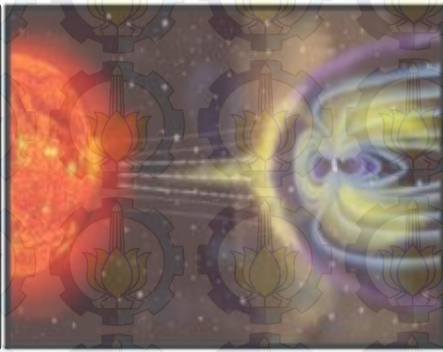




PEMODELAN DATA MAGNETOTELURIK DENGAN *REMOTE REFERENCE* UNTUK EKSPLORASI CEKUNGAN MIGAS STUDI KASUS: LAPANGAN EM-4



Oleh:

Muhammad Iqbal Muslim Wachisbu

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. rer.nat. Bagus Jaya Santosa, S.U

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



Outline

PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA



METODOLOGI



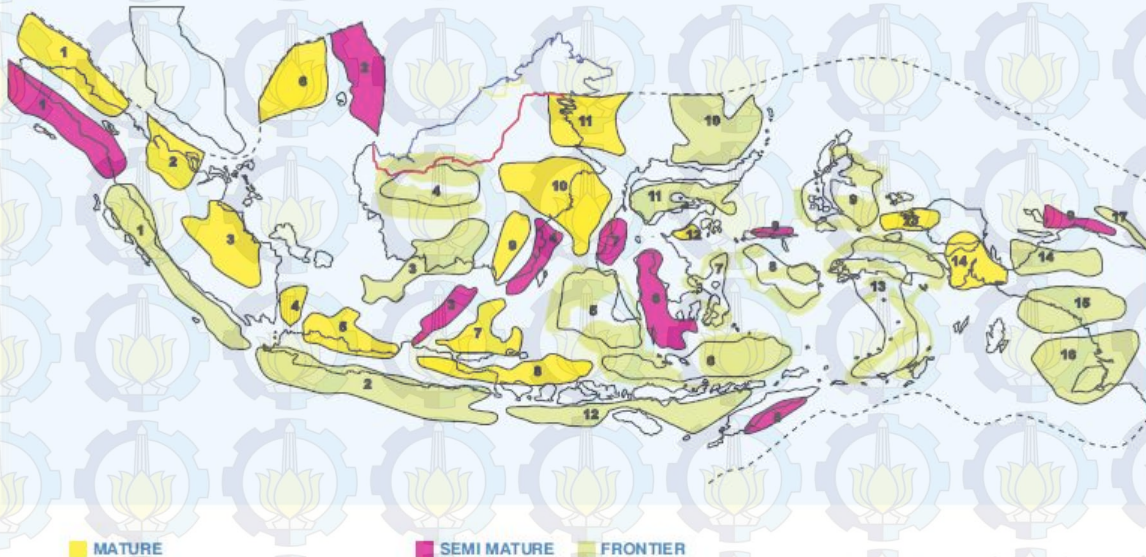
ANALISA DATA



KESIMPULAN



Latar Belakang



- ▶ Indonesia memiliki sumber daya minyak dan gas yang diperkirakan mencapai 87.22 miliar barel dan 594.43 TSCF tersebar di Indonesia, menjadikan Indonesia tujuan investasi yang menarik pada sektor minyak dan gas bumi.
- ▶ 60 Cekungan yang tersebar, baru 38 cekungan yang sudah dieksplorasi.
- ▶ Diperlukan peningkatan kegiatan eksplorasi untuk mengisi kebutuhan energi migas di Indonesia
- ▶ Salah satu metode eksplorasi Geofisika yang bisa digunakan adalah metode Magnetotelurik



Permasalahan dan Tujuan

▶ Tujuan

- ▶ Untuk mengetahui proses pengolahan data magnetotelurik sehingga bisa dilakukan proses eksplorasi cekungan migas yang diharapkan.
- ▶ Untuk mengetahui parameter-parameter yang berhubungan dengan proses pengolahan data magnetotelurik
- ▶ Untuk mengetahui model bawah permukaan yang dihasilkan dari inversi 2 dimensi data MT



Batasan Masalah

▶ Batasan Masalah

- ▶ Proses eksplorasi dengan magnetotelurik dibatasi dari pemrosesan data sampai interpretasi
- ▶ Data magnetotelurik yang digunakan adalah untuk eksplorasi cekungan migas
- ▶ Data magnetotelurik yang digunakan diproses sampai tahap inversi 2 dimensi (2D)
- ▶ Digunakan data pendukung untuk melakukan interpretasi berupa peta anomali gaya berat residual pada lapangan EM-4



Outline

PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA



METODOLOGI



ANALISA DATA



KESIMPULAN



Konsep Dasar Magnetotelurik

Magnetotelurik

- ▶ Metode Elektromagnetik pasif
- ▶ Parameter yang diukur → Fluktuasi medan listrik dan medan magnet
- ▶ Parameter yang dicari → Resistivitas bawah permukaan pada kedalaman ribuan meter
- ▶ Bekerja pada frekuensi rendah (300-0.001 Hz)
- ▶ Sumber Gelombang: *Solar wind* dan Aktivitas Petir



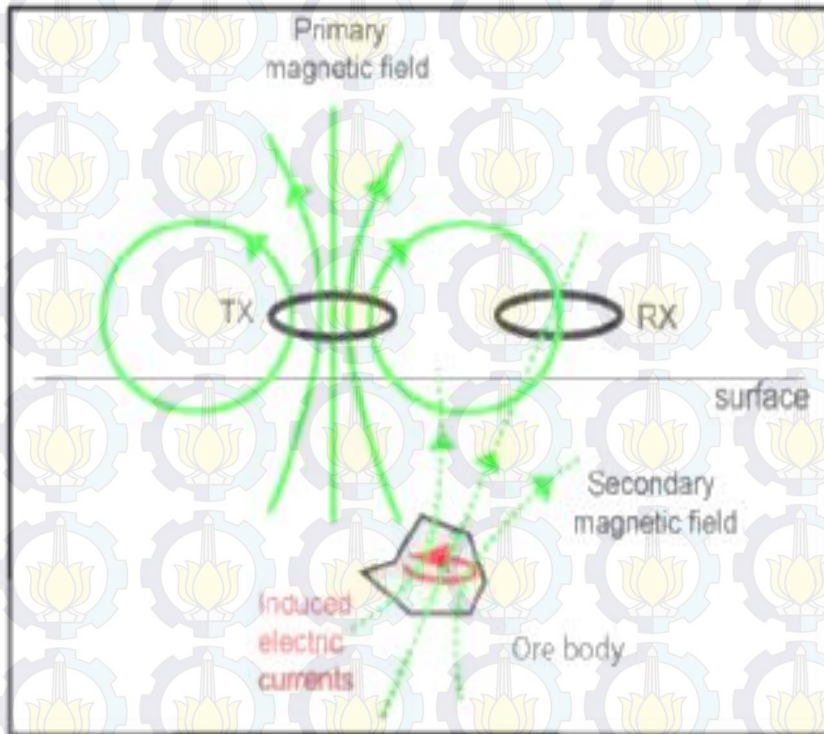
Solar wind ($f < 1\text{Hz}$)

Aktivitas Petir ($f > 1\text{Hz}$)

(Simpson Bahr, 2005) (Daud, 2010)



Konsep Dasar Magnetotelurik



(Unsworth, 2006)

