

**PENDUGAAN SEBARAN MINERAL LOGAM DI DAERAH
BETONG MENGGUNAKAN METODE POLARISASI
TERIMBAS (*INDUCED POLARIZATION*)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Oleh :

FITRI YULI ASTIWI
0510930027-93



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENDUGAAN SEBARAN MINERAL LOGAM DI DAERAH BETONG MENGGUNAKAN METODE POLARISASI TERIMBAS (*INDUCED POLARIZATION*)

Oleh :

Fitri Yuli Astiwi
0510930027-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I

DR. Sunaryo,S.Si,M.Si
NIP . 132 125 708

Pembimbing II

Timoer Situmorang, Grad.Dip
NIP. 100005409

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo,M.Si,Ph.D
NIP. 131 960 447

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitri Yuli Astiwi
NIM : 051093027-93
Jurusan : Fisika
Penulis Tugas Akhir Berjudul :

PENDUGAAN SEBARAN MINERAL LOGAM DI DAERAH BETONG MENGGUNAKAN METODE POLARISASI TERIMBAS (*INDUCED POLARIZATION*)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, nama-nama dan karya-karya yang ada dalam daftar pustaka digunakan semata-mata untuk acuan.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,
Yang menyatakan,

Fitri Yuli Astiwi
NIM. 0510930027-93

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Kupersembahkan karya kecilku ini

Untuk kedua orang tua dan keluarga besarku...

Guru-guru dari TK Dharma Wanita, TPA Al-Ikhlas, SD Kesamben
04, SLTP 1 Kesamben, SMA 1 Talun dan Universitas Brawijaya
Teman-teman ;Nana, Ratih, orang tersayang, teman2 Geofisika,
teman Fisika '05 UB serta teman-teman yang tidak dapat
disebutkan satu persatu

PENDUGAAN SEBARAN MINERAL LOGAM DI DAERAH BETONG DENGAN MENGGUNAKAN METODE POLARISASI TERIMBAS (INDUCED POLARIZATION)

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mendeteksi daerah sebaran mineral logam di Daerah Betong dengan menggunakan metode Polarisasi Terimbas konfigurasi *dipole-dipole*. Akuisisi data dilakukan pada bulan September- 2008 dengan menggunakan alat IRIS dalam domain waktu pada 7 lintasan. Dari akuisisi data diperoleh 140 data dengan panjang spasi masing-masing lintasan 25 m. Data hasil pengukuran yang tercatat di alat meliputi data *chargeability* (M) dan *resistivity* (ρ). Data hasil pengolahan dari masing-masing parameter dimodelkan dengan menggunakan *software* Surfer versi 8.0 untuk mendapatkan model *pseudodepth section*, membuat peta anomali *chargeability* dan anomali *resistivity*. Hasil interpretasi kuantitatif dan kualitatif menyatakan bahwa nilai *chargeability* lebih besar dari 10 msec dan *resistivity* kurang dari 100 Ohm.m diduga merupakan daerah yang mengandung mineral logam dan tersebar merata pada semua lintasan daerah Betong, yaitu pada titik ukur F850, F1200, H900, H1200, I850, I1100, I1325, J1150, K775, K1075 dan K1225 dengan kedalaman antara 50-75 meter.

Kata kunci: *chargeability* (M), *resistivity* (ρ)

ESTIMATE OF METAL MINERAL DISTRIBUTION AREA WITH INDUCED POLARIZATION METHOD AT BETONG AREA

ABSTRACT

The determination of metal mineral distribution using induced polarization (dipole-dipole) at Betong area had been done. Data acquisition was taken at September 2008 using by IRIS instruments of time domain on 7 lines. There were 140 data with the space of 25 m. The data ,which are chargeability (M) and resistivity (ρ) have been read in instrument. The measured data of each parameters were modeled using software Surfer version 8.0 to obtain pseudodepth section, to make map of chargeability anomaly and resistivity anomaly. The result of quantitative and qualitative interpretation show that the value of chargeability is more than 10 msec and resistivity is less than 100 Ohm.m considered to contains of metal mineral and widespread at all of lines in Betong area which are F850, F1200, H900, H1200, I850, I1100, I1325, J1150, K775, K1075 and K1225 with the depth between 50 - 75 m.

Keywords : chargeability (M), resistivity (ρ)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Robbil'alamin, Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pendugaan Sebaran Mineral Logam di Daerah Betong menggunakan Metode Polarisasi Terimbas(*Induced Polarization*)” ini dengan sebaik-baiknya.

Selesainya laporan ini juga berkat adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Karena itu penulis sampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang tua tercinta (Bapak Akadiyanto dan Ibu Sunarti), kakak dan adik penulis. Terima kasih atas segala dukungan, semangat, nasehat, materi dan doa yang telah diberikan.
2. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Si, PhD. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Sunaryo,S.Si M.Si. selaku pembimbing I, terima kasih atas waktu yang telah diluangkan selama pembuatan tugas akhir ini.
4. Bapak Timoer Situmorang,Grad.Dip selaku pembimbing II atas waktu dan bimbingannya selama di Bandung.
5. Bapak Edi Suhanto,ST (ESDM Bandung) atas informasi, bantuan dan bimbingannya.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mengajar selama ini, seluruh Karyawan dan Laboran Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
7. Teman-teman Fisika khususnya Angkatan 2005, terima kasih atas kebersamaanya selama ini
8. Teman-teman kost BS7 atas bantuan dan semangatnya
9. Semua pihak yang telah membantu kesuksesan penulisan skripsi ini, terimakasih banyak.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran penulis harapkan demi kesempurnaan laporan.Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juni 2009

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL -----	i
LEMBAR PENGESAHAN -----	ii
LEMBAR PERNYATAAN -----	iii
ABSTRAK -----	v
ABSTRACT -----	vi
KATA PENGANTAR -----	vii
DAFTAR ISI -----	ix
DAFTAR TABEL -----	xi
DAFTAR GAMBAR -----	xiii
DAFTAR LAMPIRAN -----	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang -----	1
1.2. Rumusan Masalah -----	3
1.3. Batasan Masalah -----	3
1.4. Tujuan Penelitian.-----	3
1.5. Manfaat Penelitian -----	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Manggarai Barat -----	5
2.2. Keberadaan Timah di Pulau Flores-----	6
2.3. Pengertian Metode Polarisasi Terimbas -----	7
2.4. Konfigurasi Elektroda dalam pengukuran -----	7
2.4.1 Konfigurasi Wenner -----	8
2.4.2 Konfigurasi Schlumberger -----	9
2.4.3 Konfigurasi dipole-dipole -----	10
2.4.4 Konfigurasi pole-dipole -----	11
2.5. Metode Pengukuran -----	13
2.5.1 Domain waktu -----	13
2.5.2 Domain frekuensi -----	13
2.5.3 Pengukuran sudut fasa IP -----	14
2.6. <i>Pseudodepth section</i> -----	15
2.7. Sumber gangguan dalam pengukuran IP -----	15
2.8. Mineralogi -----	16

2.9. Mineral-mineral yang menimbulkan IP -----	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian -----	19
3.2. Bentuk Penelitian -----	19
3.3. Prosedur Pelaksanaan Penelitian -----	19
3.3.1. Akuisisi Data -----	19
3.3.2. Pengolahan Data -----	21
3.3.3. Interpretasi Data -----	21
3.4. Diagram Alir Penelitian -----	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisa <i>Chargeability</i> dan <i>Resistivity</i> -----	23
4.2. Analisa Hasil -----	23
4.2.1. Peta <i>Pseudosection</i> Lintasan -----	25
4.2.2 Peta Kontur Anomali <i>Chargeability</i> -----	33
4.2.3 Peta Kontur Anomali <i>Resistivity</i> -----	38
4.2. Interpretasi Hasil -----	42
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan -----	47
5.2. Saran -----	47
DAFTAR PUSTAKA -----	49
LAMPIRAN -----	51

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Nilai resistivitas batuan -----	12
Tabel 2.2 Nilai chargeabilitas mineral -----	17



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Peta Geologi Manggarai Barat -----	6
Gambar 2.2. Konfigurasi Wenner-----	8
Gambar 2.3. Konfigurasi Schlumberger -----	9
Gambar 2.4. Konfigurasi dipole-dipole -----	11
Gambar 2.5. Konfigurasi pole-dipole-----	12
Gambar 2.5. <i>Pseudodepth section</i> konfigurasi dipole-dipole -	15
Gambar 3.1 Peta daerah penyelidikan -----	20
Gambar 3.2 Lintasan pengukuran IP daerah Penyelidikan --	21
Gambar 3.3 Diagram alir Penelitian -----	22
Gambar 4.1. <i>Pseudosection</i> lintasan F -----	25
Gambar 4.2. <i>Pseudosection</i> anomali <i>chargeability</i> G -----	26
Gambar 4.3. <i>Pseudosection</i> anomali <i>resistivity</i> G -----	26
Gambar 4.4. <i>Pseudosection</i> anomali <i>chargeability</i> H -----	28
Gambar 4.5. <i>Pseudosection</i> anomali <i>resistivity</i> H -----	28
Gambar 4.6. <i>Pseudosection</i> anomali <i>chargeability</i> I -----	29
Gambar 4.7. <i>Pseudosection</i> anomali <i>resistivity</i> I -----	29
Gambar 4.8. <i>Pseudosection</i> anomali <i>chargeability</i> J -----	30
Gambar 4.9. <i>Pseudosection</i> anomali <i>resistivity</i> J -----	31
Gambar 4.10. <i>Pseudosection</i> anomali <i>chargeability</i> K -----	31
Gambar 4.11. <i>Pseudosection</i> anomali <i>resistivity</i> K -----	32
Gambar 4.12. <i>Pseudosection</i> anomali <i>chargeability</i> L -----	33
Gambar 4.13. <i>Pseudosection</i> anomali <i>resistivity</i> L -----	33
Gambar 4.14 Kontur anomali <i>chargeability</i> n_1 lintasan F-L -----	34
Gambar 4.15 Kontur anomali <i>chargeability</i> n_2 lintasan F-L -----	35
Gambar 4.16 Kontur anomali <i>chargeability</i> n_3 lintasan F-L -----	36
Gambar 4.17 Kontur anomali <i>chargeability</i> n_4 lintasan F-L -----	37
Gambar 4.18 Kontur anomali <i>chargeability</i> n_5 lintasan F-L -----	37
Gambar 4.19 Kontur anomali <i>resistivity</i> n_1	

	lintasan F-L -----	38
Gambar 4.20	Kontur anomali <i>resistivity</i> n ₂ lintasan F-L -----	39
Gambar 4.21	Peta Kontur anomali <i>resistivity</i> n ₃ lintasan F-L -----	40
Gambar 4.22	Peta Kontur anomali <i>resistivity</i> n ₄ lintasan F-L -----	41
Gambar 4.23	Peta Kontur anomali <i>resistivity</i> n ₅ lintasan F-L -----	42
Gambar 4.24	Proses intrusi magma -----	44
Gambar 4.25	Peta Lokasi titik bor uji daerah Betong -----	45



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data IP (Induced Polarization)-----	51
Lampiran 2 Peta Rupabumi Daerah Betong -----	82



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geofisika merupakan suatu kajian terstruktur tentang fenomena alam, pengukuran dan karakterisasi serta penggunaan untuk pencarian sumber daya alam, khususnya ditinjau dari aspek-aspek fisika. Geofisika dapat dibagi menjadi dua yaitu geofisika murni dan geofisika terapan atau geofisika eksplorasi. Geofisika murni bertujuan untuk mempelajari susunan dan sifat-sifat fisik bumi berdasarkan gejala-gejala yang berhubungan seperti sifat-sifat medan statik (gravitasi, magnetik dan listrik) dan sifat elastik (seismik). Sedangkan geofisika terapan atau geofisika eksplorasi mempelajari sifat-sifat spesifik dengan skala relatif kecil yang dihubungkan dengan sifat-sifat dalam kerak bumi.

Pada geofisika eksplorasi banyak dikembangkan metode untuk menemukan sumber mineral yang ada di dalam bumi. Metode yang sering digunakan dalam pengembangan tersebut adalah metode geolistrik dimana geolistrik merupakan suatu metoda geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana mendeteksi aliran listrik tersebut di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus listrik, SP (*self potensial*), dan gelombang elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun menginjeksikan arus ke dalam bumi.

Pada metode geolistrik polarisasi terimbas arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Metode polarisasi terimbas (*induced polarization*) merupakan salah satu metoda geolistrik yang mendeteksi terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral-mineral logam di bawah permukaan bumi, yaitu terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral di bawah permukaan yang diakibatkan dari arus yang dialirkan ke dalam bumi. Dalam pelaksanaannya baik pada metode IP maupun metode geolistrik lainnya dilakukan dengan beberapa konfigurasi antara lain konfigurasi Wenner, Schlumberger dan *dipole-dipole*.

Secara alami efek dari polarisasi terimbas terutama terlihat pada logam sulfida, grafit dan lempung. Hal ini dikarenakan

kandungan mineral logam dalam bumi umumnya terbentuk sebagai senyawa-senyawa sulfida. Bijih sulfida mempunyai kontras konduktivitas yang besar dibandingkan mineral lain. Jadi tubuh sulfida merupakan penghantar elektronik sedangkan larutan dalam pori-pori batuan merupakan penghantar ionik. Sistem demikian memungkinkan terjadinya gejala IP jika arus listrik dialirkan ke dalamnya.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai kemungkinan keberadaan sebaran mineral logam timah hitam, dimana timah hitam sebagai salah satu komoditi jenis logam yang keberadaannya sangat diperlukan terutama sebagai bahan baku pencampur bahan bakar, amunisi, pembungkus kabel, solder, lempengan Pb, baterai dan lain-lain yang pada tahun-tahun terakhir ini permintaannya meningkat di pasaran internasional. Dalam upaya untuk pemenuhan kebutuhan bahan baku tersebut, diperlukan eksplorasi sebagai upaya untuk mendapatkan cadangan baru disamping yang sudah ada guna terjaminnya pemenuhan bahan baku untuk memperpanjang umur industri.

Potensi sebaran endapan timah hitam yang luas dan banyak di berbagai pulau di Indonesia, seperti di Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara dan Kepulauan Maluku hingga saat ini belum tereksplorasi secara maksimal. Daerah Betong merupakan salah satu daerah yang mempunyai sebaran endapan timah hitam (Pb) yang cukup potensial, baik yang telah diketahui potensinya maupun yang masih indikasi. Hal ini terlihat pada bekas penambangan dan lokasi kegiatan penambangan timah hitam milik pemerintah di daerah tersebut. Untuk mengetahui lebih jauh mengenai potensi dan indikasi di daerah tersebut, dilakukan penyelidikan geofisika dengan menggunakan metode IP untuk memprediksikan lebih detil mengenai informasi struktur geologi bawah permukaan dalam kaitannya pendugaan sebaran mineral logam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah yang akan diteliti adalah:

1. Berapakah nilai anomali *chargeability* dan anomali *resistivity* pada daerah yang diduga mengandung mineral logam?
2. Bagaimanakah sebaran potensi mineral logam yang terdapat pada daerah tersebut berdasarkan peta kontur *chargeability* dan *resistivity*?
3. Pada kedalaman berapakah daerah yang lebih berpotensi mengandung mineral logam?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Metode geofisika yang digunakan hanya metode polarisasi terimbas (*induced polarization*) dengan konfigurasi dipole-dipole domain waktu.
2. Daerah pengambilan data berlokasi di daerah Betong.
3. Pengolahan data hanya menggunakan perangkat Surfer 8.0.
4. Interpretasi yang dilakukan secara kualitatif dengan hanya memperkirakan daerah prospek mineral logam tanpa menghitung luas dan volume batuan yang mengandung mineral tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui besarnya nilai *chargeability* dan *resistivity* batuan yang dianggap sebagai pembawa mineral logam.
2. Dapat memperkirakan daerah prospek mineral logam secara lateral dan vertikal dengan mengetahui peta anomali *chargeability* dan *resistivity* pada batuan pembawa mineral logam .
3. Mengetahui kedalaman daerah yang diprediksi mengandung mineral logam.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini akan diperoleh manfaat yaitu :

1. Dapat digunakan sebagai data awal atau data masukan sebelum dilakukan penyelidikan lanjutan yaitu pemboran uji dan eksplorasi mineral.
2. Mampu mengetahui dan memperkirakan jenis logam mineral yang terkandung di daerah penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Manggarai Barat

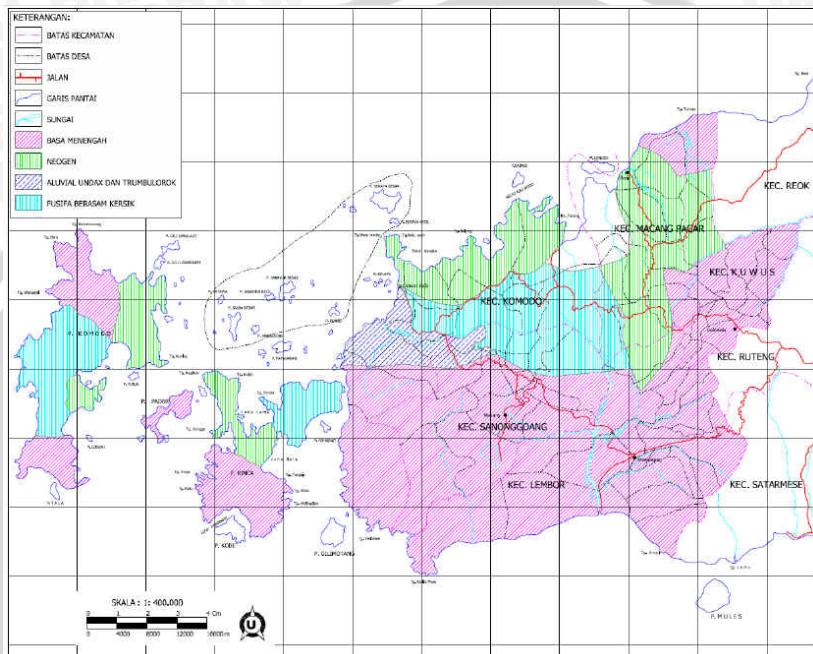
Berdasarkan kerangka tektonik Indonesia, Pulau Flores termasuk dalam busur *magmatic* Neogen-Sunda yang membujur mulai dari pulau Sumatera-Jawa-Bali-Lombok-Sumbawa-Flores sampai ke pulau Seram. Busur ini terbentuk oleh tumbukan beberapa lempeng disertai oleh penunjaman dan pembalikan arah penunjaman yang terjadi pada Oligosen. Kegiatan ini diperkirakan berhenti pada Pliosen dan menyebabkan terbentuknya rangkaian gunungapi di kepulauan Nusa Tenggara Timur.

Pada Miosen awal, pulau Flores mengalami penurunan sehingga terbentuk suatu cekungan belakang dari bagian dalam sistem rangkaian gunungapi Sunda-Banda dan bersamaan dengan pembentukan itu terjadi kegiatan gunungapi diikuti oleh pengendapan batuan berkomposisi basal-andesit dan sedimen gunung api lingkungan laut yang dikenal dengan Formasi Kiro. Pada saat kegiatan gunungapi berkurang, berikutnya diendapkan batuan sedimen piroklastik berkomposisi dasit, riolit dan sedimen klastik gunungapi dikenal dengan Formasi Tanahau.

Akhir Miosen Tengah terjadi pengangkatan, perlipatan dan pematahan diikuti oleh munculnya batuan berkomposisi granit, granodorit dan diorit yang menerobos kedua formasi tersebut. Terobosan ini diduga berhubungan dengan hidrotermalisasi. Pada Pliosen akhir terjadi lagi kegiatan gunungapi yang menutupi batuan yang lebih tua. Kegiatan tektonik di pulau Flores ini masih terus berlanjut sampai sekarang dengan ditandai oleh terjadinya beberapa kali gempa seperti pada tahun 1992 dengan kekuatan 4-5 skala Richter.

