

**EKSPLORASI MINERAL PLASER DI LAUT  
MENGUNAKAN MARINE RESISTIVITY DAN  
SUB BOTTOM PROFILING**

**Tesis**

**YUDO HARYADI**

**6305210313**

**PROGRAM MAGISTER FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA  
JAKARTA  
2008**

**EKSPLORASI MINERAL PLASER DI LAUT  
MENGUNAKAN MARINE RESISTIVITY DAN  
SUB BOTTOM PROFILING**

**Tesis**

**YUDO HARYADI**

**6305210313**

**PROGRAM MAGISTER FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA  
JAKARTA  
2008**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul : “ **EKSPLORASI MINERAL PLASER DI LAUT MENGGUNAKAN MARINE RESISTIVITY DAN SUB BOTTOM PROFILING** ” yang penulis selesaikan.

Penulisan Tesis ini disusun sebagai syarat kelulusan pada Program Pasca Sarjana Ilmu Fisika Kekhususan Geofisika Reservoir, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Selama proses studi dan penyelesaian Tesis ini ada banyak hal yang penulis dapatkan dan pelajari. Pada kesempatan yang baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga dapat terselesaikan tesis ini :

1. Bapak DR.Eng Yunus Daud, MSc., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran didalam mengarahkan penulis dalam penyusunan Tesis ini.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material maupun moril.
3. Bapak Dr. Dedi Suyanto, Prof. Dr. Suprayitno Munadi, Dr. Prihadi Sumintadiredja, Dr Supriyanto selaku dosen penguji.
4. Bapak Dr. Ridwan Djamaludin, Dr. Wahyu Widodo Pandu, Dr. Udrek, M. Ilyas MSc, Lena Sumargana MSc, Yudi Anantaseda MSc, Bayu Sutedjo MEng, M. Irfan MSc, Agus Kuswanto MT, Dadan M. Nurjaman MT, Setiawan, Sadina dan Sri Ardhyasuti yang telah banyak meluangkan waktunya demi terselesainya tesis ini.
5. Bapak Kosimpati yang telah banyak membantu terselesaikanya thesis ini.

6. Pihak Balai Teknologi Survei Laut, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi dan PT Tambang Timah yang telah banyak membantu penulis dalam usaha memperoleh data yang diperlukan penulis.
7. Tim Survei mineral plaser dan pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan saudara-saudara semua. Dan semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Juni 2008

Penulis

## ABSTRAK

Penelitian mengenai eksplorasi mineral plaser di laut menggunakan *marine resistivity* dan *sub bottom profiling* dilakukan pada dua lokasi yang keduanya berada di perairan sebelah utara Pulau Bangka. Lokasi 1 berada pada 105,60° BT-105,64° BT dan 01,4630° LS-01,4633° LS. Lokasi 2 berada pada 105,45° BT-105,47° BT dan 01,5182° LS-01,5361° LS. Lokasi 1 merupakan lokasi penambangan timah yang didukung oleh data pemboran, sedangkan lokasi 2 adalah lokasi yang belum dilakukan eksplorasi.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *marine resistivity* delapan saluran dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan jarak spasi antar elektroda 30m dan metode *sub bottom profiling* tipe *pinger* dengan frekuensi 3.5khz. Sedangkan untuk pengolahan data *marine resistivity* digunakan perangkat lunak *Earth Imager* untuk menghasilkan model inversi resistivitas

Hasil penelitian pada lokasi 1 adalah dijumpainya batuan dasar, sedimen aluvial-transisi, sedimen laut dan sedimen tailing yang diinterpretasikan dari data bor dan resistivitas batuan pada daerah tersebut. Berdasarkan korelasi data-data tersebut , pada lokasi 1 dapat disimpulkan bahwa endapan timah umumnya dijumpai pada sedimen aluvial – transisi, dengan beberapa lokasi yang mengandung timah dominan berada dekat dengan batuan dasar.

Hasil penelitian pada lokasi 2 adalah dijumpainya batuan dasar, sedimen aluvial – transisi dan sedimen laut yang diinterpretasikan dari data resistivitas dan data sub botom profiling. Dengan mempelajari karakteristik endapan timah pada lokasi 1 maka pada lokasi 2 dapat diinterpretasikan daerah-daerah yang berpotensi mengandung mineral timah.

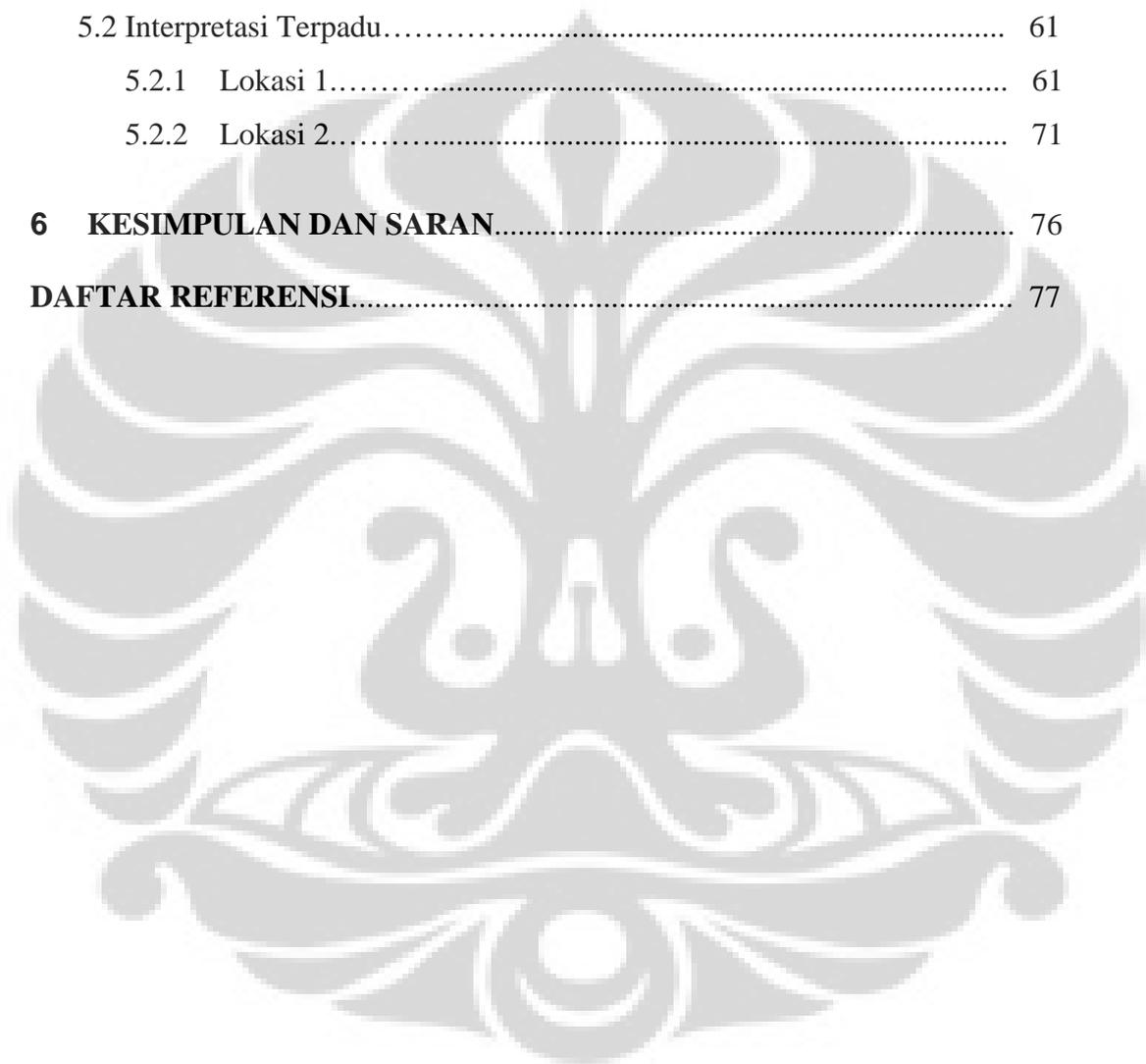
Kata kunci :

Timah, Mineral plaser, Marine resistivity, Sub bottom profiling

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1.Latar belakang.....	1
1.2.Maksud dan Tujuan.....	2
1.3.Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4.Daerah Penelitian.....	3
1.5.Metodologi Penelitian.....	4
1.6.Sistematika Penulisan .....	5
<b>2 DASAR TEORI</b> .....	<b>8</b>
2.1 Metode Marine Resistivity.....	8
2.2 Metode Sub Bottom Profiling.....	12
2.3 Model Endapan Plaser.....	14
<b>3 AKUISISI DATA</b> .....	<b>18</b>
3.1 Akuisisi Data Marine Resistivity.....	18
3.2 Akuisisi Data Sub Bottom Profiling.....	20
<b>4 PENGOLAHAN DATA</b> .....	<b>22</b>

4.1 Marine Resistivity.....	22
4.2 Sub Bottom Profiling.....	46
<b>5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>60</b>
5.1 Data Pendukung.....	60
5.1.1 Data Geologi.....	60
5.1.2 Data Pengeboran.....	61
5.2 Interpretasi Terpadu.....	61
5.2.1 Lokasi 1.....	61
5.2.2 Lokasi 2.....	71
<b>6 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>76</b>
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>77</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi penelitian.....	3
Gambar 1.2	Diagram alir metodologi penelitian.....	6
Gambar 2.1	Arah arus listrik dan garis equipotensial untuk sumber arus di dalam bumi.....	8
Gambar 2.2	Arah arus listrik dan garis equipotensial untuk sumber arus di permukaan bumi.....	9
Gambar 2.3	Arah arus listrik dan garis equipotensial untuk dua sumber arus di permukaan bumi.....	10
Gambar 2.4	Streamer <i>marine resistivity</i> 8 saluran dengan konfigurasi dipole dipole.....	11
Gambar 2.5	Pemantulan gelombang seismik dan perekamannya (Burger, 1992)....	13
Gambar 2.6	Penampang vertikal " <i>Tin Belt Zone</i> ", dan keterdapatan endapan timah plaser (Rahardjo, 2002).....	15
Gambar 2.7	Daratan Paparan Sunda, Jaman Pliosen atas 1.9 Juta tahun lalu.....	16
Gambar 2.8	Daratan di Paparan Sunda saat ini.....	17
Gambar 3.1	Skema pengukuran <i>marine resistivity</i> .....	18
Gambar 3.2	Kabel elektroda dibentang kebelakng kapal dan peralatan <i>SuperSting Marine</i> yang terhubung dengan kabel tembaga ke elektroda, GPS dan <i>echosounder</i> .....	19
Gambar 3.3	Skema Sub bottom Profiler sistem pinger.....	20
Gambar 4.1	Prosedur persiapan data <i>marine resistivity</i> menggunakan perangkat lunak AGI SS MLM.....	23
Gambar 4.2	Prosedur pengolahan data <i>marine resistivity</i> .....	24
Gambar 4.3	File stg yang sudah dibaca akan menghasilkan posisi dan nilai resistivitas semu.....	25
Gambar 4.4	Tampilan pengaturan awal dari software 2D Earth Imager.....	26
Gambar 4.5	Parameter untuk forward modeling.....	26

Gambar 4.6	Parameter untuk pemodelan inversi resistivitas.....	27
Gambar 4.7	Tampilan untuk pengeditan elektroda.....	28
Gambar 4.8	Pengeditan menggunakan data misfit histogram.....	28
Gambar 4.9	Penampang resistivitas pada subsection 1 Lokasi 2 Line B.....	31
Gambar 4.10	Penampang resistivitas pada subsection 2 Lokasi 2 Line B.....	31
Gambar 4.11	Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inverse subsection 1 lokasi 2 Line B .....	32
Gambar 4.12	Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 1 lokasi 2 Line B .....	32
Gambar 4.13	Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inverse subsection 2 lokasi 2 Line B .....	33
Gambar 4.14	Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 2 lokasi 2 Line B .....	33
Gambar 4.15	Penampang resistivitas pada subsection 3 lokasi 2 Line B .....	34
Gambar 4.16	Penampang resistivitas pada subsection 4 lokasi 2 Line B .....	34
Gambar 4.17	Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inverse subsection 3 lokasi 2 Line B .....	35
Gambar 4.18	Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 3 lokasi 2 Line B .....	35
Gambar 4.19	Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inverse subsection 4 lokasi 2 Line B .....	36
Gambar 4.20	Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 4 lokasi 2 Line B .....	36
Gambar 4.21	Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 1.....	37
Gambar 4.22	Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 2 Line B.....	37
Gambar 4.23	Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 2 Line A-1.....	38
Gambar 4.24	Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 2	

Line A-2.....	38
Gambar 4.25 Model inverse resistivitas Lokasi 1.....	39
Gambar 4.26 Model inverse resistivitas Lokasi 2 Line B.....	40
Gambar 4.27 Model inverse resistivitas Lokasi 2 Line A.....	41
Gambar 4.28 Model Geologi Lokasi 1.....	43
Gambar 4.29 Model Geologi Lokasi 2 Line A.....	44
Gambar 4.30 Model Geologi Lokasi 2 Line B.....	45
Gambar 4.31 Prosedur pengolahan data sub bottom profiling.....	47
Gambar 4.32 Reflektor terjadi akibat perbedaan kecepatan 2 media.....	48
Gambar 4.33 Proses terjadinya multiple.....	50
Gambar 4.34 Penampang SBP 2 D lokasi 2 line A.....	52
Gambar 4.35 Penampang SBP 2 D lokasi 2 line B.....	53
Gambar 4.36 Penampang SBP 2 D lokasi 2 line C.....	54
Gambar 4.37 Penampang SBP 3 D lokasi 2 .....	56
Gambar 4.38 Penampang Geologi lokasi 2 line A.....	57
Gambar 4.39 Penampang Geologi lokasi 2 line B.....	58
Gambar 4.40 Penampang Geologi lokasi 2 line C.....	59
Gambar 5.1 Data litologi hasil pemboran yang disajikan dalam bentuk penampang melintang .....	62
Gambar 5.2 Interpretasi geologi berdasarkan data pemboran yang disajikan dalam bentuk penampang melintang .....	64
Gambar 5.3 Penampang penyebaran kandungan mineral timah yang disajikan dalam bentuk kontur pada penampang melintang.....	65
Gambar 5.4 Model geologi yang diinterpretasikan dari data penyebaran resistiviti batuan atau sedimen.....	67
Gambar 5.5 Model geologi dan kontur penyebaran kandungan mineral timah ....	68
Gambar 5.6 Model geologi dan litologi hasil pengeboran yang disajikan dalam penampang geologi.....	69
Gambar 5.7 Model endapan timah lokasi 2.....	72

Gambar 5.8	Model geologi 2D dari data resistivitas lokasi 2 line A.....	73
Gambar 5.9	Model geologi 2D dari data resistivitas lokasi 2 line B.....	74
Gambar 5.10	Penampang geologi 3D hasil interpretasi SBP.....	75



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar belakang**

Kegiatan eksplorasi mineral timah di laut menjadi semakin menarik seiring dengan melajunya harga timah ke harga yang sangat menguntungkan. Harga tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi tata niaga, sosial politik dan kebutuhan dunia saat ini yang menempatkan mineral timah pada posisi semakin strategis. Selain itu belum adanya bahan pengganti yang cukup penting untuk menggantikan fungsi dari mineral timah sehingga komoditi ini menjadi tetap menarik.

Dengan kondisi di atas kegiatan eksplorasi timah menjadi semakin intensif, namun pada umumnya mereka melakukan kegiatan tersebut di daratan, walaupun sudah ada beberapa perusahaan yang melakukan kegiatan eksplorasi lepas pantai tapi jumlahnya masih sangat kecil. Hal tersebut dikarenakan tingkat kesulitan eksplorasi lepas pantai dan juga adanya keterbatasan peralatan serta sumberdaya manusia, namun tidak menutup kemungkinan mereka akan melakukan eksplorasi di lepas pantai, jika di daratan dirasakan sudah mulai jenuh. Untuk itu sangat diperlukan suatu metode eksplorasi mineral timah dilaut yang efektif sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal oleh berbagai pihak.

Untuk menjadikan lepas pantai menjadi daerah eksplorasi mineral timah yang menarik, perlu dilakukan inventarisasi endapan mineral timah di lepas pantai secara sistematis, sehingga data tersebut dapat dijadikan acuan oleh pihak-pihak yang berkepentingan dengan eksplorasi mineral timah lepas pantai

## 1.2. Maksud dan Tujuan

Penelitian eksplorasi mineral plaser dilaut menggunakan marine resistivity dan sub bottom profiling bermaksud untuk dapat mengetahui lokasi endapan timah plaser yang umumnya terkonsentrasi pada endapan *aluvial, fluvial dan colovial* yang ada di dasar laut, dimana endapan timah plaser tersebut merupakan endapan hasil dari rombakan dari batuan intrusi granit yang mengandung timah primer.

Sasaran yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan suatu model geologi daerah penelitian berdasarkan data resistivitas dan sub bottom profiling;
2. Mengetahui pola penyebaran endapan aluvial, fluvial dan colovial yang diinterpretasikan dari data resistivitas dan sub bottom profiling ;
3. Mengetahui daerah prospek endapan timah baru

## 1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi studi literatur yang mempelajari geologi daerah penelitian dan model rombakan batuan granit yang menghasilkan mineral timah serta studi mengenai peralatan yang digunakan untuk melakukan kegiatan eksplorasi mineral plaser di lepas pantai.

Pengambilan data dilapangan juga menjadi salah satu tahapan yang menjadi konsentrasi dari kegiatan penelitian, pengambilan data yang menjadi konsentrasi penelitian ini adalah pengambilan data *sub bottom profiling* dan *marine resistivity*.

Untuk menghasilkan suatu hasil yang terarah maka penelitian ini juga akan membahas mengenai proses pengolahan dan interpretasi data dari data-data *sub bottom profiling* dan *marine resistivity*. Yang kemudian dilanjutkan dengan proses analisis terpadu dari data yang didapat dilapangan dengan data pemboran dan data geologi yang merupakan data pendukung

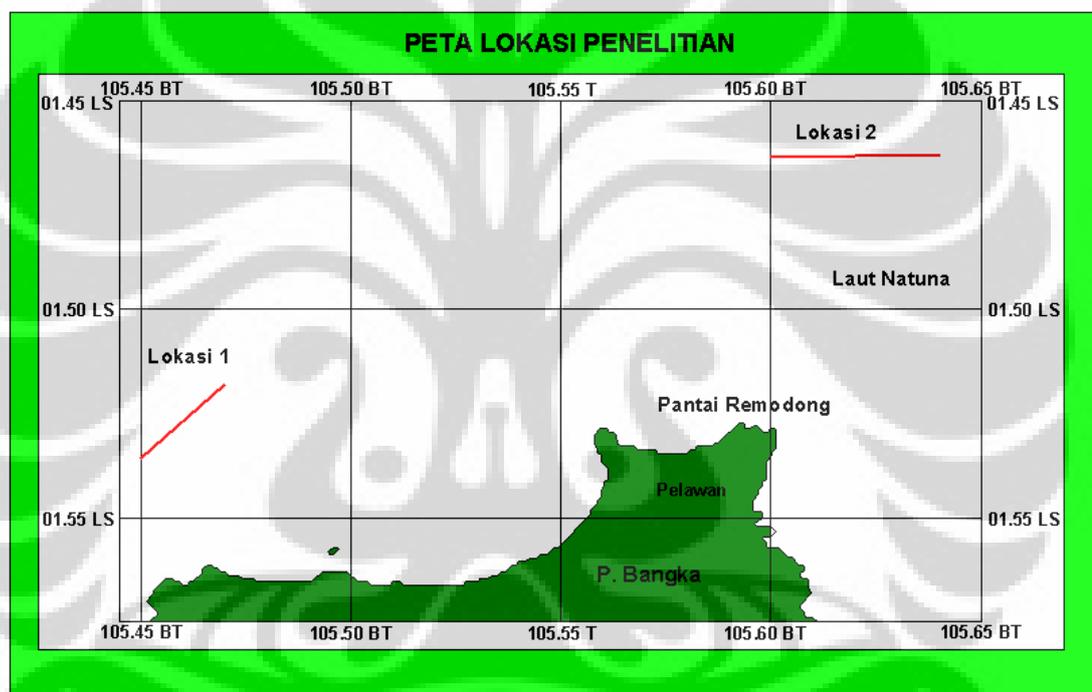
#### 1.4. Daerah Penelitian

Daerah penelitian adalah merupakan daerah lepas pantai yang secara geografis berada pada sebelah utara Pulau Bangka tepatnya pada koordinat

- 105,60°BT – 105,64°BT dan 01,4630°LS -01,4633°LS

- 105,45°BT – 105,47°BT dan 01,5182°LS – 01,5361°LS

Daerah tersebut secara administratif termasuk kedalam Propinsi Bangka Belitung



Gambar 1.1. Peta lokasi penelitian

Daerah ini secara geologi terletak pada daerah jalur batuan granit yang berarah relatif barat laut - tenggara memanjang dari Malaysia hingga Kepulauan Bangka Belitung

Secara umum variasi batuan pada daerah penelitian terdiri dari batuan beku yang terjadi dalam kurun waktu yang berbeda, batuan sedimen tua pada umumnya telah menjadi batuan metasedimen, endapan fluvial, aluvial dan coluvial serta endapan laut dangkal yang terjadi berulang-ulang akibat proses transgresi dan regresi berkala.