1. Terdapat medan EM primer Bumi yang berfluktuasi dengan sumber berupa:
 - a. Solar wind ($f < 1\text{Hz}$)
 - b. Lightning Activity ($f > 1\text{Hz}$)
2. Fluktuasi medan EM Primer akan menghasilkan arus listrik (eddy current) karena adanya *ore body* (benda konduktif)
3. *Eddy Current* akan menghasilkan medan EM sekunder
4. Medan EM primer dan sekunder ini terekam pada Receiver alat MT



Konsep Dasar Magnetotelurik

Skin Depth Penetration

$$\delta \approx 503 \sqrt{\frac{\rho_a}{f}} \text{ (m)}$$

Keterangan:

- δ = EM skin depth (m)
- ρ_a = *apparent resistivity*
- f = frekuensi (Hz)

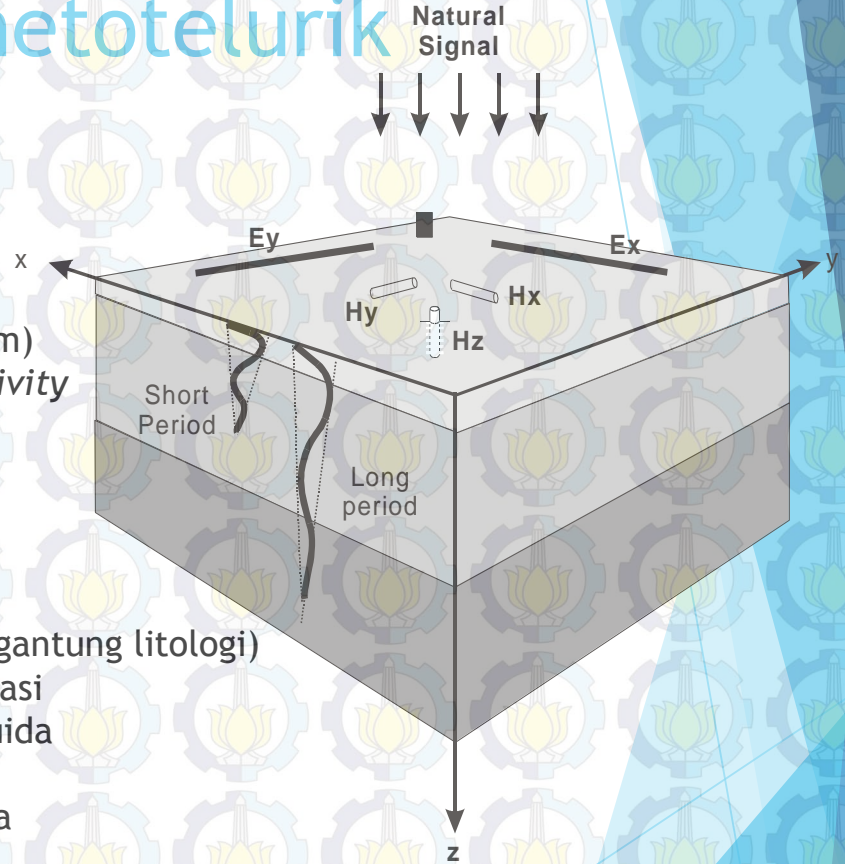
Hukum Archie

$$\rho = a \phi^{-m} S_w^{-n} \rho_w$$

Keterangan:

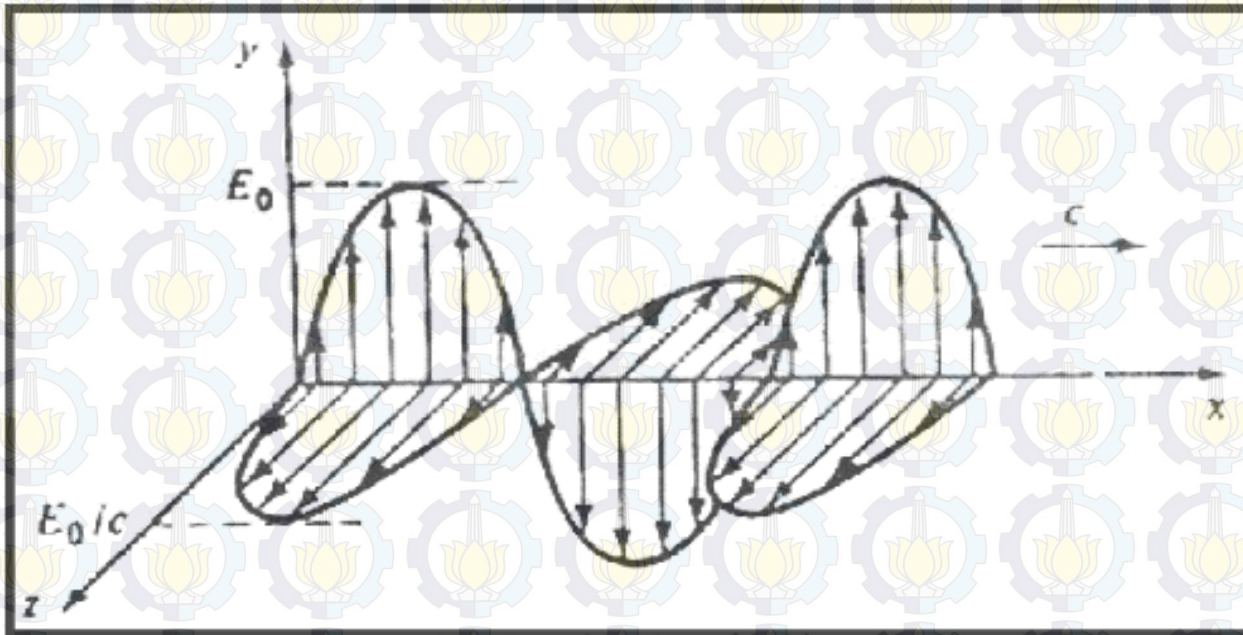
- a = Koefisien (bergantung litologi)
- m, n = faktor sementasi
- ρ_w = resistivitas fluida
- ϕ = Porositas
- S_w = Saturasi Fluida

(Simpson Bahr, 2005), (Bedrosian, 2001)





Persamaan Maxwell pada Metode MT



(Griffiths, 1999), (Telford dkk, 2004)



Impedansi

- ▶ Impedansi : Perbandingan antara medan listrik dan medan magnetik

$$Z_{xy} = \frac{E_x}{H_y} = \frac{\omega\mu}{k} = (1 + i) \left(\frac{\omega\mu}{2\sigma} \right)^{1/2}$$

Dimana:

E_x = medan listrik pada arah x $\left(\frac{V}{m} \right)$

H_y = medan magnet pada arah y $\left(\frac{A}{m} \right)$

ω = frekuensi angular

μ = Permeabilitas magnetik $\left(\frac{H}{m} \right)$

k = bilangan gelombang

(Vozoff, 1991)



Resistivitas Semu dan Fase

▶ Resistivitas Semu

$$\rho_a = \frac{1}{\omega\mu} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2$$

Dimana:

$$\left(\frac{V}{m} \right)$$

$$\left(\frac{A}{m} \right)$$

E_x = medan listrik pada arah x

H_y = medan magnet pada arah y

ω = frekuensi angular

μ = Permeabilitas magnetik $\left(\frac{H}{m} \right)$

▶ Fase

$$\Phi_{ij} = \tan^{-1} \left(\frac{Im\{Z_{ij}\}}{Re\{Z_{ij}\}} \right)$$

Dimana:

Impedansi

Z = Tensor

(Simpson & Bahr, 2005)