Stratigrafi daerah Kabupaten Manggarai dan Manggari Barat tersusun atas busur vulkanik yang berumur kenozoikum yang sampai saat ini masih aktif. Busur tersebut dibentuk oleh penunjaman kerak benua Hindia ke arah utara. Bentuk busur kepulauan ini masih mengalami perubahan di bagian timur, karena tumbukan dengan tepi benua Australia - New Guinea. Struktur geologi utama (sesar, kelurusan-kelurusan, dan *strike*) yang berkembang di daerah

penyelidikan terbentuk pada pengangkatan Miosen-Pliosen (Tim Inventarisasi Mangan, 2006).



Gambar 2.1 Peta geologi Manggarai Barat
(www.manggaribaratkab.go.id)

2.2 Keberadaan timah di Pulau Flores

Penemuan perak yang terdiri dari banyak bijih timah di daerah Flores mendorong eksplorasi pemerintahan Belanda yang dilaksanakan pada tahun 1911-1917. Kedua daerah yang telah terbukti mengandung bijih timah antara lain: daerah Sasak dan Masupu.

1. Di daerah Sasak terdiri dari 2 sistem urat yang bekas-bekasnya di arah tenggara dan selatan yang sudah ditetapkan. Daerah tersebut terdiri dari sejumlah urat-urat atau kumpulan urat dengan *lenticular* kecil yang melebar. Umumnya di daerah ini mineral yang ditemukan adalah timah, campuran perak dan beberapa emas. Dari semua urat yang telah disebutkan hanya urat yang ada di Pantani yang bernilai ekonomis. Persediaan bijih tersebut

- berkisar 1.360 ton dengan uji kadar logam Pb 36% dan 800 gram Ag per ton.
2. Di daerah Masupu, urat galena sudah ditemukan tetapi meskipun dengan sedikit contoh yang diuji menghasilkan timah, perak, dan mineral lain yang mempunyai karakter khusus.
 3. Daerah ketiga, daerah Bobotan sudah dieksplorasi tetapi tanpa hasil (Bemmelen, 1970).

2.3 Pengertian Metode Polarisasi Terimbas

Dalam situs www.geocis.net dituliskan bahwa geolistrik adalah suatu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus listrik, SP, dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Polarisasi terimbas merupakan salah satu metode geofisika yang mendeteksi terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral-mineral logam di bawah permukaan bumi.

Pada metode geolistrik polarisasi terimbas arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Dalam metode polarisasi terimbas ada 4 macam metoda pengukuran yaitu pengukuran dalam domain waktu, domain frekuensi, pengukuran sudut fasa dan *Magnetic Induced Polarization* (MIP). Metode polarisasi terimbas ini terutama dipahami dalam eksplorasi logam dasar (*Base Metal*) dan penyelidikan air tanah (*Ground Water*). Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda potensial dan arus, dikenal beberapa jenis metode polarisasi terimbas antara lain :

1. Metode Schlumberger
2. Metode Wenner
3. Metode *dipole-dipole*
4. Metode *pole dipole*

2.4 Konfigurasi Elektroda dalam Pengukuran

Susunan konfigurasi elektroda dalam metoda IP sama dengan metoda resistivitas umumnya antara lain : konfigurasi Schlumberger, konfigurasi Wenner, *pole-dipole* dan *dipole dipole*. Pada konfigurasi Schlumberger elektroda potensial (MN) relatif diam pada suatu

tempat dengan elektroda arus digerakkan secara simetri keluar. Pada konfigurasi Wenner jarak antar elektroda (AM=MN=NB) diperbesar dalam langkah tertentu dengan memindahkan setiap elektroda keluar dari pusat pada konfigurasi dipole-dipole. Kedua pasang elektroda yang berjarak sama saling digerakkan menjauhi. Pada konfigurasi *pole-dipole* salah satu elektroda arus diletakkan pada tempat yang sangat jauh (Waluyo, 2001).

2.4.1 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi Wenner merupakan konfigurasi yang membutuhkan tempat yang sangat luas. Konfigurasi ini tersusun atas 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Elektroda potensial ditempatkan pada bagian dalam dan elektroda arus dibagian luar (Gambar 2.1) dengan jarak antar elektroda sebesar a . Pengukuran dilakukan dengan memindahkan semua elektroda secara bersamaan kearah luar dengan jarak a selalu sama ($AM = MN$). Konfigurasi ini digunakan dalam pengambilan data secara lateral atau *mapping*. Faktor geometris untuk konfigurasi ini sebesar $2\pi a$, sehingga besar resisitivitas semu adalah

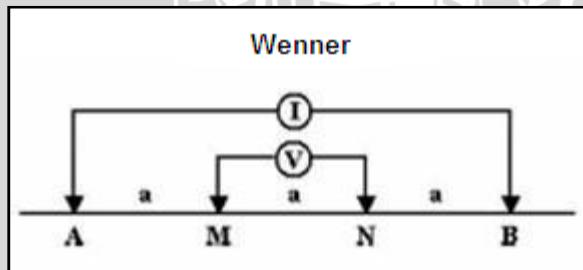
$$\rho = 2\pi a \left(\frac{V}{I} \right) \quad (2.1)$$

Dimana ρ = resistivitas semu (Ohm.meter)

a = jarak antar elektroda (meter)

V = beda potensial (Volt)

I = arus listrik (ampere)



Gambar 2.2 Konfigurasi Wenner
(<http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf>)

2.4.2 Konfigurasi *Schlumberger*

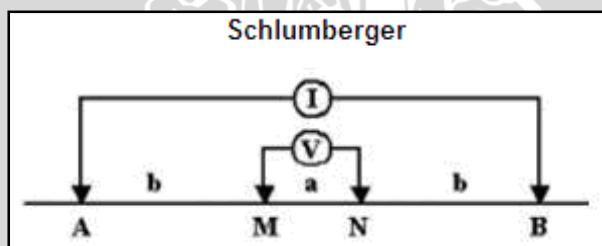
Merupakan konfigurasi yang hampir sama dengan Wenner, hanya saja jarak elektroda potensial dibiarkan tetap, pengukuran dilakukan dengan memindahkan elektroda arus ke arah luar. Metode ini tidak membutuhkan bentangan yang luas dan digunakan untuk pengambilan data *sounding*. Jarak antara elektroda AM dan NB sama ($AM = NB$), sedangkan untuk jarak antara elektroda potensial MN tetap. Sehingga besar resistivitas semu adalah

$$\rho = \frac{V}{I} \pi \frac{b(b+a)}{a} \quad (2.2)$$

dimana b = jarak antara elektroda arus dengan elektroda potensial ($AM = NB$)

a = jarak antar elektroda potensial

Menurut *Milsom* (2003) pada konfigurasi Schlumberger secara prinsip adalah perubahan jarak elektroda arusnya. Namun semakin jauh elektroda arus dari elektroda potensialnya maka potensial yang akan diterima oleh elektroda arus akan mengecil. Dengan hal ini maka dapat dilakukan untuk menjaga sensitivitas pengukuran. Modifikasi tersebut dilakukan dengan memperluas elektroda potensialnya. Dampak perubahan tersebut hanya berpengaruh terhadap kurva perhitungan yang akan *overlap*. Namun hal ini tidak akan berpengaruh terhadap kehomogenan dari resistivitas materialnya.



Gambar 2.3 Konfigurasi *Schlumberger*
(<http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf>)

2.4.3 Konfigurasi dipole-dipole

Konfigurasi *dipole-dipole* menggunakan 4 elektroda yang terdiri dari 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Elektroda arus ditempatkan di urutan pertama kemudian dilanjutkan dengan elektroda potensial. Jarak antara AB=MN sebesar a sedangkan elektroda arus dan potensial dipisahkan oleh jarak na dimana n merupakan faktor kali dari pemindahan elektroda potensial.

Dalam pengukuran dengan konfigurasi *dipole-dipole* kedua arus bergerak menjauhi kedua elektroda potensial secara bersamaan serta elektroda potensial dan arus mempunyai jarak yang tetap yaitu sebesar a . Konfigurasi *dipole-dipole* dapat diterapkan dalam pengukuran kawasan frekuensi maupun kawasan waktu dengan tujuan untuk menghilangkan adanya efek kopling serta untuk mencatat kelengkungan fungsi potensial dengan menggunakan pasangan elektroda arus yang berjarak rapat dan untuk mencari mineral tipe endapan retas (*vein*).

Faktor geometri merupakan suatu besaran yang nilainya berubah terhadap jarak elektroda atau spasi elektroda dan juga tergantung pada konfigurasi elektroda. Menurut gambar 2.4, untuk penampang dengan topografi yang relatif rata dapat diketahui besarnya beda potensial antara M dan N adalah seperti persamaan berikut:

$$V = V_m - V_n \quad (2.3)$$

$$V = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right) \text{ dan } \rho = 2\pi \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \frac{V}{I}$$

karena $\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)$ adalah faktor geometri (K) yang dipengaruhi oleh jarak antar titik, maka untuk tiap susunan elektroda akan mempunyai harga yang berbeda-beda. Faktor geometri untuk susunan pada gambar 2.4 bernilai :

$$A, M = r_1 = (n+1)a ; B, N = r_2 = n.a$$

$$A, N = r_3 = (n+2)a ; B, M = r_4 = (n+1)a$$

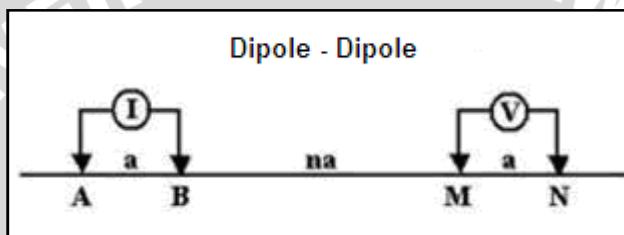
Sehingga faktor geometri menjadi :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}} \text{ atau } K = \frac{n(n+1)(n+2)}{2} a \quad (2.4)$$

Dan harga tahanan jenis (ρ_a) untuk susunan dipol-dipol :

$$\rho_a = 2\pi K \frac{V}{I} \text{ atau } \rho_a = \pi n (n+1)(n+2) \frac{V}{I} a \quad (2.5)$$

(Telford et al., 1990).

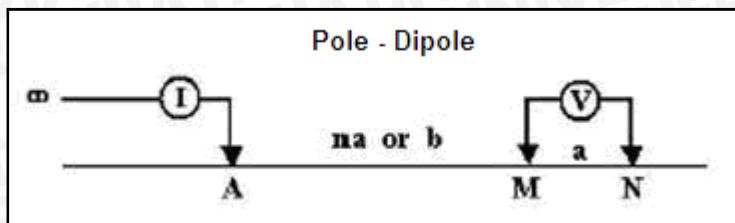


Gambar 2.4 Konfigurasi *dipole – dipole*
[\(<http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf>\)](http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf)

2.4.4 Konfigurasi *pole-dipole*

Konfigurasi *pole-dipole* merupakan konfigurasi yang tersusun dari 1 elektroda arus dan 2 elektroda potensial (Gambar 2.5). Jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial terdekat sebesar na atau b sedangkan besar jarak antara elektroda potensial sebesar a . Seperti halnya konfigurasi *dipole-dipole*, dalam pengukuran resistivitas hanya memindahkan elektroda potensial, dan akan memberikan faktor n dari pemindahannya. Dari susunan tersebut maka didapatkan faktor geometris sebesar $2\pi \frac{(a+b)}{b}$, dan resistivitas semu

$$\rho = 2\pi \frac{(a+b)V}{b} \frac{I}{I} \quad (2.6)$$



Gambar 2.5 Konfigurasi *pole – dipole*
[\(<http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf>\)](http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf)

Tabel 2.1 nilai resistivitas batuan

<i>Rock type</i>	<i>Resistivity range ($\Omega \cdot m$)</i>
<i>Igneous & metamorphic rocks</i>	
- Granite	$3 \times 10^2 - 10^6$
- Andesite	$1.7 \times 10^2 - 4.5 \times 10^4$
- Lava	$10^2 - 5 \times 10^{14}$
- Basalt	$10 - 1.3 \times 10^7$
- Tuffs	$2 \times 10^3 - 10^5$
- Slates various	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
- Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
- Quartzites various	$10 - 2 \times 10^8$
<i>Sediment rocks</i>	
- Consolidates shales	$0 - 2 \times 10^3$
- Argillites	$10 - 8 \times 10^2$
- Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
- Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^8$
- Limestones	$50 - 10^7$
- Marls	3-70
- Clays	1-100
- Alluvium & sands	10-800
- Oil sands	4-800
<i>Soil & waters</i>	
- Groundwater	$0.1 - 10^3$
- Brackish water	0.2-1
Sea water	0.3-0.2

(Blaricom, 1988)

2.5 Metode Pengukuran

Sedangkan dalam situs intenet www.geocis.net menerangkan bahwa pengukuran tanggapan (respon) IP dapat dilakukan dengan dalam:

2.5.1 Domain waktu

Prosedur pengukuran di lapangan adalah dengan mengalirkan pulsa arus listrik berbentuk persegi panjang. Pada saat arus listrik dihentikan, potensial antara dua elektroda pengukur segera turun ke tingkat tanggap sekunder. Potensial sekunder ini kemudian meluruh dengan waktu pengukuran dalam domain waktu maksudnya pengamatan peluruhan potensial sekunder (V_s) terhadap waktu.

Untuk mengukur derajat terpolarisasi suatu bahan pada suatu waktu, didefinisikan besaran *chargeability* $m(t)$ yang merupakan besaran makro yang bergantung pada jenis bahan dan selang waktu pengaliran arus. Di lapangan *chargeability* diukur dari definisi:

$$M = \frac{\int_{t_1}^{t_2} V_s}{V_p} dt \quad (2.7)$$

Dimana : V_p = tegangan pada saat arus mengalir
 V_s = tegangan saat arus diputus (Siegel, 1959).

Dan IP effect (%) dirumuskan oleh:

$$IP(%) = \frac{V(t_1)}{V_p} \times 100\% \quad (2.8)$$

Dimana : V_s = tegangan sekunder
 V_p = tegangan primer (Telford et al., 1990).

2.5.2 Domain frekuensi

Untuk mempolarisasikan suatu bahan dengan arus listrik imbas ke suatu tingkat tertentu, dibutuhkan waktu tertentu tergantung jenis bahannya karena frekuensi bergantung terbalik dengan waktu, maka perbedaan tanggap (respon) tegangan pada pemberian arus listrik dengan frekuensi yang berbeda juga mencerminkan sifat

polarisasi bahan yang bersangkutan. Prosedur pengukuran dilakukan dengan mengalirkan arus listrik dengan frekuensi yang berbeda.

Jika timbul efek frekuensi, maka parameter pengukuran didefinisikan sebagai besarnya *frequency effect* (FE):

$$FE = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \quad (2.9)$$

Dimana: V_2 = tanggap tegangan pada frekuensi tinggi

V_1 = tanggap tegangan pada frekuensi rendah

Saat arus terkondisikan pada puncak amplitudo konstan dan frekwensi bermacam-macam, FE dapat dinyatakan

$$FE = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \quad (2.10)$$

dimana ρ_2 dan ρ_1 merupakan respon magnetik dari resistivitas semu pada frekwensi tinggi dan rendah.

Atau *Percent Frequency Effect* (PFE)

$$PFE = \frac{100\% X(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1} \quad (2.11)$$

Secara umum PFE menjelaskan hubungan antara efek frekuensi dengan jumlah kuarsa dalam mineral sulfida dan menunjukkan jumlah sulfida dalam batuan serta model penyebarannya secara merata atau mengelompok. Biasanya mineral sulfida terbentuk bersamaan dengan mineralisasi emas sehingga dapat digunakan sebagai kontrol terhadap terbentuknya mineralisasi emas (Sudrajat, 2000).

Karena efek IP bervariasi dengan resistivitas semu dari batuan yaitu *electrolyte*, temperatur, ukuran pori dan lain-lain, maka didefinisikan metal factor (MF) :

$$MF = \frac{PFE}{\rho_{lo}} \times A \quad (2.12)$$

Dimana : $A = 2\pi \times 10^3$

$\rho_{lo} = \rho_1$ = resistivitas semu pada frekuensi rendah

(Sumner, 1976).

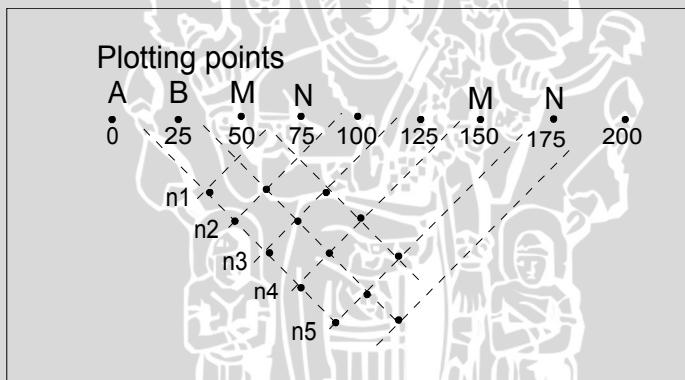
2.5.3 Pengukuran sudut fasa IP

Metode ini mengukur beda sudut fasa antara keluaran sinyal tegangan dengan masukan gelombang arus listrik yang diberikan,

dengan asumsi bahwa bentuk gelombang keduanya sinusoidal dengan frekuensi yang sama. Ketiganya mengukur gejala fisis yang sama, tetapi dengan parameter pengukuran yang berbeda. Di samping itu, juga ada metode *Magnetic Induced Polarization* (MIP) yaitu pengukuran dalam domain medan magnet.

2.6 Pseudodepth section

Pseudodepth section merupakan suatu gambaran penampang vertikal dari suatu irisan dimana terdapat titik-titik plotting yang digambarkan dalam suatu kedalaman yang berbeda berdasarkan posisi elektroda arus dan elektroda potensial. Titik-titik tersebut membentuk suatu sudut sebesar 45° antara posisi tengah *receiver* dan posisi *transmitter* yang berubah-ubah dengan kerapatan n . Hasil dari pengolahan data dapat ditampilkan dalam bentuk *pseudodepth section* dimana besarnya tahanan jenis semu tegantung dari jarak spasi elektroda yang digunakan (Telford et all, 1990).



Gambar 2.6 *pseudodepth section* konfigurasi *dipole-dipole*

2.7 Sumber Gangguan dalam Pengukuran IP

a. Potensial spontan bumi (Self Potential)

Potensial diri merupakan suatu potensial listrik di permukaan yang berasal dari reaksi elektrokimia antara mineral dan larutannya , nilai potensial ini timbul dengan sendirinya tanpa adanya pengaruh medan listrik dari luar.

b. Arus telurik

Arus telurik merupakan arus listrik imbas di dalam bumi yang umumnya sejajar dengan permukaan bumi dengan besar frekuensi kurang dari 0.1 Hz sehingga untuk menghilangkan gangguan tersebut digunakan frekuensi lebih dari 0.1 Hz (Suparwoto, 2001)

2.8 Mineralogi

Mineral pada umumnya merupakan produk-produk deposit dari proses diferensiasi dan kristalisasi magma, yaitu produk yang terbentuk pada saat aktivitas pembentukan batuan beku akan berakhir. Awal proses ini dimulai dengan menerobosnya larutan hidrotermal berkonsentrasi tinggi pada suatu batuan yang sudah ada sebelumnya. Ketika larutan tersebut menembus melalui rekahan-rekahan dan patahan, terjadilah proses alterasi pada batuan tersebut. Proses alterasi batuan adalah suatu perubahan komposisi mineral dari suatu batuan pada temperatur lebih besar dari 100° C dan tekanan 1 kilobar, akibat menerobosnya larutan hidrotermal. Tiga macam proses alterasi antara lain:

- a. Argilitirasi : alterasi akibat perubahan feldspar membentuk mineral lempung pada urat-urat mineral batuan yang diterobos.
- b. Silifikasi : alterasi yang menghasilkan silika seperti kuarsa berbutir halus, kalsedon pada pori menggantikan mineral yang ada.
- c. Propilitisasi : alterasi yang melibatkan formasi dari sebuah propilit dengan menerobosnya mineral karbonat dan klorit.

