhancing airborne magnetic and other geophysical data. It provides a step-by-step methodology for accomplishing a variety of levelling and correction tasks, and includes a microlevelling toolkit.

GridKit

GridKit provides two advanced methods for rapidly and accurately merging virtually any pair of geophysical grids. It includes a blending method for merging grids and a suturing method for defining a join path.

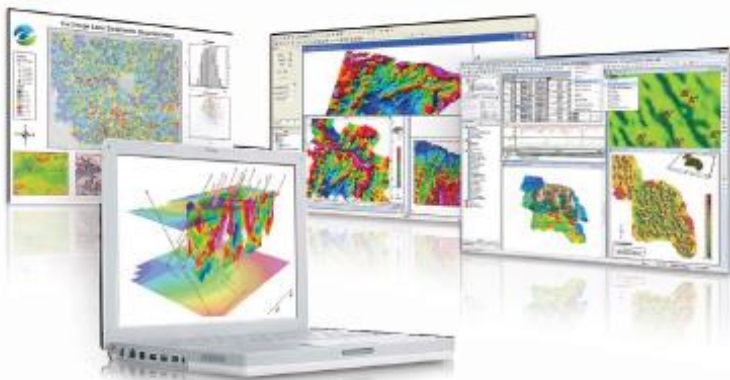
256-Channel Radiometrics Processing

The 256-Channel Radiometrics Processing extension provides the capability to visualize and process 256 channel spectrometer data collected from airborne surveys. It supports the three main phases in airborne spectrometer surveying: acquisition, processing and presentation.

Praga 4 Radiometrics

Praga 4 Radiometrics enables you to map and process airborne and ground gamma-ray spectrometry data acquired by modern spectrometers using NaI (TI) detectors. The feature-rich, GUI oriented software was specifically developed to perform whole spectrum gamma-ray data processing.

Developed by Pico Enrichado.



INTERPRETATION

Geophysics

The Geophysics extension provides a range of filters and statistical tools for working with large volume geophysical data. A variety of geostatistical tools provide the ability for summary and advanced statistics.

MAGMAP Filtering

MAGMAP Filtering utilizes a 2D-FFT filter library to allow the application of common Fourier domain filters to gridded data in Oasis montaj. Rapidly process and enhance gridded datasets by applying a wide range of geophysical and mathematical filters.

UX-Detect

The UX-Detect extension provides unique capabilities for locating and analysing UXO targets, based on magnetic (total field and gradiometer) and electromagnetic data. Quickly locate the ground position of potential UXO targets and narrow selections for your final target list.

Gravity and Terrain Correction

The Gravity and Terrain Correction extension is a complete system for processing and reducing gravity data from conventional surveys. Apply terrain corrections from digital elevation models or gridded elevation data.

Induced Polarization

The Induced Polarization extension enables geophysicists to perform IP data tasks including import, quality control, processing, gridding, and plotting. Import and perform basic quality control. Process and present data from both time and frequency domain surveys.

Isostatic Residual

The Isostatic Residual extension calculates a depth to the Moho (the "root") using the topographic grid, terrain density, Moho density contrast and depth of sea level compensation.

CompuDrape

CompuDrape drapes any potential field profile or gridded data to any reference surface and performs height continuation on aeromagnetic profile data.

Developed by Paterson, Grant & Watson Limited.

CET Porphyry Analysis

CET Porphyry Detection provides rapid, objective and consistent analysis of magnetic data to automatically locate porphyry magnetic signatures. The detection method locates and outlines sub-circular zonation patterns in the magnetic data associated with the central intrusion and inner alteration zone of the porphyry system.

Developed by Centre for Exploration Targeting (CET).

CET Grid Analysis

CET Grid Analysis consists of a number of tools that provide automated lineament detection of gridded data, which can be used for first-pass data processing.

Developed by Centre for Exploration Targeting (CET).

Predictive Targeting with Neural Networks

Predictive Targeting with Neural Networks provides Oasis montaj GXs for training, simulation and target generation. It allows you to apply neural network simulation to the study area, to locate signatures similar to the known targets.

Developed by Paterson, Grant & Watson Limited.

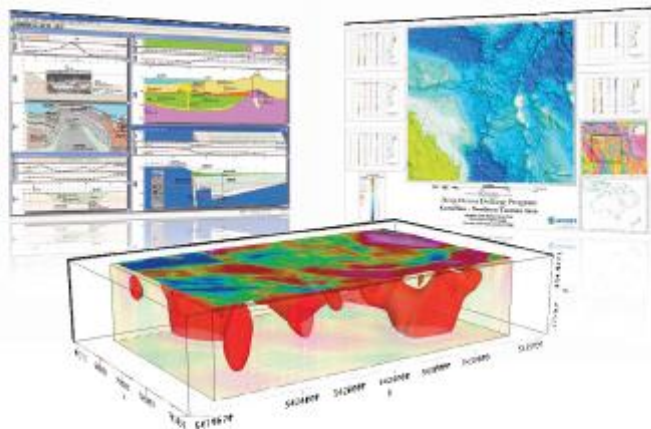
Drillhole Plotting

The Drillhole Plotting extension allows quick, easy and accurate production of presentation quality drillhole section and plan maps. It enables geologists to set up drill projects, manage and interpret results for follow-up drilling and decision making.

Geochemistry

The Geochemistry extension adds advanced geochemical analysis and QA capabilities to Oasis montaj. Designed for the exploration geologist, this extension enables you to effectively import, validate and analyze your surface geochemical data.

Advanced 3D geophysical modelling



EARTH MODELLING

GM-SYS 3D Modeling

GM-SYS 3D is gravity and magnetic modelling software for surface-oriented models. Fully integrated with Oasis montaj, it allows geoscientists to model complicated three dimensional subsurface structures of any size or scale.