Akuisisi MT

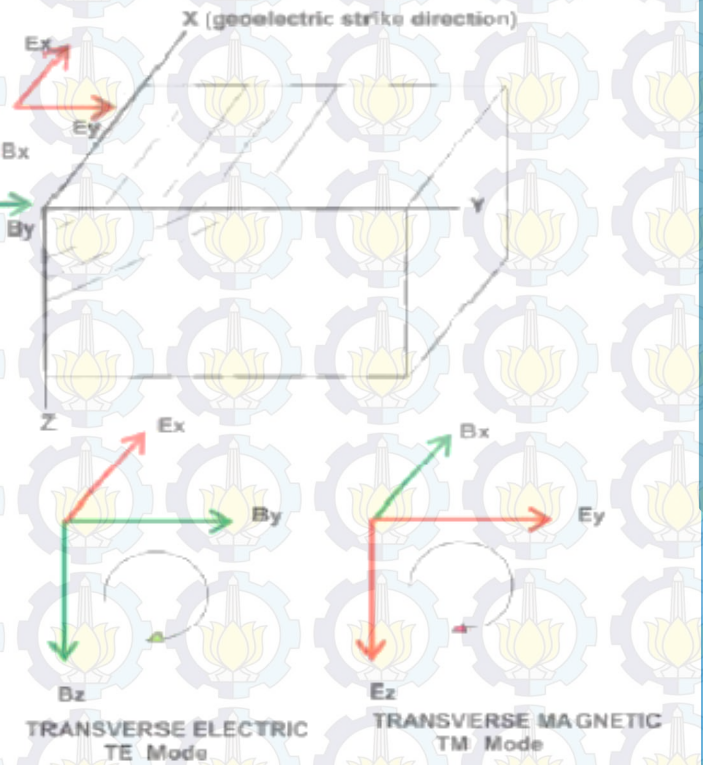
Terdapat dua jenis metode akuisisi yaitu

▶ *Transverse Magnetic Mode (TM)*

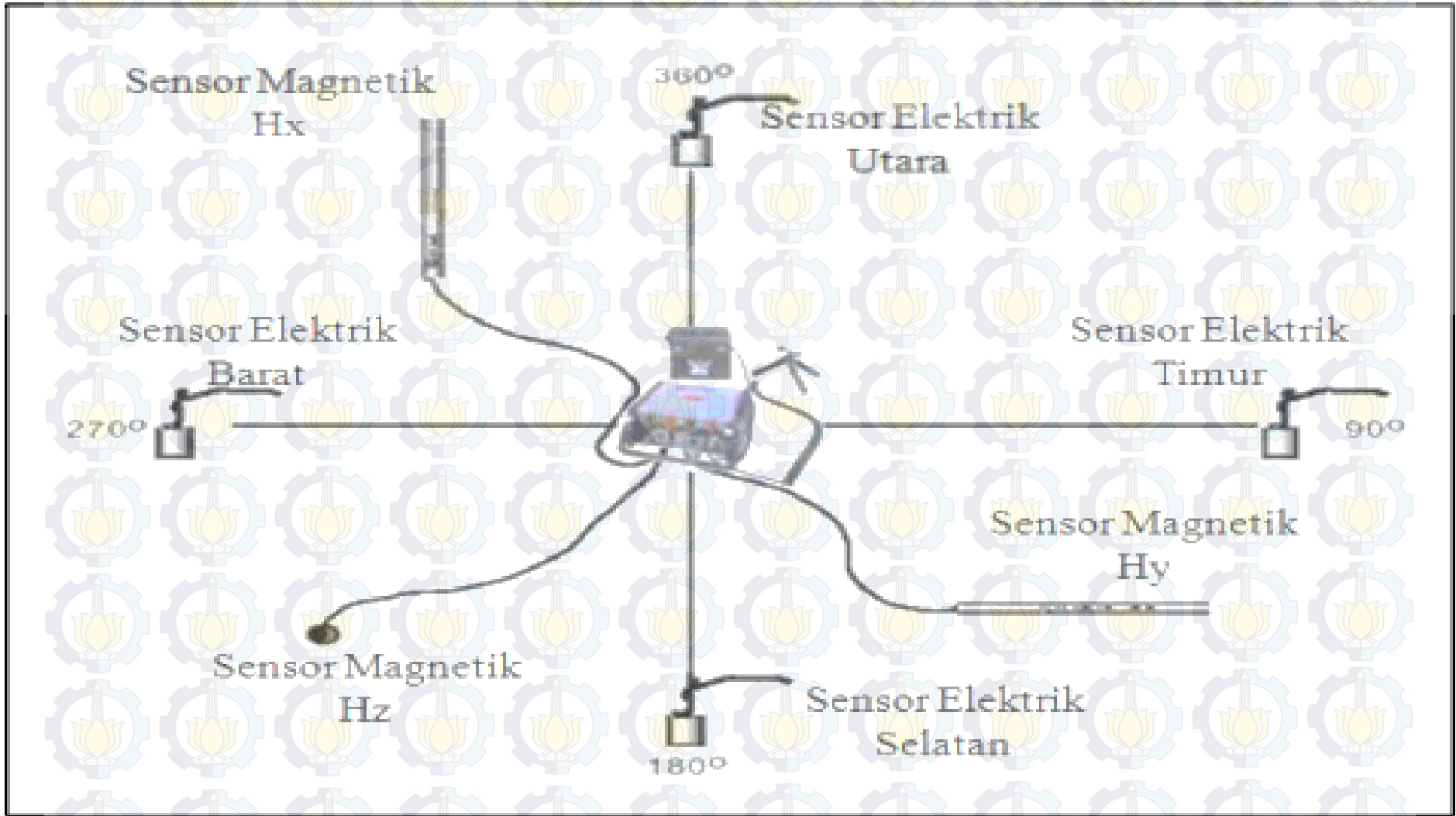
Mengukur medan magnet yang searah dengan struktur geologi

▶ *Transfer Electric Mode (TE)*

Mengukur medan listrik yang searah dengan stru geologi



(Daud, 2010)



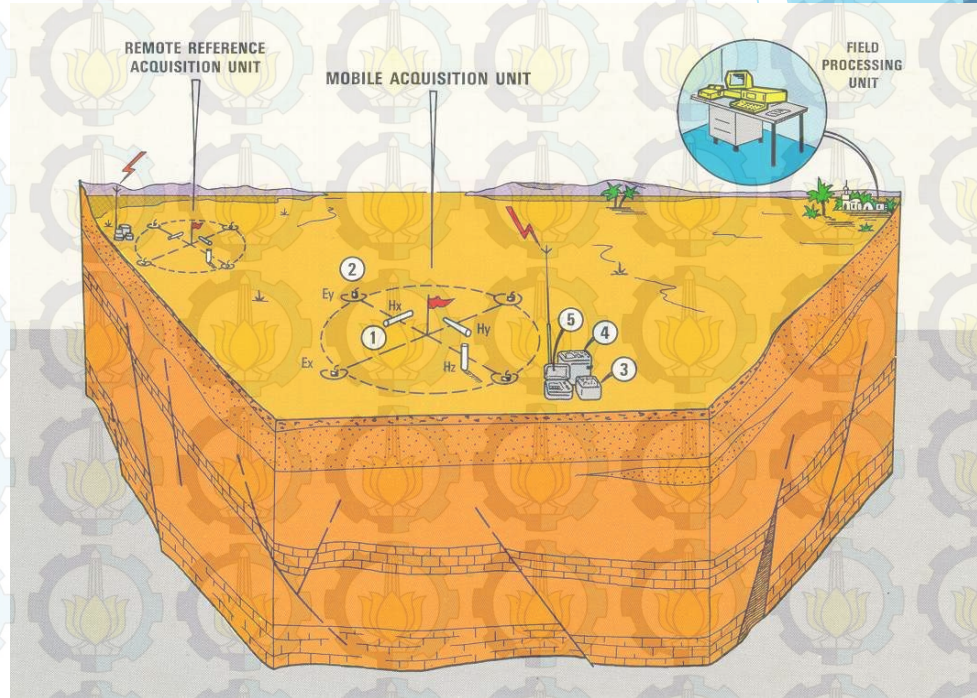


Remote References

▶ Remote References

- ▶ Merupakan proses penambahan sensor pada suatu titik/stasiun tertentu (remote) yang dapat meredam noise pada titik/stasiun pengukuran lokal.
- ▶ Data yang direkam adalah medan magnetik karena sifatnya yang bernilai regional
- ▶ Data tersebut digunakan untuk mengoreksi nilai medan magnet local
- ▶ Pengukuran *MT remote reference* harus dilakukan