Pada saat pendinginan berlanjut yang disertai dengan reaksi-reaksi kimia dan proses fisika, terendapkanlah mineral-mineral bentukan baru. Mineral ini tipenya tergantung dari jenis larutan hidrotermal, tipe batuan segar yang diterobosnya, dan proses pendinginan yang terjadi pada batuan itu sendiri. Batuan yang beragam kandungan mineralnya akan menghasilkan beberapa macam tipe mineral bentukan baru. Produk-produk reaksi ini terakumulasi dalam celah pori batuan, bidang pelapukan dan perlapisan batuan. Sementara itu karakteristik utama dari daerah alterasi adalah adanya sejumlah besar CO₂ yang merupakan produk dari alterasi (Widianti, 2005)

Keberadaan CO₂ ini besarnya tergantung pada kandungan logam, magnesium dan kalium yang berlebihan pada batuan segarnya. Dan logam itu sendiri menjadi mineral berlebihan yang ketika proses alterasi menghasilkan pirit. Hal ini biasanya ditemukan di sekitar tubuh mineral sulfida. Sulfida adalah sebuah mineral yang dicirikan dengan adanya keterkaitan antara sulfur dengan unsur logam. Beberapa diantaranya adalah kalkopirit (CuS₂), galena (PbS₂) dan pirit (FeS₂). Zona alterasi secara fisis mempunyai harga resistivitas batuan muda di sekitarnya. Hal ini disebabkan pada zona alterasi merupakan akumulasi mineral logam yang memiliki harga resistivitas rendah atau konduktivitas tinggi dibandingkan dengan mineral non logam (Park dan Mac David, 1976).

2.9 Mineral-mineral yang menimbulkan gejala IP

Dalam situs internet www.geocis.net menuliskan bahwa kandungan mineral logam dalam bumi umumnya terbentuk sebagai senyawa senyawa sulfida. Bijih sulfida ini mempunyai kontras konduktivitas yang besar dibandingkan latar belakang. Jadi tubuh sulfida merupakan penghantar elektronik sedangkan larutan dalam pori-pori batuan merupakan penghantar ionik. Sistem demikian memungkinkan terjadinya gejala IP jika arus listrik dialirkan ke dalamnya. Gejala IP juga ditimbulkan oleh beberapa oksida dan mineral lempung.

Ada dua fenomena yang berkaitan dengan larutan dan bidang antar muka pada eksplorasi geolistrik frekuensi rendah seperti IP yaitu : elektrokimia dan elektrokinetik. Elektrokimia berkaitan dengan reaksi dan perubahan kimia karena arus listrik sedangkan elektrokinetik berkaitan dengan efek yang terjadi karena adanya variasi mobilitas pembawa muatan.

Tabel 2.2 Nilai *chargeability* mineral

Mineral	<i>Chargeability</i>	Mineral	<i>Chargeability</i>
<i>Pyrite</i>	13.4	<i>Bornite</i>	6.3
<i>Chalcosite</i>	13.2	<i>Galam</i>	3.7
<i>Cooper</i>	12.3	<i>Magnetic</i>	2.2
<i>Graphite</i>	11.2	<i>Malachite</i>	1.2
<i>Chalcopyrite</i>	9.4	<i>Hematite</i>	1.0

<i>Air tanah</i>	0	<i>Sandstone</i>	3-12
<i>Alluvium</i>	1-4	<i>Schists</i>	5-20
<i>Gravel</i>	3-9	<i>Arrgillis</i>	3-10
<i>Precambium vol</i>	8-20	<i>Quartzites</i>	5-12
<i>Precambium gue</i>	0-30		
<i>Tuvatul</i>	300-800	<i>Granite</i>	10-50
Serpih	50-100	<i>Dolomite</i>	10-20



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Data yang dipakai dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder dari Pusat Sumber Daya Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Bandung, yang diambil pada tanggal 25 Januari 2009 – 22 Februari 2009. Adapun akuisisi data primer dilakukan di daerah Betong, Nusa Tenggara Timur pada bulan September 2008.

Area penelitian metode polarisasi terimbas (*induced polarization*) mempunyai luas $0.6 \text{ km} \times 0.9 \text{ km} = 0.54 \text{ km}^2$ dibagi menjadi 7 lintasan pengukuran dengan jarak elektroda (a) yang digunakan sebesar 25 meter dan masing-masing lintasan mempunyai sekitar 20 titik pengukuran.

3.2 Bentuk Penelitian

Tugas akhir ini adalah menganalisa data sekunder berupa data pengukuran IP dan analisa peta penampang semu (*pseudosection*) tiap lintasan, peta anomali *chargeability* dan *resistivity* untuk kedalaman yang berbeda. Dengan menganalisa peta *pseudosection*, peta anomali *chargeability* dan peta anomali *resistivity* dapat mengetahui informasi penyebaran mineral logam pada daerah penyelidikan baik secara lateral maupun secara vertikal.

Data yang didapat dari pengukuran polarisasi terimbas (*induced polarization*) adalah koordinat dan ketinggian titik ukur, beda potensial dalam satuan miliVolt, arus (I) dalam satuan milliAmpere, *Resistivity* (Ohm.meter), dan *chargeability* (M) dalam satuan msec (millisecond). Dari data-data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan peta *pseudosection*, peta anomali *chargeability* dan peta anomali *resistivity* dengan menggunakan perangkat lunak Surfer versi 8.

3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Akuisisi Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung dengan akuisisi data dilakukan oleh Tim

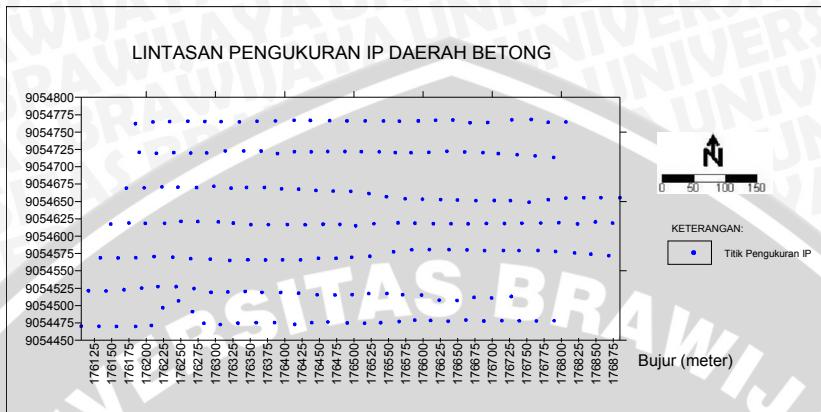
Eksplorasi Geofisika Bandung di daerah Betong pada bulan September 2008. Pengukuran IP dengan cara *dipole-dipole* dibagi menjadi 7 lintasan dengan jarak antar elektroda sebesar 25 meter dan masing-masing lintasan mempunyai sekitar 20 titik pengukuran; dan jarak antar lintasan sejauh 50 meter. Pada gambar 3.2 terlihat bahwa lintasan F berada pada dataran yang memiliki topografi dengan tebing yang curam sehingga lintasannya tidak berbentuk garis lurus atau sedikit melengkung ke atas.

Akuisisi ini hanya menggunakan konfigurasi *dipole-dipole* dikarenakan konfigurasi ini tergolong konfigurasi yang sederhana dalam pengambilan datanya. Dalam konfigurasi *dipole-dipole* elektroda arus ditempatkan di urutan pertama kemudian dilanjutkan dengan elektroda potensial. Jarak antar elektroda sebesar 25 meter sedangkan elektroda arus dan potensial dipisahkan oleh jarak $25n$ dimana n merupakan faktor kali dari pemindahan elektroda potensial.



: Lokasi pengambilan data primer
Skala peta 1 : 25.000

Gambar 3. 1 Peta daerah penyelidikan
(Tim Inventarisasi Mangan,2006)



Gambar 3.2 Lintasan pengukuran IP daerah penyelidikan

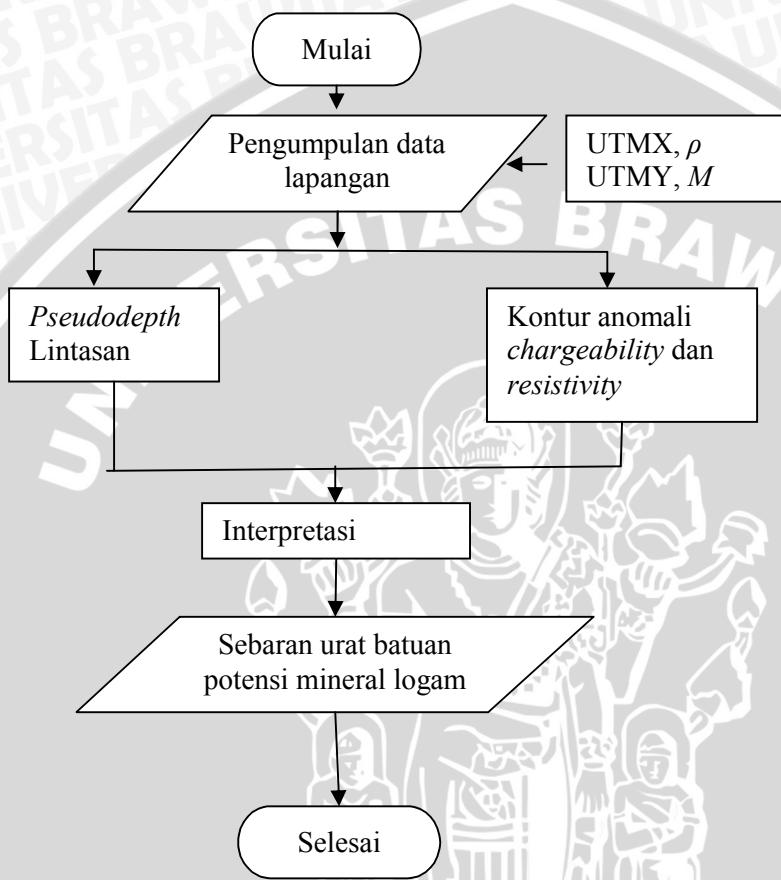
3.3.2 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari akuisisi data diolah dengan menggunakan *software* Surfer 8.0 untuk membuat peta *pseudosection* tiap lintasan dan peta anomali *resistivity* serta *chargeability* tiap n dengan data hasil berupa harga tahanan jenis (*resistivity*) dan *chargeability*. Berbeda dengan metode lain, metode IP *time domain* ini tidak dilakukan koreksi-koreksi terhadap harga kedua parameter tersebut.

3.3.3 Interpretasi Data

Interpretasi data dilakukan dengan melihat peta penampang semu (*pseudosection*) tiap lintasan, peta anomali *resistivity* dan *chargeability* untuk masing-masing n . Peta-peta tersebut akan menunjukkan daerah tafsiran sebaran batuan yang mengandung mineral logam di daerah penyelidikan berdasarkan nilai parameter tersebut baik secara vertikal maupun lateral. Dengan mengetahui adanya dugaan daerah sebaran batuan pembawa mineral logam maka dapat diketahui pula kedalamannya. Selain itu dengan mengetahui daerah tersebut dapat juga dibuat peta yang prospek atau mempunyai potensi besar untuk dilakukan bor uji guna mengetahui lebih detail mineral apa yang terkandung di daerah tersebut

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa *chargeability* dan *resistivity*

Berdasarkan data hasil pengukuran, nilai *chargeability* (M) pada daerah penyelidikan berkisar antara 0 - 294.3 msec. Menurut Situmorang, 2008 nilai *chargeability* dapat diklasifikasikan menjadi 5 bagian yaitu:

- a. Nilai anomali rendah dengan *chargeability* < 10 msec : daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan bumi bawah permukaan yang tidak mengandung mineral logam.
- b. Nilai anomali sedang dengan *chargeability* 10-25 msec: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan bumi bawah permukaan yang merupakan daerah mineralisasi logam.
- c. Nilai anomali agak tinggi dengan *chargeability* 25-50 msec: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan bumi bawah permukaan yang termineralisasi logam cukup besar secara kuantitas.
- d. Nilai anomali tinggi dengan *chargeability* 50-75 msec: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan bumi bawah permukaan yang termineralisasi logam kuat atau mengandung mineral logam yang besar secara kuantitas.
- e. Nilai anomali sangat tinggi dengan *chargeability* > 75 msec : daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan bumi bawah permukaan yang termineralisasi secara kuat atau pembawa mineral logam yang sangat besar.

Penggolongan nilai anomali ini dikarenakan prinsip dasar penyelidikan IP adalah jika arus listrik searah dialirkan ke dalam tanah, akan timbul potensi listrik dan polarisasi partikel-partikel batuan dimana ion-ion negatif berkumpul dan dikelilingi oleh ion-ion positif. Apabila arus listrik diputus secara mendadak, ion-ion yang terpolarisasi tersebut akan kembali ke keadaan normal dimana konsentrasi ion-ion listrik akan menyebar kembali ke keadaan semula, dimana potensial listrik tidak segera hilang walaupun hubungan listrik telah diputus. Potensial listrik tersebut akan menurun secara perlahan-lahan tergantung dari jumlah kandungan

mineral logam di dalam batuan. Semakin banyak kandungan mineral logam dalam batuan, semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh potensial listrik kembali ke nol.

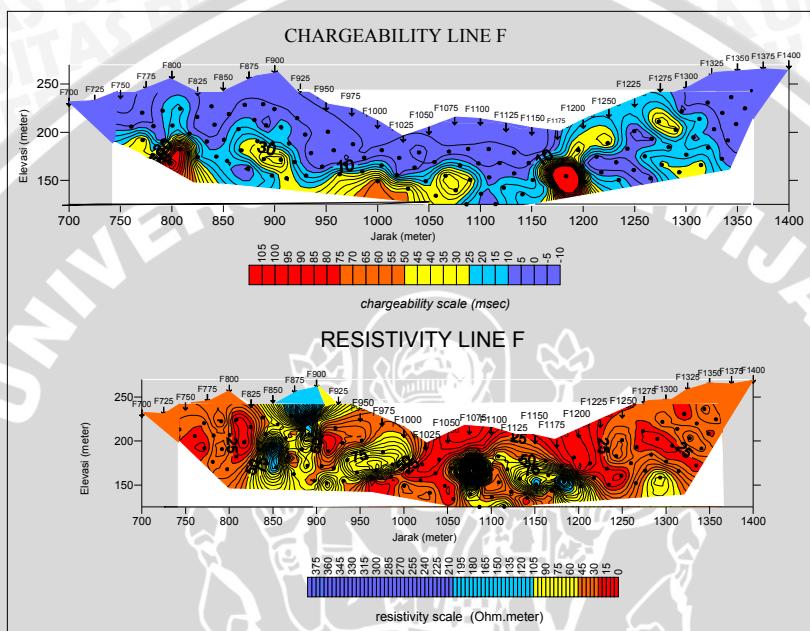
Sedangkan berdasar data hasil pengukuran, nilai *resistivity* (ρ) pada daerah penyelidikan berkisar antara $0.5 - 1412.5 \Omega.m$, dimana nilai tersebut juga dapat diklasifikasikan menjadi 4 bagian antara lain:

- a. Nilai anomali sangat rendah dengan *resistivity* $< 25 \text{ Ohm.m}$: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan daerah batuan bawah permukaan yang bukan mengandung mineral logam, akan tetapi batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas tinggi sehingga cukup konduktif. Daerah ini diduga sebagai defleksi batuan bawah permukaan yang didominasi oleh batuan lempung atau sedimen seperti *clay, fine sandstone*.
- b. Nilai anomali rendah dengan *resistivity* $25 - 50 \text{ Ohm.m}$: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai daerah yang masih didominasi oleh batuan berporositas dan permeabilitas tinggi sehingga cukup konduktif, seperti batuan sedimen. Daerah tersebut ditafsirkan sebagai daerah yang mengandung mineral logam jika nilai *chargeability* pada daerah tersebut lebih besar atau sama dengan 10 msec .
- c. Nilai anomali sedang dengan *resistivity* $50 - 100 \text{ Ohm.m}$: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai daerah yang didominasi oleh batuan berporositas dan permeabilitas cukup tinggi sehingga masih cukup konduktif. Daerah ini juga ditafsirkan sebagai defleksi batuan bawah permukaan yang didominasi oleh batuan yang telah mengalami pelapukan tinggi. Daerah tersebut ditafsirkan sebagai daerah mineralisasi logam bila nilai *chargeability* pada daerah tersebut lebih besar atau sama dengan 10 msec .
- d. Nilai anomali agak tinggi dengan *resistivity* $> 100 \text{ Ohm.m}$: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan bawah permukaan yang didominasi oleh batuan yang telah mengalami pelapukan sangat tinggi. Daerah tersebut diprediksikan sebagai daerah pembawa mineral logam bila nilai *chargeability* pada daerah tersebut lebih besar atau sama dengan 10 msec .

4.2 Analisa Hasil

4.2.1 Peta Pseudosection Lintasan

a) Pseudosection anomali IP Lintasan F



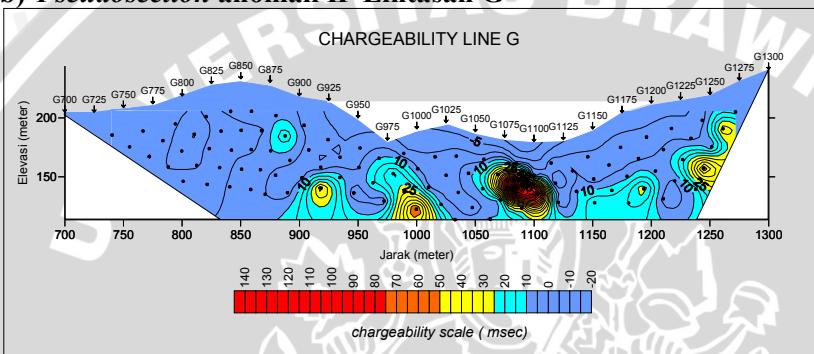
Gambar 4.1 Pseudosection Lintasan F, interval kontur 5 msec

Pada *pseudosection* anomali *chargeability* diatas terlihat bahwa pada lintasan F daerah yang dianggap prospek untuk mineral logam terdapat pada hampir sepanjang lintasan mulai dari $n=1$ dengan kedalaman berkisar antara 0 - 25 meter hingga $n=5$ dengan kedalaman 62.5 - 75 meter. Hal ini ditunjukkan pada warna biru muda sampai dengan merah dengan nilai anomali *chargeability* > 10 msec. Pada titik ukur F1175 terlihat warna merah yang menghitam. Hal ini diduga bahwa batuan tersebut merupakan batuan yang kompak dimana mengalami pelapukan tinggi sehingga mempunyai nilai anomali *chargeability* yang besar dan kontur yang lebih rapat jika dibandingkan dengan yang lain.

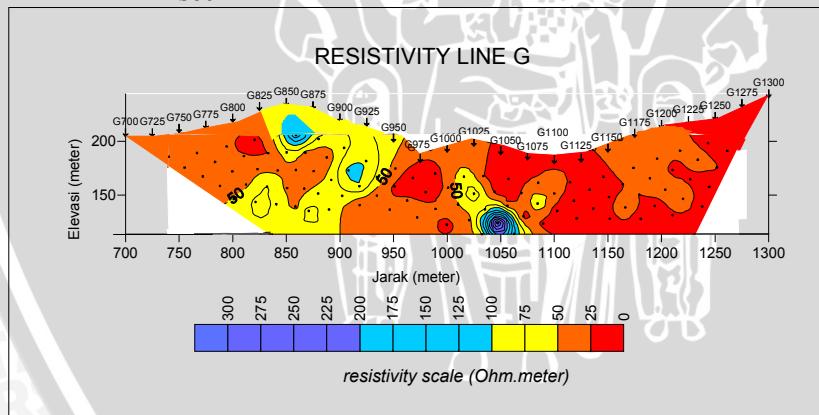
Sedangkan pada *pseudosection* anomali resistivitas sepanjang lintasan F didominasi oleh daerah yang cukup konduktif. Hal ini ditunjukkan dengan skala warna resistivitas lintasan F didominasi

dengan warna oranye yang nilai anomaliannya berkisar antara 25 - 50 Ohm.m . Diperkirakan daerah tersebut didominasi oleh batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas tinggi yang diprediksikan sebagai daerah mineralisasi logam jika nilai anomali *chargeability* lebih besar atau sama dengan 10 msec. Hal ini terlihat pada warna merah hingga biru tua seperti yang terlihat pada peta *pseudosection* anomali *resistivity*.

b) *Pseudosection* anomali IP Lintasan G



Gambar 4.2 *Pseudosection* anomali *chargeability* interval kontur 5 msec



Gambar 4.3 *Pseudosection* anomali *resistivity*

Pada gambar 4.2 diatas terlihat bahwa pada lintasan G daerah yang mempunyai potensi mengandung mineral logam terdapat pada titik ukur G925-G1250 mulai dari n=1 hingga n=5 dengan

kedalaman antara 25 hingga 75 meter. Daerah tersebut ditunjukkan oleh skala warna anomali *chargeability* biru muda hingga merah. Warna-warna tersebut menggambarkan anomali *chargeability* yang mengandung mineral logam. Dari *pseudodepth section* juga dapat diindikasikan bahwa pada lintasan G ke arah vertikal, mineral logam tersebar merata pada n=3 hingga n=5 dengan luas antar sebarannya berbeda antar titik ukur.