### 1.5. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan studi literatur mengenai proses terbentuknya timah, daerah-daerah yang berpotensi mengandung mineral timah, geologi daerah penelitian, data-data pengeboran daerah penelitian dan juga dilakukan studi mengenai metode geofisika yang cocok untuk mengidentifikasi mineral timah plaser di lepas pantai.

Untuk mendapatkan data lapangan yang obyektif, pada penelitian ini dilakukan pengukuran dengan menggunakan peralatan *sub bottom profiling* yaitu alat yang memancarkan gelombang seismik kemudian merekam gelombang pantulnya berdasarkan waktu tempuh dari gelombang tersebut, alat ini adalah merupakan jenis lain dari seismik *single channel*.

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengolahan dan interpretasi data *sub bottom profiling*, karena proses ini cukup penting untuk memberikan gambaran secara jelas mengenai lapisan-lapisan yang tergambarkan oleh bidang pantul dimana lapisan tersebut akan memberikan ilustrasi kondisi geologi daerah penelitian

Selain dilakukan pengukuran *sub bottom profiling*, juga dilakukan pengukuran dengan menggunakan peralatan *marine resistivity* yang akan menghasilkan data resistivitas semu yang dapat memberikan gambaran perbedaan resistivitas daerah penelitian dengan jelas

Untuk mendapatkan nilai resistivitas yang sebenarnya, data-data resistivitas dari pengukuran di lapangan akan diolah, sehingga proses pengolahan data *marine resistivity* juga merupakan hal yang dibahas secara pada penelitian ini

Proses pengolahan data pendukung juga akan melengkapi penelitian ini, karena dengan melakukan pengolahan data pendukung pada penelitian ini, dapat menghasilkan pemahaman yang lebih maksimal.

Tahapan terakhir yang akan dilakukan adalah menganalisis data-data *sub bottom profiling*, data-data *marine resistivity* dan data-data pendukung yang telah diolah untuk menghasilkan suatu hasil penelitian yang terpadu yang dilanjutkan dengan rekomendasi lokasi untuk dilakukan penelitian eksplorasi lebih lanjut

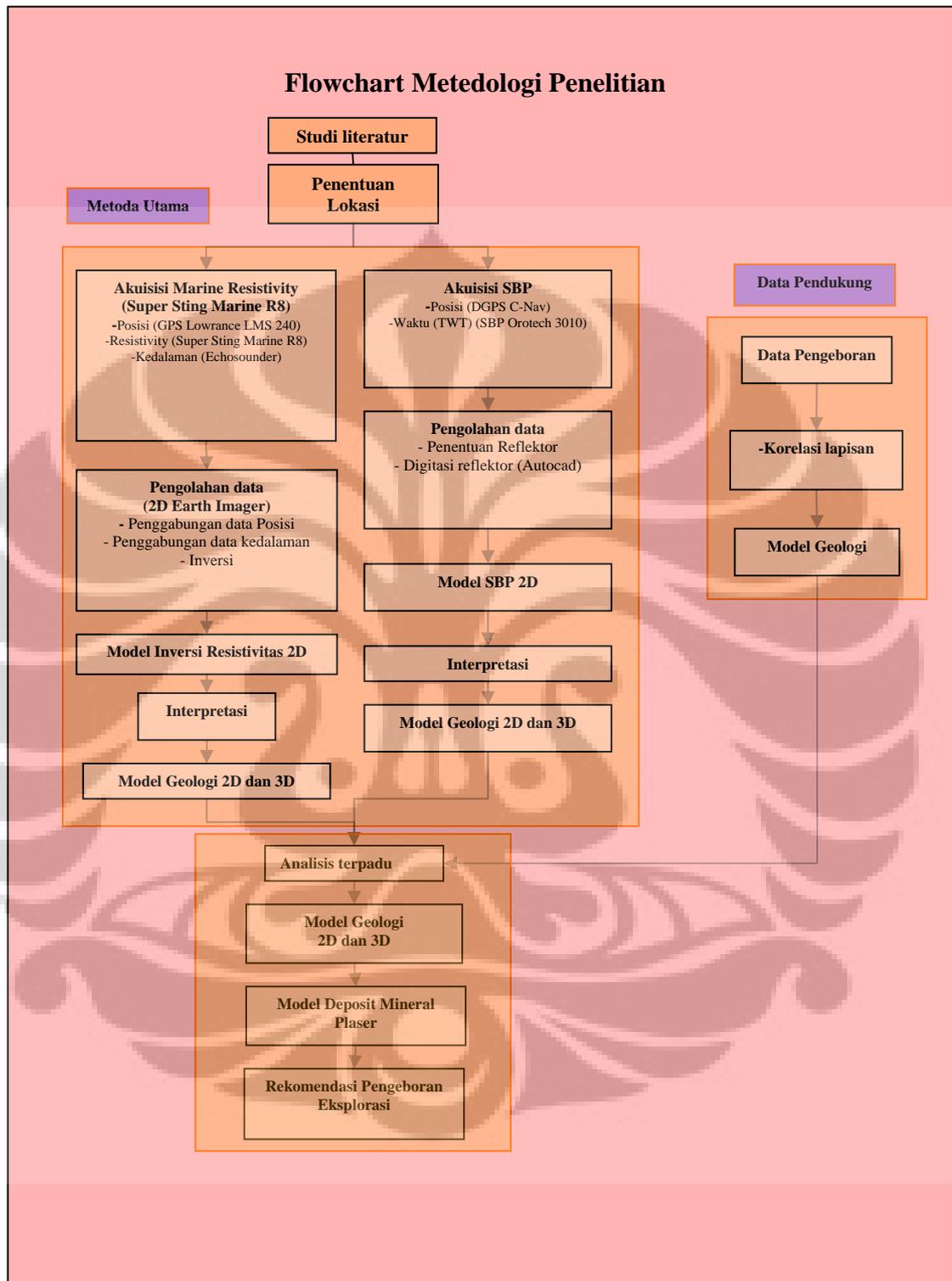
Untuk lebih mudah memahami pola pikir dalam penelitian ini, penulis menggambarkan secara garis besar penelitian ini dalam sebuah diagram alir seperti terlihat pada Gambar 2.1.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan untuk menggambarkan alur kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian, daerah penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.



Gambar 1.2. Diagram alir metodologi penelitian

## BAB II DASAR TEORI

Pada bab dasar teori membahas mengenai prinsip-prinsip kerja yang mendasari metode *marine resistivity*, metode *sub bottom profiling* dan prinsip-prinsip mengenai model endapan plaser yang digunakan untuk pendekatan dalam penelitian.

## BAB III AKUISISI DATA

Pada bab akuisisi data membahas mengenai proses pengambilan data metode *marine resistivity* dan metode *sub bottom profiling* termasuk didalamnya menjelaskan mengenai navigasi dan posisi dan wahana survei yang digunakan

## BAB IV PENGOLAHAN DATA

Pada bab pengolahan data akan dikhususkan membahas mengenai proses pengolahan data *marine resistivity* dan *sub bottom profiling* mulai dari lapangan hingga menjadi data terolah.

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan akan melakukan pembahasan terhadap data-data pendukung berupa data geologi dan data pengeboran yang akan di gabungkan dengan data *marine resistivity* dan data *sub bottom profiling* supaya dapat menghasilkan analisis yang tajam.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran memaparkan bagian-bagian yang penting dalam kegiatan penelitian ini yang dirangkum dalam bentuk yang lebih ringkas. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai beberapa hal yang merupakan saran – saran yang bermanfaat bagi kelanjutannya kegiatan penelitian ini.

## BAB II DASAR TEORI

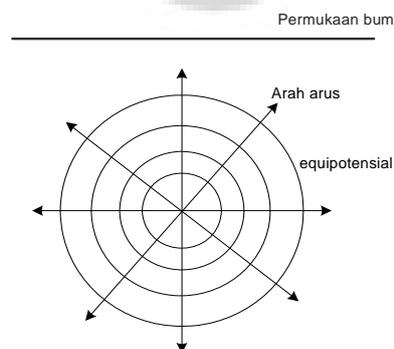
### 2.1. Metode Marine Resistivity

Metode marine resistivity adalah bagian dari metode geolistrik yang didasarkan pada pengukuran beda relatif resistivitas semu antara lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan. Dengan menggunakan prinsip sifat penjalaran arus listrik pada suatu media maka sifat-sifat batuan yang berhubungan dengan resistivitasnya pada kedalaman tertentu dapat diketahui. Penjalaran arus listrik pada batuan dapat digolongkan menjadi tiga jenis yaitu : konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dialektrik. Penjalaran tersebut dipengaruhi oleh mineralogi, porositas, tekstur partikel sedimen dan resistivitas air disekitarnya.

Pada penjalaran arus listrik di dalam bumi didasarkan pada asumsi bahwa bumi merupakan medium homogen isotropis. Jadi, lapisan batuan di bawah permukaan bumi diasumsikan berbentuk berlapis-lapis. Pada kondisi demikian, maka potensial listrik di sekitar arus listrik yang berada dalam bumi dan di permukaan bumi adalah sebagai berikut :

#### Titik Arus di Dalam Bumi

Pada contoh titik arus yang diletakan di dalam bumi maka akan memperlihatkan arah aliran arus dan garis equipotensial seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Arah arus listrik dan garis equipotensial untuk sumber arus di dalam bumi

Perhatikan Gambar 2.1 ; arus keluar secara radial dari titik arus sehingga jumlah arus yang keluar melalui permukaan bola dengan jari-jari  $r$  adalah:

$$I = JA = J4\pi r^2 \quad (2.1)$$

$$I = \left\{ \sigma \frac{dV}{dr} \right\} 4\pi r^2 \quad (2.2)$$

karena  $\sigma = 1/\rho$ , maka :

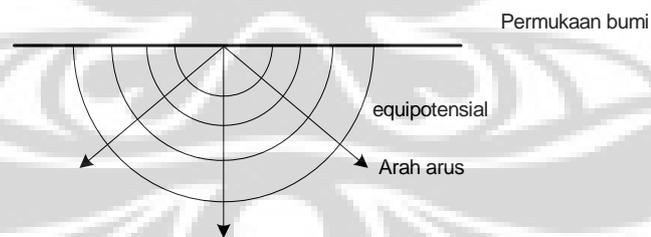
$$I = \left\{ \frac{1}{\rho} \frac{dV}{dr} \right\} 4\pi r^2 \quad (2.3)$$

SEHINGGA,

$$V(R) = \frac{I\rho}{4\pi r} \quad \text{dan} \quad \rho = 4\pi r \frac{V}{I} \quad (2.4 \text{ dan } 2.5)$$

Titik Arus di Permukaan Bumi

Apabila titik arus pada pembahasan tersebut di atas terletak di permukaan bumi, maka arah arus listrik dan garis equipotensialnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.

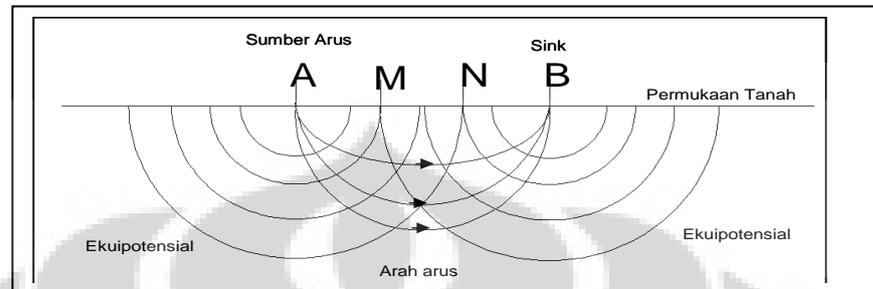


Gambar 2.2. Arah arus listrik dan garis equipotensial untuk sumber arus di permukaan bumi

Pada Gambar 2.2, area sebaran arah arus adalah setengah bola, sehingga permukaan luas =  $2\pi r$ . Dengan demikian persamaannya menjadi:

$$V(r) = \frac{I\rho}{2\pi r} \quad \text{dan} \quad \rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.6 \text{ dan } 2.7)$$

Pada metode marine resistivity digunakan 2 (dua) sumber arus. Dengan demikian arah arus listrik dan equipotensialnya adalah (Gambar.2.3)



Gambar 2.3. Arah arus listrik dan garis equipotensial untuk dua sumber arus di permukaan bumi

Pada Gambar 2.3, dua sumber arus digambarkan sebagai titik A dan B, sedangkan pengukuran beda potensial dilakukan di titik M dan N. Beda potensial antara MN yang disebabkan arus A dan B, adalah :

$$\Delta V = V_M - V_N \quad (2.8)$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[ \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left( \frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \quad (2.9)$$

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} 2\pi \left[ \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left( \frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \quad (2.10)$$

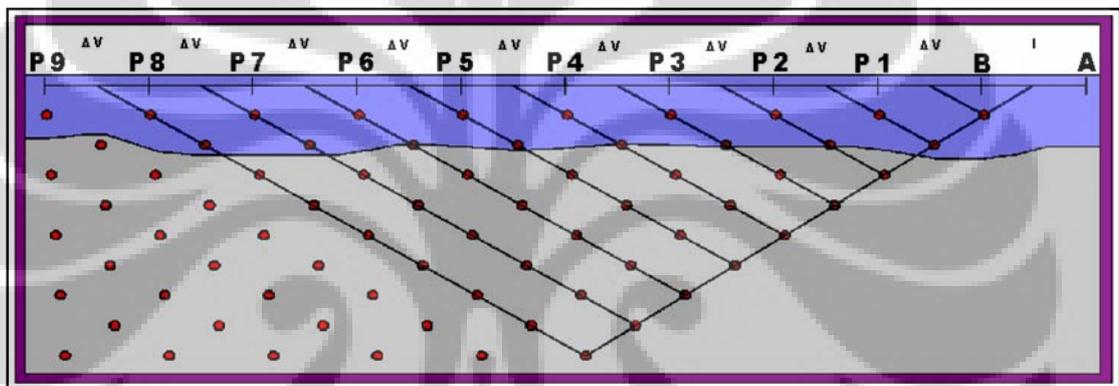
pada persamaan ini :

- AM = jarak A ke M ; BM = jarak B ke M
- AN = jarak A ke N ; BN = jarak B ke N
- $\Delta V$  = beda potensial, diukur di lapangan
- I = kuat arus, diukur di lapangan
- $\rho$  = tahanan jenis

Dengan mengukur beda potensial ( $\Delta V$ ) dan arus (I) serta mengetahui susunan elektrodanya maka akan diperoleh harga resistivitas ( $\rho$ ) dimana pada bawah permukaan yang homogen isotropis harga resistivitas ( $\rho$ ) akan konstan dalam susunan elektroda tertentu. Sedangkan bila arus konstan dan jarak elektroda pada tanah dibuat berubah maka beda potensial ( $\Delta V$ ) akan menyesuaikan pada masing-masing konfigurasinya. Pada lapisannya tidak homogen akan didapat

perubahan harga resistivitas ( $\rho$ ), jika jarak elektrodanya diubah atau keseluruhan pengukuran dipindah ketempat lain maka akan terjadi perubahan harga resistivitas ( $\rho$ ).

Dalam penelitian ini menggunakan susunan elektroda Dipole dipole, dengan menggunakan sepasang elektroda peninjek arus dan delapan pasang elektroda pengukur beda potensial yang disusun berurutan kearah belakang dalam sebuah *streamer marine resistivity* seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Streamer marine resistivity* 8 saluran dengan konfigurasi *dipole dipole*

Dari konfigurasi *dipole dipole* tersebut maka didapat faktor geometri :

$$K = \pi a n (n+1) (n+2) \quad (2.11)$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai  $\rho$ , tegangan yang terpakai ( $V$ ) dibagi dengan arus yang terukur ( $I$ ) dikalikan dengan faktor geometrinya ( $K$ ) sesuai dengan rumus :

$$\rho a = K \Delta V / I \quad (2.12)$$

## 2.2. Metode Sub Bottom Profiling

Metode sub bottom profiling adalah merupakan metode seismik satu saluran yang dikhususkan pada penetrasi yang dangkal dengan sounding relatif terus menerus, dengan menggunakan frekuensi tinggi sehingga mempunyai ketelitian yang cukup baik. Pada peralatan tersebut kadang menggunakan frekuensi tunggal ataupun ganda

Pengukuran pada metode ini menggunakan waktu tempuh gelombang seismik pada saat terkirim dan diterima sebagai akibat dari pantulan dari bidang lapisan batuan yang mempunyai cepat rambat berbeda. Perbandingan perbedaan cepat rambat gelombang seismik pada dua media yang mengakibatkan gelombang seismik terpantul di sebut koefisien refleksi, dimana koefisien refleksi ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

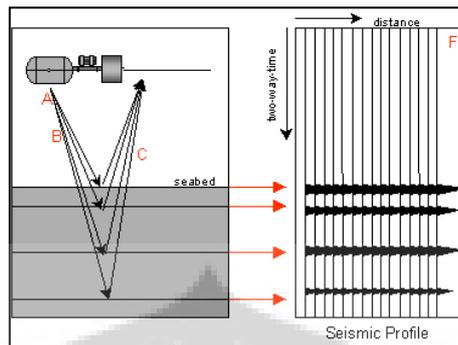
$$R = (P_{b2}V_2 - P_{b1}V_1) / (P_{b2}V_2 + P_{b1}V_1) \quad (2.13)$$

Dimana : R = koefisien refleksi

$P_{b1}, P_{b2}$  = densitas lapisan 1 dan 2

$V_1, V_2$  = kecepatan gelombang seismik lapisan 1 dan 2

Dari Gambar 2.5. dapat dilihat proses pengiriman gelombang seismik ke bawah permukaan bumi hingga dipantulkan oleh bidang-bidang reflektor yang merupakan bidang batas perbedaan kecepatan gelombang seismik pada suatu media kemudian gelombang pantul tersebut diterima oleh penerima gelombang seismik. Pada setiap bidang pantul akan menghasilkan sinyal pantul yang akan terekam dalam media perekam berupa sinyal yang kuat dimana sinyal ini akan sangat tergantung oleh kontras perbedaan kecepatan gelombang seismik pada media tersebut.



Gambar 2.5. Pemantulan gelombang seismik dan perekamnya (Burger, 1992)

Pada metode *sub bottom profiling* terdapat beberapa tipe peralatan yang dapat menghasilkan sumber gelombang seismik, dimana tiap-tiap tipe peralatan tersebut mempunyai perbedaan karakteristik sesuai dengan fungsinya, perbedaan tersebut meliputi perbedaan frekuensi, resolusi dan penetrasi, seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sistem sumber gelombang seismik dan karakteristiknya (Burger, 1992)

Sistim	Frekuensi (kHz)	Resolusi (m)	Penetrasi (m)
Chirp	1-15	0.10-0.15	5-50
Pinger	3-12	0.20	10-40
Boomer	1-5	0.5-1.0	50-100
Sparker	0.1-1	2.0-5.0	100->1000
Airgun	0.001-0.4	3.0-100	100->10,000

Pada penelitian ini menggunakan peralatan sistem pinger yang mempunyai frekuensi 3.5 khz dengan resulosi hingga 20 cm dan penetrasi 50m. Salah satu yang membedakan sistem pinger dan chirp dengan sistem boomer, sparker dan airgun pada umumnya sistim pembangkit gelombang seismik dan sistem penerima gelombang seismik berada pada satu tempat yang dinamakan transduser.

### 2.3. Endapan Plaser Timah

#### Model Endapan Plaser

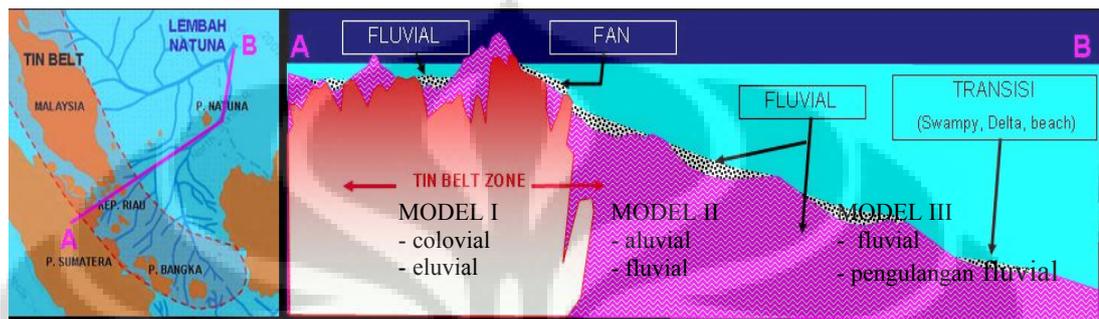
Mineral kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ) di jalur timah Asia termasuk Indonesia, terbentuk pada batuan granit berumur Trias akhir \_ Jura. Batuan granit merupakan batuan beku intrusiv asam, yang penyebarannya memanjang sepanjang jalur magmatik yang kini disebut zona jalur timah, sebagaimana jalur magmatik Sumatera dan Jawa sekarang ini. Dengan demikian sepanjang zona jalur timah, merupakan daerah yang sangat potensial terdapat batuan-batuan intrusiv granit, baik yang tersingkap di permukaan maupun yang tidak tersingkap.