(Unsworth, 2006) pada daerah yang jauh dari noise





Transformasi *Fourier*

▶ Transformasi Fourier

- ▶ Suatu fungsi yang mengubah *time series* ke dalam bentuk *frequency domain*
- ▶ Persamaan fungsinya adalah sebagai berikut

$$x(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{i\omega t} dt$$

Dimana: $x(\omega)$ = Fungsi gelombang pada domain frekuensi

$x(t)$ = Fungsi gelombang pada domain waktu

i = Bilangan imajiner

ω = Frekuensi Angular

t = waktu

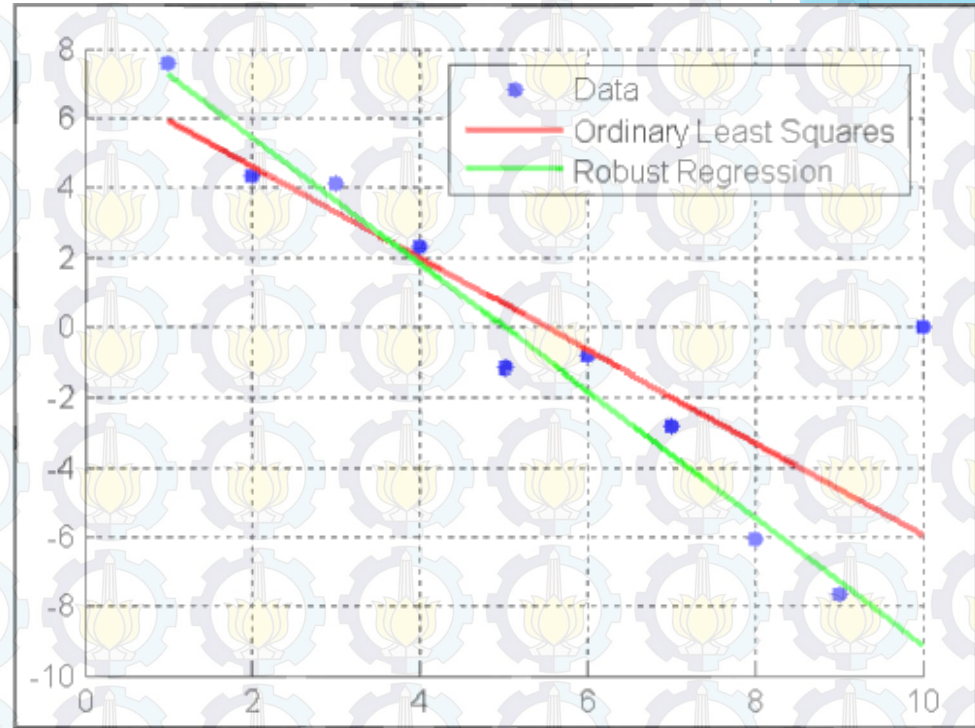


Robust Processing

▶ Robust Processing

▶ Teknik pemrosesan statistik yang menggunakan bobot *iterative* dari residual untuk mengidentifikasi dan menghapus data yang menyimpang oleh *noise*

▶ *Robust processing* menggunakan beberapa pengukuran dari *departure* suatu kontribusi individual dari rata-rata untuk merendahkan bobot *outliers'* pada iterasi selanjutnya



Perbedaan hasil *robust processing* dan *least square processing*

(Simpson & Bahr, 2005), Daud (2010)

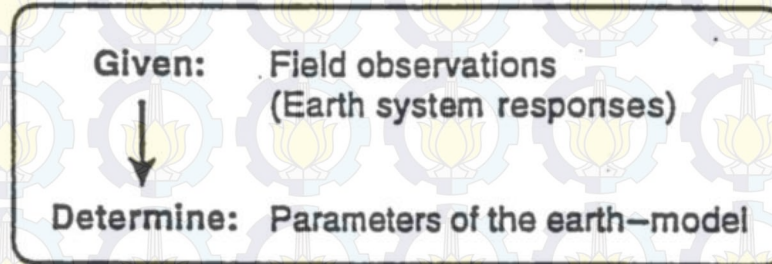


Inversi 2D MT

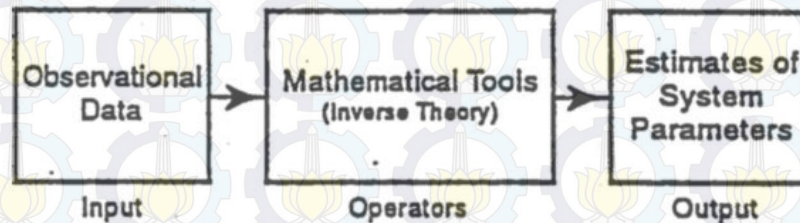
- ▶ Proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk memperoleh distribusi sifat fisis bawah permukaan
- ▶ Analisis terhadap data lapangan dilakukan dengan cara melakukan pencocokan kurva antara model matematika dengan data lapangan

(Suparno, 2007) (Supriyanto, 2007)

Inverse Problem



The Inversion Process





Outline

PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA



METODOLOGI



ANALISA DATA



KESIMPULAN



Data dan Perangkat Lunak

▶ Data

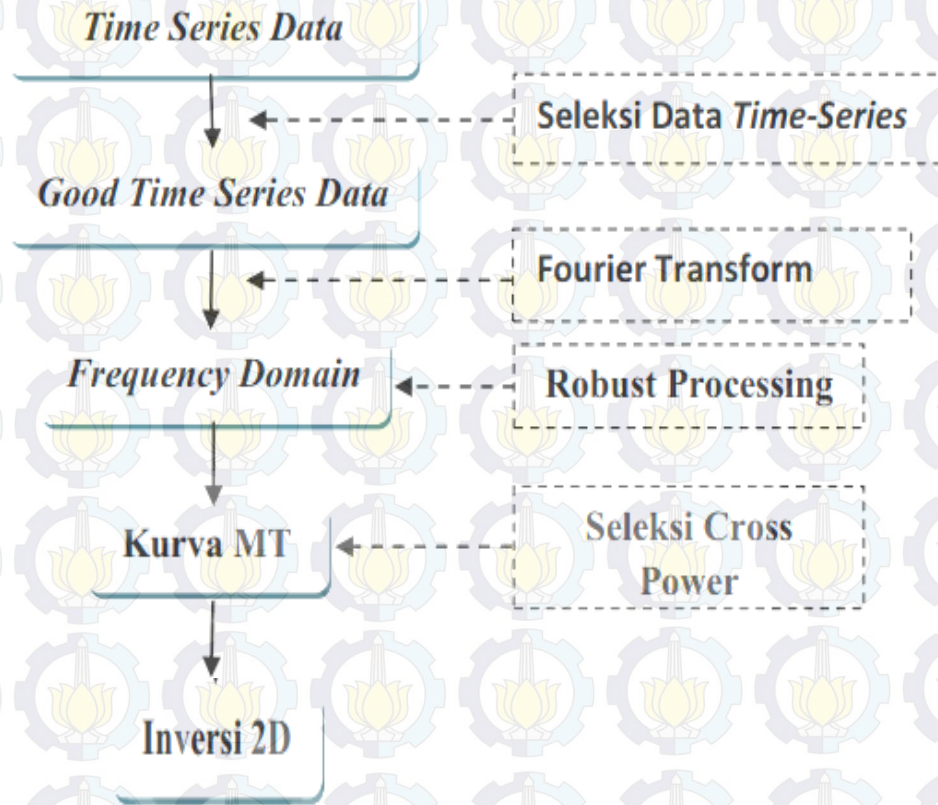
- ▶ Data *sounding* MT pada 2 *line* JBS 4 (71 titik) dan JBS8 (66 titik)
- ▶ Data Remote Reference
- ▶ Data Kalibrasi (Alat dan Sensor)
- ▶ Data pendukung: Peta Anomali Residual Gaya Berat