Sedangkan pada *pseudosection* anomali *resistivity* (gambar 4.3) dapat diinterpretasikan bahwa lintasan G ke arah vertikal didominasi oleh nilai anomali dengan besar resistivity 25 -50 Ohm.m. seperti yang terlihat pada titik ukur G700-G1225. Dengan anomali tersebut dapat diprediksikan bahwa daerah tersebut merupakan daerah batuan bawah permukaan yang mempunyai porositas dan permeabilitas tinggi sehingga cukup konduktif dan dapat diindikasikan sebagai daerah yang mengandung mineral logam jika nilai *chargeability*-nya lebih dari atau sama dengan 10 msec.

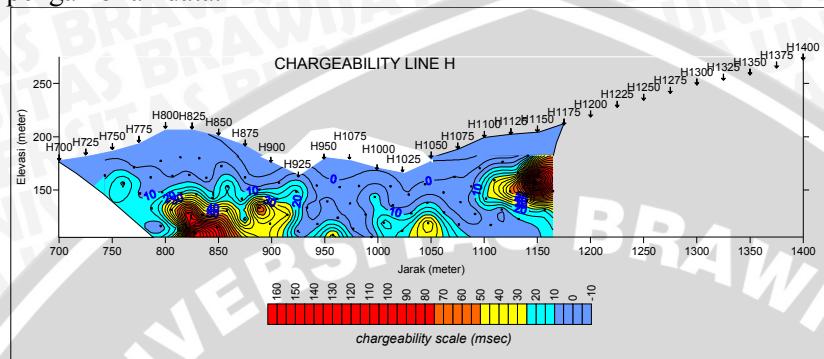
Hal ini dikarenakan dengan porositas dan permeabilitas tinggi memungkinkan batuan tersebut mengandung mineral logam yang mudah dilalui air sehingga jika dialiri arus akan konduktif dan membutuhkan waktu yang cukup lama dibanding batuan yang biasa ataupun air tanah, untuk ion batuan mineral logam kembali ke keadaan semula yaitu lebih dari atau sama dengan 10 msec.

Jika dicocokkan dengan *pseudosection* anomali *chargeability*, maka daerah yang berpotensi besar mengandung mineral logam adalah mulai dari titik ukur G900 hingga G1250 dengan kedalaman berkisar antara 25 hingga 75 meter. Akan tetapi pada titik ukur G1125 baik pada anomali *chargeability* maupun *resistivity* menunjukkan bahwa pada titik ukur tersebut tidak terdapat kemungkinan adanya kandungan mineral logam.

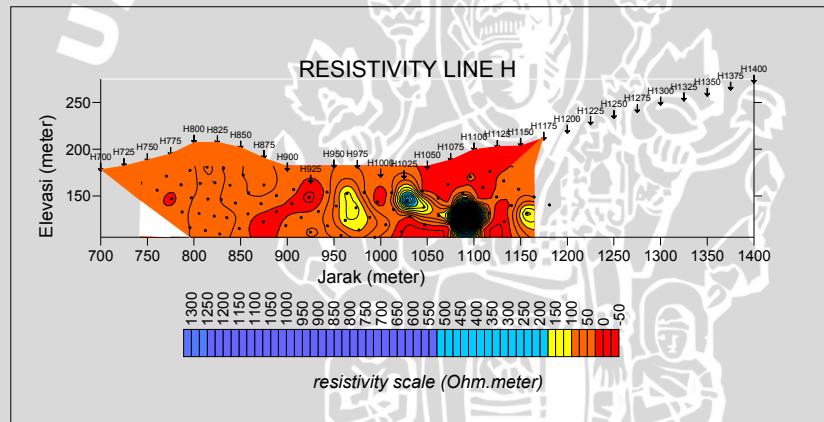
c) *Pseudosection* anomali IP Lintasan H

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa daerah yang dianggap mempunyai potensi besar mengandung mineral logam diinterpretasikan sebagai daerah yang mempunyai nilai anomali *chargeability* lebih dari 10 msec yaitu pada titik ukur H725-H1150 dengan kedalaman 25 hingga 75 meter. Sedangkan pada titik ukur H1175-H1400 tidak didapatkan informasi apapun dikarenakan pada titik ukur tersebut tidak dilakukan pengambilan data dengan

pertimbangan biaya serta waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan data.



Gambar 4.4 Pseudosection anomali *chargeability* interval kontur 5 msec

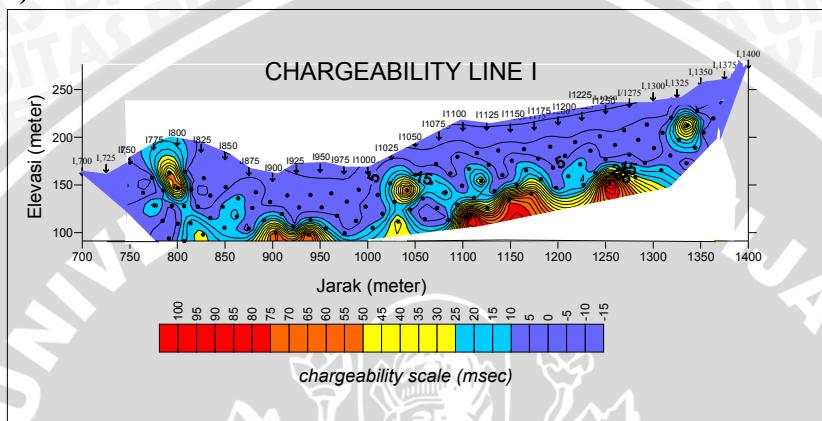


Gambar 4.5 Pseudosection anomali *resistivity*

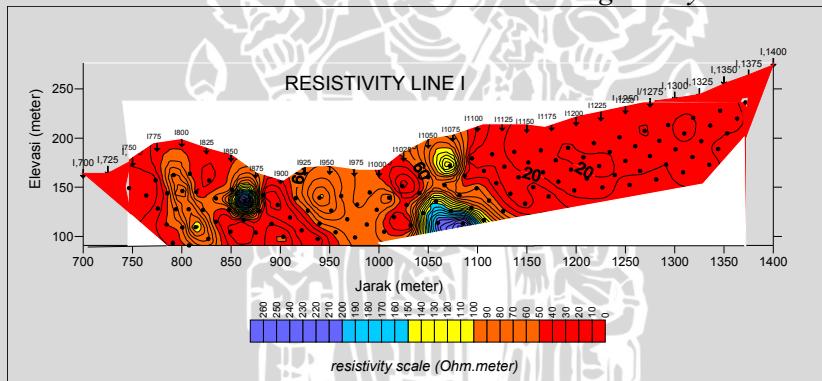
Sedangkan pada gambar 4.5 yaitu *pseudosection* anomali *resistivity* diinterpretasikan bahwa lintasan H ke arah vertikal merupakan daerah yang didominasi oleh batuan bawah permukaan yang berporositas dan permeabilitas tinggi yang mengandung mineral logam jika nilai *chargeability* lebih besar atau sama dengan 10 msec. Dari *pseudosection* tersebut dapat diketahui bahwa daerah yang berpotensi mengandung mineral logam tersebar pada titik ukur H725-H1150 dengan kedalaman 25 - 75 meter. Jika dibandingkan dengan *pseudosection* anomali *chargeability* maka daerah yang

diduga berpotensi mengandung mineral logam tidak mengalami perbedaan.

d) Pseudosection anomali IP Lintasan I



Gambar 4.6 Pseudosection anomali chargeability



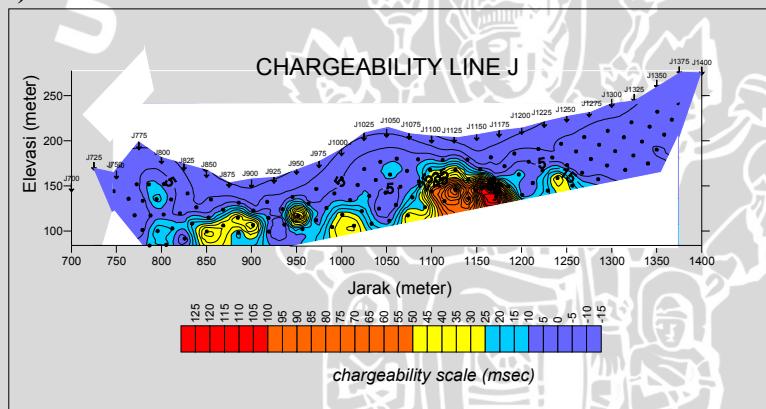
Gambar 4.7 Pseudosection anomali resistivity

Pada gambar 4.6 *pseudosection* anomali *chargeability* diatas dapat diinterpretasikan bahwa daerah yang dianggap berpotensi mengandung mineral logam tersebar sepanjang lintasan I dengan nilai anomali *chargeability* > 10 msec mulai n=1 hingga n=5 dengan kedalaman 25-75 meter. Hal ini ditunjukkan pada sebaran skala warna anomali *chargeability* biru hingga merah yang masing-masing warna mewakili nilai anomali *chargeability* yang berbeda. Perbedaan

nilai anomali ini berdasarkan jumlah kandungan mineral logam yang sudah dijelaskan diatas.

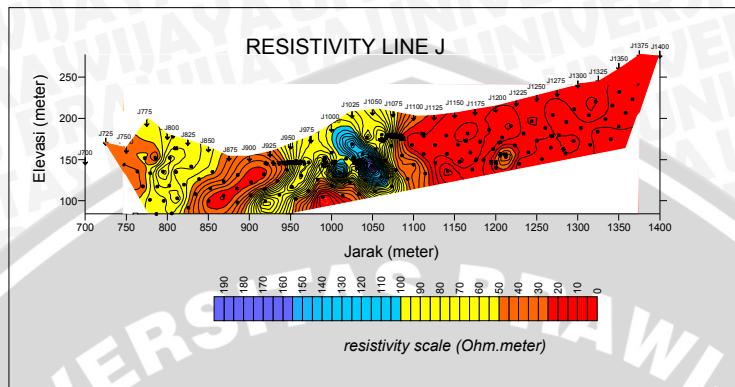
Sedangkan pada Gambar 4.7 daerah yang diduga mengandung mineral logam pun berada pada titik ukur sepanjang lintasan I mulai dari titik ukur I700 hingga I1400. Daerah ini diindikasikan sebagai daerah yang berporositas dan permeabilitas tinggi tetapi mengandung mineral logam dikarenakan nilai anomali *chargeability* lebih dari atau sama dengan 10 msec. Daerah ini ditunjukkan pada skala warna resistivitas merah pada peta sedangkan warna orange dapat diinterpretasikan bahwa daerah tersebut didominasi oleh batuan bawah permukaan yang mengalami pelapukan tinggi tetapi masih mengandung mineral logam dengan nilai *chargeability* lebih besar dari 10 msec.

e) Pseudosection anomali IP Lintasan J



Gambar 4.8 Pseudosection anomali *chargeability*

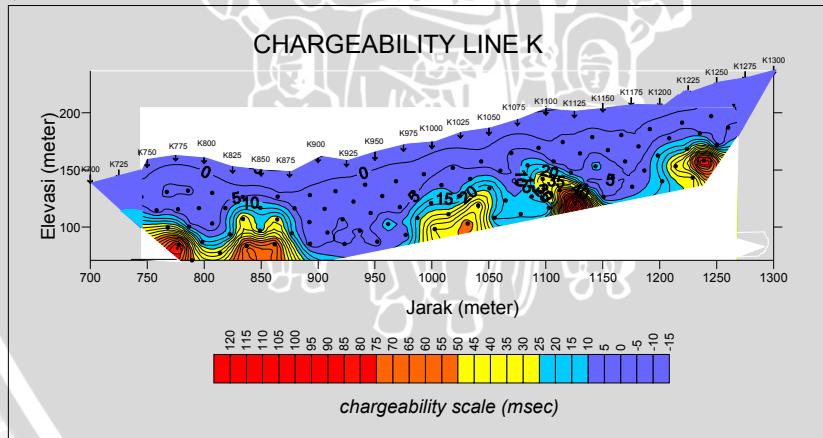
Pada Gambar 4.8 diatas diketahui bahwa titik ukur J800-J1275 dapat diprediksikan sebagai daerah yang memiliki potensi mineral logam dengan nilai anomali *chargeability* > 10 msec. Berbeda dengan lintasan lain, pada lintasan J ini anomali chargeabilitas lebih dari atau sama dengan 10 msec berada mulai pada n=3 yaitu 50 meter yang berarti pada kedalaman 25 meter batuan yang terdapat pada lintasan tersebut tidak mengandung mineral logam atau bahkan pada kedalaman tersebut terdapat air tanah yang konduktif.



Gambar 4.9 Pseudosection anomali resistivity

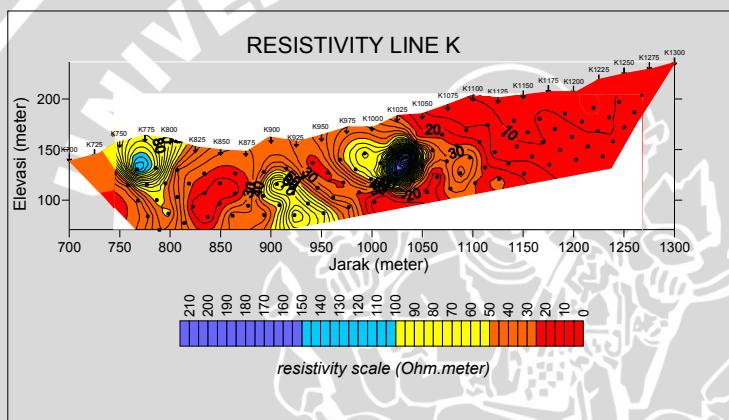
Begitu pula dengan gambar 4.9 yang besarnya nilai anomali resistivitas bervariasi sehingga dapat diduga sepanjang lintasan J mengandung mineral logam jika dikorelasikan dengan nilai anomali chargeabilitas yang besar yaitu nilai anomali resistivitas 25 Ohm.meter hingga 100 Ohm.meter. Daerah tersebut diprediksikan mengalami pelapukan tinggi akan tetapi masih mempunyai porositas dan permeabilitas tinggi sehingga masih cukup konduktif.

f) Pseudosection anomali IP Lintasan K



Gambar 4.10 Pseudosection anomali chargeability

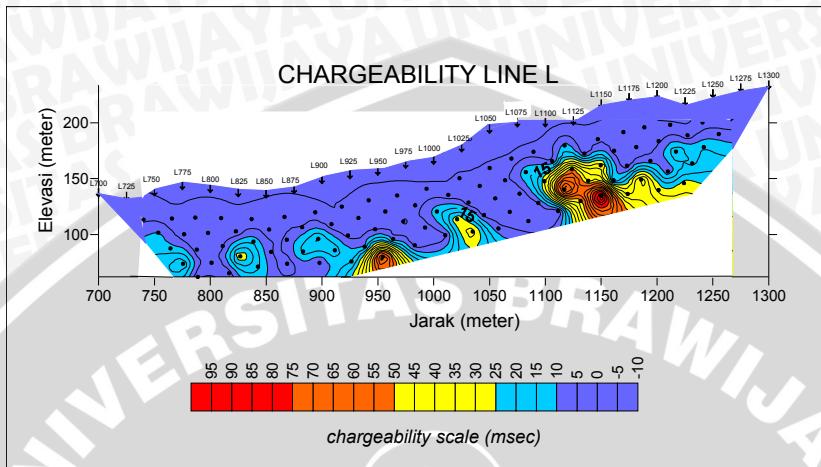
Pada gambar 4.10 dapat diinterpretasikan bahwa daerah yang diperkirakan mempunyai potensi mineral logam mempunyai nilai chargeabilitas lebih dari atau sama dengan 10 msec. Hal ini terlihat pada sepanjang titik ukur lintasan K dengan kedalaman 37.5 - 75 meter. Sedangkan pada gambar 4.11 dapat diketahui bahwa sepanjang lintasan K memiliki nilai resistivitas yang beragam. Daerah ini dapat diprediksikan sebagai defleksi batuan bawah permukaan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang cukup tinggi sehingga konduktif dan mengandung mineral logam jika nilai chargeabilitas > 10 msec.



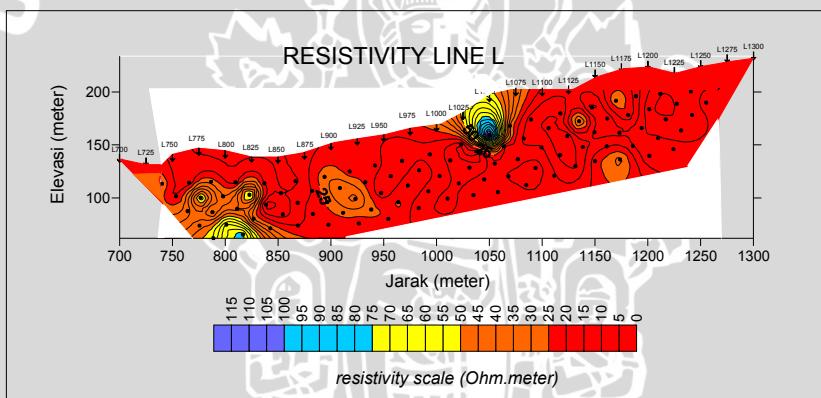
Gambar 4.11 Pseudosection anomali resistivity

g) Pseudosection anomali IP Lintasan L

Pada gambar 4.12 dapat diinterpretasikan bahwa hampir sepanjang lintasan L mulai dari kedalaman 25 hingga 75 meter mempunyai potensi mengandung mineral logam dengan nilai chargeabilitas lebih dari atau sama dengan 10 msec. Sedangkan pada Gambar 4.13 dapat ditafsirkan bahwa sepanjang lintasan L merupakan defleksi batuan bawah permukaan yang cukup konduktif dan dapat diindikasikan mengandung mineral logam jika nilai chargeability > 10 msec.