Intrusi di sepanjang zona jalur timah ini tidak terjadi sekali, pada namun beberapa kali, setidaknya minimal empat kali. Intrusi-intrusi yang terjadi berkali-kali tersebut tidak seluruhnya membawa timah.

Endapan Timah ( $\text{SnO}_2$ ) dapat kita temukan sebagai endapan primer, maupun sekunder. Endapan primer, biasa kita jumpai dalam bentuk greissen dan urat, sedangkan endapan sekunder yang sering disebut endapan plaser, biasa kita jumpai sebagai endapan eluvial, coluvial, alluvial, fluvial dan endapan transisi.

Dari posisi keterdapatannya endapan timah sekunder dapat di bagi kedalam beberapa model pengendapan : Model I terdiri dari endapan *eluvial* dan endapan *colluvial* yang berada di sepanjang zona jalur timah , sedangkan Model II terdiri dari endapan aluvial (kipas aluvial), endapan fluvial (sungai) dan endapan transisi (pantai, delta dan sebagian rawa) yang dapat ditemukan di sepanjang zona jalur timah maupun sepanjang lembah-lembah yang memiliki hulu di zona jalur timah. Model III adalah model lanjutan yang terletak jauh dari batuan sumber, endapan pada model ini merupakan endapan fluvial yang memotong sedimen yang lebih tua, namun biasanya sedimen yang terpotong bukan batuan dasar. Dengan demikian sepanjang zona jalur timah merupakan daerah yang prospek

ditemukan endapan timah plaser untuk model I dan II. Sedangkan di lembah-lembah yang hanya bagian hulunya yang berada di zona jalur timah endapan timahnya berupa endapan aluvial, endapan fluvial dan endapan transisi. Gambar 2.6. merupakan model keterdapatan mineral plaser pada daerah zona jalur timah .



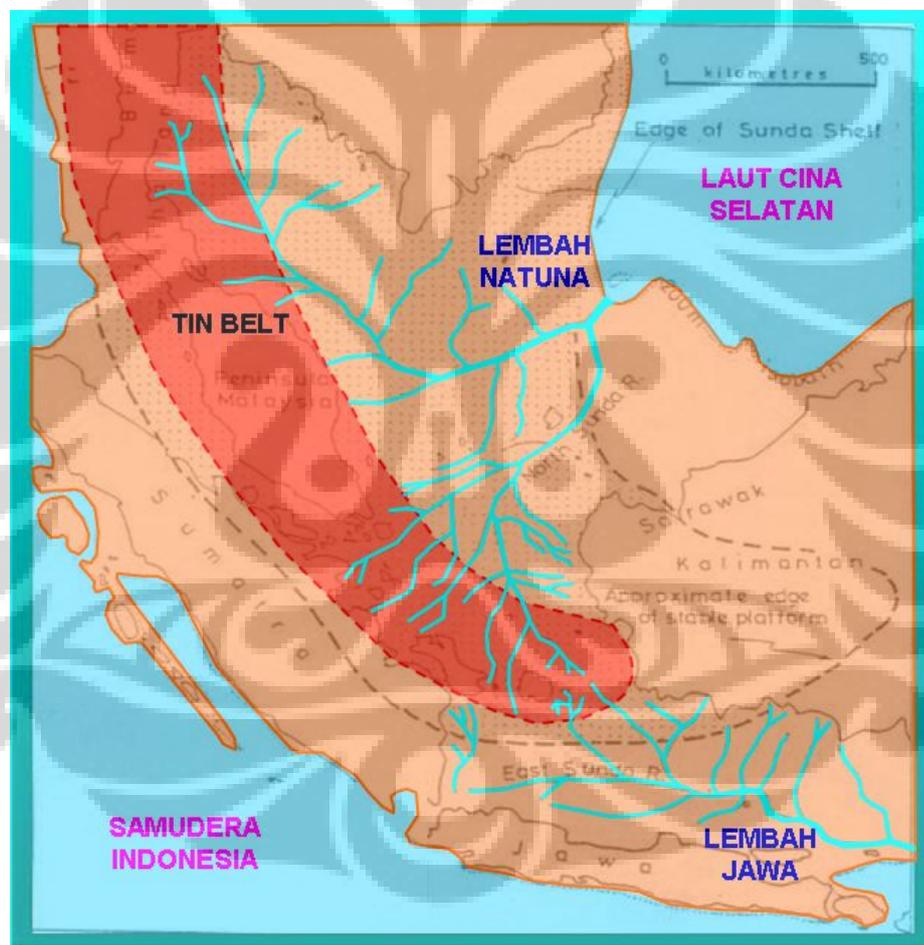
Gambar 2.6 Penampang vertikal zona jalur timah, dan Model keterdapatan endapan timah plaser (Rahardjo, 2002)

### Evolusi Geologi

Evolusi Geologi Paparan Sunda akibat perubahan permukaan laut global sangat berperan dalam proses pengkayaan mineral timah dari batuan granit. Proses ini terjadi berulang-ulang sehingga sangat perlu untuk memahaminya dalam rangka untuk untuk menelusuri proses dimana proses pengkayaan mineral timah yang intensif terjadi. Karena dalam keadaan kondisi tektonik yang stabil, proses pengkayaan endapan timah plaser hanya dapat terjadi pada saat kondisi darat dengan proses pealapukan yang intensif..

Menurut Tjia (1972) pada Jaman Pliosen akhir (sekitar 1.9 juta tahun lalu) paparan Sunda (termasuk *tin belt zone*) merupakan daratan dengan posisi garis pantai bagian barat daya berada di sebelah barat Pulau Sumatera memanjang hingga sebelah selatan Pulau Jawa, bagian timur laut berada di sebelah timur Vietnam, menerus ke sebelah timur laut Pulau Natuna hingga sebelah utara Sabah, Malaysia. (Gambar 2.7)

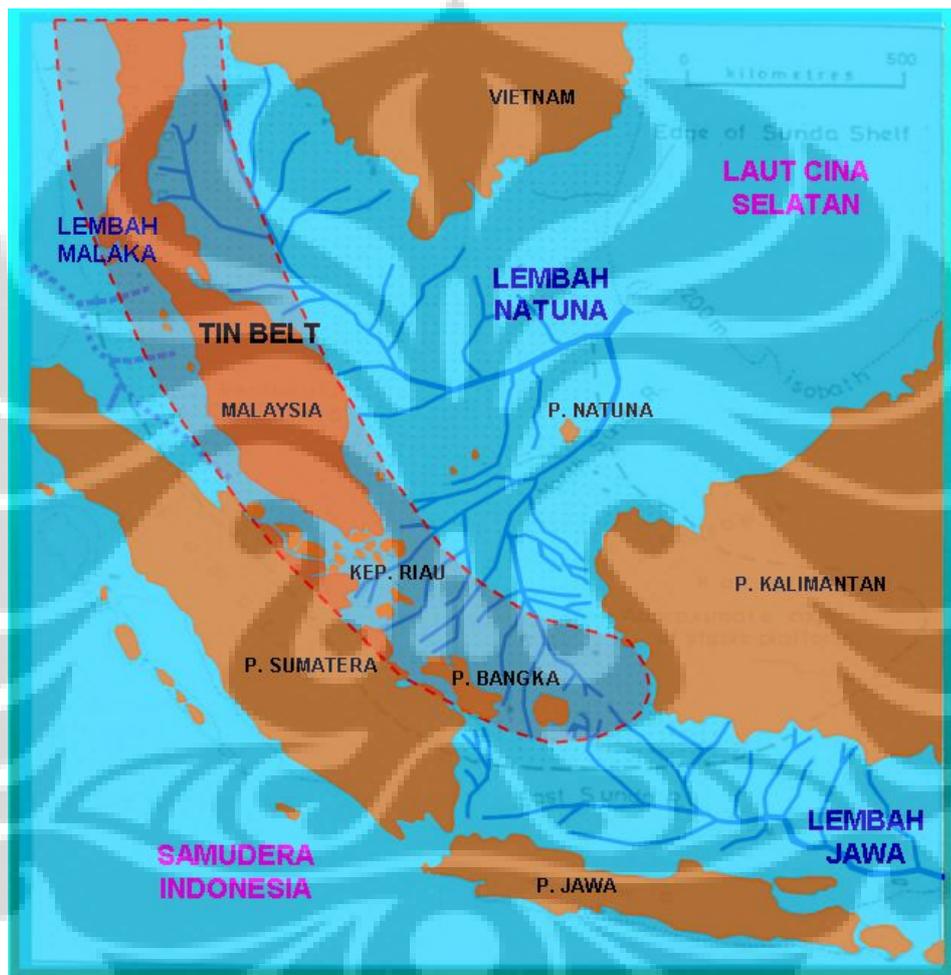
Pada Paparan Sunda yang merupakan daratan, berkembang lembah-lembah dan sungai-sungai besar yang memiliki hulu di sepanjang “*tin belt zone*”, dan bermuara sebagaimana besar ke sebelah timur laut Pulau Natuna. Pada lembah-lembah ini dimungkinkan terendapkan endapan pasir hingga kerikil yang berasosiasi dengan mineral timah. Menurut Batchelor, 1979 endapan timah plaser di daerah Asia yang memiliki nilai ekonomis terbentuk pada kurun 1.9 juta – 800,000 tahun lalu (Pliosen atas sampai Plistosen tengah).



Gambar 2.7 Daratan Paparan Sunda, Jaman Pliosen atas 1.9 juta tahun lalu (Rahardjo, 2002)

Pada saat ini permukaan laut naik +/- 140m dibandingkan dengan 1.9 juta tahun yang lalu dengan beberapa kali terjadi fluktuasi permukaan laut diantara siklus waktu tersebut. Sehingga pada kondisi sekarang, lembah-lembah dan endapan

sedimen yang mengandung endapan timah plaser ekonomis yang berasal dari rombakan pada masa 1.9 juta – 800 ribu tahun yang lalu telah tertutup oleh air laut hingga garis pantai berada di posisi seperti terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Daratan di Paparan Sunda saat ini (Rahardjo, 2002)

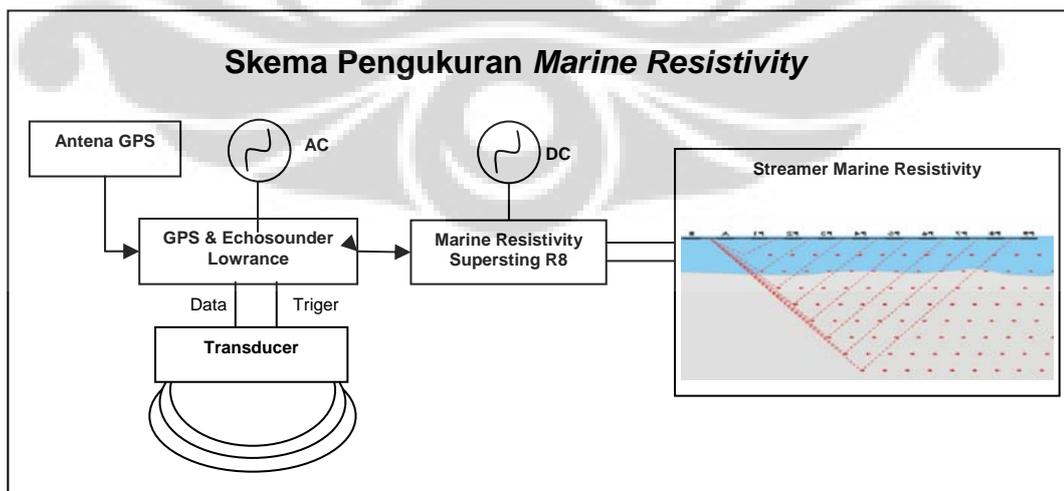
## BAB III AKUISISI DATA

### 3.1 Akuisisi Data Marine Resistivity

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran resistivitas pada penelitian ini adalah :

- Kapal Baruna Jaya
- Alat penentu posisi ( *GPS* ) dan echosounder merek *Lowrance* tipe LMS-240, yang terdiri dari Antena, Transduser, *Console* yang berfungsi sebagai prosesor dan monitor
- *Marine Resistivity Super sting R8*, yang terdiri dari prosesor dan kabel *streamer*

Alat penentu posisi dan *echosounder* yang digunakan, menjadi peralatan pendukung bagi pengambilan data resistivitas. Alat tersebut adalah merupakan satu peralatan yang tergabung dalam satu kesatuan yang terdiri dari antena penerima sinyal satelit, transduser pengukur kedalaman laut dan konsole yang berfungsi *prosesor* dan display data-data. Data yang dihasilkan dari peralatan *lowrance* dihubungkan ke peralatan *marine resistivity* seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema pengukuran *marine resistivity*

Sedangkan untuk mengukur resistivitas batuan menggunakan alat *SuperSting Marine R8* dengan menggunakan 8 saluran yang dapat melakukan pengukuran resistivitas secara terus menerus (*Continuous Resistivity Profiling, CRP*) di dalam air (Gambar 3.2.). Alat ini mempunyai 8 pasang elektroda pengukur beda tegangan yang berupa 9 buah elektroda yang tersusun pada sebuah kabel dengan interval yang sama dengan sistem konfigurasi dipole-dipole, pada alat ini tersedia spasi elektroda 7.5 m, 15 m, 30 m, 60 m, namun yang dipergunakan pada penelitian ini adalah elektroda spasi 30 m. Pada bagian depan dari elektroda tersebut terdapat sepasang elektroda penginjeksi arus.



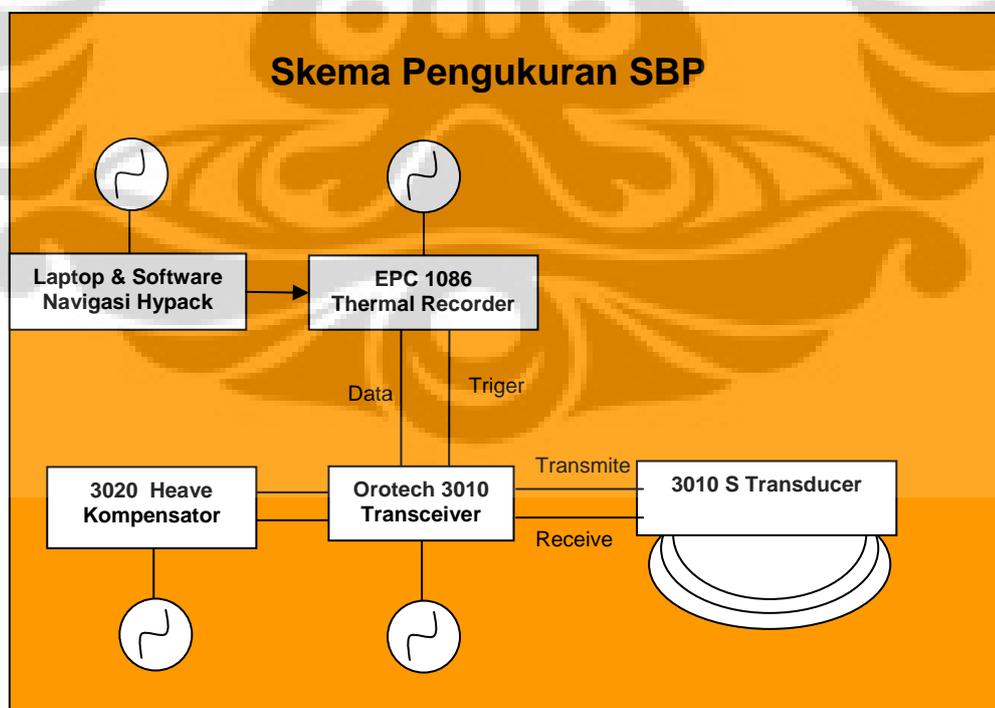
Gambar 3.2. Kabel elektroda dibentang kebelakang kapal dan peralatan *SuperSting Marine* yang terhubung dengan *lead cable* ke elektroda, GPS dan *echosounder*

### 3.2 Akuisisi Data Sub Bottom Profiling

Peralatan yang digunakan untuk Akuisisi data sub bottom profiling (SBP) adalah :

- Kapal Baruna Jaya
- Transreceiver dan Transduser SBP
- Heave Compensator
- Thermal Recorder EPC 1086
- Alat penentu posisi DGPS C-Nav
- Komputer dan Perangkat lunak Hypack, yang merupakan peralatan untuk navigasi survei

Pengukuran data *sub bottom profiling* menggunakan alat tipe *pinger* merek *orotech 3010*. Alat tipe ini mempunyai bentuk yang sederhana, karena pada sistem ini peralatan inti terdiri dari transmitter dan receiver yang dirangkai menjadi satu unit, Trans-receiver dan alat perekam.



Gambar.3.3. Skema Sub bottom Profiler sistem pinger

Skema di pada Gambar 3.3. menjelaskan kegiatan pengambilan data dengan menggunakan alat sub bottom profiler.

*Transreceiver Orotech 3010* berfungsi mengirimkan sinyal elektrik yang akan dirubah menjadi sinyal seismik oleh transduser. Sinyal seismik yang dihasilkan oleh transduser inilah yang akan menjalar hingga dasar laut dan menembus lapisan-lapisan dibawahnya. Selang berapa lama sinyal seismik yang telah menjalar ini akan terpantulkan oleh bidang-bidang reflektor yang kemudian akan diterima oleh *receiver* pada transduser yang sama. Sinyal seismik yang diterima oleh *receiver* akan dirubah menjadi sinyal elektrik dan dikirim ke *transreceiver*. yang kemudian direkam oleh perangkat perekaman *EPC 1086* berupa data analog dalam kertas rekaman. Data-data yang direkam adalah merupakan kumpulan titik pantul yang akan terlihat berupa perlapisan. Selain sebagai perekam, *EPC 1086* juga berfungsi sebagai *triger* untuk mengatur sinyal yang akan dikirim oleh *transreceiver* ke transduser. Pada pengukuaran ini juga dilengkapi oleh *heave kompensator* yaitu alat yang digunakan untuk mengkoreksi anggukan dan goyangan pada transduser, sehingga alat ini harus diletakan satu sumbu dengan transduser tersebut.

Untuk mengontrol posisi dan jalur dari kegiatan pengukuran ini digunakan sistem navigasi dengan menggunakan perangkat lunak *hypack* dan penentu posisi (*DGPS*) bermerek *C-Nav*. Dari sistem ini posisi dikirim ke perekam melalui kabel data setiap interval waktu tertentu sehingga rekaman data dilengkapi dengan data posisi.

## BAB IV PENGOLAHAN DATA

### 4.1 Marine Resistivity

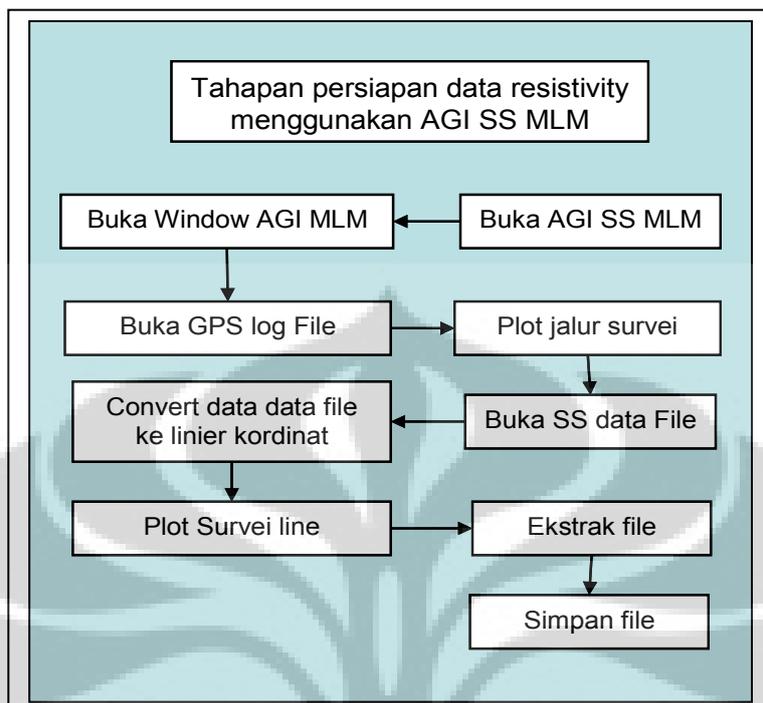
Pengolahan data resistivitas hasil pengukuran menggunakan metode *marine resistivity* bermaksud untuk menghasilkan gambaran distribusi resistivitas bawah permukaan yang sedapat mungkin mendekati kondisi geologi bawah permukaan yang sebenarnya. Untuk mendapatkan hal tersebut, pada pengolahan data dilakukan beberapa proses :

- Mengkonversi resistivitas semu berdasarkan data beda potensial (V), arus (I) dan faktor geometri hasil pengukuran lapangan.
- Menghitung resistivitas semu yang didasarkan pada parameter model, konfigurasi elektroda dan model.
- Melakukan inversi untuk menentukan perkiraan dari parameter model yang didasarkan pada data dan model

Pada pengolahan data *marine resistivity* ini digunakan 2 buah perangkat lunak yaitu AGI Super Sting Administrator Marine Log Manager dan 2D Earth Imager, kedua software tersebut dikeluarkan oleh AGI supersting. AGI Super Sting Administrator MLM adalah software pendukung yang digunakan untuk mendownload data dan persiapan file data resistivitas dan file data posisi sebelum diproses menggunakan 2D Earth Imager. Sedangkan 2D Earth Imager sendiri merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data resistivitas dari mulai pembuatan pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran, peramalan resistivitas semu hasil perhitungan hingga pembuatan model inversi.