▶ Perangkat Lunak

- ▶ Syncro Time Series View
- ▶ SSMT 2000
- ▶ MT Editor
- ▶ WinGlink

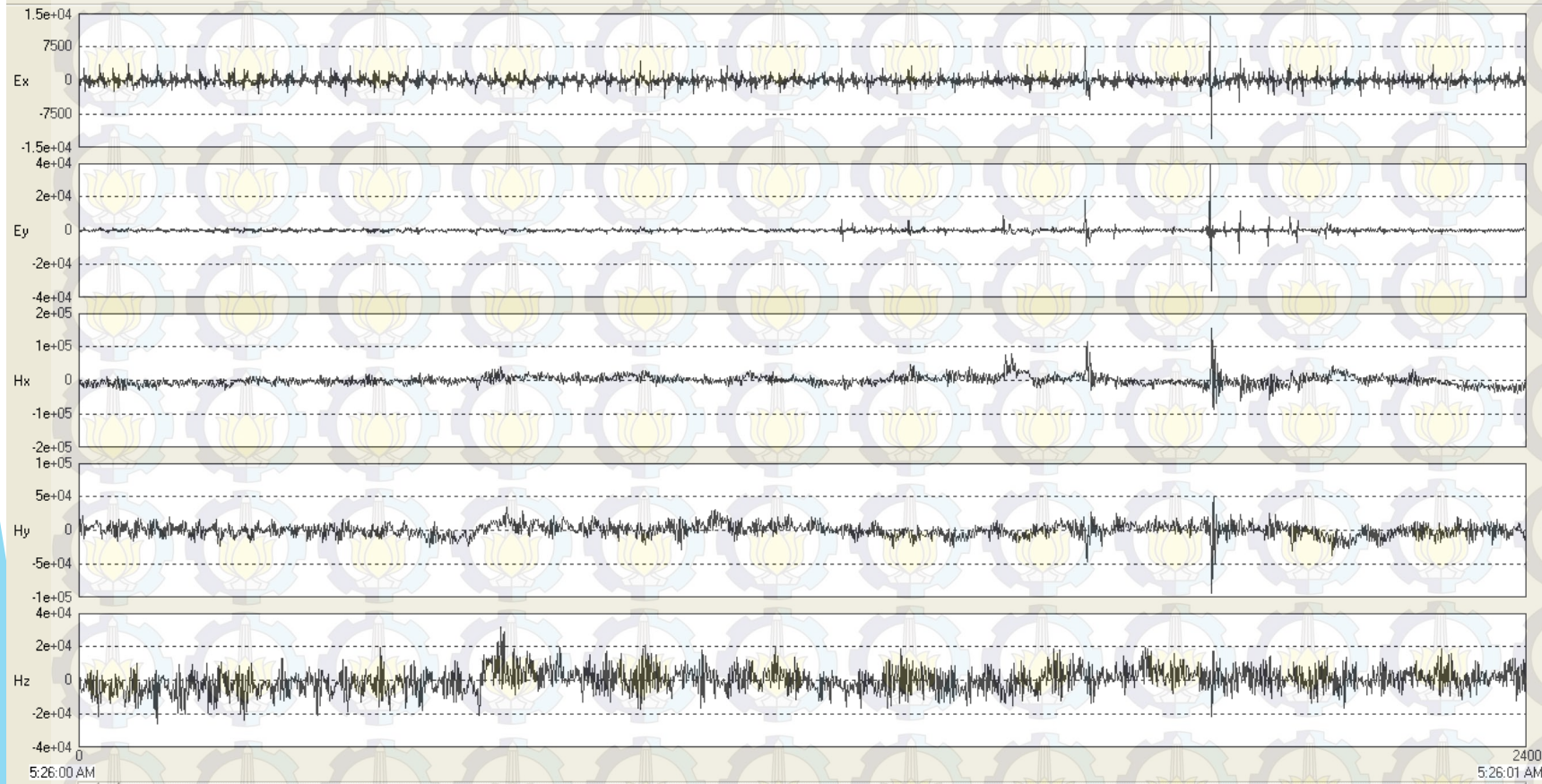


Alur Pengolahan Data





Time Series





Seleksi *Time Series*

Data
MT
Data
RR

Time Series Ranges

File Name	Start Time	End Time
1611A18B.TBL	2009/10/18 06:21:41	2009/10/18 23:58:58
1624A18I.TBL	2009/10/18 08:25:59	2009/10/18 23:54:58

Start: 2009/10/18 06:21:41
End: 2009/10/18 23:58:58
Duration: 17.6214 hours

Print Close



FT Parameter

Edit Parameters, Time Series to Fourier Transforms

MTU Processing MT(15Hz) data (SW ver. > A, Line Freq. = 50, MT sensors)

Input Data Type

- Measured field
- White noise test
- Parallel noise test
- Hourly files

Output Data Format

- 4 frequencies per octave
- 2 frequencies per octave

Bands (Levels)

- Process normal bands (levels)
- Process only band (level):
- Process extended bands (levels)

Band (Level)	Starting Frequency	Frequencies in Top Octave	Number of Octaves	Record Interval	Overlap
2	--	--	--	--	--
3	352.94118	1	4	1	1
4	35	3	3	4	1
5	5	4	4	30	1
6	0.3125	4	5	60	2
7	0.00976562	4	5	600	4
8	--	--	--	--	--