Gambar 4.12 Pseudosection anomali chargeability



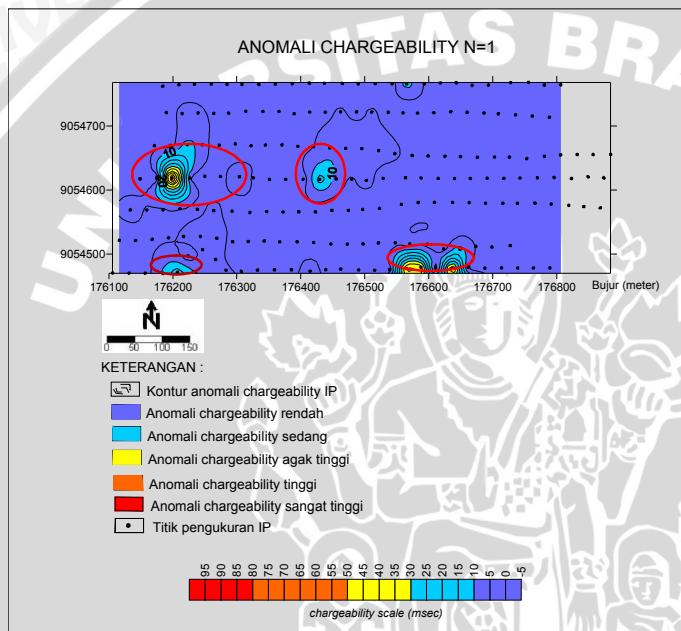
Gambar 4.13 Pseudosection anomali resistivitas

4.2.2 Peta Kontur Anomali Chargeability

a) Penetrasi n_1

Pada Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa peta ini didominasi oleh warna biru tua. Pada penggolongan anomali chargeability, warna biru tua termasuk anomali chargeability rendah dengan besar $chargeability < 10$ msec. Sedangkan daerah yang dianggap mempunyai potensi mengandung mineral logam diinterpretasikan sebagai daerah yang nilai chargeability > 10 msec dimana pada peta nilai tersebut digambarkan pada warna biru muda

hingga merah. Dengan demikian pada kedalaman antara 0 - 25 meter daerah yang dianggap prospek tersebar di lintasan F dengan titik ukur sekitar F850 dan F1200 yang letak koordinatnya dapat dilihat diatas dengan sumbu-X letak bujur dan sumbu Y letak lintangnya . Selain pada lintasan F juga tersebar di lintasan I dengan titik ukur I775 dan I1000.



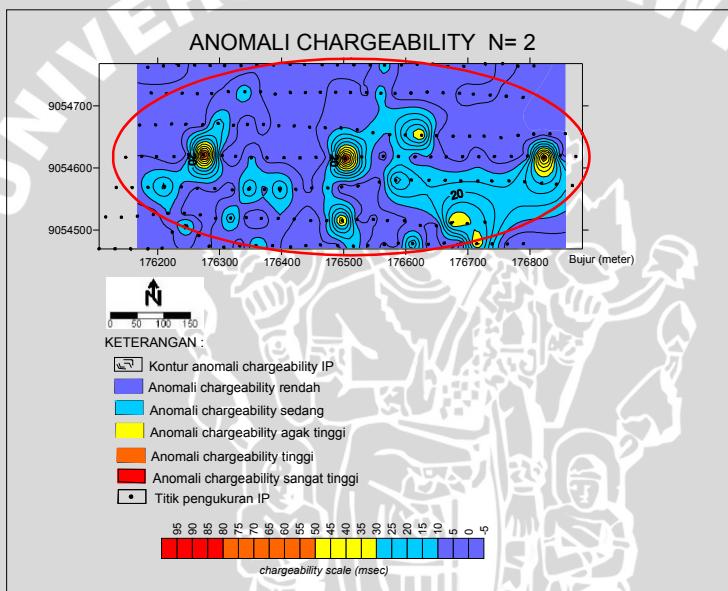
Gambar 4.14 kontur anomali *chargeability* n_1 lintasan F-L interval kontur 5msec

b) Penetrasi n_2

Pada Gambar 4.15 peta ini juga masih didominasi oleh anomali *chargeability* rendah dengan nilai anomali *chargeability* kurang dari 10 msec. Berbeda dengan peta kontur anomali penetrasi n_1 , peta ini memiliki anomali *chargeability* sedang yaitu anomali dengan nilai *chargeability* 10 - 25 msec yang tersebar merata hampir di sepanjang lintasan F hingga sepanjang lintasan K dimana anomali ini dapat diprediksikan sebagai daerah yang berpotensi mengandung mineral logam.

c) Penetrasi n₃

Pada peta kontur ini dapat dilihat bahwa besarnya anomali *chargeability* lebih tersebar merata pada lintasan F hingga lintasan L. Hal ini ditunjukkan dengan warna kontur yang bervariasi mulai dari anomali sedang hingga anomali sangat tinggi dengan arti daerah yang dianggap prospek mengandung mineral logam tersebut merata juga. Akan tetapi daerah yang mengandung mineral logam besar secara kuantitas pada kedalaman antara 37.5 - 50 meter berada di titik ukur G 1000 dan H1200 yang pada peta ditunjukkan dengan warna merah.



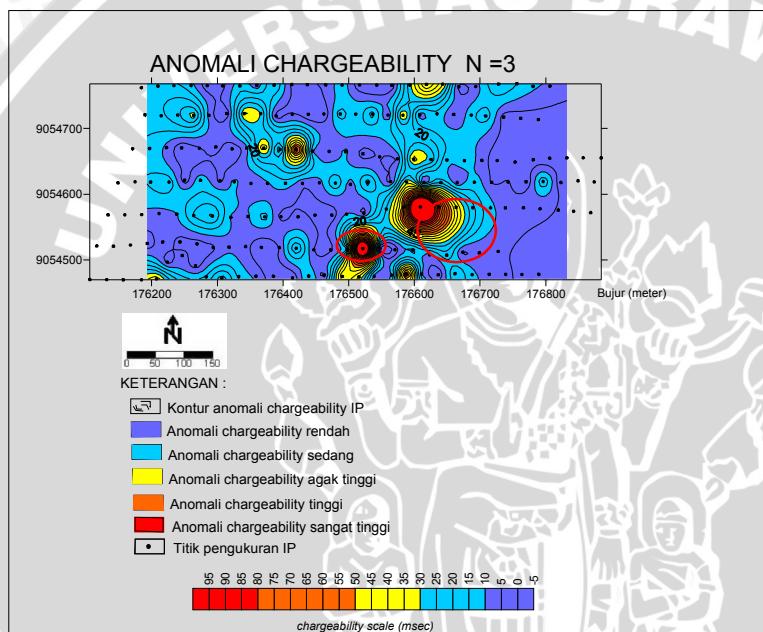
Gambar 4.15 kontur anomali *chargeability* n₂ lintasan F-L interval kontur 5 msec

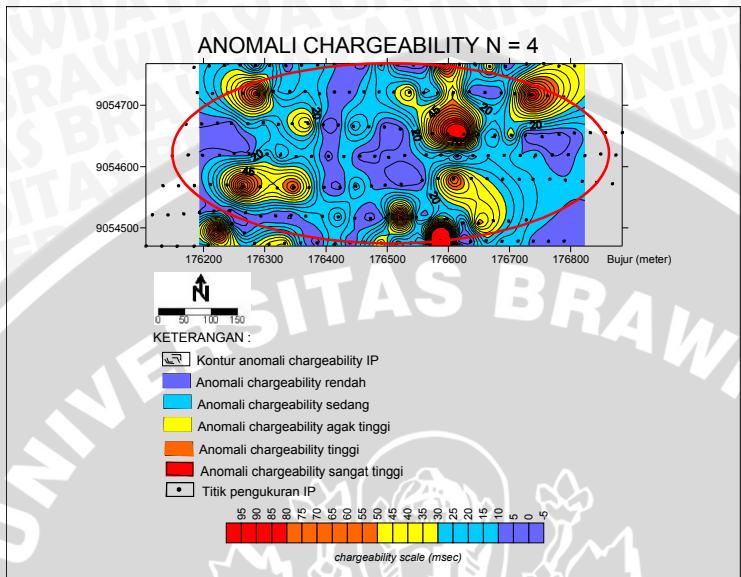
d) Penetrasi n₄

Pada Gambar 4.17 tersebut dapat diprediksikan bahwa pada *range* kedalaman 50 - 62.5 meter hampir sepanjang lintasan F hingga lintasan L memiliki potensi mengandung mineral logam. Hal ini ditunjukkan dengan sebaran anomali *chargeability* mulai dari anomali sedang hingga anomali sangat tinggi yang mempunyai nilai *chargeability* lebih dari atau sama dengan 10 msec.

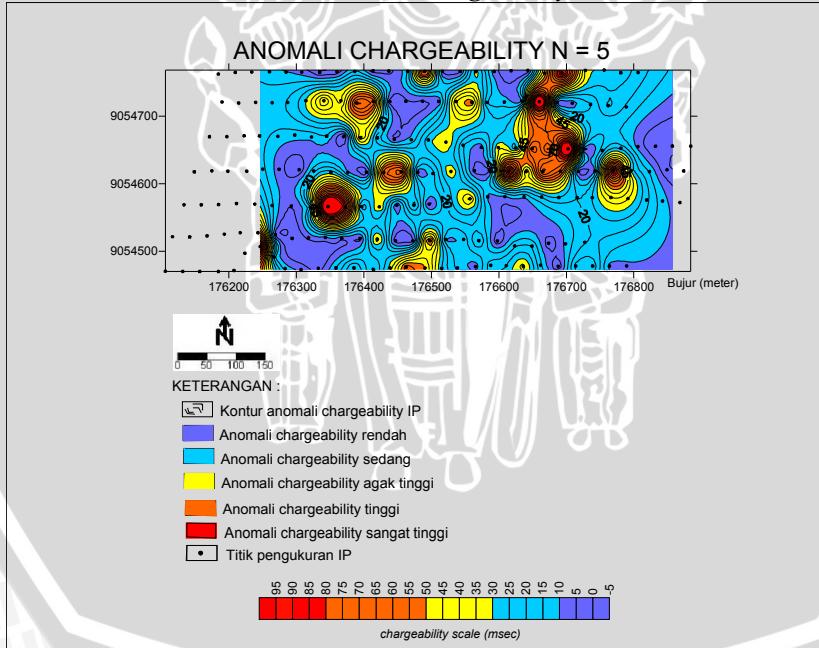
e) Penetrasi n₅

Pada Gambar 4.18 dapat diinterpretasikan bahwa pada kedalaman yang berkisar antara 62.5 - 75 meter, daerah yang mempunyai potensi mengandung mineral logam merata ke semua lintasan dengan titik ukur dari F850 hingga L1200. Daerah prospek ini didominasi oleh nilai *chargeability* > 10 msec dan ditunjukkan pada warna biru muda hingga merah yang letak koordinat daerahnya dapat dilihat pada peta dibawah ini.





Gambar 4.17 kontur anomali *chargeability* n₄ lintasan F-L



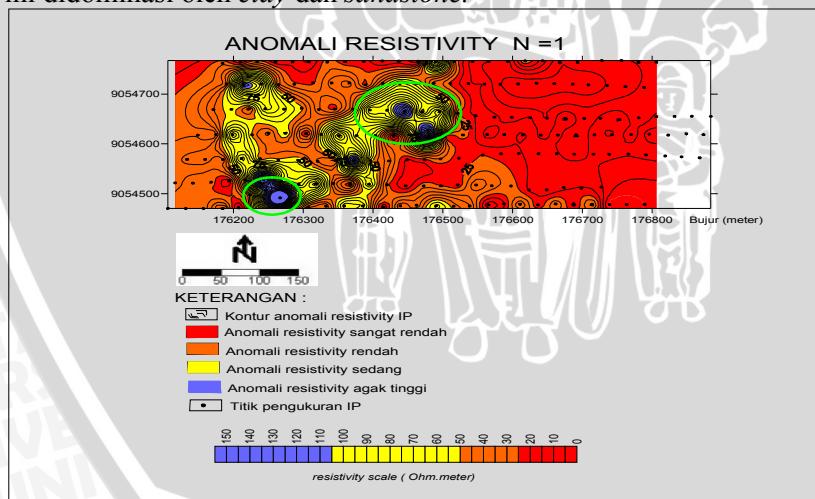
Gambar 4.18 kontur anomali *chargeability* n₅ lintasan F-L

4.2.3 Peta Kontur Anomali Resistivity

a) Penetrasi n_1

Peta ini didominasi oleh nilai resistivitas sangat rendah dan rendah dimana nilai resistivitas sangat rendah adalah kurang dari 25 Ohm.m dan nilai resistivitas rendah adalah 25 - 50 Ohm.m. Pada peta nilai *resistivity* sangat rendah ditunjukkan oleh warna merah dan nilai *resistivity* rendah ditunjukkan oleh warna oranye. Daerah yang dianggap mempunyai potensi mengandung mineral logam diduga sebagai daerah yang memiliki nilai *resistivity* 25 - 50 Ohm.m jika nilai *chargeability* > 10 dan nilai *resistivity* > 50 Ohm.m.

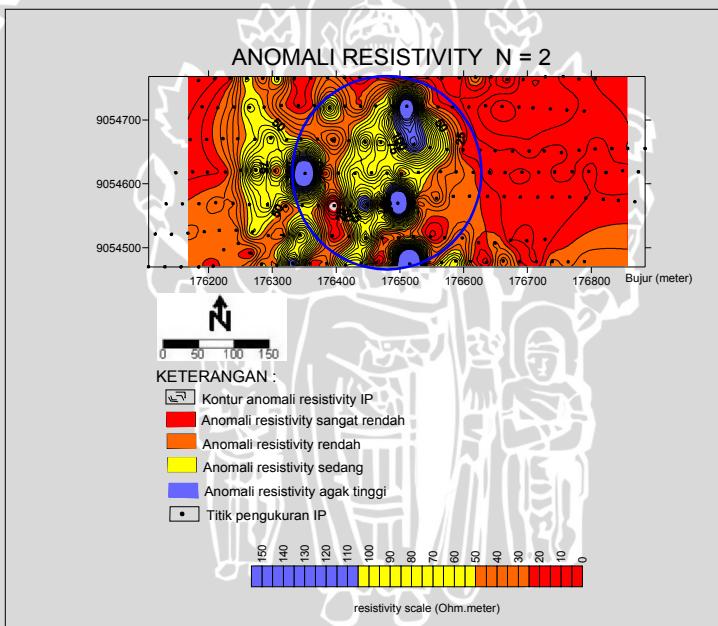
Pada peta terlihat bahwa adanya batuan pembawa mineral logam tersebar mulai lintasan F hingga lintasan K. Untuk lintasan F daerah yang mengandung mineral logam sangat besar secara kuantitas ditunjukkan dengan warna biru tua yang menghitam pada titik ukur F850. Begitu pula dengan lintasan G, H, I, J, dan K yang meski jumlah kandungan mineral logam yang ada tidak sebanyak pada lintasan F akan tetapi secara merata dapat diinterpretasikan bahwa pada kedalaman 25 meter batuan bawah permukaan pada umumnya memiliki porositas dan permeabilitas tinggi sehingga cukup konduktif dan mengandung mineral logam jika nilai *chargeability* lebih dari atau sama dengan 10 msec. Diduga batuan ini didominasi oleh *clay* dan *sandstone*.



Gambar 4.19 kontur anomali *resistivity* n_1 lintasan F-L(interval kontur 5 Ohm.m)

b) Penetrasi n₂

Pada peta dengan kedalaman 25 - 37.5 meter ini dapat diinterpretasikan bahwa daerah ini masih didominasi oleh nilai *resistivity* sangat rendah dan rendah. Berbeda dengan peta pada kedalaman 25 meter, anomali *resistivity* agak tinggi tersebar lebih merata pada lintasan F, H, I dan K dimana letak titik ukur dari masing-masing lintasan tidak sama. Peta ini menunjukkan bahwa pada daerah tersebut masih didominasi oleh batuan bawah permukaan yang mengandung porositas dan permeabilitas tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan warna merah dan oranye yang mendominasi peta ini. Penyebaran mineral logam pada kedalaman antara 25 - 37.5 meter diduga ada di lintasan F mulai titik ukur 1200 hingga lintasan K pada titik ukur 1075.

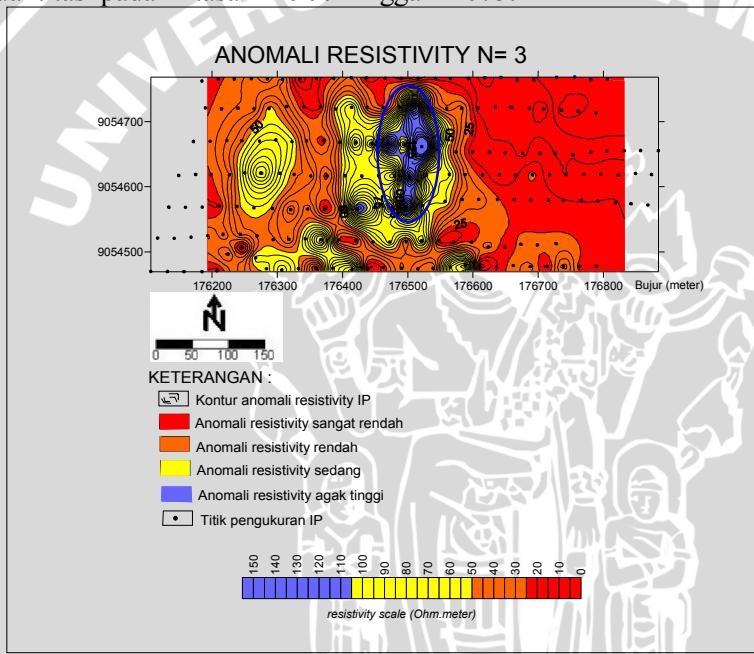


Gambar 4.20 kontur anomali *resistivity* n₂ lintasan F-L (interval kontur 5 Ohm.m)

c) Penetrasi n₃

Pada gambar 4.21 dapat diinterpretasikan bahwa pada kedalaman 50 meter daerah ini masih didominasi oleh nilai *resistivity*

sangat rendah dan rendah. Akan tetapi nilai *resistivity* sedang dan agak tinggi mulai meluas jika dibandingkan dengan peta penetrasi n_1 dan penetrasi n_2 . Hal ini berarti pada daerah ini batuan bawah permukaan yang mengandung porositas dan permeabilitas tinggi mulai rendah dan diduga batuan di daerah ini mengalami pelapukan tinggi atau alterasi yang akan mengandung mineral logam jika nilai *chargeability* lebih dari atau sama dengan 10 msec. Daerah yang diduga daerah mineralisasi logam berada pada lintasan F hingga lintasan L dengan potensi mineral logam sangat besar secara kuantitas pada lintasan H 900 hingga K1075.



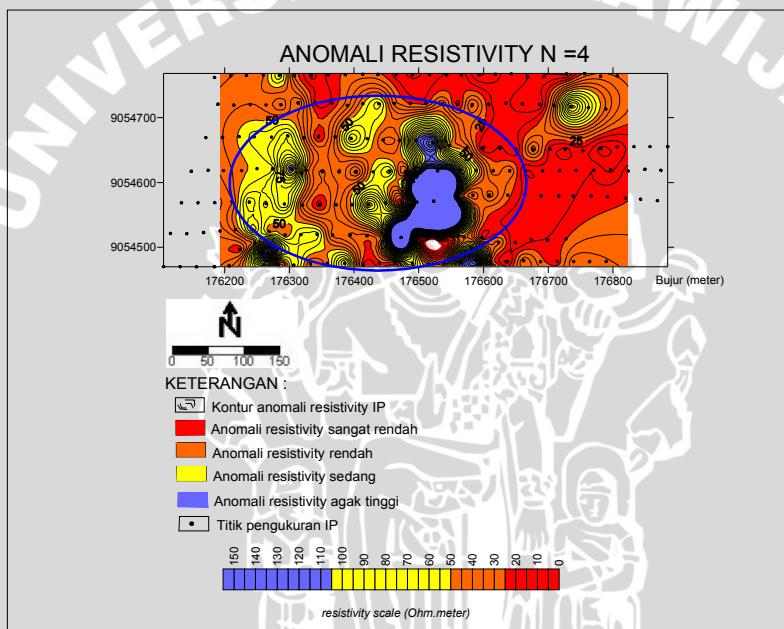
Gambar 4.21 kontur anomali *resistivity* n_3 lintasan F-L(interval kontur 5 Ohm.m)

d) Penetrasi n_4

Pada peta diatas menunjukkan bahwa kedalaman 62.5 meter masih didominasi oleh nilai *resistivity* sangat rendah dan rendah, akan tetapi nilai *resistivity* agak tinggi dengan nilai kurang dari 100 Ohm.m lebih luas jika dibandingkan dengan peta sebelumnya. Pada peta ini juga dapat dilihat bahwa nilai anomali sedang menyebar

merata di hampir semua lintasan. Hal ini diduga pada n₄ daerah mineralisasi logam lebih menyebar dengan syarat nilai *chargeability* lebih besar atau sama dengan 10 msec. Diduga batuan bawah permukaan yang terkandung di dalamnya memiliki permeabilitas dan porositas yang mulai rendah dan diinterpretasikan bahwa batuan ini didominasi oleh batuan yang mengalami pelapukan tinggi.