#### **Persiapan data menggunakan AGI Super Sting MLM**

Pada persiapan data ini harus dikerjakan pada *window Super Sting MLM*, tahapan-tahapan persiapan data dapat di lihat pada diagram alir (Gambar 4.1.)



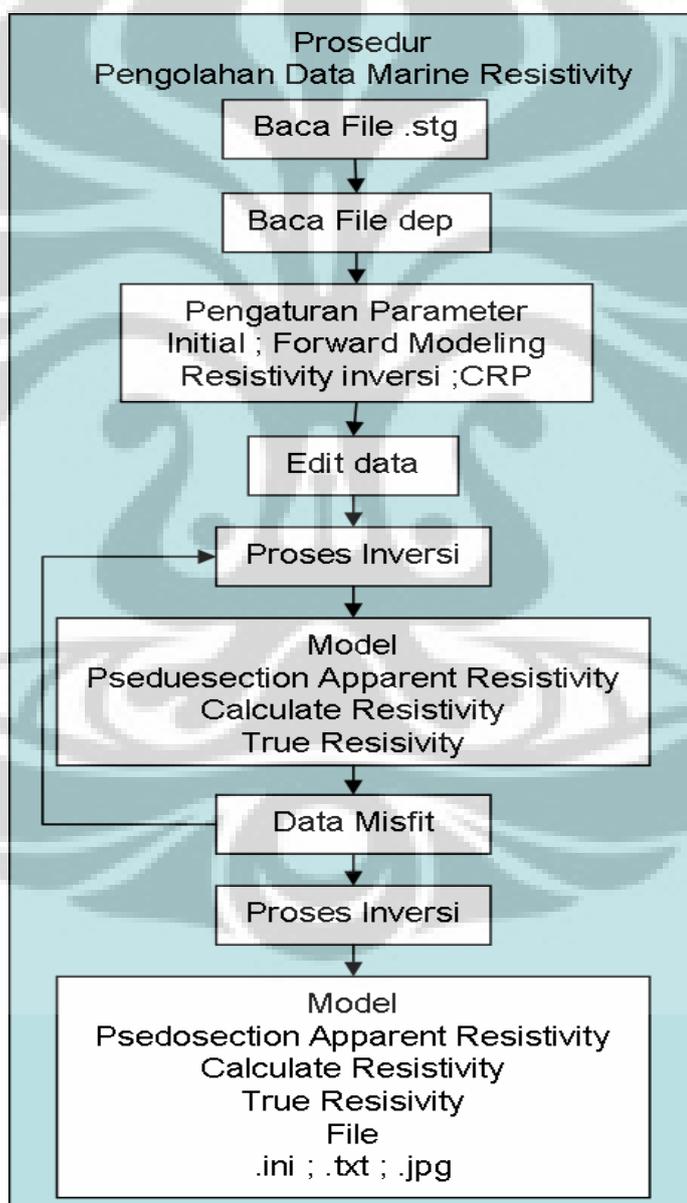
Gambar 4.1 Prosedur persiapan data *marine resistivity* menggunakan perangkat lunak AGI SS MLM

Persiapan data tersebut dimaksudkan untuk melakukan konversi data ke koordinat linier, perubahan data ini dilakukan dengan menggunakan *menu action*. AGI Super Sting MLM dapat digunakan untuk melakukan editing file, sebelum data diproses lebih lanjut, pada prinsipnya data yang akan diolah dalam keadaan lurus, sehingga data-data pada saat kapal berputar harus di edit menggunakan fasilitas perangkat lunak ini. Pelaksanaan kegiatan ini dinamakan *extract file* yaitu dengan menandai data awal dan menandai data akhir pada peta lintasan atau pada data mentah yang terlihat pada *window*. Pada saat file hasil ekstraksi disimpan maka file yang akan terbentuk adalah file "\*.stg" yang berisi data resistivitas dan kordinat elektroda. Selain itu, ekstraksi juga menghasilkan file "\*.dep" yang berisi data kedalaman dan kordinat acuan dari *global positioning system*.

### Pengolahan data menggunakan 2D Earth imager

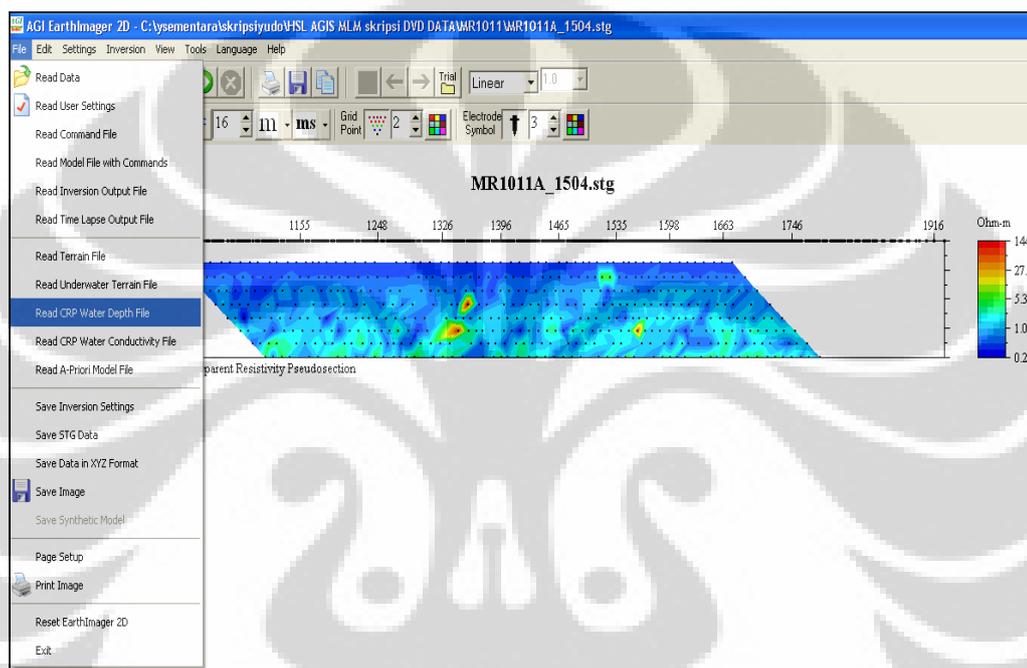
Pengolahan data resistivitas hasil pengukuran lapangan dengan menggunakan alat *marine resistivity super sting R8* bertujuan untuk menggabungkan data parameter

lapangan, data pengukuran beda tegangan, resistivitas, posisi, dan kedalaman. Pada data-data yang telah digabungkan tersebut kemudian diproses hingga menjadi suatu model hasil dari *forward modeling* maupun *inverse modeling*. Untuk menggambarkan proses-proses diatas dapat dilihat pada Gambar 4.2., yang menjelaskan prosedur pengolahan data *marine resistivity* menggunakan perangkat lunak 2D Earth Imager.



Gambar 4.2 Prosedur pengolahan data marine resistivity

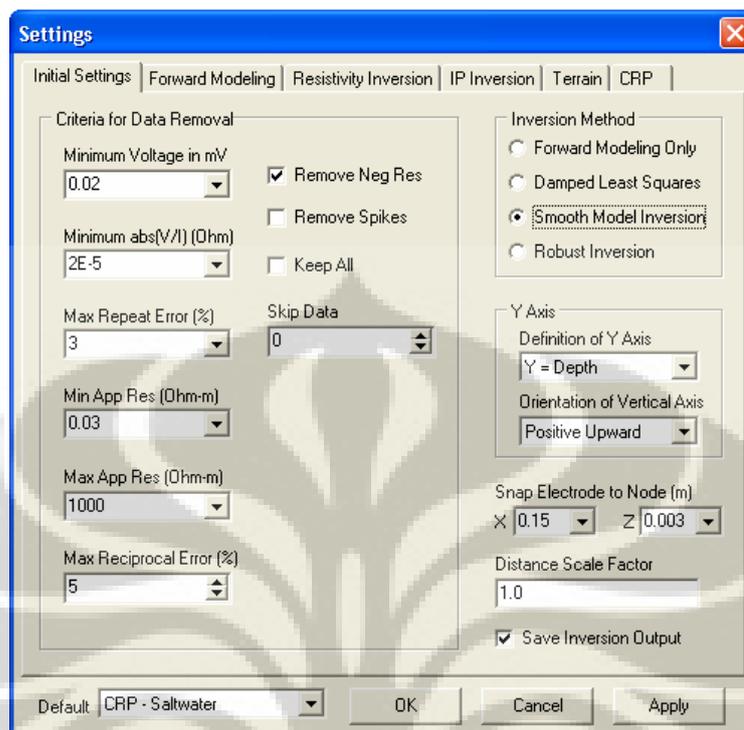
Tahapan pertama pada pengolahan data *marine resistivity* yaitu mengintegrasikan dua file hasil ekstraksi, yaitu data resistivitas, posisi lokal elektroda dalam format \*.stg dan posisi, kedalaman laut dalam format \*.dep. Data-data tersebut tersimpan dalam file digital yang masih terpisah, sehingga untuk pengolahan data dengan menggunakan software 2D Earth Imager data tersebut harus digabungkan.



Gambar 4.3 File \*.stg yang sudah dibaca akan menghasilkan posisi dan nilai resistivitas semua

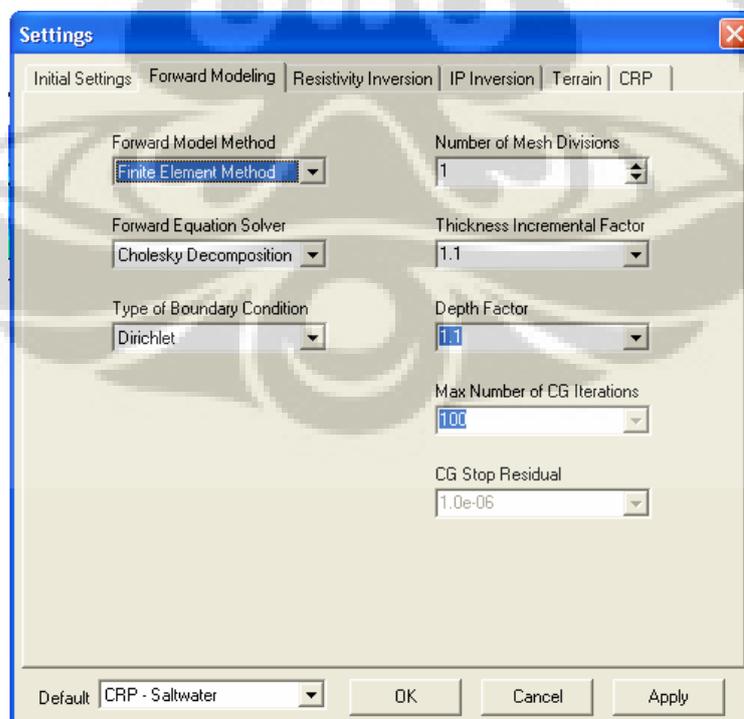
Setelah kedua file berhasil dibaca, kemudian dilakukan pengaturan beberapa parameter dasar yang berfungsi untuk menyeleksi data dan hasil yang diharapkan selama proses *forward modeling* dan *inversi modeling* termasuk di dalamnya pemilihan metode untuk forward modeling dan inversion modeling.

Tampilan pengaturan dasar dapat dilihat pada Gambar 4.4.



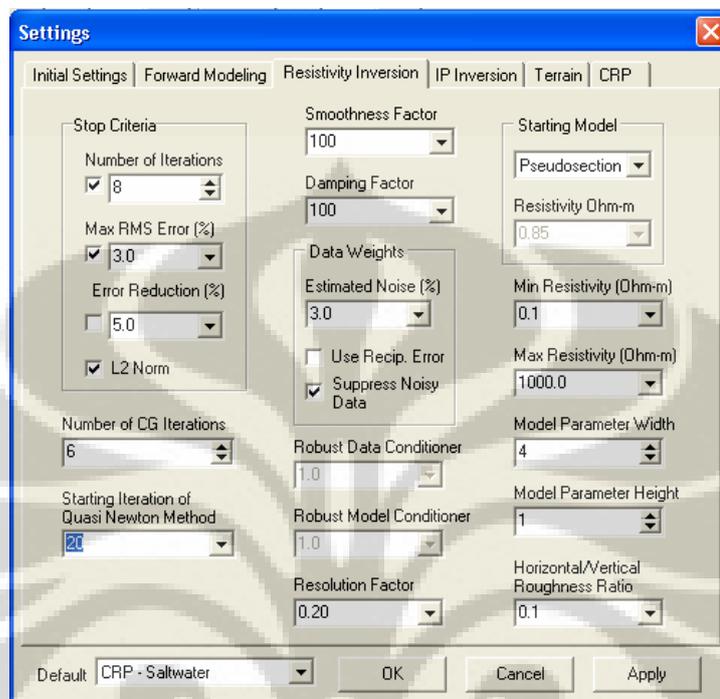
Gambar 4.4 Tampilan pengaturan awal dari *software 2D Earth Imager*

Tampilan pengaturan parameter untuk *forward modeling* adalah sebagai berikut :



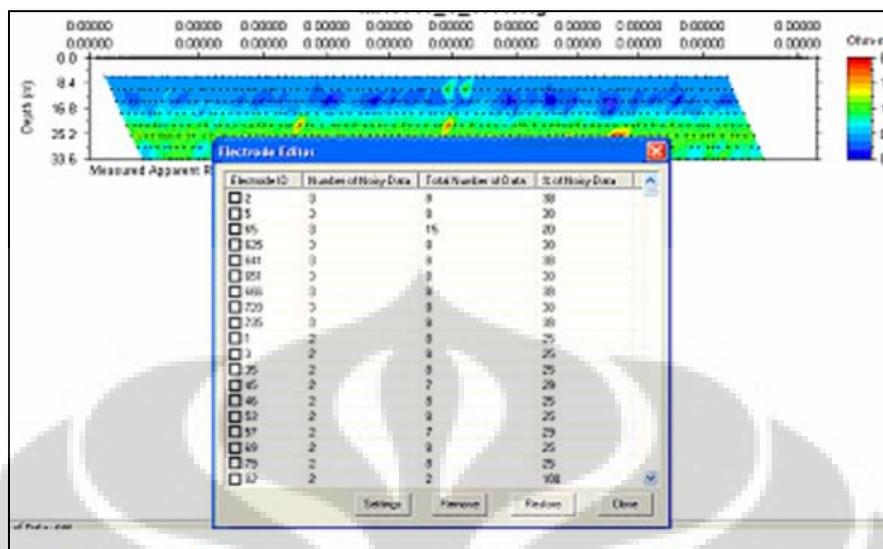
Gambar 4.5 Parameter untuk *forward modeling*

Tampilan pengaturan parameter untuk *inversi modeling* adalah sebagai berikut:

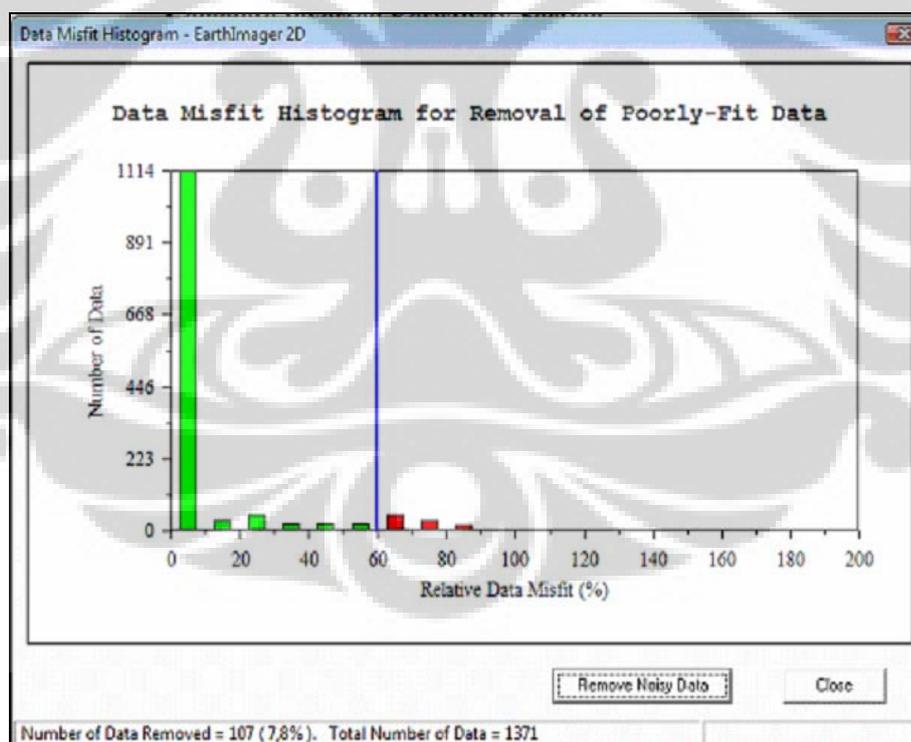


Gambar 4.6 Parameter untuk pemodelan inversi resistivitas

Setelah semua parameter diatur kemudian dilakukan pengeditan terhadap data elektroda yang mempunyai noise, dalam perangkat lunak ini disarankan noise yang nilainya diatas 50% dianggap kurang optimal dalam menghasilkan nilai resistivitas sehingga sebaiknya nilai noise diatas 50% dihilangkan. Cara menghilangkan noise ini adalah menggunakan menu edit elektroda, yang kemudian akan menampilkan tabel yang berisi nomor elektroda, jumlah data noise, total data, dan presentasi data noise. Pengeditan elektroda ini tidak menghilangkan noise secara tetap, tapi hanya untuk keperluan proses inversi. Kemudian lakukan proses inversi yang memerlukan waktu lama tergantung dari jumlah iterasi yang dikehendaki.



Gambar 4.7. Tampilan untuk pengeditan elektroda



Gambar 4.8. Pengeditan menggunakan *data misfit histogram*

Apabila hasil inversi masih kurang bagus dapat dilakukan pengeditan kembali dengan menggunakan fasilitas *histogram data misfit* pada menu view. Nilai relative data misfit diatas 50% adalah merupakan data yang harus dihilangkan yaitu : dengan cara memindahkan garis *threshold* warna biru ke arah kiri hingga nilai angka 50% (Gambar 4.8). Setelah dilakukan pengeditan menggunakan *histogram data misfit*, kemudian dilakukan lagi proses inversi hingga menghasilkan hasil inversi yang diharapkan berupa model resistivitas.

Pada pengolahan data penelitian dengan menggunakan *2D Earth Imager* dilakukan pembatasan-pembatasan terhadap data-data lapangan maupun terhadap metoda yang digunakan untuk melakukan permodelan. Seperti terlihat pada Gambar 4.4 dalam pengolahan data ini batas potensial yang diukur digunakan nilai yang cukup rendah, hal ini dikarenakan sinyal data pada pengukuran dilaut dapat menjadi sangat rendah. Demikian juga untuk batas bawah pengukuran resistivitas semu juga digunakan nilai yang cukup kecil yaitu sekitar 0.03 ohm m.