Processing Times

- Use default times
- Specify times

Start from: 2009/10/18 09:00:00

End at: 2009/10/18 23:00:00

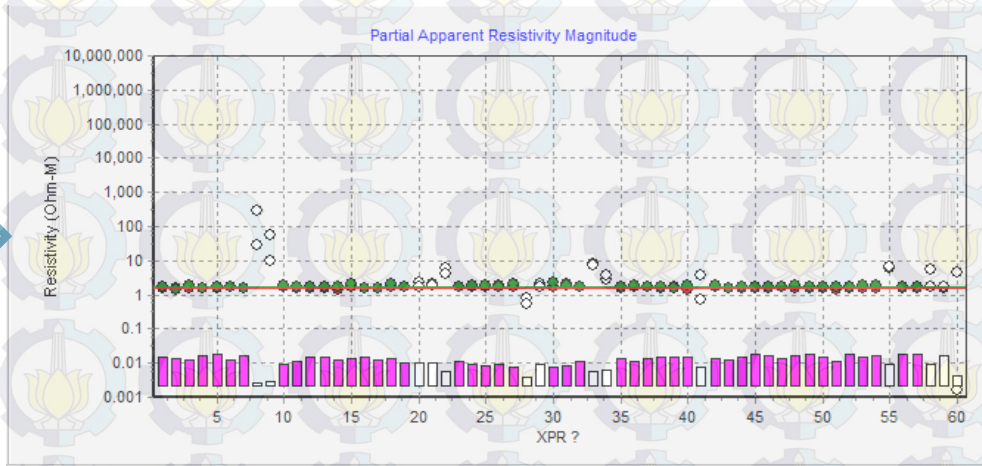
File name: MU55DN4T.PFT

Save Close

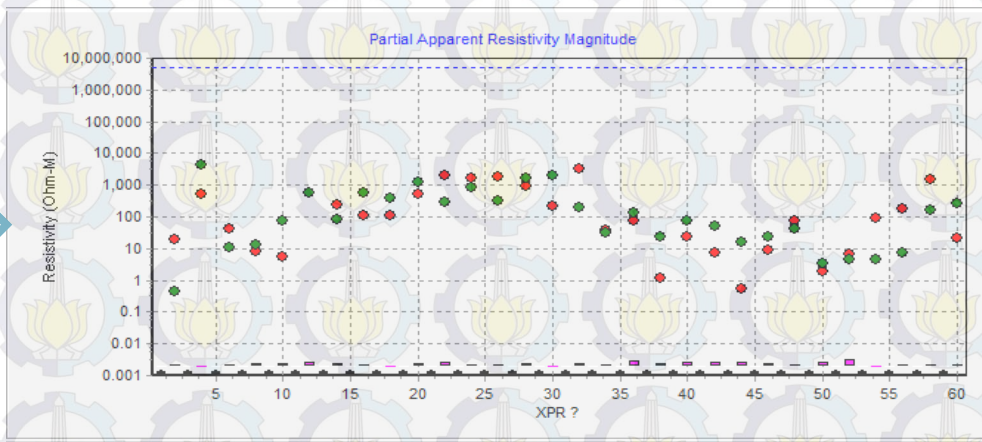


Hasil Robust Processing

Frekuensi
Tinggi

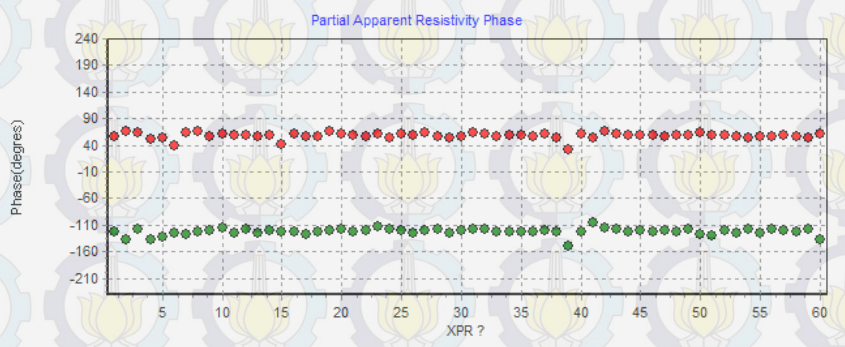
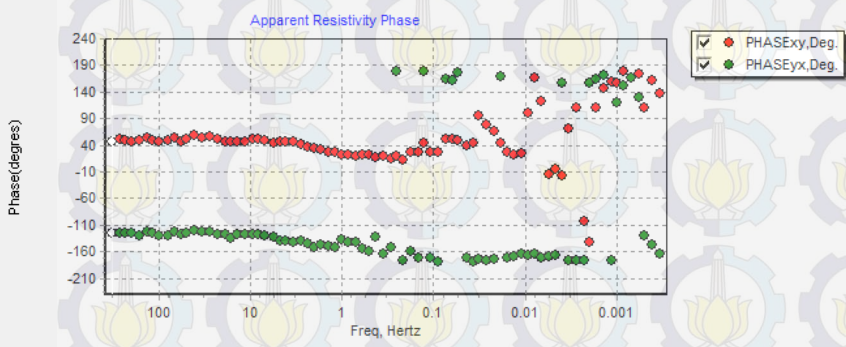
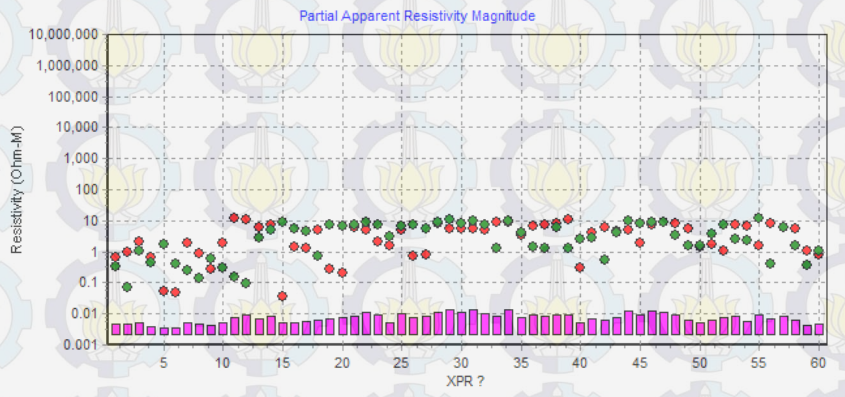
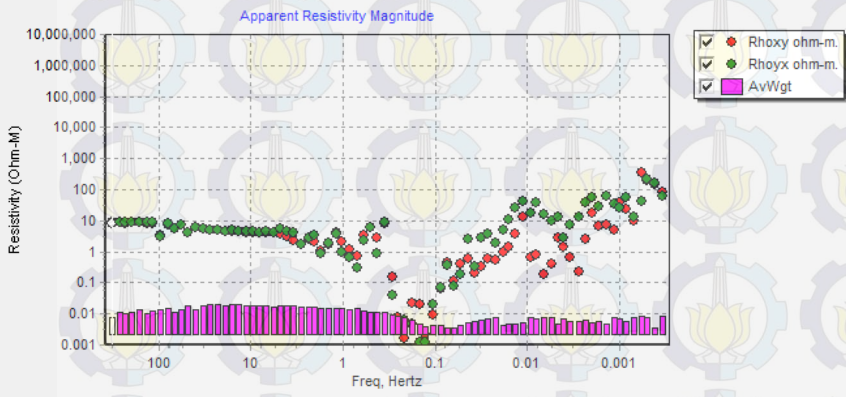