Terlihat pada peta bahwa daerah yang mempunyai potensi mengandung mineral logam terdapat pada lintasan F mulai titik ukur 850 - 1200 hingga lintasan K dengan titik ukur 1225.

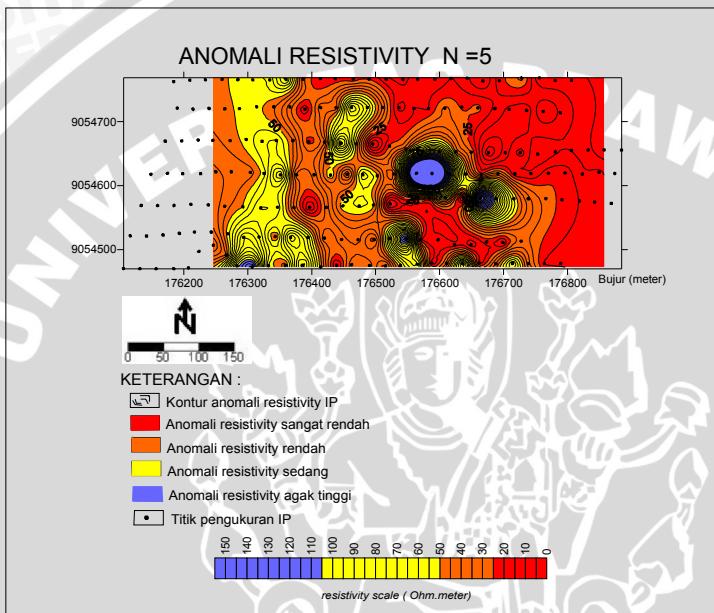


Gambar 4.22 kontur anomali *resistivity* n₄ lintasan F-L (interval kontur 5 Ohm.m)

e) Penetrasi n₅

Pada peta terlihat bahwa nilai *resistivity* sangat rendah dan rendah (< 50 Ohm.m) agak berkurang. Nilai sedang dan agak tinggi lebih meluas seperti peta sebelumnya. Daerah yang dianggap prospek untuk mineral logam diinterpretasikan sebagai daerah yang mempunyai nilai *resistivity* lebih dari 50 Ohm.m yang berkorelasi dengan nilai tinggi anomali *chargeability*. Peta ini menunjukkan

bawa pada kedalaman dengan range 62.5 - 75 meter batuan bawah permukaan pada umumnya mempunyai porositas dan permeabilitas yang lebih rendah dan diinterpretasikan bahwa batuan ini didominasi oleh batuan yang mengalami pelapukan tinggi dan pembawa mineral logam.



Gambar 4.23 kontur anomali resistivity n_5 lintasan F-L (interval kontur 5 Ohm.m)

4.3 Interpretasi Hasil

Berdasarkan analisa data, interpretasi dilakukan secara kualitatif yaitu dengan melihat pola penampang semu (*pseudosection*) dan pola peta kontur anomali *chargeability* dan *resistivity*. Sedangkan interpretasi secara kuantitatif yaitu berdasarkan nilai-nilai *chargeability* dan *resistivity*, sehingga daerah yang diduga berpotensi mengandung mineral logam dapat diketahui secara lateral dan vertikal.

Hal ini diinterpretasikan dengan mengetahui harga *resistivity* dan *chargeability* yang telah diuraikan sebelumnya. Harga *resistivity* hasil pengukuran IP di daerah Betong didominasi oleh nilai

resistivity rendah yaitu nilai *resistivity* < 100 Ohm.m. Nilai tersebut ditafsirkan sebagai defleksi batuan bawah permukaan yang memiliki porositas dan permeabilitas tinggi sehingga cukup konduktif. Batuan tersebut pada umumnya terdiri atas *clay*, *fine sandstone* dan batuan beku yang mengalami pelapukan tinggi.

Jika disesuaikan dengan geologi daerah penyelidikan dapat diketahui bahwa daerah tersebut termasuk dalam suatu rangkaian gunungapi yang memungkinkan terjadinya batuan beku yang mengalami pelapukan tinggi. Akibat pelapukan tersebut maka akan terendapkan mineral-mineral bentukan baru. Mineral ini tipenya tergantung dari jenis larutan *hidrotermal*, tipe batuan muda yang diterobosnya dan proses pendinginan yang terjadi pada batuan itu sendiri.

Menurut Park dan Mac David, 1976 batuan yang beragam kandungan mineralnya akan menghasilkan beberapa macam tipe mineral bentukan baru. Produk-produk reaksi ini terakumulasi dalam celah pori batuan, bidang pelapukan dan perlapisan batuan. Selama pelapukan batuan tersebut teroksidasi maka mineral-mineral penyusun batuan berubah menjadi mineral-mineral baru. Semua mineral sulfida (mineral silikat) yang menjadi pembentuk batuan lapuk akan teroksidasi dengan cepat dan membentuk mineral baru seperti lempung, oksida besi dan berbagai senyawa lain yang umumnya lunak dan mudah tererosi.

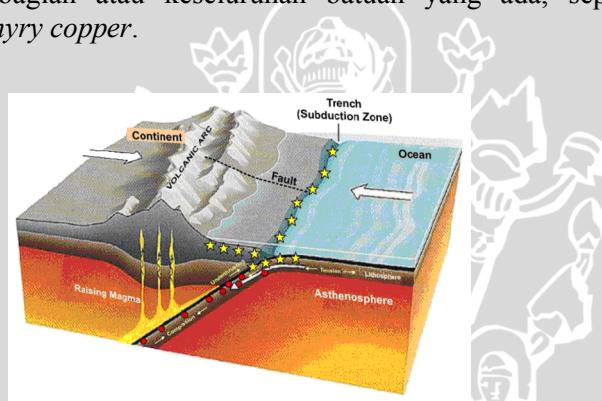
Endapan mineral merupakan satu atau lebih mineral atau unsur tertentu yang terakumulasi karena proses alam di suatu tempat diluar kerak bumi. Proses pengendapannya terbagi dua antara lain endapan primer dan endapan sekunder. Endapan primer merupakan mineral yang belum mengalami proses pelapukan sedangkan endapan sekunder yaitu endapan yang telah mengalami proses pelapukan dari endapan primer.

Syarat terbentuknya endapan *hidrotermal* antara lain :

- a. Adanya sumber yang berupa larutan pembawa unsur-unsur mineral.
- b. Adanya rekahan atau rongga yang dapat dilalui oleh larutan hidrotermal.
- c. Tersedianya tempat untuk pengendapan (jebakan).
- d. Adanya reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya endapan.

- e. Konsentrasi dari kandungan unsur-unsur pembentuk mineral sulfida dari larutan tersebut.

Tipe endapan hidrotermal karakteristik adalah urat batuan yang melingkar (*sulfide-bearing vein*), terbentuk oleh pengisian rekahan celah dalam batuan-batuhan sekelilingnya. Akumulasi mineral sulfida hasil proses hidrotermal umumnya terjadi pada tempat terbuka, yang dikenal sebagai perangkap struktur seperti zona sesar, kekar dan rekahan. Sulfida adalah sebuah mineral yang dicirikan dengan adanya keterkaitan antara sulfur dengan unsur logam. Beberapa diantaranya adalah *chalcocite* (CuS_2), *galena* (PbS) dan *pyrite* (FeS_2). Tidak semua endapan yang berada pada sesar berupa urat-urat, ada yang berupa massa-massa yang tidak beraturan yang mengganti sebagian atau keseluruhan batuan yang ada, seperti endapan *porphyry copper*.



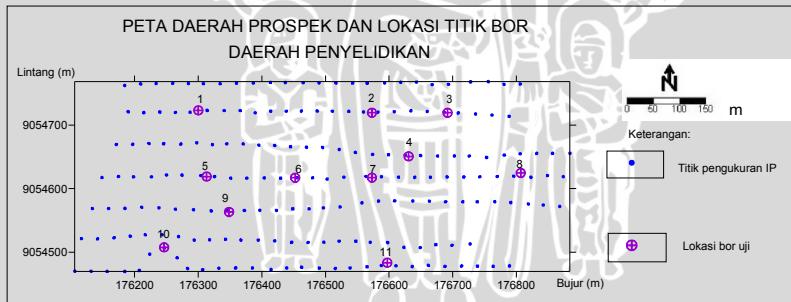
Gambar 4.24 Proses intrusi magma (Arif, 2006).

Zona alterasi secara fisis mempunyai harga resistivitas batuan muda di sekitarnya. Hal ini disebabkan pada zona alterasi merupakan akumulasi mineral logam yang memiliki harga resistivitas rendah atau konduktivitas tinggi dibandingkan dengan mineral non logam. Pada daerah penyelidikan batuan yang termineralisasi logam mempunyai nilai *chargeability* lebih besar dari 10 dengan nilai *resistivity* kurang dari 100 Ohm.m. Begitu pula pada daerah penyelidikan diindikasikan daerah jebakan mineral terdapat pada sesar-sesar yang terbentuk pada akhir miosen tengah dengan diikuti oleh munculnya batuan berkomposisi granit, granodorit dan diorite

yang menerobos kedua formasi tersebut. Terobosan ini diduga berhubungan dengan hidrotermalisasi.

Pada penelitian ini hanya menggunakan n_1 hingga n_5 . Hal ini disebabkan spesifikasi alat tersebut yang hanya mampu mengalirkan arus listrik dengan baik sampai dengan kedalaman antara 80 m. Selain itu dapat juga disebabkan oleh beberapa pertimbangan yaitu jika dilakukan pada $n=6$ atau lebih maka akan menimbulkan distorsi arus dan pertimbangan waktu serta biaya yang dibutuhkan pada saat akuisisi data. Distorsi arus merupakan kondisi dimana arus listrik tidak terpenetrasi dengan linier akibat adanya gangguan pada bumi, dimana gangguan pada metode IP ini adalah potensial spontan bumi dan arus tellurik.

Dengan analisa tersebut, nilai *chargeability* dan *resistivity* pada masing-masing kedalaman di-overlay-kan untuk mendapatkan sebaran mineral logam yang terkandung di daerah tersebut. Dengan mengetahui sebaran mineral logam tersebut maka akan dapat diduga letak titik untuk bor uji dari mineral logam untuk mengetahui adanya kandungan mineral logam yang terdapat di daerah Betong. Hasil bor uji akan menunjukkan apakah mineral yang terdapat pada daerah Betong berupa timah hitam seperti yang sudah diindikasikan dengan adanya bekas penambangan dan lokasi kegiatan pertambangan timah hitam milik pemerintah di daerah tersebut.



Gambar 4.25 Peta lokasi titik bor uji daerah Betong

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran geolistrik dengan metode IP di daerah Betong dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai *chargeability* lebih dari 10 msec menunjukkan batuan bawah permukaan yang mengandung mineral logam. Hal ini dikarenakan jika nilai anomali *chargeability* kurang dari 10 diduga batuan yang ada di bawah permukaan tidak mengandung mineral logam dan adanya kemungkinan keberadaan air bawah tanah. Sehingga daerah yang mempunyai nilai anomali *chargeability* lebih besar dari 10 msec dianggap daerah yang berpotensi adanya mineral logam. Nilai *resistivity* yang diindikasikan sebagai batuan bawah permukaan pembawa mineral logam yaitu kurang dari 100 Ohm.m yang berkorelasi dengan nilai *chargeability* lebih dari 10 msec.
2. Berdasarkan peta kontur anomali *chargeability* dan kontur anomali *resistivity*, daerah prospek pembawa mineral logam di daerah Betong tersebar merata pada semua lintasan yaitu F850, F1200, H900, H1200, I850, I100, I1100, I1325, J1150, K775, K1075 dan K 1225 dengan kedalaman yang berkisar antara 25 hingga 75 meter.
3. Sebaran urat batuan yang besar secara kuantitas berada pada penetrasi n_3 hingga n_5 dengan *range* kedalaman berkisar antara 50 hingga 75 meter, dengan penyebaran urat cenderung berarah dari barat ke timur.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam penelitian ini disarankan untuk membandingkan dengan metode VLF (*Very Low Frequency*) sehingga dapat diketahui lebih detil mengenai kandungan mineral logam yang terdapat di daerah penyelidikan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, R., 2006, *Yogya Earth Quake and The Dynamics of Java Trench*, Jurusan Geologi, UPN, Yogyakarta.
- Anonymous. DC Resistivity and IP Survey. <http://appliedgeophysics.berkeley.edu/dc/em44.pdf>. Di akses: 24 November 2008, 18:08 WIB.
- Anonymous. *Induced Polarization*. <http://www.geocis.net>. tanggal akses 26 November 2008, 18:08 WIB
- Anonymous. www.manggaraibaratkab.go.id. tanggal akses 26 Maret 2009 , 19.00 WIB
- Bemmelen,V. 1970. *Geology of Indonesia* VOLUME II,aspek ekonomi. Martinus Marjkoff. Amsterdam
- Blaricom,Richardg. 1988. *Practical Geophysics for the exploration geologists*. Nothwest Mining Association. USA
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics*. 3rd edition. John willey & sons Ltd. England
- Park, C. F., Jr. and Mac David, R. A., 1976, *Ore Deposits*, University of Cambridge, W. H., Freeman and company, San Francisco.
- Siegel, H. O., 1959, *Mathematical Formulation Of Type Curves For Induced Polarization*, Geophysics, 24(3):546–565.
- Situmorang,T.2008. *Eksplorasi Geofisika metode IP untuk mineral logam*, Manggarai Barat. ESDM. Bandung
- Sudrajat. 2000. *Kursus singkat endapan mineral bijih*. Lab geofisika dan Vulkanologi, jurusan Tehnik geologi,ITB. Bandung
- Sumner, J.S., 1976, *Principles Of Induced Polarization For Geophysical Exploration*, Elseiver Scientific Publishing Company, New York.
- Suparwoto. 2001. *Teori dan Aplikasi metode Polarisasi Terimbas*. Lab geofisika UGM. Yogyakarta
- Telford, M.W.,etc. 1990. *Applied Geophysics*. 2nd Edition. Cambridge University Press. USA.
- Tim Inventarisasi Mangan. 2006. *Laporan Inventarisasi Mangan Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur*. ESDM. Bandung

Waluyo, DR. 2001. *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika : teori dan aplikasi Metode Resistivitas*. Lab Geofisika, FMIPA, UGM. Yogyakarta

Widianti. 2005. *Tugas Akhir: Identifikasi Potensi Kandungan Mineral Sulfida Pyrite daerah Malang Selatan dengan metode VLF-R*. Universitas Brawijaya. Malang



LAMPIRAN DATA

Lampiran 1. Data IP (*Induced Polarization*)

Proyek : Geolistrik IP

Lokasi : Betong

Line : F

Elektroda arus		Elektroda Potensial		(n)	Beda pot	Arus	Rho	M
					(mV)	(mA)	(Ohm.m)	
700	725	750	775	1	6.97	115	28.5	2.1
		775	800	2	1.39	115	22.7	3.6
		800	825	3	0.42	116	17.1	39.6
		825	850	4	0.84	233	34.1	24.1
		850	875	5	0.35	234	24.4	106.7
725	750	775	800	1	4.97	91.8	25.5	2.4
		800	825	2	1.44	91.8	29.6	4.1
		825	850	3	0.84	91.8	43.3	2.3
		850	875	4	0.4	185	20.4	99.9
		875	900	5	0.46	186	40.7	16
750	775	800	825	1	10.11	95.2	50.1	10.8
		825	850	2	1.5	95.2	29.6	18.7
		850	875	3	0.3	191	7.3	8
		875	900	4	0.79	191	38.7	7.1
		900	925	5	2.38	382	102.8	13.5
775	800	825	850	1	1.91	95.1	9.5	18.4
		850	875	2	1.73	191	17.1	3.1
		875	900	3	2.37	191	58.6	2.4
		900	925	4	3.45	191	170.1	8.2
		925	950	5	2.87	379	124.8	9.1

800	825	850	875	1	13.58	144	44.3	1.4
		875	900	2	4.14	145	54	4
		900	925	3	1.54	144	50.2	15.8
		925	950	4	0.69	295	22.1	29.9
		950	975	5	0.96	295	53.6	2
825	850	875	900	1	15.81	67.1	111	6.9
		900	925	2	1.44	66.8	40.6	10.1
		925	950	3	1.02	67.4	71.2	28.3
		950	975	4	0.48	136	67.4	43.3
		975	1000	5	0.34	135	41.4	15.3
850	875	900	925	1	29.87	63	223.6	5.9
		925	950	2	4.4	62.7	132.4	0.5
		950	975	3	0.67	62	51.2	13.7
		975	1000	4	0.51	125	38.4	47.1
		1000	1025	5	0.7	125	91.2	32.1
875	900	925	950	1	13.7	101	63.9	5.8
		950	975	2	0.92	102	17.1	16.6
		975	1000	3	0.34	103	15.5	8.9
		1000	1025	4	0.51	103	46.5	14.5
		1025	1050	5	0.59	208	46.6	13.2
900	925	950	975	1	7.46	101	34.8	4.1
		975	1000	2	1.49	102	27.2	7
		1000	1025	3	1.73	101	80.5	1.6
		1025	1050	4	1.83	205	84.1	1.4
		1050	1075	5	0.15	205	12.3	32.2

925	950	975	1000	1	8.13	131	29.2	3.5
		1000	1025	2	6	131	85.9	2.5
		1025	1050	3	2.85	134	100.3	0.1
		1050	1075	4	0.25	134	17.5	23.1
		1075	1100	5	0.324	133	40.1	59.2
950	975	1000	1025	1	28	187	70.1	2.9
		1025	1050	2	8.76	193	85.5	0.3
		1050	1075	3	0.46	188	11.4	16.7
		1075	1100	4	0.47	190	23.5	3
		1100	1125	5	0.87	382	37.6	51.3
975	1000	1025	1050	1	18.9	136	65.5	1.5
		1025	1075	2	142.2	287	9.4	4
		1075	1100	3	0.64	143	20.9	2
		1100	1125	4	0.28	139	18.9	18.3
		1125	1150	5	0.37	284	21.3	23.8
1000	1025	1050	1075	1	4.39	165	12.5	9.9
		1025	1075	2	4.49	166	51.1	2.8
		1075	1100	3	1.47	166	41.8	46.2
		1100	1125	4	1.25	164	72	42.3
		1125	1150	5	0.53	164	53.3	13.8
1025	1050	1075	1100	1	18.57	189	46.3	2
		1075	1100	2	4.64	189	463.3	15
		1100	1125	3	1.53	189	30	34.7
		1125	1150	4	0.9	189	44.9	9.3
		1150	1175	5	1.66	372	73.6	7.3
1050	1075	1100	1125	1	22.26	293	35.8	1.6

		1125	1150	2	2.28	147	29.3	3.7
		1150	1175	3	0.72	146	23.4	5.4
		1175	1200	4	1.08	293	34.9	18.2
		1200	1225	5	0.27	294	15.2	23.4
1075	1100	1125	1150	1	13.1	96.1	64	2.8
		1150	1175	2	2.9	96.2	56.9	5.6
		1175	1200	3	1.75	96.3	85.5	7.7
		1200	1225	4	0.25	195	123.3	9.9
		1225	1250	5	0.42	195	35.8	24.6
1100	1125	1150	1175	1	12.93	129	47.2	2
		1175	1200	2	5.01	129	77.3	3.3
		1200	1225	3	2.77	129	101.3	66.3
		1225	1250	4	4.56	262	164.1	294.3
		1250	1275	5	0.62	251	90.5	37.5
1125	1150	1175	1200	1	41.63	445	41.1	1.4
		1200	1225	2	6.46	446	27.3	26.9
		1225	1250	3	0.43	446	4.6	9.9
		1250	1275	4	1.96	645	28.6	7.2
		1275	1300	5	0.65	649	16.5	15.9
1150	1175	1200	1225	1	8.98	443	9.5	41.7
		1225	1250	2	2.56	444	10.9	1.2
		1250	1275	3	1.9	452	19.8	0.1
		1275	1300	4	0.57	448	11.9	1.4
		1300	1325	5	1.58	645	40.5	0.8
1175	1200	1225	1250	1	17.27	442	18.4	38.6
		1250	1275	2	11.13	448	46.8	7.3