Ada beberapa pilihan metode inversi yang dapat digunakan pada software ini, namun dalam penelitian ini digunakan metode inversi *smooth model*, yang mendasarkan pada perumusan sebagai berikut :

$$S(m) = (d_{\text{abs}} - g(m))^T W_d (d_{\text{abs}} - g(m)) + \alpha m^T R m \quad (4.1)$$

$S(m)$  = smooth model

$A$  = faktor stabilisasi

$d_{\text{abs}}$  = observasi data

$R$  = operator kekasaran

$g(m)$  = data kalkulasi

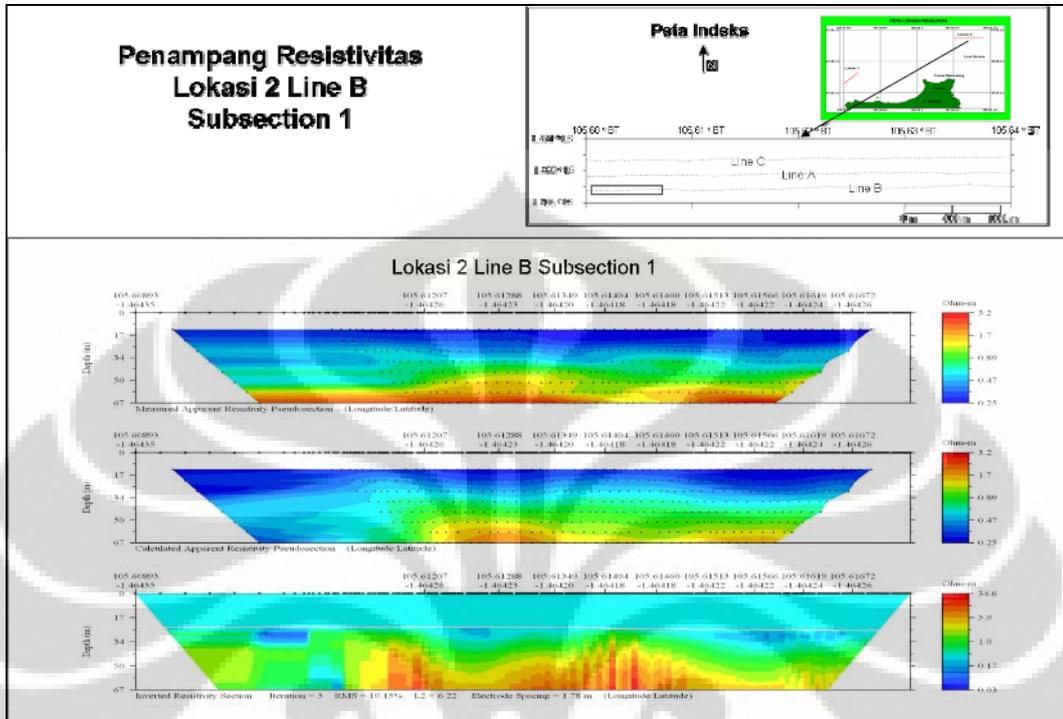
$W$  = matrik pembobotan

Sedangkan untuk menyelesaikan forward modeling digunakan metode *finite difference* dengan dengan metode perhitungan persamaan matrik menggunakan metode *Cholesky Decomposition*

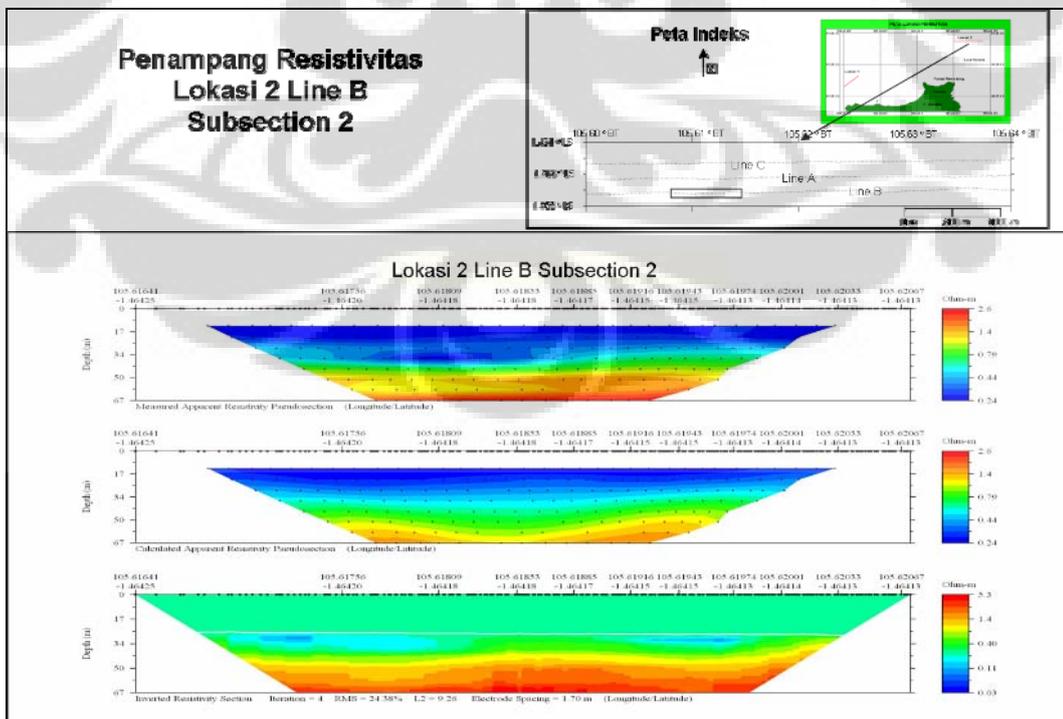
Pada pengolahan data resistivitas dalam penelitian ini menghasilkan tiga jenis penampang pada masing-masing lintasan yaitu penampang resistivitas semu hasil pengukuran, penampang resistivitas semu hasil perhitungan dan penampang inversi resistivitas sebenarnya. Pada proses penghitungan dengan menggunakan 2D Earth Imager, masing-masing jalur tidak dapat dihitung secara sekaligus, namun 2D Earth Imager akan menghitung setiap lintasan dengan cara membagi menjadi *subsection* dengan ukuran maksimal 500 elektroda. Pada setiap penghitung tersebut akan ditampilkan 3 penampang tersebut secara otomatis oleh Earth Imager (Gambar 4.9; 4.10; 4.15; 4.16), selain itu Earth Imager juga menyimpan data-data yang penting kedalam file berdasarkan *subsection* ini. File yang menyimpan grafik perubahan kesalahan *RMS* pada setiap iterasi (Gambar 4.11; 4.13; 4.17; 4.19) dan file yang menyimpan grafik kecocokan data antara resistivitas semu hasil prediksi dan resistivitas semu hasil pengukuran (Gambar 4.12; 4.14; 4.18; 4.20) juga disimpan dalam *subsection* tersebut.

Untuk menghasilkan data resistivitas yang baik, pembatasan jumlah iterasi pada pengolahan data diterapkan sebanyak sebanyak 15 kali, selain itu juga dilakukan pembatasan pada perubahan pada kesalahan *RMS* yaitu apabila perubahan kesalahan *RMS* kurang dari 2% maka proses pengolahan data oleh software dihentikan

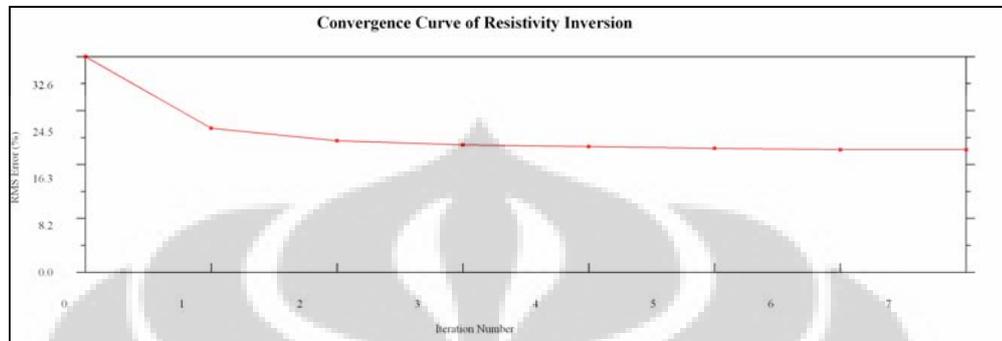
Gambar 4.9-4.20 menjelaskan bagaimana proses pengolahan data berjalan dengan mulai dari penghitungan resistivitas semu hasil pengukuran, prediksi resistivitas semu sampai menghasilkan model inversi resistivitas sebenarnya. Jumlah iterasi dan tingkat kesalahan *RMS* selama proses inversi serta distribusi data resistivitas semu hasil pengukuran dan hasil prediksi dapat dilihat pada gambar tersebut.



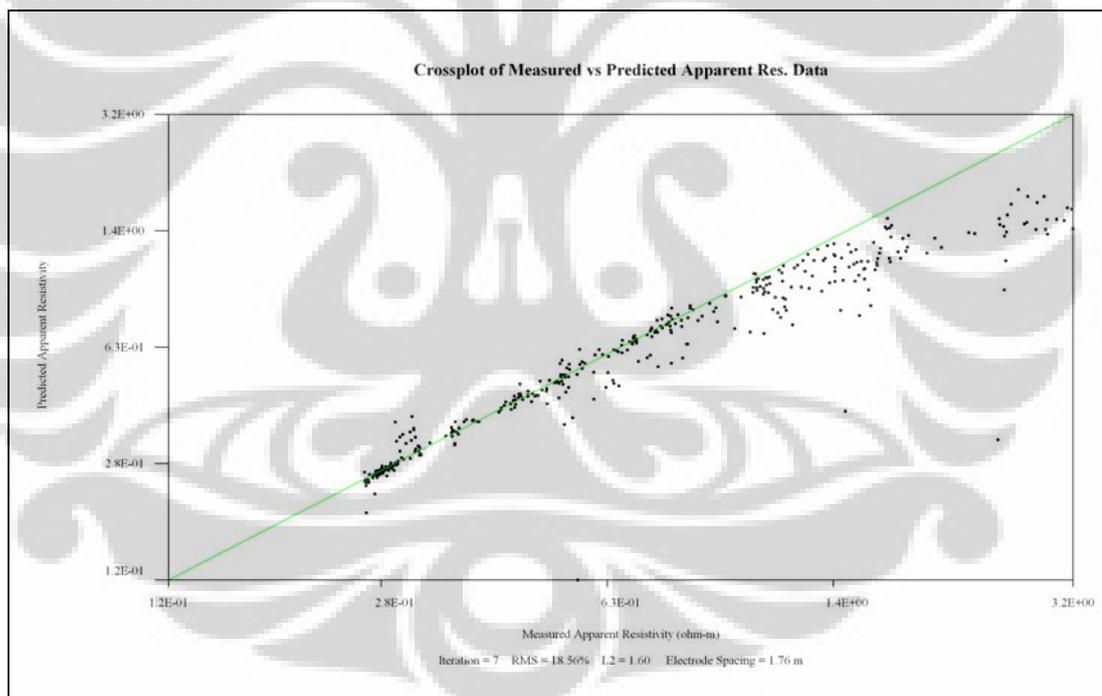
Gambar 4.9. Penampang resistivitas pada subsection I Lokasi 2 Line B



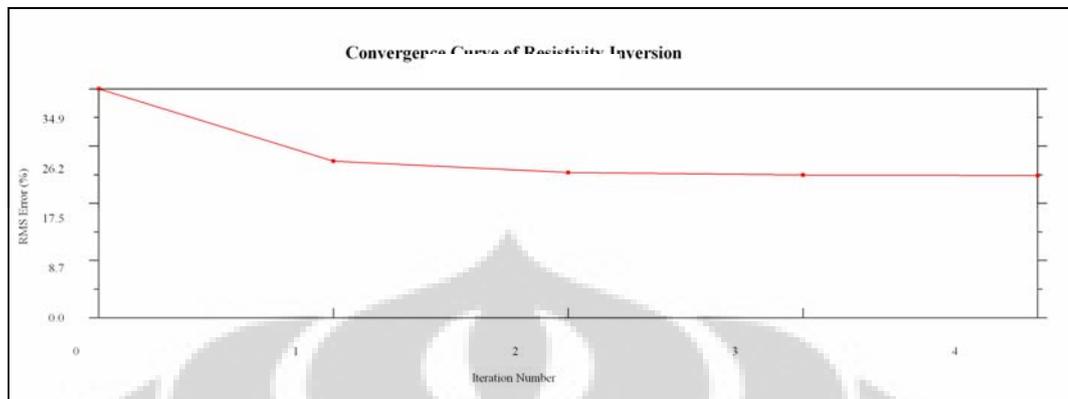
Gambar 4.10. Penampang resistivitas pada subsection 2 Lokasi 2 Line B



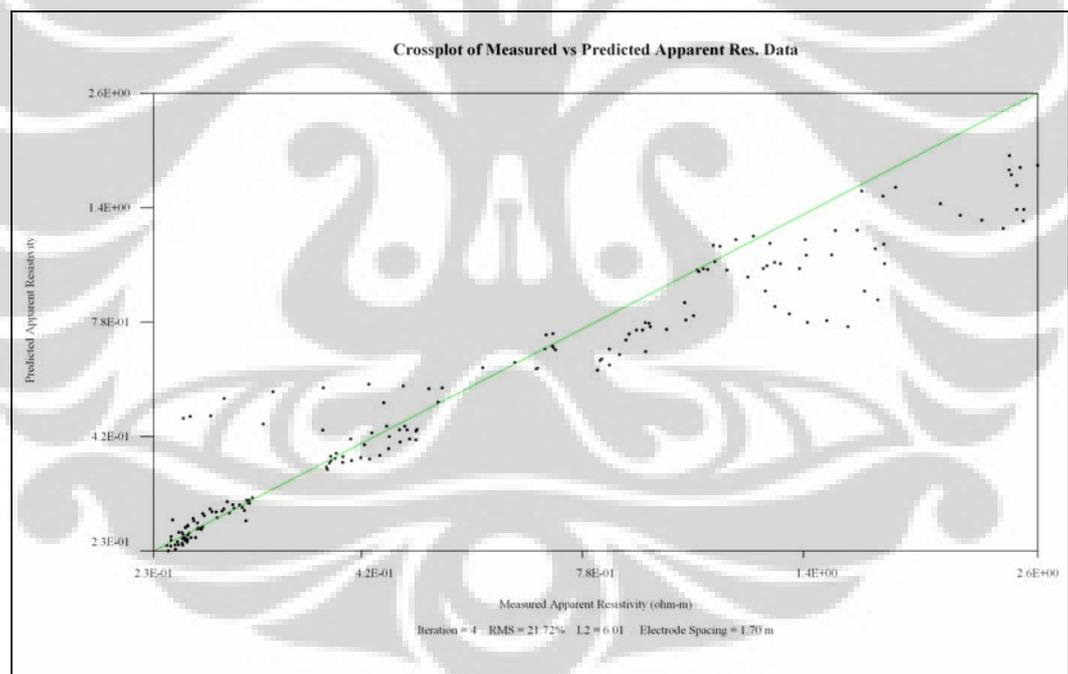
Gambar 4.11. Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inverse subsection 1 Lokasi 2 line B



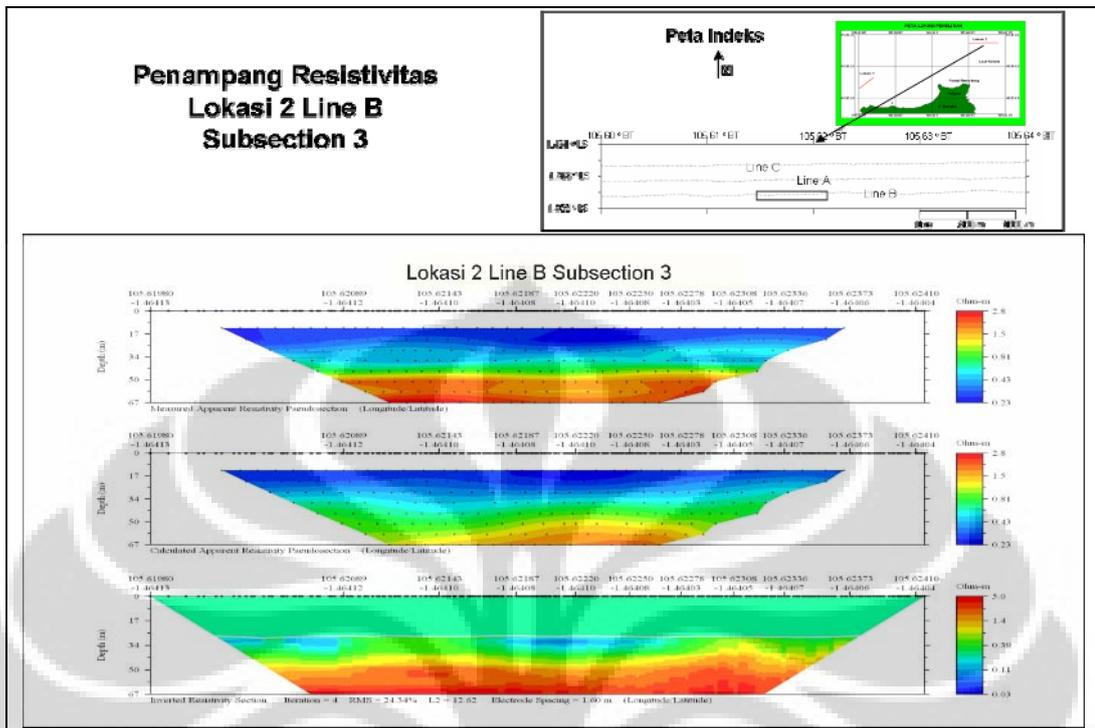
Gambar 4.12. Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection I Lokasi 2 Line B



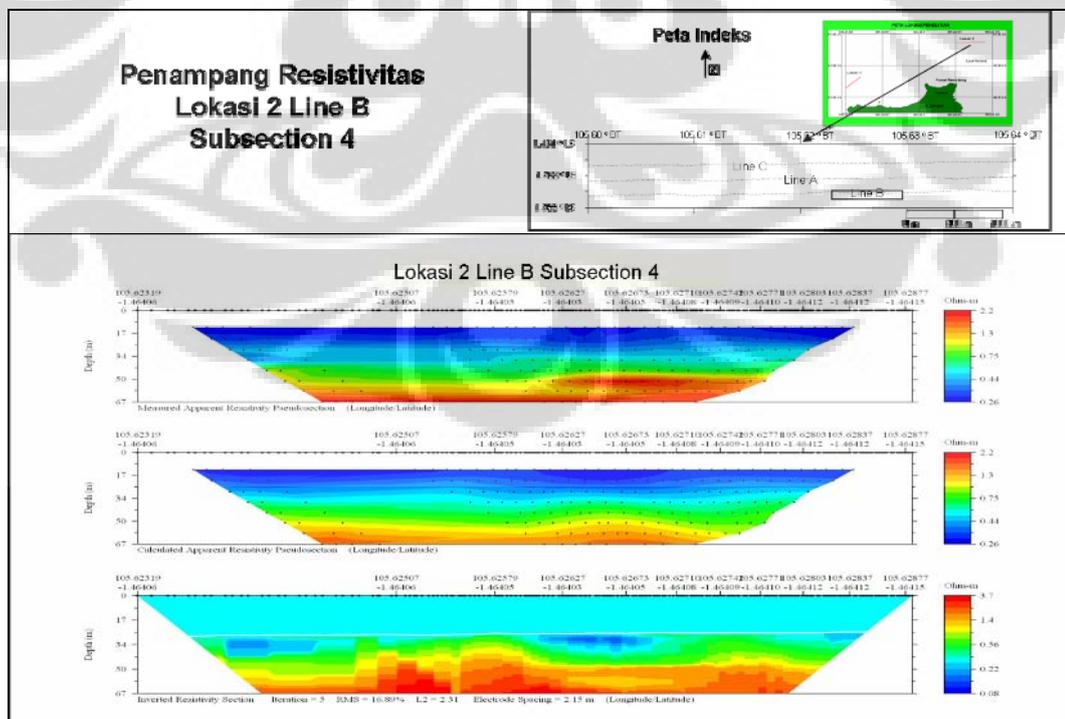
Gambar 4.13. Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inversi subsection 2 Lokasi 2 line B



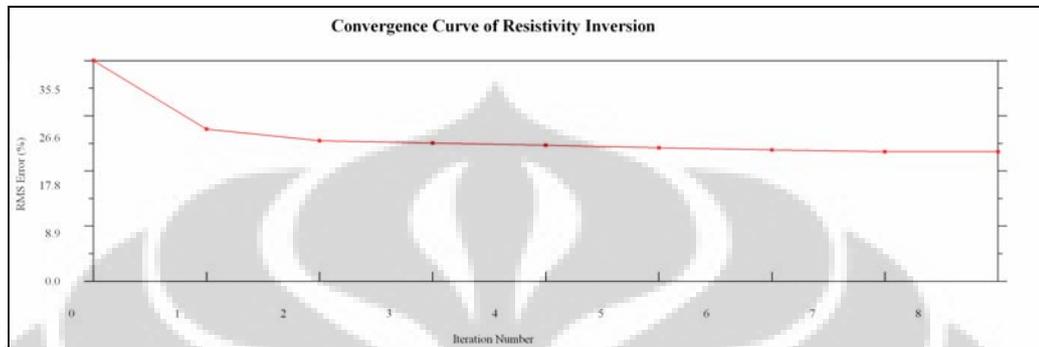
Gambar 4.14. Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 2 Lokasi 2 Line B