GM-SYS Profile Modeling

GM-SYS Profile Modeling is an intuitive and feature-rich workflow for gravity modelling which provides many opportunities to constrain modelling variables. It enables you to test geologic model accuracy by comparing the model's gravity and magnetic responses to observed measurements.

GravMag Interpretation

The Gravity and Magnetic Interpretation extension automatically locates and determines depth for gridded magnetic and gravity data with Euler 3D Deconvolution processing routines. It includes the Kasting Magnetic Correlation Coefficients tool for kimberlite exploration.

Depth to Basement

The Depth to Basement extension provides an automated method for determining the position, dip and intensity of magnetic source bodies for a magnetic profile. The depths are determined using Werner Deconvolution, Analytic Signal and Extended Euler Deconvolution.

PotentQ

PotentQ provides rapid semi-automatic modelling of a single magnetic and/or gravity anomaly. A specially formulated inversion scheme generally requires no user intervention. Developed by Geophysical Software Solutions (GSS).

VOXI Earth Modelling

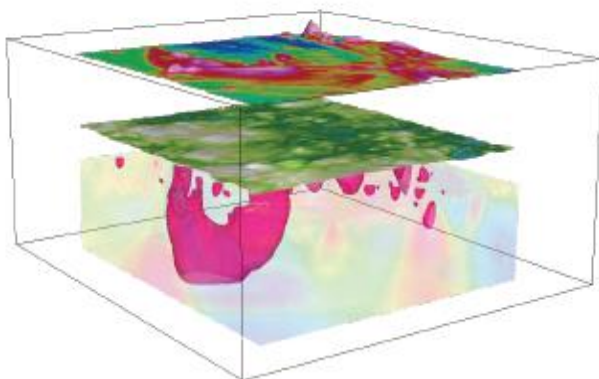
VOXI Earth Modelling is a geophysical software service that generates 3D voxel models from airborne or ground gravity and magnetic data. VOXI Earth Modelling is accessed through Oasis montaj and uses the power of cloud computing to rapidly create 3D models of large exploration datasets.



"My mapping software offers a lot of interactivity, and testing of our hypothesis, and I can show customers results in real time... I think people don't realize how easy it is to integrate all of their datasets, whether it's seismic and non-seismic, raster and vector. GIS software and Oasis montaj provide some great tools for that."

Dr. Michal Ruder, Wintamoon Geotechnologies

Rapid Geophysical Inversion Modelling with VOXI Earth Modelling



VOXI Earth Modelling provides a new way of creating 3D geophysical models that is faster and more efficient than other modelling software approaches. VOXI Earth Modelling operates seamlessly within the Oasis montaj exploration platform providing a natural workflow for geophysicists. VOXI introduces unique techniques for modelling geophysical data that provide more insight for greater discovery success. VOXI leverages the processing power of the Microsoft Azure cloud platform to run geophysical inversions in "real time" and can scale to any size exploration project.

3D Earth Modelling

3D inversion of gravity, gravity gradiometry, and magnetic data to further understand the structure and processes beneath the surface.

3D Forward Modelling

3D forward modelling is available for calculating the response from a given physical property of a user defined 3D voxel model. Use forward modelling to rapidly explore different source responses and optimise gravity and magnetic survey design.

Model Constraints

Improve your earth models with easy to use constraint building.

Advanced Capabilities

Magnetization Vector Inversion accounts for the effects of both remanent and induced magnetization in your data. Iterative Reweighting Inversion Focusing enables easy refinement of your smooth inversion result into a more focused and geologically reasonable model.

Data Integration

Interactive tools enable you to view, manipulate, and analyse input data parameters and modelling results. Seamless import to Oasis montaj 3D viewer ensures integration with additional exploration data such as geology geochemistry and drilling results.

Oasis montaj customers running 7.5 or higher can learn how to run inversions, create and share models up to 50 x 50 cells (2.5 km² area) at no cost.

Try VOXI Earth Modelling today:
www.geosoft.com/vox

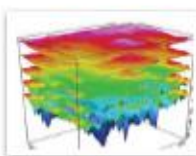


"The streamlining of the inversion setup, lightning-fast computation speeds you dream about and output displays make VOXI a pleasure to use. 3D models can be generated in a fraction of the time and effort on a regular PC/laptop. A very welcome development."

John Donohue, Carpentaria Exploration Ltd.



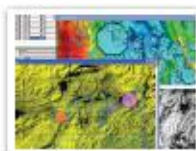
Easily produce multiple map sheets.



Complete 3D interpretations.



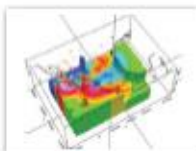
Produce professional quality maps.



View multiple symbol plots.



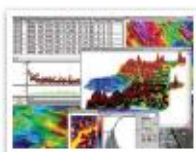
Access all data with Seeker.



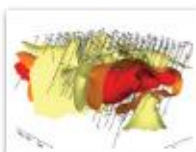
Integrate vector with 3D grids.



Slice 3D voxels.



Integrate all your data in one environment.



Generate isosurfaces from voxel data.



Geosoft Inc.
Queens Quay Terminal, 207 Queens Quay West, Suite 810, PO Box 131 Toronto, ON Canada M5J 1A7
+1 800 363-MAPS, info@geosoft.com, www.geosoft.com

International Offices:
Geosoft Africa Ltd., Geosoft Australia Pty Ltd., Geosoft Europe Ltd., Geosoft Latinamerica Ltda., Geosoft (USA) Research Inc.

©2013 Geosoft Inc. All rights reserved. Geosoft is a registered trademark and Core Model is a trademark of Geosoft Inc. Other brand and product names mentioned herein are properties of their respective trademark owners. GIM 3.301.3.04