Frekuensi
Rendah



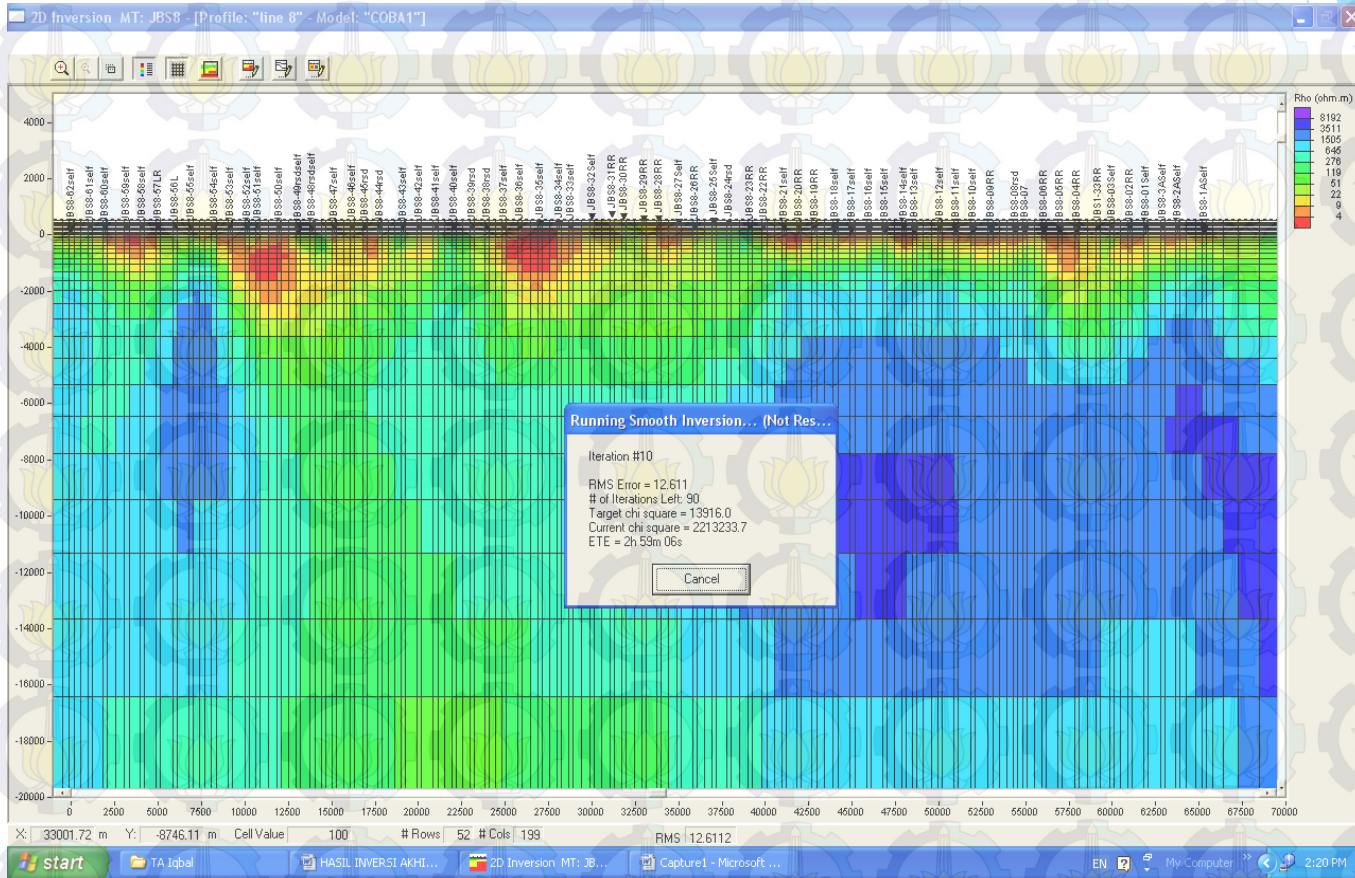


Seleksi Cross Power





Inversi 2D





Outline

PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA



METODOLOGI



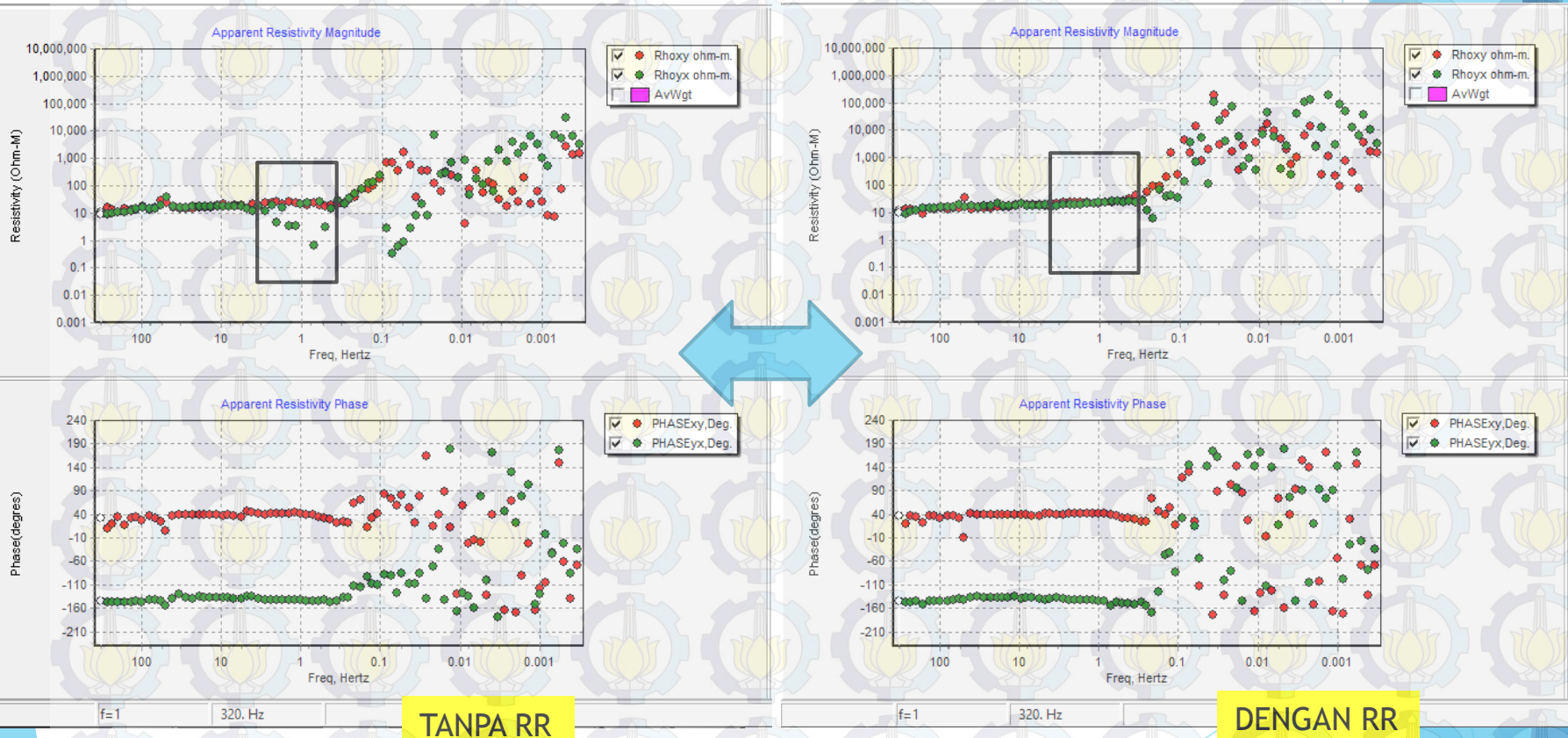
ANALISA DATA



KESIMPULAN

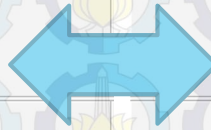
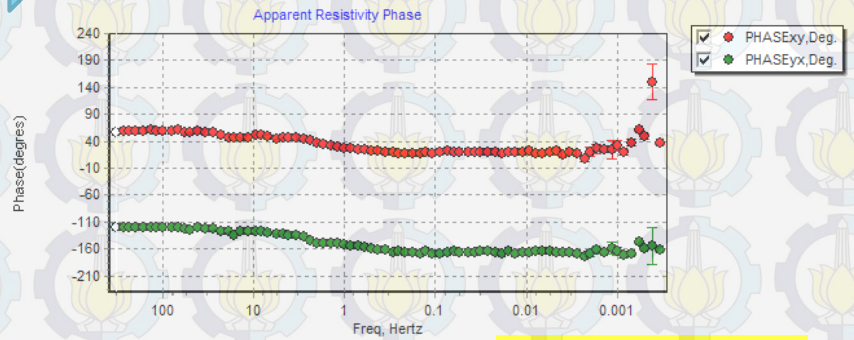
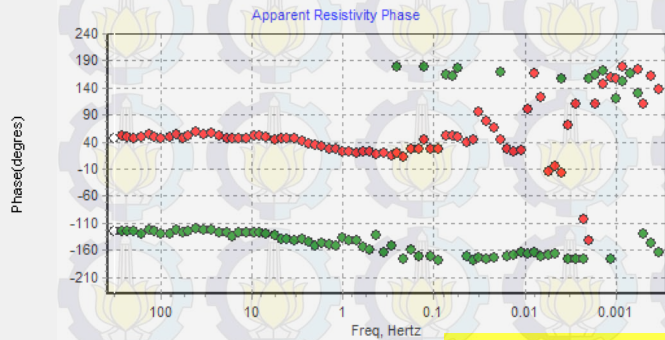