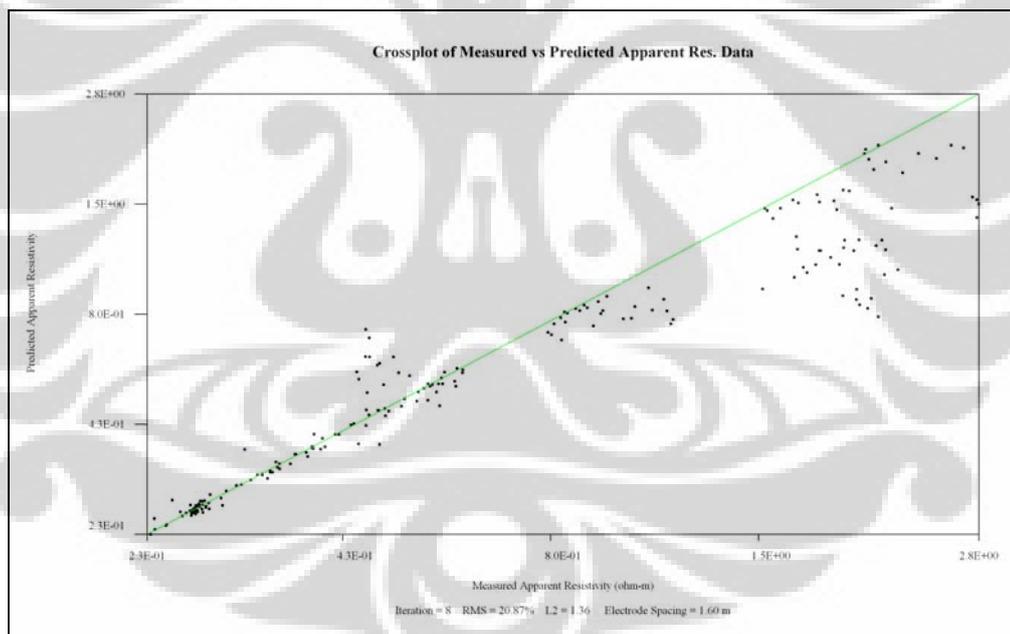
Gambar 4.15. Penampang resistivitas pada subsection 3 Lokasi 2 Line B



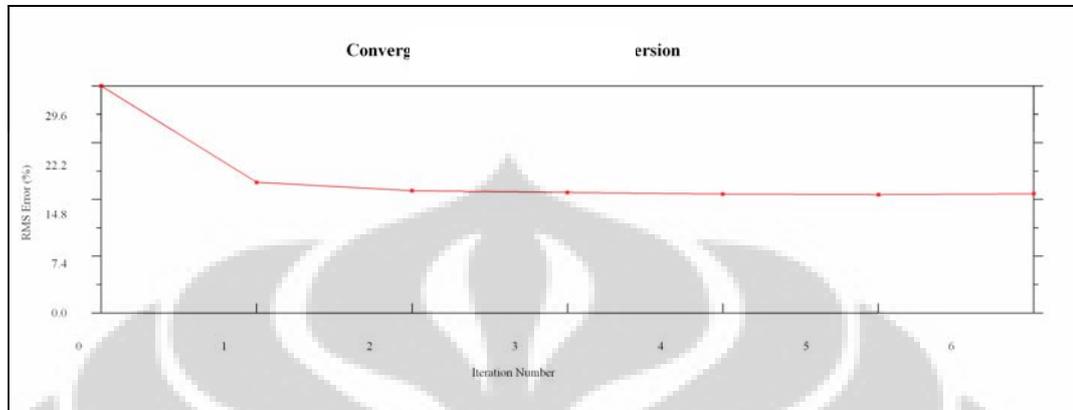
Gambar 4.16. Penampang resistivitas pada subsection 4 Lokasi 2 Line B



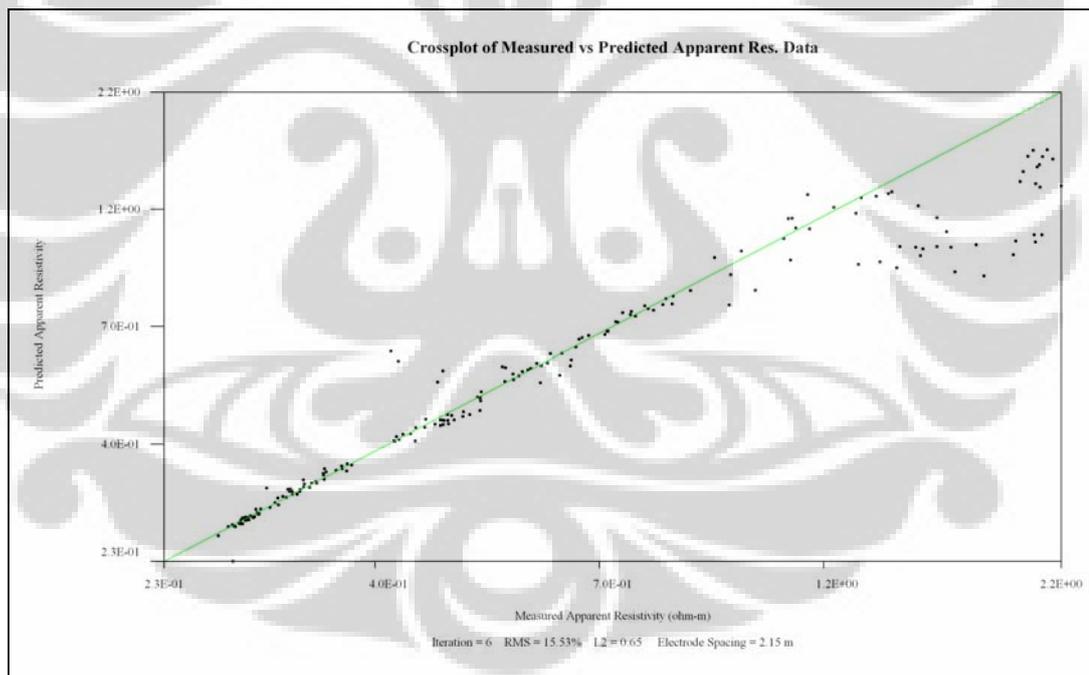
Gambar 4.17. Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inversi subsection 3 Lokasi 2 line B



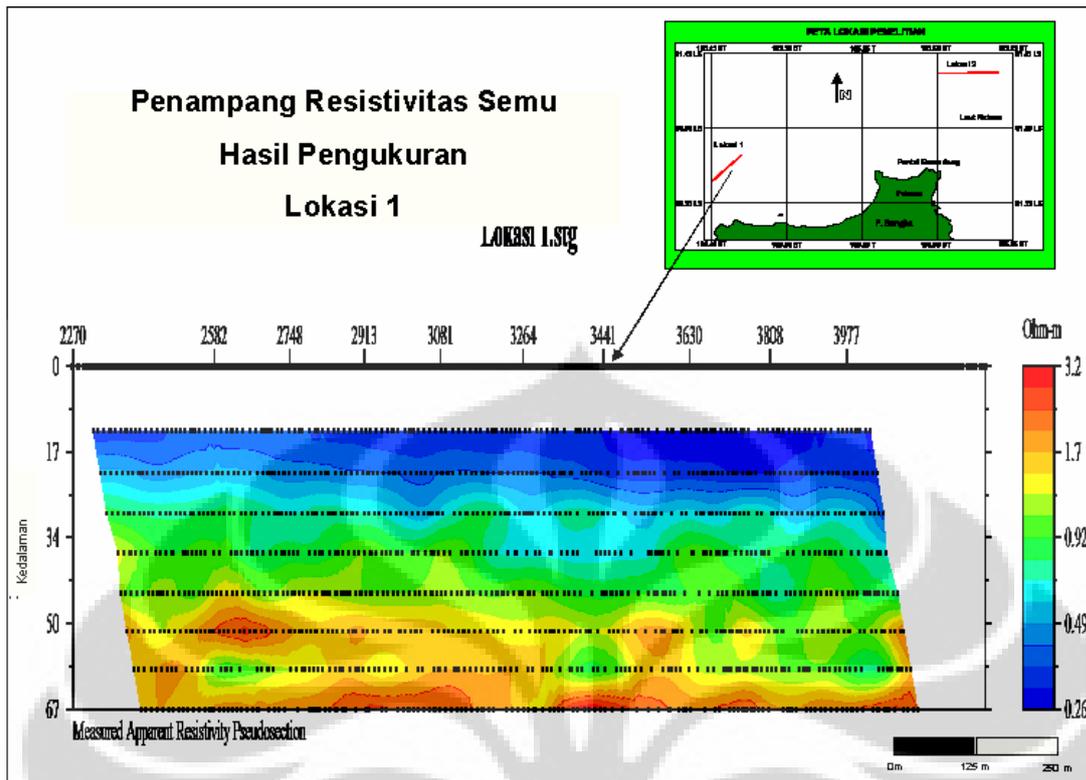
Gambar 4.18. Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 3 Lokasi 2 Line B



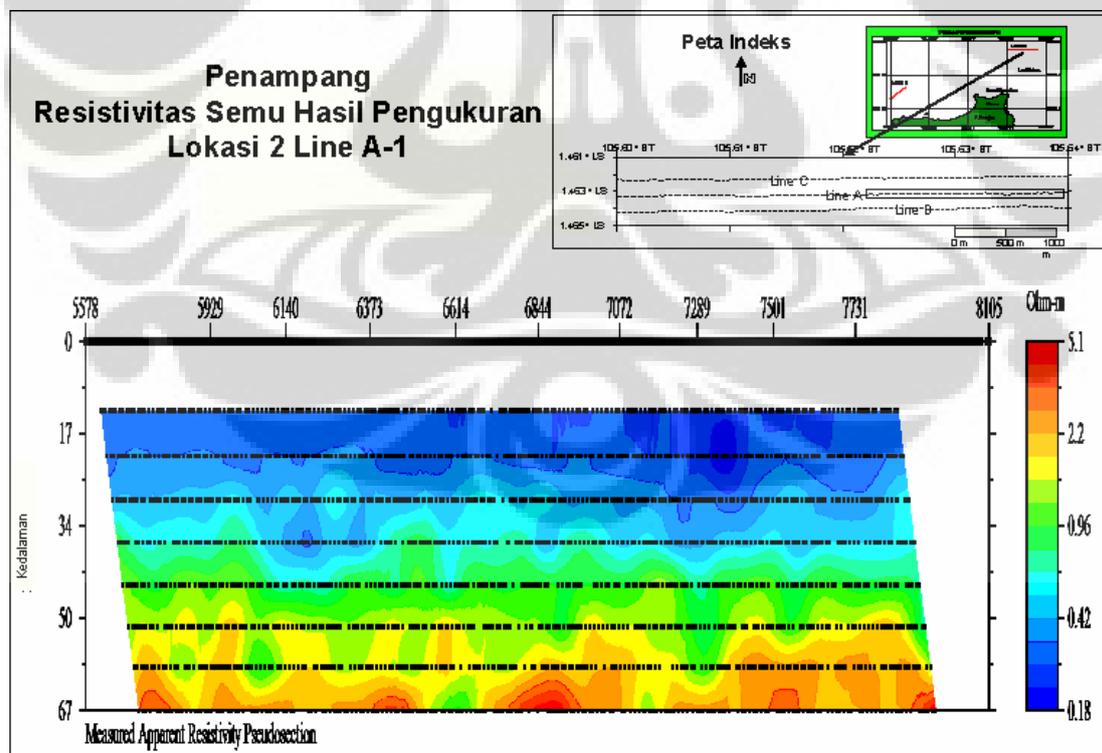
Gambar 4.19. Kurva konvergen dan jumlah iterasi dari inversi subsection 4 Lokasi 2 line B



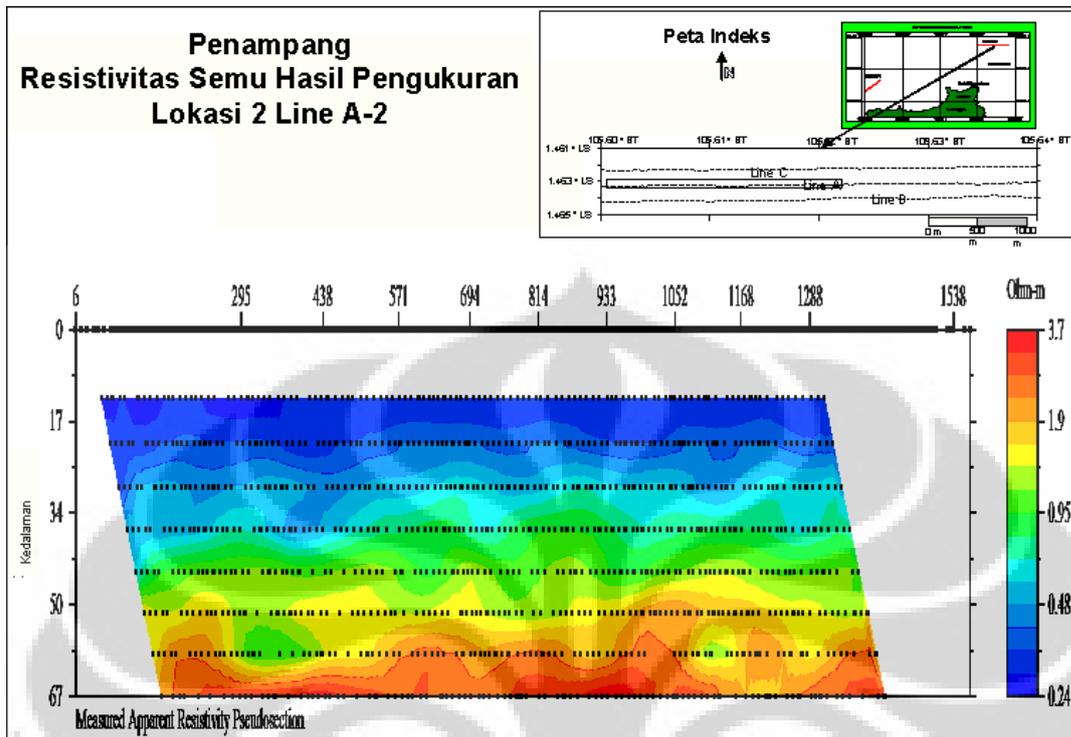
Gambar 4.20. Crossplot resistivitas semu pengukuran dan prediksi subsection 4 Lokasi 2 Line B



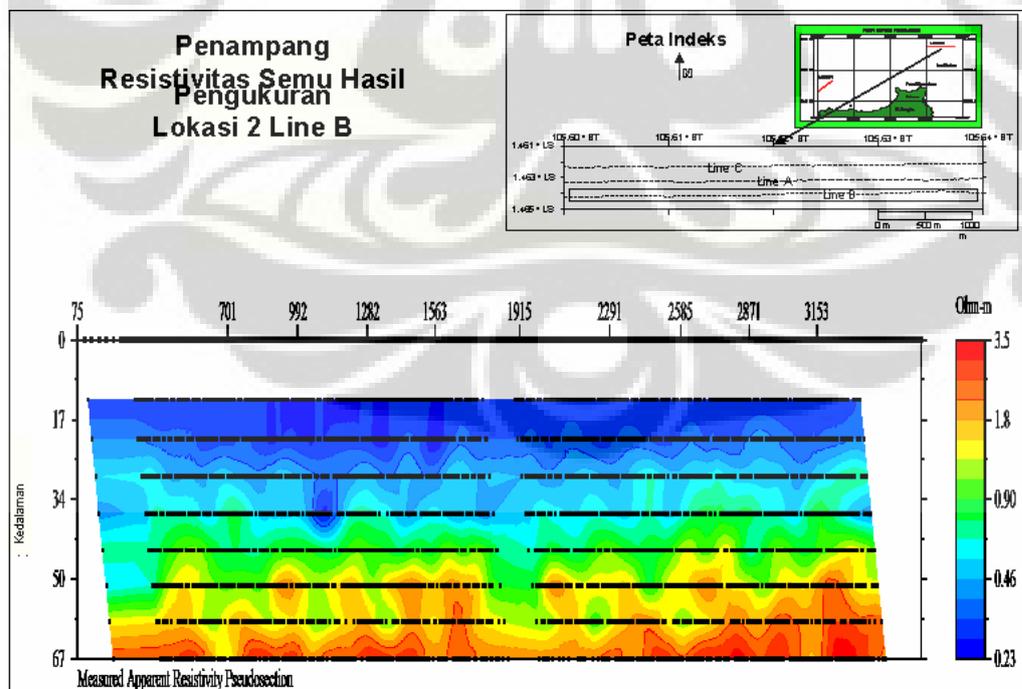
Gambar 4.21. Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 1



Gambar 4.22. Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 2 Line B



Gambar 4.23. Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 2 Line A-1



Gambar 4.24. Pseudosection resistivitas semu hasil pengukuran Lokasi 2 Line A-2

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN DAN HASIL**

#### **5.1. Data Pendukung**

##### **5.1.1 Data Geologi**

Secara umum geologi daerah penelitian terdiri dari batuan beku yang terbentuk pada jaman trias akhir sampai jaman jura, di mana batuan beku ini telah menerobos batuan sedimen yang berumur paleozoikum. Kemudian diatas batuan beku dan batuan sedimen tersebut diendapkan sedimen yang berumur tersier. Dan selanjutnya diatas batuan sedimen yang berumur tersier dijumpai formasi batuan sedimen yang berumur kuartar (Suyitno, 1984). Diskripsi secara rinci batuan-batuan yang berada didaerah penelitian adalah sebagai berikut :

- Batuan Sedimen pra-tercier; adalah merupakan batuan sedimen paleozoikum yang kemungkinan sudah mengalami metamorfosa, batuan tersebut terangkat akibat proses orogenesis Malaya, sehingga batuan ini relatif muncul kepermukaan
- Batuan beku; adalah merupakan batuan yang memotong batuan sedimen sebelumnya, batuan beku tersebut pada umumnya merupakan batuan granit. Tubuh batuan beku ini pada umumnya terdiri dari inti tubuh batuan beku yang masih keras, tertutup oleh bagian yang lebih lunak sebagai akibat dari proses pelapukan. Batuan beku yang berada di laut pada umumnya adalah merupakan bagian dari tubuh batuan yang berada di daratan, namun ada beberapa batuan berukuran kecil yang terisolir.
- Batuan sedimen tersier; adalah batuan sedimen yang terjadi akibat peneplanisasi dari paparan sunda pada jaman kapur akhir, batuan ini umumnya merupakan sedimen laut yang datar, di mana sebagian sudah mengalami kompaksi akibat proses diagenesis.
- Batuan Sedimen Plistosen – Holosen; adalah merupakan sedimen yang diendapkan diatas tiga tipe batuan dasar diatas, material sedimen biasanya berupa

material lepas atau lempung yang mengandung fragmen coral. Pada sepanjang teluk biasanya dijumpai pasir lepas, *sand bar* dan *mega ripples* yang melampar hingga ke pantai. Kearah daratan di jumpai sedimen lumpur yang mempunyai ketebalan hingg 50 cm.

### **5.1.2 Data Pemboran**

Pada lokasi 1 didukung beberapa titik lokasi pemboran, yang akan digunakan sebagai data untuk membantu mengkorelasikan dan menginterpretasikan model *marine resistivity* menjadi suatu model geologi yang diharapkan dapat mendekati kondisi yang sebenarnya.

Kegiatan pemboran ini telah dilakukan untuk keperluan kegiatan eksplorasi mineral timah plaser yang telah dilakukan oleh PT. Tambang Timah. Data-data dari kegiatan pemboran tersebut meliputi data lokasi pemboran, kedalaman permukaan dasar laut, kedalaman pemboran, litologi batuan dan kandungan mineral timah yang diambil setiap interval tertentu.

## **5.2. Interpretasi Terpadu**

### **5.2.1 Lokasi 1**

Berdasarkan data pemboran (Gambar 5.1, 5.2, 5.3) dan data resistivitas yang disajikan dalam bentuk terpisah ataupun gabungan (Gambar 5.4, 5.5) maka pada lokasi 1 dapat diklasifikasikan menjadi beberapa batuan atau sedimen seperti di bawah ini :

- Sedimen tailing

Sedimen ini adalah merupakan sedimen sisa aktivitas penambangan timah yang diletakan lagi pada daerah tersebut, sedimen ini mempunyai distribusi yang sangat jelas kenampakanya bila dilihat dari data *marine resistivity* (Gambar 5.5)

- Sedimen laut



Sedimen ini pada umumnya berupa sedimen lempung, kadang lanauan atau bahkan merupakan sedimen lumpur. Sedimen laut secara umum menempati posisi paling atas dari seluruh lapisan yang ada pada daerah penelitian.

- Sedimen transisi

Sedimen transisi cukup bervariasi dari sedimen lempung, pasir halus hingga kasar.