		1275	1300	3	2.7	449	28.3	21.3
		1300	1325	4	1.97	450	41.4	28.5
		1325	1350	5	1.96	448	72.2	27.2
1200	1225	1250	1275	1	42.6	484	41.5	0.4
		1275	1300	2	5.35	485	20.8	3
		1300	1325	3	3.31	486	32.1	11.7
		1325	1350	4	1.37	486	26.7	15.9
		1350	1375	5	1.07	486	36.3	29.3
1225	1250	1275	1300	1	18.36	432	20	42.6
		1300	1325	2	3.1	433	13.5	38.4
		1325	1350	3	1.58	433	17.3	6.8
		1350	1375	4	0.99	434	21.6	17.9
		1375	1400	5	0.73	627	19.3	8.2
1250	1275	1300	1325	1	34.56	458	35.6	3.3
		1325	1350	2	7.82	458	32.1	15.9
		1350	1375	3	4.33	459	44.5	7
		1375	1400	4	2.63	628	39.4	3.6
1275	1300	1325	1350	1	17.37	460	17.8	3.8
		1350	1375	2	6.59	461	27	2.5
		1375	1400	3	2.9	627	21.8	2.4
1300	1325	1350	1375	1	49.14	594	39	2.2
		1375	1400	2	13.05	735	33.5	0.2
1325	1350	1375	1400	1	25.8	573	21.2	0.9

LINE G

Elektroda arus		Elektroda Potensial		(n)	Beda pot	Arus	Rho	M
					(mV)	(mA)	(Ohm.m)	
700	725	750	775	1	8.24	117.2	33.1	0.2
		775	800	2	1.96	237	31.4	1.5
		800	825	3	1.85	238.8	36.5	1
		825	850	4	1.62	464.4	32.8	5.5
		850	875	5	1.52	475.2	52.6	1.1
725	750	775	800	1	7.58	143.5	24.9	3.5
		800	825	2	2.24	143.6	29.4	1.4
		825	850	3	0.8	143.6	26.4	9.8
		850	875	4	1.34	288.7	43.6	6
		875	900	5	1.41	284.1	80.5	1.7
750	775	800	825	1	18.08	297.5	28.6	4.2
		825	850	2	4.28	298.3	27.1	10.8
		850	875	3	2.747	298.9	43.3	2.8
		875	900	4	2.44	299.1	76.8	0.5
		900	925	5	2.39	557.3	70.7	6
775	800	825	850	1	7.23	224.7	14.8	4.7
		850	875	2	3.07	224.9	25.1	2.5
		875	900	3	2.23	223.9	45.7	2.6
		900	925	4	2.16	457.1	44.5	9.1
		925	950	5	1.17	457.8	42	8
800	825	850	875	1	32.6	240.4	63.8	5.8
		875	900	2	2.09	240.9	63.3	2.7
		900	925	3	2.39	241	46.8	3.8
		925	950	4	2.19	468.7	44	8.1
		950	975	5	2.45	470.1	86	5

825	850	875	900	1	51.51	139.1	174.5	9.9
		900	925	2	3.05	139.2	41.3	3.7
		925	950	3	0.99	139.2	33.6	9.6
		950	975	4	1.81	279.4	61.5	3.1
		975	1000	5	1.07	281	63.1	2.6
850	875	900	925	1	17.69	123.6	67.5	8.4
		925	950	2	2.16	123.6	32.9	19.9
		950	975	3	1.58	123.5	60.1	6.5
		975	1000	4	1.67	244.1	64.4	2.9
		1000	1025	5	0.37	244	24.7	39.5
875	900	925	950	1	24	167.9	67.5	2.9
		950	975	2	9.63	168.1	107.9	2
		975	1000	3	3.49	165.6	99.5	0.7
		1000	1025	4	1.14	333.6	32.2	12.1
		1025	1050	5	0.68	334.6	33.4	1.1
900	925	950	975	1	24.7	118.4	98.1	1.3
		975	1000	2	4.22	115.2	69.1	0.1
		1000	1025	3	0.51	115.2	20.8	4.7
		1025	1050	4	0.71	233.7	28.6	15
		1050	1075	5	0.52	234.6	37.1	1.1
925	950	975	1000	1	9.72	118.8	38.6	2.3
		1000	1025	2	0.89	118.2	14.1	10.2
		1025	1050	3	0.48	117.9	18.7	26.8
		1050	1075	4	0.7	239.3	27.2	30
		1075	1100	5	0.31	240.3	21.2	60.6

950	975	1000	1025	1	9.36	259.9	17	1.6
		1025	1050	2	4.1	259	29.5	5
		1050	1075	3	2.7	259.2	49.1	4.1
		1075	1100	4	1.13	259.2	40.9	8.8
		1100	1125	5	1.99	479.5	68.4	8.8
975	1000	1025	1050	1	42.8	296.7	68	1.1
		1050	1075	2	15	298.2	94.7	0.7
		1075	1100	3	4.4	298.8	68.9	4.2
		1100	1125	4	22.7	648.9	329.5	2.6
		1125	1150	5	2.32	299.7	127.7	11.4
1000	1025	1050	1075	1	5.8	104.2	26.2	3.1
		1075	1100	2	1.13	104.2	20.4	9.1
		1100	1125	3	0.72	102.3	33.1	13.4
		1125	1150	4	0.13	102.5	12.3	9.9
		1150	1175	5	0.13	102.6	20.5	26.9
1025	1050	1075	1100	1	4.22	125.9	15.8	2.2
		1100	1125	2	1.75	125.8	26.3	42.8
		1125	1150	3	2.1	125.7	78.1	148
		1150	1175	4	0.14	126.2	10.3	99.9
		1175	1200	5	0.28	258.2	18.2	0.2
1050	1075	1100	1125	1	59.5	962	29.1	1
		1125	1150	2	18.1	991.2	34.4	3.5
		1150	1175	3	3.56	19	16.6	-6.7
		1175	1200	4	1.99	989.3	18.9	10.6
		1200	1225	5	0.95	982	16	19.5
1075	1100	1125	1150	1	33.86	655.7	24.3	3.5

		1150	1175	2	4.52	657.2	13	6.2
		1175	1200	3	2.29	658.7	16.4	1.6
		1200	1225	4	3	627.8	45	12.5
		1225	1250	5	0.42	627.7	10.9	20.2
1100	1125	1150	1175	1	26.44	627.9	19.8	1.1
		1175	1200	2	8	628.6	24	2.4
		1200	1225	3	3.19	628.9	23.9	7.4
		1225	1250	4	1.06	627.8	15.9	30.6
		1250	1275	5	0.836	627.8	22	1.8
1125	1150	1175	1200	1	47.61	551.5	40.7	3.5
		1200	1225	2	13.63	554.1	46.3	4.1
		1225	1250	3	3.89	555.4	33	7.3
		1250	1275	4	2.6	627.8	38.9	3.9
		1275	1300	5	0.32	400.3	13.1	11.4
1150	1175	1200	1225	1	14.11	203.1	32.7	1.6
		1225	1250	2	2.16	203.1	20.1	5.6
		1250	1275	3	0.93	203.2	21.8	18.9
		1275	1300	4	0.32	205.3	14.6	55.7
1175	1200	1225	1250	1	5.41	91.5	27.9	3.1
		1250	1275	2	1.56	91.4	32.2	2.7
		1275	1300	3	0.51	91.4	26.1	3.3
1200	1225	1250	1275	1	7.4	183.1	19	2.6
		1275	1300	2	1.47	183.2	15	36.3
1225	1250	1275	1300	1	11.38	362	14.8	12

LINE H

Elektroda	Elektroda	(n)	Beda	Arus	Rho	M
-----------	-----------	-----	------	------	-----	---

arus		Potensial			pot		(Ohm.m)	
					(mV)	(mA)		
700	725	750	775	1	2.65	34.3	36.4	8.1
		775	800	2	0.6	34	33.3	22.3
		800	825	3	0.14	33.9	19.4	8.3
		825	850	4	0.27	67.7	37.6	16.1
		850	875	5	0.41	135.6	49.9	5.1
725	750	775	800	1	2.86	34.7	38.7	4.4
		800	825	2	0.53	34.6	28.9	8.9
		825	850	3	0.35	34.5	48.1	9.6
		850	875	4	0.53	69.3	71.3	45.7
		875	900	5	0.27	69.2	65.2	18.4
750	775	800	825	1	4.15	62.8	31.2	3.8
		825	850	2	1.8	62.5	54.3	4
		850	875	3	0.72	62.3	54.1	20.6
		875	900	4	0.7	126.7	51.4	89.9
		900	925	5	0.5	126.5	63.8	132
775	800	825	850	1	7.53	41.4	85.8	4.7
		850	875	2	1.7	41.3	77.4	6
		875	900	3	0.43	41.2	48.9	26.5
		900	925	4	0.63	83.3	78.8	50.5
		925	950	5	0.17	82.9	34.1	89.9
800	825	850	875	1	2.9	30.5	44.7	2.7
		875	900	2	0.54	30.4	33.7	1
		900	925	3	0.16	30.4	24.9	9.1
		925	950	4	0.22	61.3	33.2	44.6
		950	975	5	0.03	61.1	8.2	15.3

825	850	875	900	1	4.22	39.1	50.8	7.3
		900	925	2	1.09	39	52.5	23
		925	950	3	0.37	38.9	44.8	9.4
		950	975	4	0.14	79	16.7	66.3
		975	1000	5	0.16	78.9	32.5	37
850	875	900	925	1	4.63	40	54.6	1.6
		925	950	2	0.96	39.7	45.6	7.2
		950	975	3	0.13	39.6	15.9	17.8
		975	1000	4	0.32	80.1	37.8	36.4
		1000	1025	5	0.26	79.9	53.8	3.3
875	900	925	950	1	6.66	80.6	39	5.1
		950	975	2	0.36	39.6	17	23.1
		975	1000	3	0.32	39.5	37.6	2.7
		1000	1025	4	0.5	79.9	50.9	6.8
		1025	1050	5	0.27	79.7	56	33.9
900	925	950	975	1	5.86	85.2	32.4	2
		975	1000	2	3.76	84.8	83.7	6.7
		1000	1025	3	2.2	84.5	122.7	6.4
		1025	1050	4	1.93	174.2	104.4	3.1
		1050	1075	5	0.22	66.7	53.4	2.9
925	950	975	1000	1	14.18	48.7	137.3	1.3
		1000	1025	2	3.45	47	138.4	4.2
		1025	1050	3	0.93	46.6	94.9	4
		1050	1075	4	0.48	66.7	67.4	24.2
		1075	1100	5	0.4	64.3	0.5	20

950	975	1000	1025	1	2.86	26.8	50.3	2.7
		1025	1050	2	0.46	26.6	8.1	13.1
		1050	1075	3	3.56	44.3	37.9	2.1
		1075	1100	4	0.07	55	12.7	9.4
		1100	1125	5	0.07	71.8	17.1	42.1
975	1000	1025	1050	1	3.5	43.6	37.8	3
		1050	1075	2	5.82	34.9	315.1	0.2
		1075	1100	3	0.98	28.5	162.1	10.5
		1100	1125	4	2.08	180.3	109.2	8.1
		1125	1150	5	0.17	101.8	26.8	8.1
1000	1025	1050	1075	1	10.97	88.5	18.5	1.1
		1075	1100	2	1.26	88.4	26.9	2.8
		1100	1125	3	1.04	88.4	55.3	2.7
		1125	1150	4	26.76	178.5	1412.8	1.4
		1150	1175	5	0.66	178.4	60.5	7.9
1025	1050	1075	1100	1	1.98	41.9	22.3	0.4
		1100	1125	2	1.14	41.8	51.7	2.5
		1125	1150	3	0.5	41.5	57.4	25.3
		1150	1175	4	0.51	83.6	57.7	3.7
		1175	1200	5	0.04	189.3	4.2	9.9
1050	1075	1100	1125	1	2.03	32	29.9	1
		1125	1150	2	0.42	31.9	24.5	29
		1150	1175	3	0.22	31.9	32.3	53.9
		1175	1200	4	0.21	72.3	27.7	35.2
		1200	1225	5	0.73	72	167.5	20.2
1075	1100	1125	1150	1	1.98	41.8	22.3	3.5

		1150	1175	2	0.64	41.7	29	19.2
		1175	1200	3	0.32	44.3	34.5	160
		1200	1225	4	0.42	89.3	44.6	70.5
		1225	1250	5				
1100	1125	1150	1175	1	1.71	31.7	25.4	2.9
		1175	1200	2				
		1200	1225	3				
		1225	1250	4				
		1250	1275	5				
1125	1150	1175	1200	1				
		1200	1225	2				
		1225	1250	3				
		1250	1275	4				
		1275	1300	5				

LINE I

Elektroda arus		Elektroda Potensial		(n)	Beda pot	Arus	Rho	M
					(mV)	(mA)	(Ohm.m)	
700	725	750	775	1	4.81	75.8	29.9	3
		775	800	2	0.82	75.7	20.4	0.2
		800	825	3	0.56	75.6	34.9	19.4
		825	850	4	0.83	152.3	51.2	5.1
		850	875	5	0.39	152.1	42.4	0.3
725	750	775	800	1	4.54	85.8	24.9	0.1
		800	825	2	2.07	85.5	45.6	6
		825	850	3	1.16	85.4	63.9	1.5
		850	875	4	0.47	85.3	51.7	4.5
		875	900	5	0.95	171.8	52.1	18.5

750	775	800	825	1	4.77	25.5	88.3	61.7
		825	850	2	1.48	25.2	110.1	68.8
		850	875	3	0.5	25.1	94.4	14.5
		875	900	4	0.65	50.8	119.7	26.3
						50.6		
		900	925	5	0.25	2	82.9	27.8
775	800	825	850	1	5.69	55.8	48	4.3
		850	875	2	1.1	55.6	37.4	0.9
		875	900	3	0.72	55.5	61.3	3.3
						110.		
		900	925	4	0.5	9	42.4	8.1
						110.		
		925	950	5	0.18	6	26.4	9.4
800	825	850	875	1	4.41	54.6	38	2.4
		875	900	2	1.91	54.5	66.2	0.8
		900	925	3	0.53	54.4	45.8	11.7
						108.		
		925	950	4	0.33	8	28.4	19
						108.		
		950	975	5	0.21	5	31.9	0.1
825	850	875	900	1	7.64	61.5	58.5	3.2
		900	925	2	4.28	61.3	309	12.1
		925	950	3	0.64	61.2	45.5	4.3
						122.		
		950	975	4	0.54	7	41.7	17
						122.		
		975	1000	5	0.41	1	55.8	64.7
850	875	900	925	1	4.19	147.		
		925	950	2	0.59	2	15.4	9.8
		950	975	3	0.32	73	20.7	9.3

		975	1000	4	0.17	72.9	21.4	1.6
		1000	1025	5	0.2	145. 8	22	75.6
875	900	925	950	1	13.27	108. 4	57.7	4.1
		950	975	2	3.19	108. 4	55.5	3.5
		975	1000	3	1.36	108. 3	59.3	13.2
		1000	1025	4	1.26	217. 6	54.5	16
		1025	1050	5	0.86	211. 6	65.6	5.6
900	925	950	975	1	21.24	93.7	106.8	2.7
		975	1000	2	4.21	93.6	84.7	1.7
		1000	1025	3	1.35	93.5	67.9	5.5
		1025	1050	4	1.39	188	69.5	2.9
		1050	1075	5	0.6	187. 9	52.2	13.1
925	950	975	1000	1	7.5	51.6	68.4	2.9
		1000	1025	2	1.56	51.6	56.9	1.3
		1025	1050	3	0.72	51.5 3	65.4	7.9
		1050	1075	4	0.34	10.3 4	31.3	4.1
		1075	1100	5	0.1	51.4	30.6	35.7
950	975	1000	1025	1	8.31	69.2	56.6	1.7
		1025	1050	2	3.04	69.1	82.9	7.6
		1050	1075	3	0.7	69	48	20.7
		1075	1100	4	0.97	68.7	133.5	7.2
		1100	1125	5	15.87	123. 6	218.6	2.8
975	1000	1025	1050	1	0.71	30.9	10.9	17.8

		1050	1075	2	0.65	30.9	39.6	68.5
		1075	1100	3	0.99	30.8	152.1	6.7
		1100	1125	4	7.01	43.6	153.6	6.9
		1125	1150	5	6.86	43	262.8	4.9
1000	1025	1050	1075	1	3.02	22.6	63	7.6
		1075	1100	2	0.73	22.5	60.9	18.6
		1100	1125	3	0.225	19.7	59.3	23.4
		1125	1150	4	0.43	39.8	100.8	16.5
		1150	1175	5	0.29	39.8	118.6	101
1025	1050	1075	1100	1	10.42	30.2	162.7	4.2
		1100	1125	2	0.53	28.2	35.7	2.2
		1125	1150	3	0.38	28.2	63.3	2.8
		1150	1175	4	0.36	55.9	60.6	10.6
		1175	1200	5	0.21	64.5	53.6	32.6
1050	1075	1100	1125	1	1.14	28.3	18.9	7.8
		1125	1150	2	0.53	28.2	35.3	13.1
		1150	1175	3	0.2	28.1	33.1	34.3
		1175	1200	4	0.08	28	26.3	1.3
		1200	1225	5	0.08	57.4	21.9	77.6
1075	1100	1125	1150	1	2.85	45.4	29.6	1.1
		1150	1175	2	0.64	45.2	26.6	5.1
		1175	1200	3	0.22	45.1	22.9	1.6
		1200	1225	4	0.83	108. 7	36.1	12.6
		1225	1250	5	0.25	108. 7	37.2	63.8
1100	1125	1150	1175	1	1.5	55	12.5	2.4
		1175	1200	2	0.4	54.9	13.8	9.5

		1200	1225	3	0.18	54.8	15	18.6
		1225	1250	4	0.15	110. 9	13	20.1
		1250	1275	5	0.1	110. 8	15.6	2.7
1125	1150	1175	1200	1	1.52	43	16.7	1.5
		1200	1225	2	0.45	42.8	19.6	5
		1225	1250	3	0.17	42.8	18.9	4.9
		1250	1275	4	0.08	42.7	16.8	16.4
		1275	1300	5	0.04	42.7	15.5	8.8
1150	1175	1200	1225	1	2.46	54.1	21.4	4.2
		1225	1250	2	0.6	53.8	21.2	2.5
		1250	1275	3	0.63	109. 6	27.2	14.1
		1275	1300	4	0.23	109. 2	19.4	9.3
		1300	1325	5	0.16	108. 5	23.7	98.4
1175	1200	1225	1250	1	4.55	158. 1	13.6	1.6
		1250	1275	2	1.59	155. 6	19.3	9.6
		1275	1300	3	0.52	154. 8	15.8	4.2
		1300	1325	4	0.64	325. 4	18.5	16.1
		1325	1350	5	0.46	325	23.4	26.9
1200	1225	1250	1275	1	15.78	464. 8	16.6	2
		1275	1300	2	3.34	463. 7	13.6	1.5
		1300	1325	3	1.48	463. 1	15	5.8
		1325	1350	4	2	930. 6	20.2	4.6