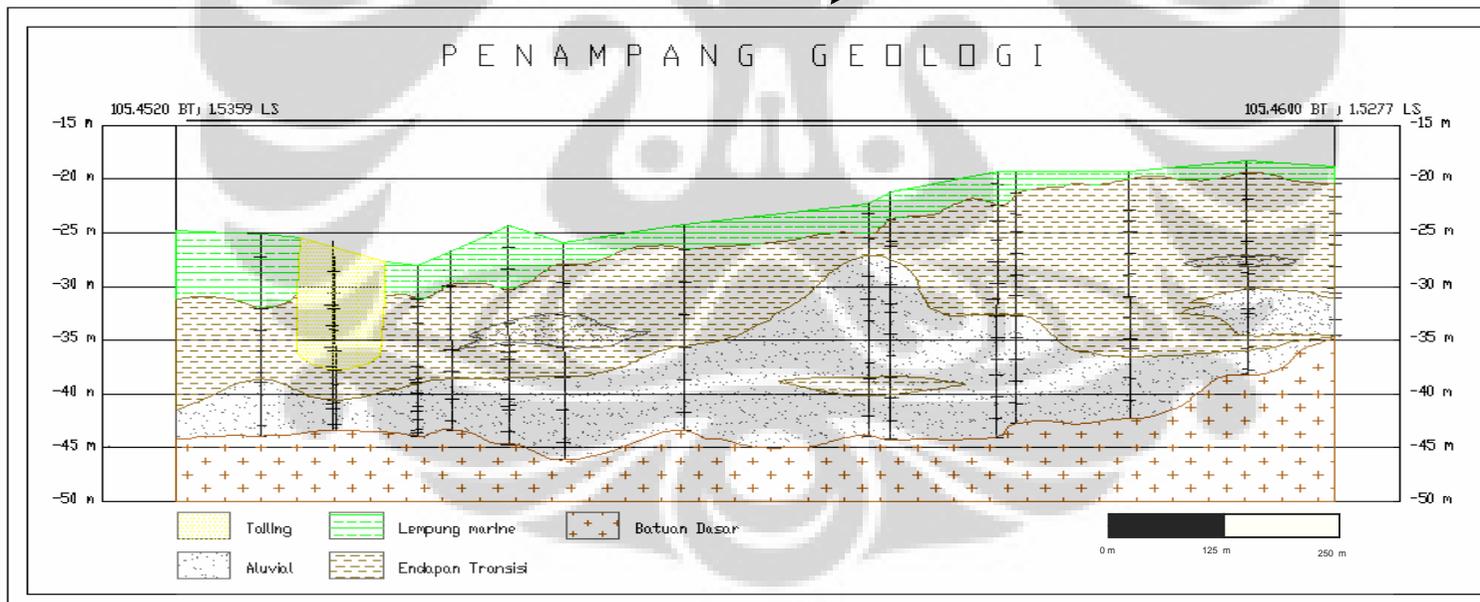
- Sedimen aluvial

Sedimen aluvial yang diinterpretasikan di sini adalah sedimen aluvial yang diendapkan diatas batuan dasar. Pada sedimen ini dijumpai mineral timah yang potensial, hal tersebut disebabkan karena sedimen tersebut masih dekat dengan sumber mineral timah yaitu batuan beku granit.

- Batuan dasar

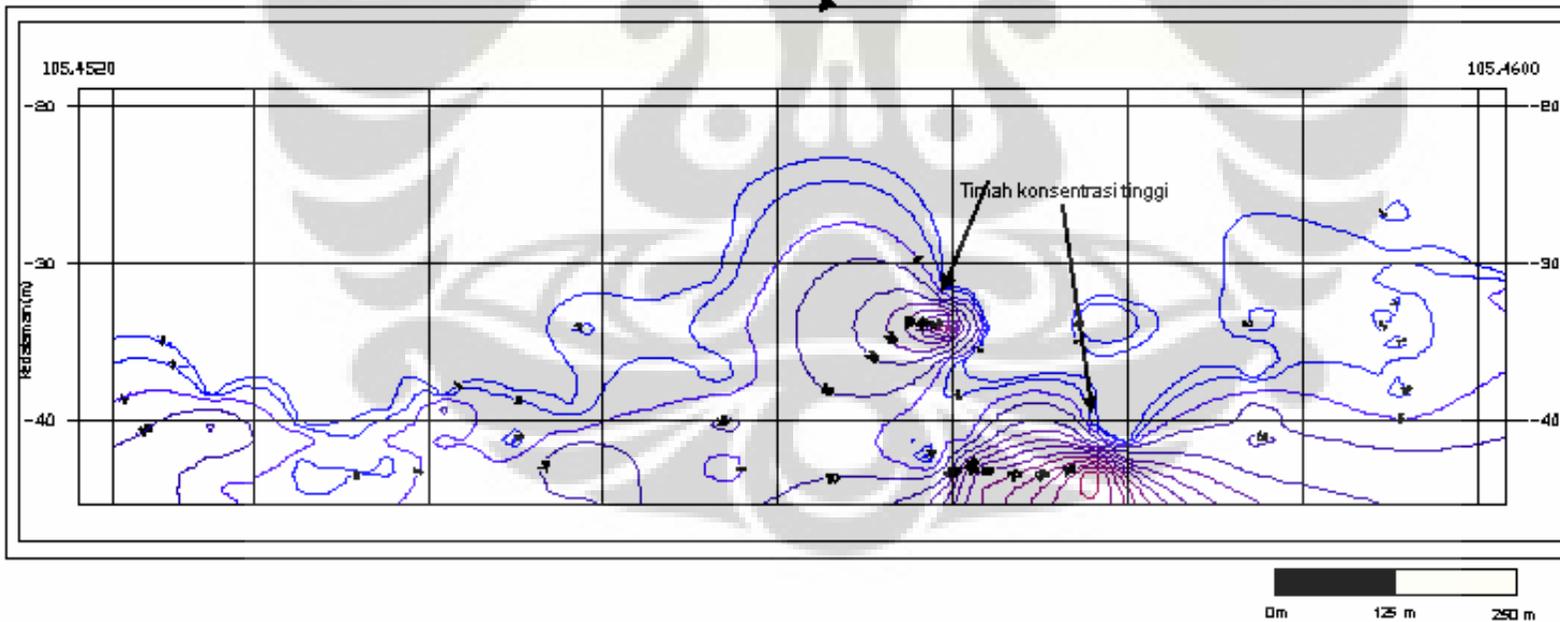
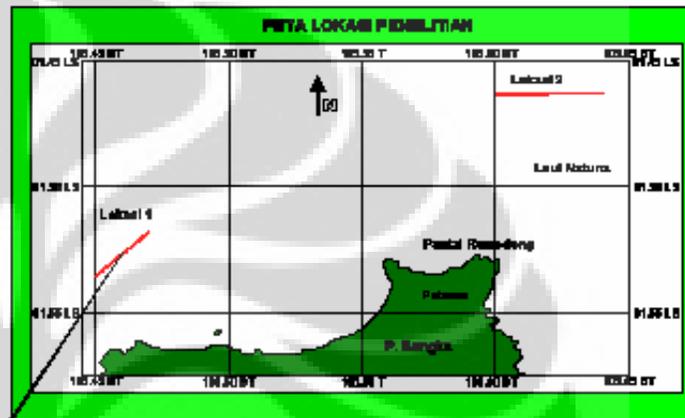
Batuan dasar pada pemboran ini dicirikan oleh lempung hasil pelapukan dan alterasi dari batuan beku.

## Penampang Geologi Lokasi 1



Gambar 5.2. Interpretasi geologi berdasarkan data pemboran yang disajikan dalam bentuk penampang melintang

## Penampang Melintang Kandungan Timah Lokasi 1

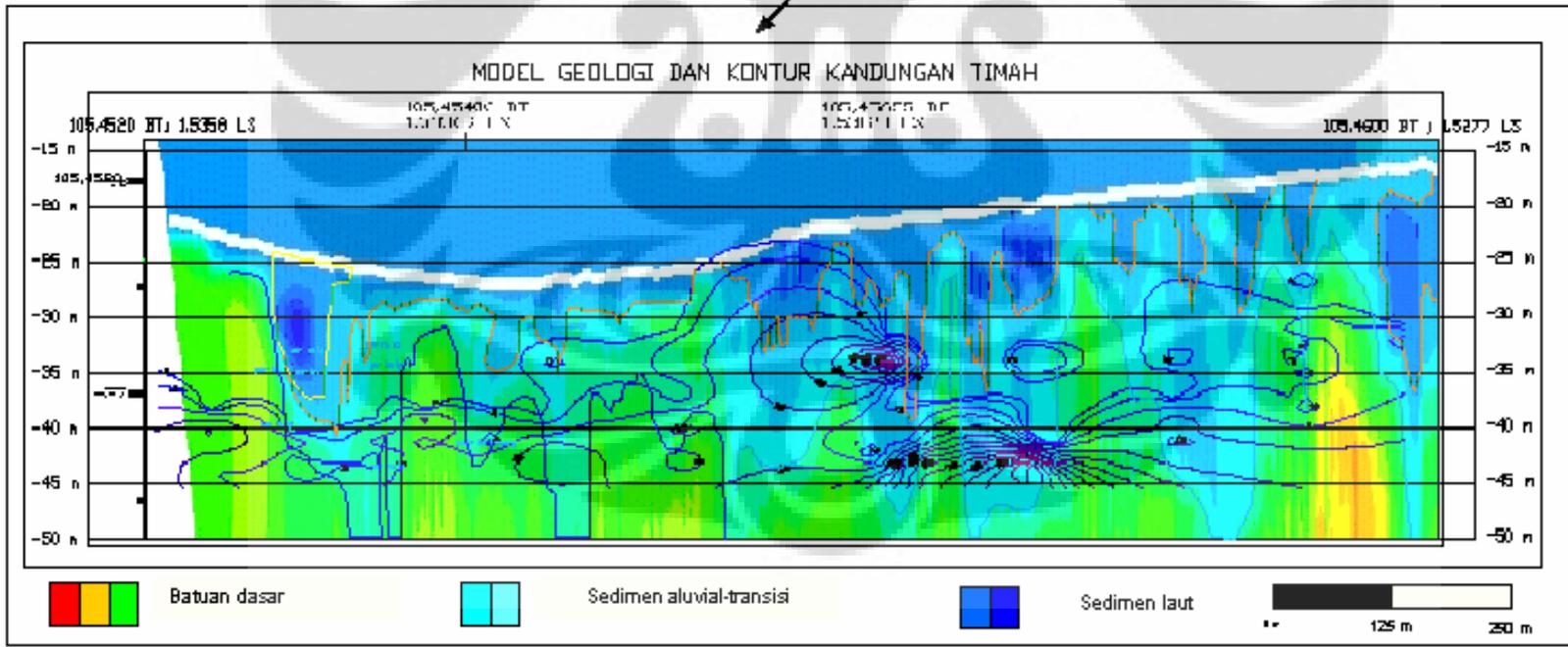


Gambar 5.3. Penampang penyebaran kandungan mineral timah yang disajikan dalam bentuk kontur pada penampang melintang

Dari data kandungan timah yang di dapat dari data pengeboran, ditampilkan dalam bentuk kontur (Gambar 5.3), tampilan tersebut digunakan untuk membantu melihat daerah yang mempunyai kandungan timah yang tinggi yang akan dihubungkan dengan data resistivitas dan kondisi geologi daerah penelitian

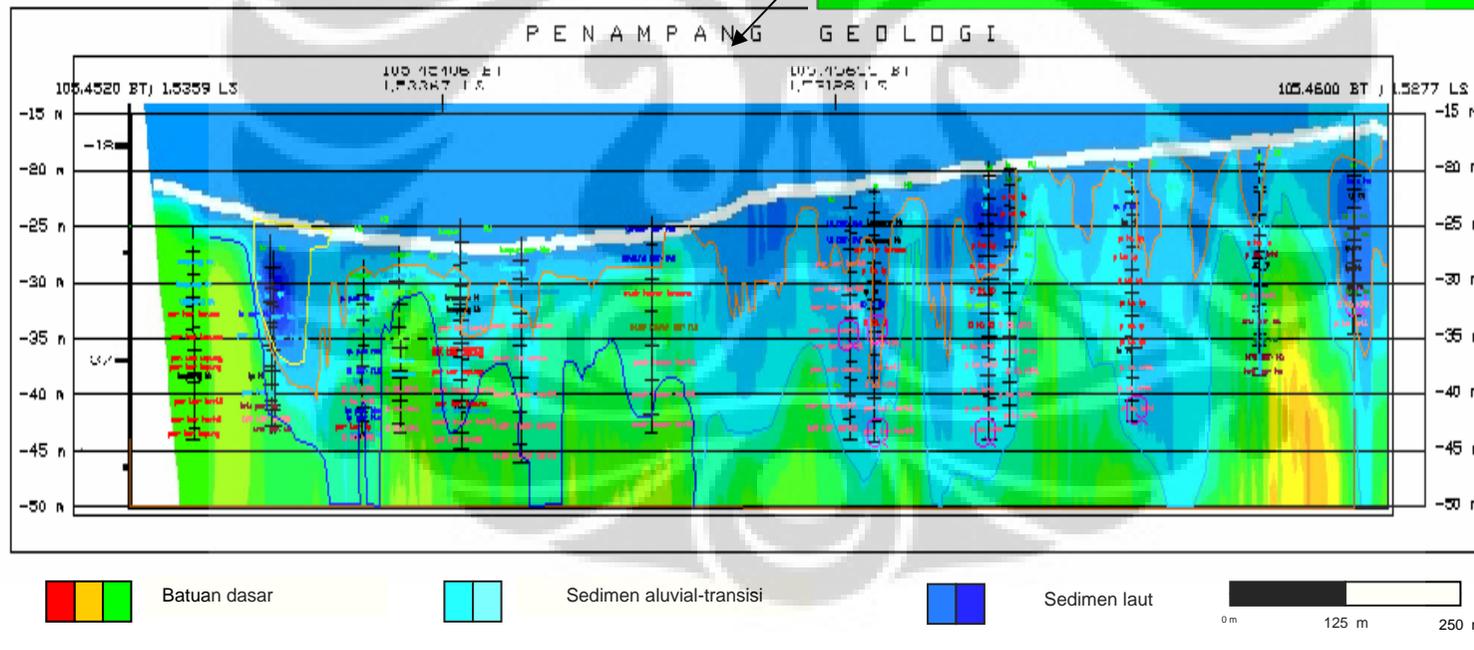
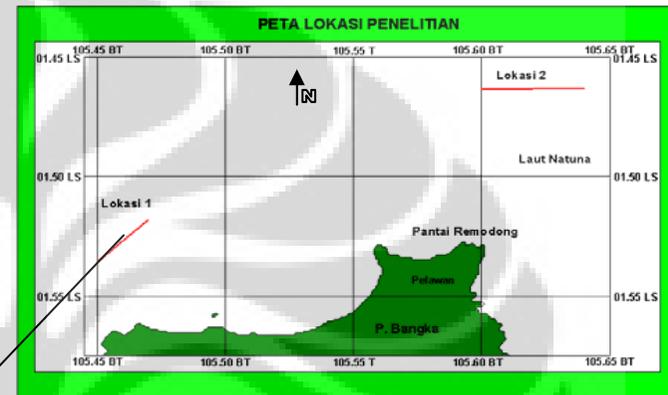


## Model Geologi dan Kontur Kandungan Timah



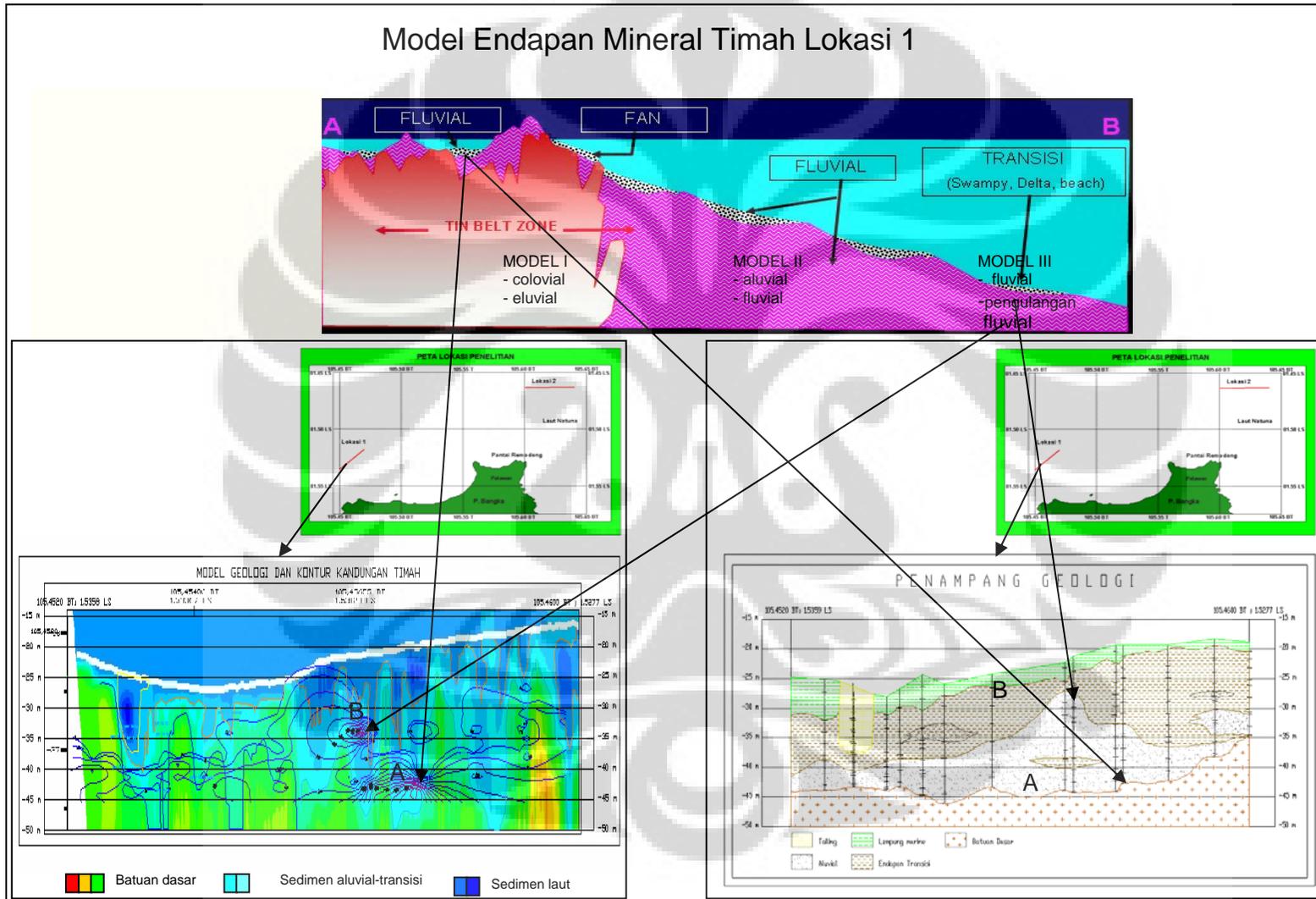
Gambar 5.4. Model Geologi dan kontur penyebaran kandungan mineral timah  
Eksplorasi mineral..., Yudo Haryadi, FMIPA UI, 2008

# Penampang Geologi dan Litologi dari Bor Lokasi 1



Gambar 5.5. Model Geologi dan Litologi hasil pemboran yang disajikan dalam penampang geologi

### Model Endapan Mineral Timah Lokasi 1



Gambar 5.6. Model endapan timah Lokasi 1

## Model Endapan Mineral Timah

Dari data pengeboran dan data resistivitas pada lokasi 1, dapat diinterpretasikan bahwa endapan mineral timah dapat ditemukan pada daerah sekitar batuan beku yang merupakan batuan sumber dari endapan mineral timah. Dari data tersebut juga terlihat bahwa kandungan mineral timah yang tinggi dijumpai pada 2 lokasi (Gambar 5.6) yang pertama (A) terletak pada endapan yang terletak diatas batuan dasar, di mana daerah ini merupakan lembah yang daerah sekitarnya mempunyai kemiringan yang terjal, pada lokasi kedua yaitu terletak pada endapan transisi-aluvial yang relatif jauh dengan batuan dasar.

Endapan mineral timah pada lokasi pertama adalah merupakan model endapan mineral timah tipe I, yaitu model endapan yang terjadi diatas batuan dasar terjadi akibat proses pelapukan secara kimia dan mekanis, karakteristik dari model ini adalah endapan terletak tidak jauh dari batuan sumber. Namun tidak menutup kemungkinan proses yang terjadi pada endapan mineral timah daerah tersebut termasuk kedalam tipe II, yaitu terjadi akibat adanya proses pengangkutan yang umumnya dikenal dengan endapan aluvial.

Pada lokasi kedua (B) yang ditunjukkan dengan konsentrasi timah yang tinggi pada lokasi yang relatif jauh dari batuan dasar, hal ini dimungkinkan karena merupakan model endapan timah tersebut berbeda dengan lokasi kesatu, endapan timah pada lokasi ini belum dapat di ketahui indikasinya dari metode *sub bottom profiling* dan *marine resistivity* yang dilakukan pada penelitian ini. Karena pada penelitian ini masih terfokus kepada model endapan mineral plaser tipe I dan tipe II.

## 5.2.2 Lokasi 2

Pada lokasi 2 berdasarkan interpretasi data sub bottom profiling secara umum dijumpai dua macam batuan yang pertama adalah merupakan batuan dasar sedangkan batuan kedua adalah sedimen yang berada diatas batuan dasar dengan hubungan perlapisan tidak selaras (Gambar 5.10).

Sedimen yang berada diatas batuan dasar kemungkinan merupakan sedimen lepas-lepas yang merupakan sedimen aluvial, transisi dan laut, namun ketiga jenis sedimen tersebut tidak dapat dipisahkan dengan menggunakan metode sub bottom profiling

Kenampakan interpretasi lapisan dari data resistivitas terlihat lebih kasar dibanding interpretasi lapisan dengan menggunakan data sub bottom profiling, hal ini dikarenakan ketelitian alat *marine resistivity* tidak seteliti alat sub bottom profiling. Namun kedua metode tersebut akan saling melengkapi untuk mendapatkan hasil interpretasi yang maksimal.

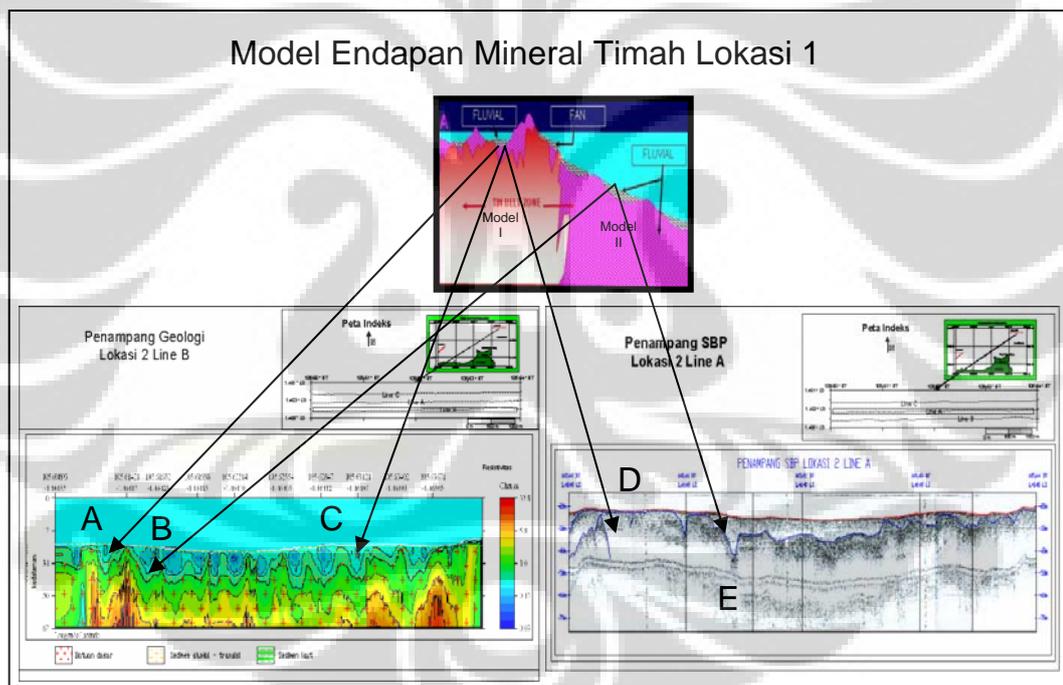
Pada interpretasi data resistivitas sedimen aluvial dan transisi dapat dipisahkan dengan sedimen laut. Interpretasi ini dilakukan secara kualitatif berdasarkan kenampakan distribusi nilai resistivitas yang terlihat pada Gambar 5.8 dan 5.9, sedangkan dengan menggunakan metode sub bottom profiling sedimen ini masih belum dapat dipisahkan.

Model endapan mineral timah

Berdasarkan pada data resistivitas dan data sub bottom profiling batuan dasar pada daerah penelitian dapat diidentifikasi, bahkan terdapat lokasi yang batuan bekunya terlihat jelas dari data sub bottom profiling (Gambar 4.37.). Sedangkan batas antara sedimen aluvial - transisi dan sedimen laut tidak terlihat dengan jelas pada

data tersebut, namun menggunakan data resistivitas batas tersebut dapat diidentifikasi.

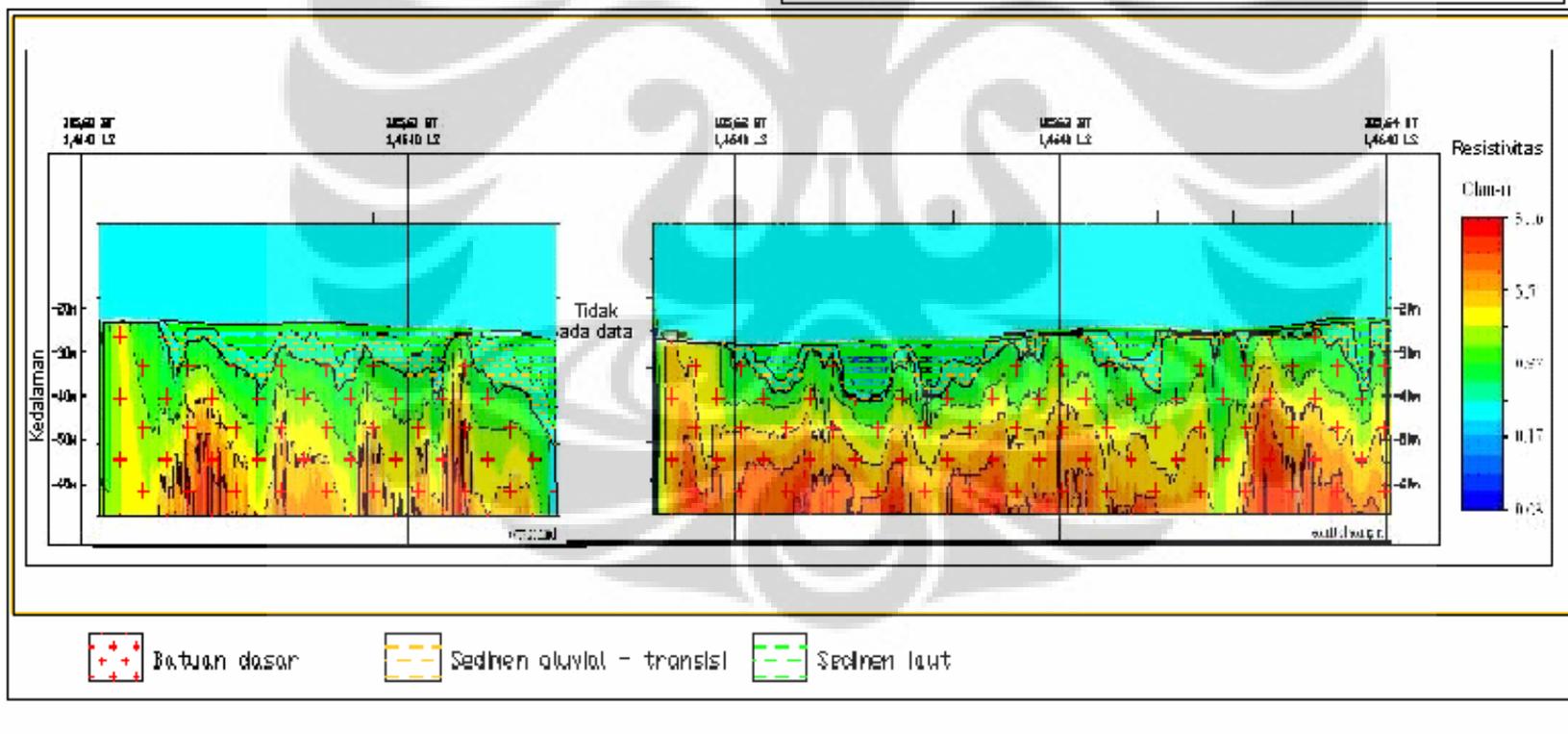
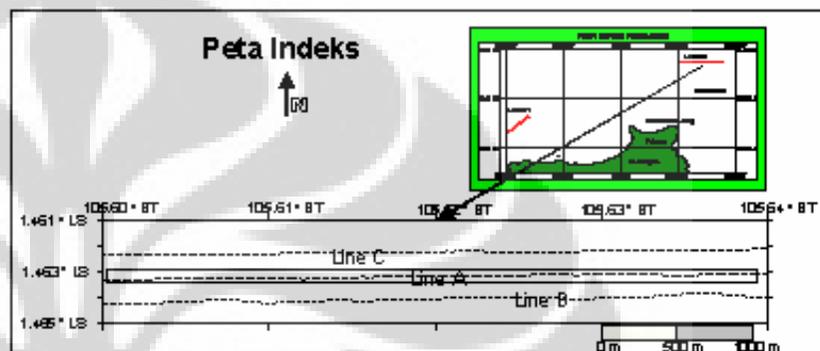
Dari kemampuan identifikasi kedua metode diatas, maka dalam pencarian potensi endapan mineral timah dapat dilakukan pendekatan dengan menggunakan model endapan timah tipe I dan tipe II (Gambar 5.7). Karena pada penelitian ini batuan beku dapat diidentifikasi dengan jelas maka model yang pengaruh batuan bekunya besar seperti tipe I dan II cocok untuk diterapkan. Dengan pendekatan tersebut maka terdapat beberapa daerah yang mempunyai peluang dilakukan pemboran eksplorasi yaitu daerah A,B,C,D,E.



Gambar 5.7 Model endapan timah Lokasi 2

Daerah A dan D dekat batuan beku dan mempunyai lereng curam sehingga diharapkan endapan *coluvial* yang mengandung timah terbentuk. Daerah B dan E dekat batuan beku dan mempunyai lembah dalam sehingga diharapkan endapan *coluvial* dan *fluvial* terbentuk. Daerah C relatif jauh batuan beku, namun daerah ini terjadi penurunan sehingga diharapkan penumpukan sedimen kasar terbentuk

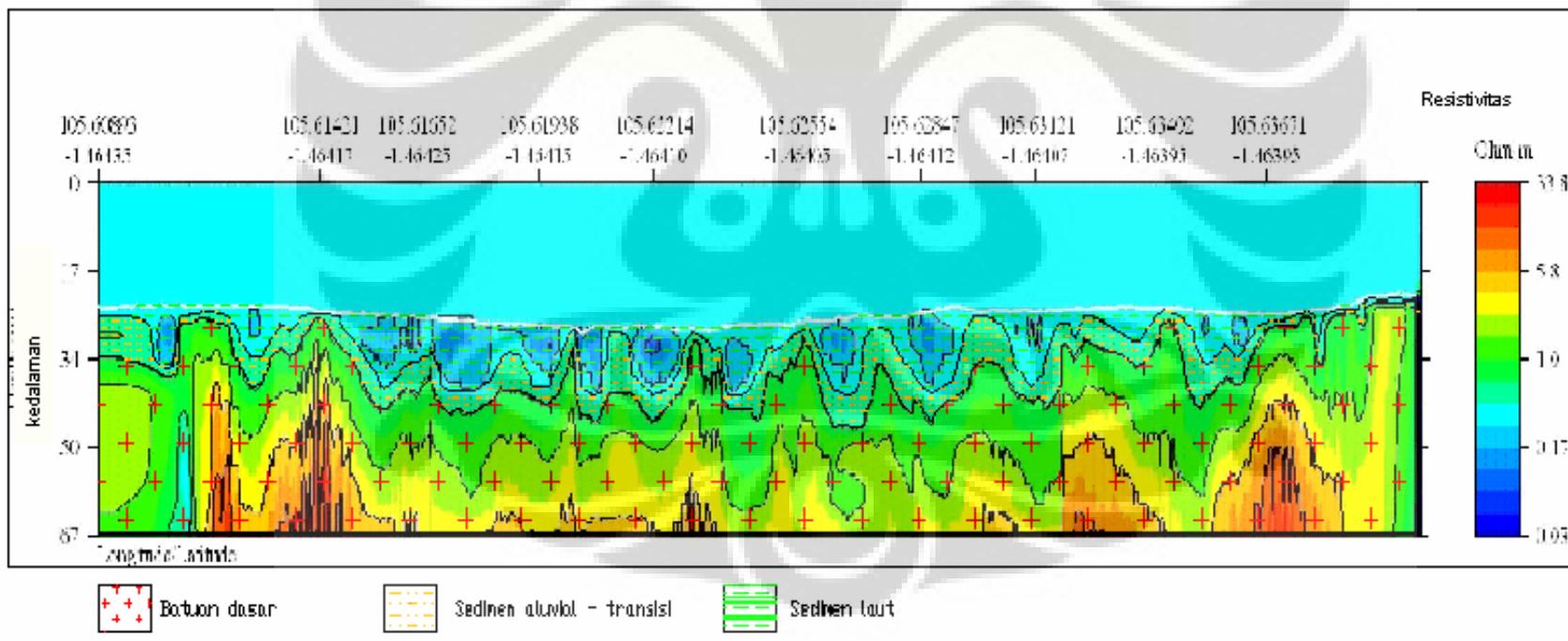
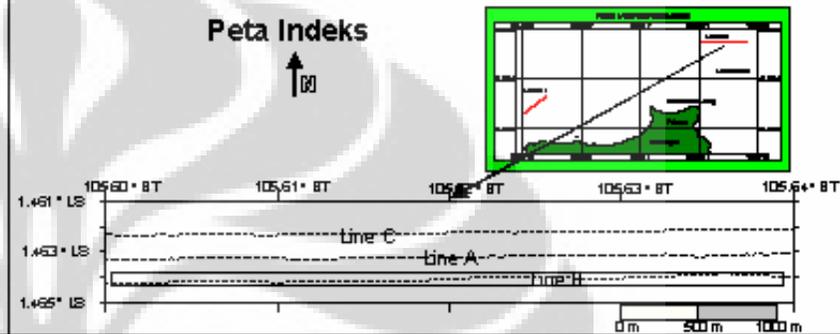
## Penampang Geologi Lokasi 2 Line A



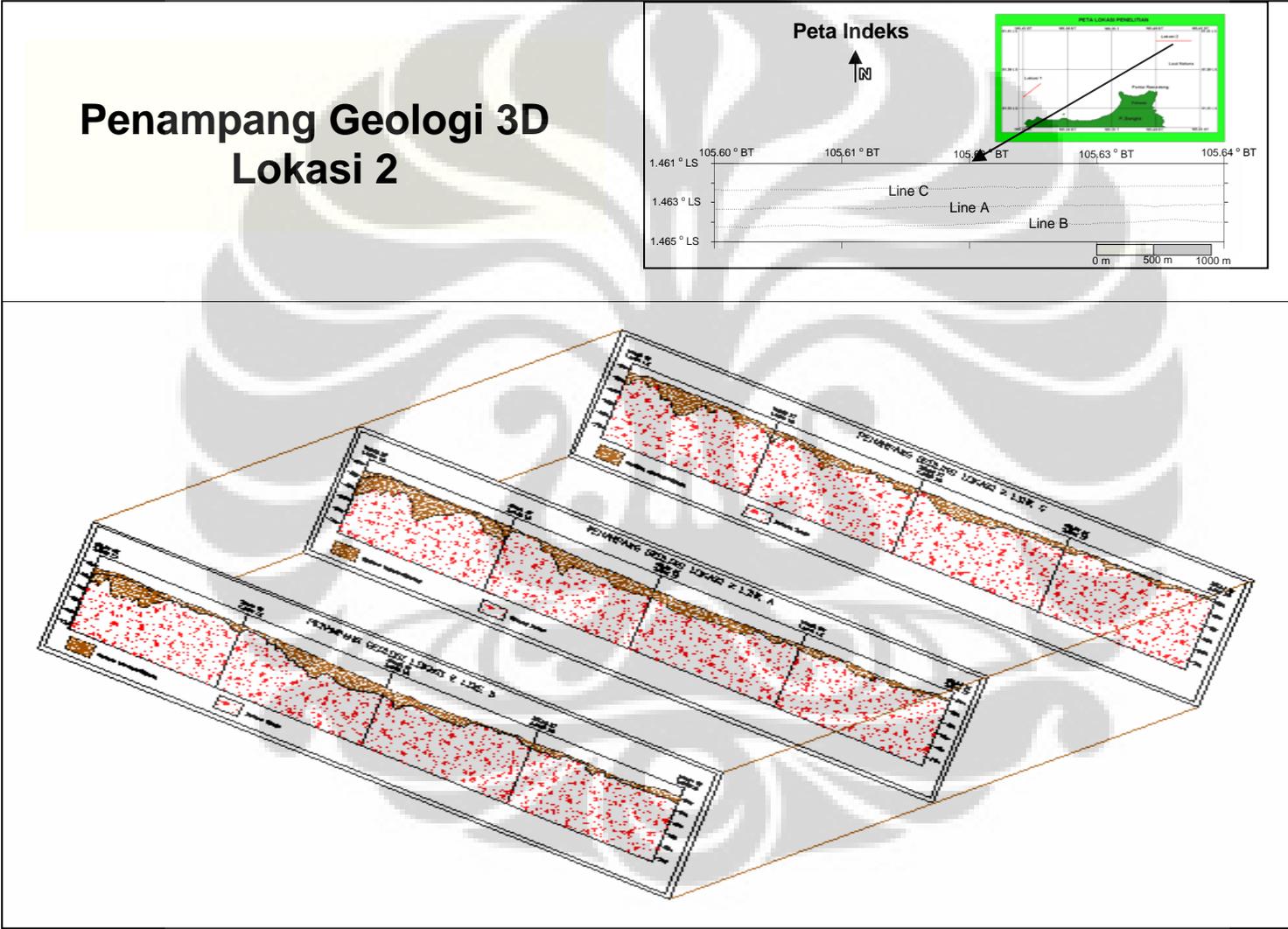
Gambar 5.8. Penampang Geologi 2D dari data resistivitas lokasi 2 line A  
Eksplorasi mineral..., Yudo Haryadi, FMIPA UI, 2008

## Penampang Geologi Lokasi 2 Line B

### Peta Indeks



Gambar 5.9. Penampang Geologi 2D dari data resistivitas lokasi 2 line B



Gambar 5.10. Penampang Geologi 3D hasil interpretasi sub bottom profiling

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

1. Metode geofisika sub bottom profiling dapat digunakan untuk mengetahui batas antara sedimen lepas dan batuan dasar dengan baik
2. Metode *marine resistivity* selain memberi gambaran distribusi nilai resistivitas batuan dan sedimen, juga dapat digunakan untuk mengetahui batuan beku.
3. Pada lokasi 1 yang merupakan daerah penambangan, dapat dilakukan penambangan secara efektif dengan melihat pola-pola batuan beku dan sedimen lepas yang ada berdasarkan penyebaran nilai resistivitas.
4. Pada lokasi 2 terdapat beberapa daerah yang menarik untuk dilakukan eksplorasi lebih lanjut, karena daerah tersebut relatif dekat dengan batuan sumber yaitu batuan beku yang kemungkinan granit, mempunyai kecuraman yang terjal sehingga diharapkan pengendapan mineral plaser terjadi secara intensif, selain itu daerah tersebut juga ditandai dengan nilai resistivitas yang relatif rendah.

#### **6.2. Saran**

1. Lokasi yang mempunyai indikasi terjadinya endapan plaser yang mengandung timah untuk dilakukan eksplorasi lebih lanjut dengan menggunakan peralatan bor.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti perlu dilakukan pengukuran menggunakan *marine resistivity* dengan interval spasi yang lebih pendek.
3. Perlu pengkajian metode sub bottom profiling yang mampu membedakan dua jenis sedimen lepas dengan menggunakan *sub bottom profiling* yang mempunyai frekuensi lebih tinggi

## DAFTAR REFERENSI

- Anonimous, 1995, Geoelectrical Survey and Applications on Land and Water, Geosurvey NV., Leuven, Belgia.
- Anonimous, 2007, Instruction Manual for Earth Imager 2D: vesion 2.2.0 Resistivity and IP Inversion Software, Adv. Geosciences, Inc, Austin, Texas,
- Anonimous, 2006, Instruction Manual for The Supersting with Swift Automatic resistivity and IP System, Advanced Geosciences, Inc, Austin, Texas.
- Batchelor, B.C. 1979. Geological characteristic of certain coastal and offshore placers as essential guide for tins exploration in Sundaland , South East Asia. Bulletin of the Geological society of Malaysia, 11, 283-313
- Burger, R.H., 1992, Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface.
- John M. Reynolds, 1997, An Introduction to Applied and Environmental Geophysics , John Wileys and Sons, England.
- Loke, M.H., 2000, Electrical Imaging Survey for Environmental and Engineering Studies: A Practical Guide to 2D and 3D surveys, terraplus.com.
- Mousa, S.E.A., 2003, Geophysical Site Investigation and Geotechnical Measurement at The Industrial Zone, North Sinai, Egypt , *EGS Journal*, 2003, vol. 1, No.1, 77-83 , *Egyptian Geophysical Society*.
- Rahardjo, S., 2002, Pengembangan eksplorasi mineral timah plaser di Perairan Bangka Belitung
- Snyder, D.D., and Wightman E., 2002, Application of continuous resistivity profiling to aquifer characterization, Zonge Engineering and Research Organization Tucson, AZ.
- Tjia, H.D., Posavec, M.M., 1972. The Sumatera Fault Zone Between Padangpanjang and Moulaboh. *Sains Malaysiana*. 1, 77-105
- Sadino, 2007, Penampang data pengeboran eksplorasi PT Tambang Timah, 2007
- Sujitno, S., 1984, Exploration for Offshore Tin Placer in Indonesia, International Seminar of Marine Mineral Resorces, Brest, France.