		1350	1375	5	0.88	949	15.4	14.9
1225	1250	1275	1300	1	6.64	248. 9	8.4	0.7
		1300	1325	2	1.73	245. 3	13.3	2.7
		1325	1350	3	0.88	243. 4	17	0.1
		1350	1375	4	0.71	498. 1	13.5	7.1
		1375	1400	5	0.49	496. 3	16.2	0.4
1250	1275	1300	1325	1	6.96	175. 3	18.7	2.5
		1325	1350	2	2.24	174. 9	24.1	6.6
		1350	1375	3	0.63	174. 4	17.1	20.4
		1375	1400	4	0.87	354. 1	23	14.2
1275	1300	1325	1350	1	11.44	260. 7	20.7	2
		1350	1375	2	2.02	259. 3	14.7	62
		1375	1400	3	2.24	529. 6	19.9	0.5
1300	1325	1350	1375	1	7.47	326. 9	10.8	0.4
		1375	1400	2	3.03	325. 9	17.5	5.2
1325	1350	1375	1400	1	14.5	288. 2	23.7	2.4

LINE J

Elektroda arus		Elektroda Potensial		(n)	Beda pot	Arus	Rho	M
					(mV)	(mA)	(Ohm.m)	
700	725	750	775	1	8.68	90.9	45	3.5
		775	800	2	2.13	90.7	44.2	3

		800	825	3	1.074	113.5	44.6	0.6
		825	850	4	1.396	227.8	57.7	2.2
		850	875	5	0.811	226.9	58.9	11.1
725	750	775	800	1	16.178	143.6	53.1	2.5
		800	825	2	2.05	71.3	54.1	1.3
		825	850	3	0.96	71.1	63.6	4.6
		850	875	4	0.429	71.05	56.9	20.8
		875	900	5	0.525	142.8	60.6	14.9
750	775	800	825	1	3.99	51.3	36.6	12
		825	850	2	3.23	51.8	81.1	19.3
		850	875	3	0.75	54.9	64.6	6.8
		875	900	4	0.82	109.2	71.1	14.8
		900	925	5	0.3	108.9	45.2	-2
775	800	825	850	1	7.66	49.5	73	7.3
		850	875	2	1.44	49.3	55	6.9
		875	900	3	0.59	49.1	56.7	1.9
		900	925	4	0.45	98.6	42.6	21.7
		925	950	5	0.13	98.1	22.4	46.2
800	825	850	875	1	6.55	55	61.8	1.8
		875	900	2	1.35	49.9	50.8	0.2
		900	925	3	0.35	49.9	33	6.8
		925	950	4	0.19	100.3	17.9	35.1
		950	975	5	0.2	100.2	33	16.4
825	850	875	900	1	8.28	75.1	52	1
		900	925	2	1.56	74.99	39.3	9.2
		925	950	3	0.35	74.97	21.8	41.7

		950	975	4	0.65	150.8	40.3	49.2
		975	1000	5	0.9	150.7	98.8	3.7
850	875	900	925	1	10.05	153.9	30.8	3.2
		925	950	2	1.67	153.7	20.5	0.2
		950	975	3	1.4	153.2	43.1	8.9
		975	1000	4	2.54	308.7	77.4	1.4
		1000	1025	5	0.88	308.4	47.3	11.6
875	900	925	950	1	15.45	334.1	21.8	4.1
		950	975	2	7.75	333.6	43.8	4
		975	1000	3	6.56	333.3	92.7	71
		1000	1025	4	3.59	589.8	57.3	4.2
		1025	1050	5	0.92	329.1	1.3	28.6
900	925	950	975	1	25.12	270.8	43.7	4.1
		975	1000	2	13.73	270.8	95.5	4.8
		1000	1025	3	2.71	270.5	47.2	9.1
		1025	1050	4	1.14	275.3	39.1	30.1
		1050	1075	5	0.84	524.1	26.5	36.2
925	950	975	1000	1	6.623	320.3	97.5	3.4
		1000	1025	2	7.78	319.9	45.8	6
		1025	1050	3	10.63	331.1	151.3	6.4
		1050	1075	4	1.46	330.9	41.5	19.4
		1075	1100	5	1.34	584	37.6	15.4
950	975	1000	1025	1	43.03	223.2	90.9	4.8
		1025	1050	2	11.82	242.6	91.8	9.9
		1050	1075	3	3.95	242.3	76.9	10.8
		1075	1100	4	2.81	242.1	109.5	0.3

		1100	1125	5	2.26	478.3	77.9	6.4
975	1000	1025	1050	1	23.95	81.8	138	9.1
			1050	1075	2	5.97	81.5	138.2
				1075	1100	3	3.4	81.5
					1100	1125	4	1.21
						1125	1150	5
							0.87	163.4
								87.4
								35.7
1000	1025	1050	1075	1	9.054	62.16	68.6	8.6
			1075	1100	2	3.064	62	93.1
				1100	1125	3	0.9	61.9
					1125	1150	4	0.639
						1150	1175	5
							0.322	124.2
								42.8
								20.1
1025	1050	1075	1100	1	11.16	53.1	103.4	9.5
			1100	1125	2	1.62	52.7	58
				1125	1150	3	0.388	52.2
					1150	1175	4	0.31
						1175	1200	5
							0.25	135.5
								30.2
								69.9
1050	1075	1100	1125	1	1.45	27.6	24.8	7.5
			1125	1150	2	0.43	51.2	15.7
				1150	1175	3	0.17	50.9
					1175	1200	4	0.08
						1200	1225	5
							0.022	56.79
								0.6
								44.8
1075	1100	1125	1150	1	2.7	63.4	20	6.3
			1150	1175	2	0.64	63.3	19
				1175	1200	3	0.23	63.2
					1200	1225	4	0.29
						1225	1250	5
							0.1	127
								12.9
								128

1100	1125	1150	1175	1	17.13	199	16.2	2.6
		1175	1200	2	4.02	499.3	15.2	3.7
		1200	1225	3	0.196	499.5	18.4	10.6
		1225	1250	4	0.9	625	13.4	22.4
		1250	1275	5	0.87	625	23.1	4.5
1125	1150	1175	1200	1	13.89	499.9	13.1	0.2
		1200	1225	2	4.33	500.2	16.3	1.9
		1225	1250	3	1.38	500.3	13	13.8
		1250	1275	4	3	626.1	45.2	7.7
		1275	1300	5	0.62	626.1	9.3	17.5
1150	1175	1200	1225	1	16.52	490.9	15.9	1.7
		1225	1250	2	2.79	487.3	10.8	5.1
		1250	1275	3	2	487.2	19.3	7.7
		1275	1300	4	1.12	262.2	16.8	37.6
		1300	1325	5	0.54	626.2	14.3	22.8
1175	1200	1225	1250	1	22.66	121.7	8.8	0
		1250	1275	2	10.46	1209	16.3	0.7
		1275	1300	3	3.75	1208	14.6	1.1
		1300	1325	4	1.68	1249	12.7	0.8
		1325	1350	5	1.13	1249	14.9	7.7
1200	1225	1250	1275	1	60.41	1282	22.2	1.4
		1275	1300	2	11.91	1285	17.5	1.3
		1300	1325	3	4.08	1278	15	0.6
		1325	1350	4	2.38	1266	17.7	1.1
		1350	1375	5	0.86	1260	11.3	0.3

1225	1250	1275	1300	1	26.96	1221	10.4	1.2
		1300	1325	2	6.28	1212	9.8	3.6
		1325	1350	3	3.13	1230	12	2.5
		1350	1375	4	0.998	1214	7.7	2.5
		1375	1400	5	0.47	1231	6.3	1.1
1250	1275	1300	1325	1	16.77	488.6	16.2	1.5
		1325	1350	2	5.23	488.6	20.2	0.5
		1350	1375	3	1.38	486.3	13.4	0.9
		1375	1400	4	1.07	910.7	11.1	6.6
1275	1300	1325	1350	1	25.05	571.4	20.7	0.8
		1350	1375	2	4.09	571.8	13.5	1
		1375	1400	3	1.47	570.9	12.1	0.8
1300	1325	1350	1375	1	15.48	743.1	9.8	2.2
		1375	1400	2	3.77	727.1	9.8	0.5
1325	1350	1375	1400	1	36.27	1053	16.2	1.3

LINE K

Elektroda arus		Elektroda Potensial		(n)	Beda pot	Arus	Rho	M
					(mV)	(mA)	(Ohm.m)	
700	725	750	775	1	4.47	57.6	36.6	0.3
		775	800	2	1.1	57.4	36.1	1.2
		800	825	3	0.388	57.3	31.9	33.6
		825	850	4	0.28	73.3	33.7	90.4
		850	875	5	0.223	80.51	45.6	51.7
725	750	775	800	1	12.76	50.57	118.9	7.6
		800	825	2	1.723	50.5	64.3	1.7
		825	850	3	0.569	50.5	53.1	7.4
		850	875	4	0.28	50.4	52.3	16.4

		875	900	5	0.1	50.4	32.2	31.7
750	775	800	825	1	8.396	42	94.1	6
		825	850	2	1.094	41.9	49.2	4.5
		850	875	3	0.034	41.88	37.6	0.8
		875	900	4	0.076	41.8	17.2	12.7
		900	925	5	0.038	41.8	15	72.3
775	800	825	850	1	3.745	49.7	35.5	4.1
		850	875	2	0.703	49.6	26.7	6
		875	900	3	0.213	49.6	20.2	36.2
		900	925	4	0.108	49.5	20.6	20.5
		925	950	5	0.118	49.5	39.2	65.4
800	825	850	875	1	5.38	97.8	25.9	4.2
		875	900	2	0.922	97.7	17.8	14.4
		900	925	3	0.372	97.6	18	31.3
		925	950	4	0.677	196.2	32.5	14.3
		950	975	5	436	196	36.6	1
825	850	875	900	1	8.243	164.2	23.7	1.6
		900	925	2	2.247	163.7	25.4	4.1
		925	950	3	1.891	163.4	54.5	1.6
		950	975	4	1.729	328.5	49.6	5.3
		975	1000	5	1.723	327.1	86.9	4.5
850	875	900	925	1	18.654	230	38.2	2.1
		925	950	2	10.227	229.6	84.4	2.7
		950	975	3	3.5	229.4	71.9	5.6
		975	1000	4	3.153	461.8	64.4	5.4
		1000	1025	5	1.837	461.4	65.7	3.3

875	900	925	950	1	16.61	182.4	42.9	2.6
		950	975	2	3.455	181.8	35.8	0.9
		975	1000	3	1.326	181.1	34.5	0.7
		1000	1025	4	1.278	378.1	31.9	14.3
		1025	1050	5	0.906	379.8	39.3	5.2
900	925	950	975	1	4.015	88.7	21.3	1.6
		975	1000	2	1.068	88.17	22.8	2
		1000	1025	3	0.445	87.9	23.9	0.4
		1025	1050	4	0.48	184.8	24.5	21.8
		1050	1075	5	0.14	185.2	12.5	45.5
925	950	975	1000	1	4.841	48	47.5	3.5
		1000	1025	2	1.415	47.9	55.7	2.2
		1025	1050	3	0.556	47.7	54.9	18.5
		1050	1075	4	0.223	96.97	21.6	29.3
		1075	1100	5	0.12	96.8	20.5	55
950	975	1000	1025	1	2.72	18.95	67.7	3
		1025	1050	2	0.65	18.75	65.6	9
		1050	1075	3	0.65	18.66	163.7	10
		1075	1100	4	0.16	37.6	40.6	46.5
		1100	1125	5	1.15	978.6	19.4	14
975	1000	1025	1050	1	2.5	20.89	56.4	6.3
		1050	1075	2	2.5	20.77	226.5	8.5
		1075	1100	3	0.19	20.7	42.7	23.6
		1100	1125	4	1.6	979.5	15.4	13.4
		1125	1150	5	0.87	452.7	31.7	14.1

1000	1025	1050	1075	1	22.93	341.5	31.6	2.3
		1075	1100	2	8.27	429.3	36.3	3.3
		1100	1125	3	3.14	477.9	31	3.6
		1125	1150	4	1.03	221.5	43.7	16.4
		1150	1175	5	0.56	383.5	24.1	6.7
1025	1050	1075	1100	1	2.86	57.12	23.6	6.2
		1100	1125	2	1.45	111.4	24.6	14.1
		1125	1150	3	0.92	111.7	38.6	38
		1150	1175	4	0.12	54.93	21.3	53.1
		1175	1200	5	0.18	110.9	26.9	126.5
1050	1075	1100	1125	1	10.68	323	15.6	2.3
		1125	1150	2	3.34	321.6	19.6	1.9
		1150	1175	3	0.8	320.6	11.7	5.8
		1175	1200	4	0.53	319.9	15.6	5.7
		1200	1225	5	0.37	319.1	19.2	2.7
1075	1100	1125	1150	1	13.74	426.4	15.2	1.6
		1150	1175	2	2.84	426.1	12.5	1.5
		1175	1200	3	1.06	429.1	11.6	13.8
		1200	1225	4	0.61	427.5	13.5	6.4
		1225	1250	5	0.73	881	13.6	6.3
1100	1125	1150	1175	1	5.07	475.5	5	2.2
		1175	1200	2	1.9	475	7.5	1
		1200	1225	3	0.97	475	9.6	4.4
		1225	1250	4	1.04	978.7	10	6.8
		1250	1275	5	0.66	980.8	11.1	14.7
1125	1150	1175	1200	1	5.56	225.1	11.6	0.9

		1200	1225	2	1.55	225.3	12.8	0
		1225	1250	3	0.59	224.9	12.5	13.6
		1250	1275	4	0.59	475.1	11.6	38.4
		1275	1300	5	0.32	624.9	13.6	26.3
1150	1175	1200	1225	1	3.55	191.9	8.7	1.9
		1225	1250	2	0.83	190.3	8.2	6.5
		1250	1275	3	0.39	187.8	9.9	18.8
		1275	1300	4	0.67	625.2	10.1	97.7
1175	1200	1225	1250	1	2.04	407.2	2.4	3.6
		1250	1275	2	2.05	406.8	9.5	5.4
		1275	1300	3	0.92	406	10.6	2.3
1200	1225	1250	1275	1	11.26	473.7	11.2	3.6
		1275	1300	2	3.3	473.1	13.1	6
1225	1250	1275	1300	1	7.09	236.3	14.1	0.1

LINE L

Elektroda arus		Elektroda Potensial		(n)	Beda pot	Arus	Rho	M
					(mV)	(mA)	(Ohm.m)	
700	725	750	775	1	10.9	174.3	29.5	3.9
		775	800	2	0.8	85.8	18.2	10.6
		800	825	3	0.58	85.55	32.4	11.6
		825	850	4	0.4	854	43.2	25.9
		850	875	5	1.8	524.3	55.8	0.2
725	750	775	800	1	3.65	113.8	15.1	1
		800	825	2	3.66	113.7	60.7	1.7
		825	850	3	1.57	110.8	26.7	1.5
		850	875	4	0.79	110.7	67.4	1.6

		875	900	5	0.53	110.5	79.3	1.3
750	775	800	825	1	6	100.6	28.1	2.7
		825	850	2	1.6	100.4	30.1	5.3
		850	875	3	0.79	100.4	37.2	3.8
		875	900	4	0.3	100.3	28.1	31
		900	925	5	0.2	100.3	30.8	16
775	800	825	850	1	3.82	113.5	15.9	2.3
		850	875	2	3.82	113.5	63.6	0.2
		875	900	3	0.16	113.4	6.6	13.9
		900	925	4	0.15	113.3	12.7	4.8
		925	950	5	0.14	113.3	19.9	1.5
800	825	850	875	1	2.7	66.45	19.2	2.5
		875	900	2	0.5	66.3	15.4	1.5
		900	925	3	0.26	66.26	18.5	6
		925	950	4	0.16	66.2	22.2	17.7
		950	975	5	0.18	133.8	21.9	3.4
825	850	875	900	1	3	100	14	4.6
		900	925	2	1	100	20	4.5
		925	950	3	0.55	100.7	25.7	21.5
		950	975	4	0.28	100.7	26.5	18.7
		975	1000	5	0.4	321.3	20.7	13.9
850	875	900	925	1	15.84	257.9	29	2.2
		925	950	2	4.78	256.5	35.1	0.6
		950	975	3	2.02	256	37.2	3.5
		975	1000	4	0.73	255.3	27.1	10.6
		1000	1025	5	0.38	255.4	24.6	76.3

875	900	925	950	1	12.13	267	21.4	0.5	
		950	975	2	3.35	262.2	23.6	1.3	
		975	1000	3	0.9	267.3	15.9	4.6	
		1000	1025	4	0.74	267.3	26.2	6.7	
		1025	1050	5	0.26	267.3	15.9	2.2	
900	925	950	975	1	7.97	162.8	23.1	2.5	
		975	1000	2	1.26	162.6	14.6	0.4	
		1000	1025	3	0.84	162.4	24.3	6.1	
		1025	1050	4	0.31	162.3	17.7	2.6	
		1050	1075	5	0.13	162.2	13.6	2.5	
925	950	975	1000	1	7.92	258	14.5	2.3	
		1000	1025	2	3.24	256.6	23.7	3.4	
		1025	1050	3	1.01	257.4	18.4	13.5	
		1050	1075	4	0.39	257.2	14.2	30.9	
		1075	1100	5	0.29	257	18.4	33.8	
950	975	1000	1025	1	39.2	1022	18.1	1.2	
		1025	1050	2	7.6	1024	13.8	1.7	
		1050	1075	3	2.72	1024	12.5	1.2	
		1075	1100	4	1.88	1023	17.3	2.7	
		1100	1125	5	0.96	1026	15.4	6.5	
975	1000	1025	1050	1	22.47	1046	10.1	1	
		1050	1075	2	5.1	1049	9.2	1.4	
		1075	1100	3	4.21	1054	18.8	0.1	
		1100	1125	4	2.85	1045	20.7	2.4	
		1125	1150	5	1.3	1047	20.5	2	

1000	1025	1050	1075	1	13.73	548.4	118	1.1
		1075	1100	2	5.87	548	20.2	3.9
		1100	1125	3	2.16	547.7	18.5	1.1
		1125	1150	4	1.37	547	23.7	4.2
		1150	1175	5	0.52	546.7	15.7	0.4
1025	1050	1075	1100	1	6.26	102.6	28.8	1.2
		1100	1125	2	0.77	101.8	14.2	13.6
		1125	1150	3	0.34	101.3	15.8	28.5
		1150	1175	4	0.1	100.9	8.7	81.5
		1175	1200	5	0.2	206.4	8.9	45.3
1050	1075	1100	1125	1	4.65	179.5	12.2	2.8
		1125	1150	2	0.9	179	9.5	3
		1150	1175	3	0.24	179	6.4	52.2
		1175	1200	4	0.24	178.5	12.8	42.4
		1200	1225	5	0.25	178	23	99.9
1075	1100	1125	1150	1	4.56	216.1	10	12.4
		1150	1175	2	4.47	215.5	39.1	1
		1175	1200	3	0.62	215.2	13.5	36.4
		1200	1225	4	0.45	215	19.7	10.6
		1225	1250	5	0.42	214.7	32.2	33.2
1100	1125	1150	1175	1	5.38	360.9	7	4.4
		1175	1200	2	2.11	360.9	11	2.6
		1200	1225	3	1.01	360.7	13.8	1.8
		1225	1250	4	0.58	360.5	15.1	44.9
		1250	1275	5	0.22	359.6	10.1	28
1125	1150	1175	1200	1	33.9	522.8	30.5	4.6

		1200	1225	2	6.71	522.6	24.2	1.7
		1225	1250	3	1.21	522.4	10.9	7.4
		1250	1275	4	0.6	522.3	10.7	4.9
		1275	1300	5	0.41	522	12.7	28.1
1150	1175	1200	1225	1	11.91	318.7	17.6	1.8
		1225	1250	2	0.94	318.5	5.6	3.9
		1250	1275	3	0.36	318.5	5.4	20.7
		1275	1300	4	0.46	650	6.8	13.5
1175	1200	1225	1250	1	2.63	260.1	4.8	0.8
		1250	1275	2	0.73	259.3	5.3	1.3
		1275	1300	3	0.4	259.3	7.1	15.1
1200	1225	1250	1275	1	5.79	335.9	8.1	2.5
		1275	1300	2	2.13	335.8	12	7.4
1225	1250	1275	1300	1	9.72	465	9.8	1

Lampiran 2. Peta Rupabumi Daerah Betong