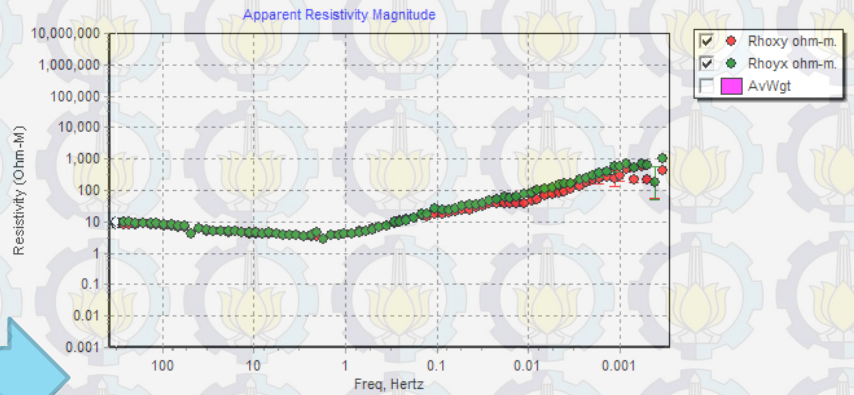
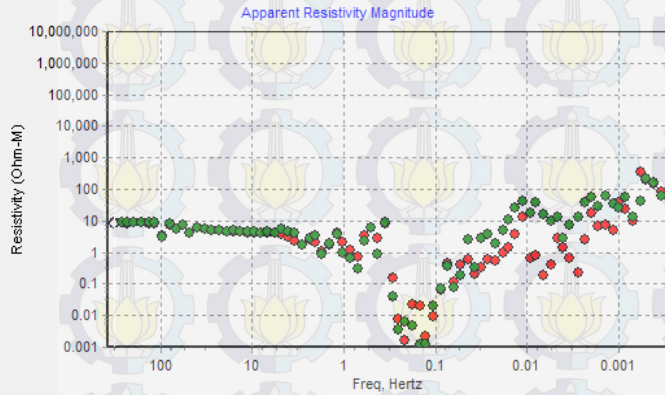


Efek Remote Reference





Efek Seleksi Cross Power



f=1 320. Hz

SEBELUM SELEKSI

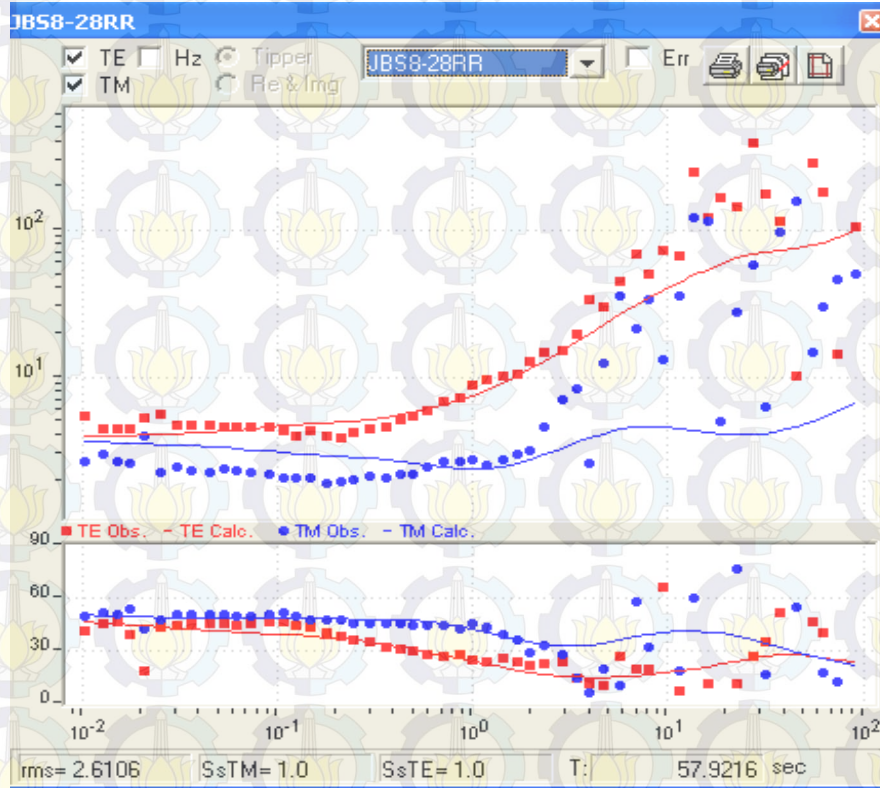
f=1 320. Hz

AvWgt=0.082

SESUDAH SELEKSI



Hasil Pemodelan



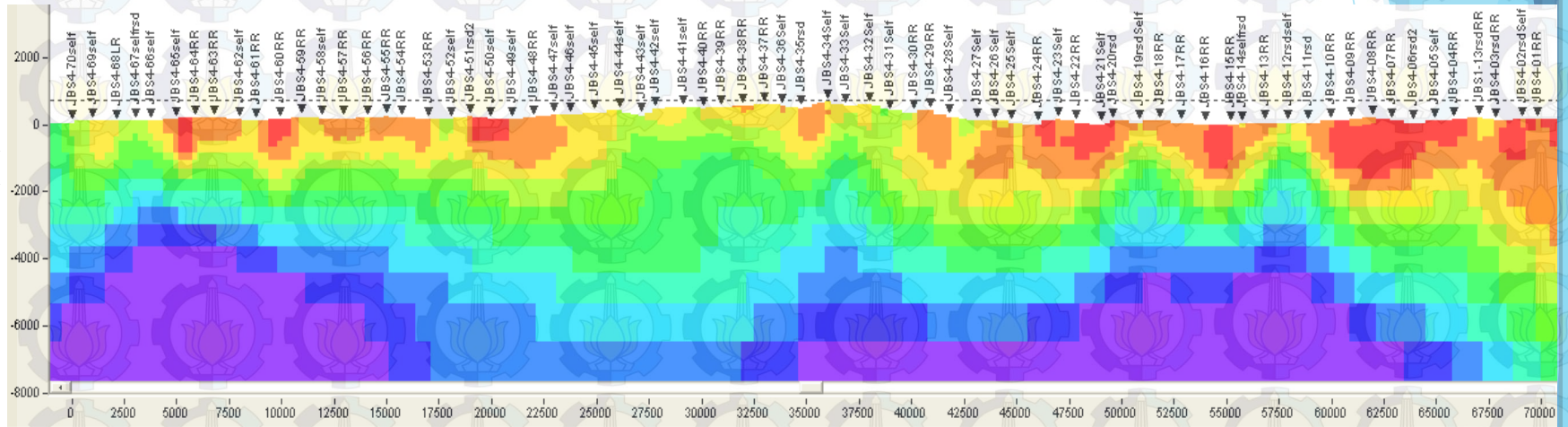
Kurva Hasil Inversi pada Satu Titik Pengukuran



Hasil Inversi pada Line JBS-4

S-SW

N-NE

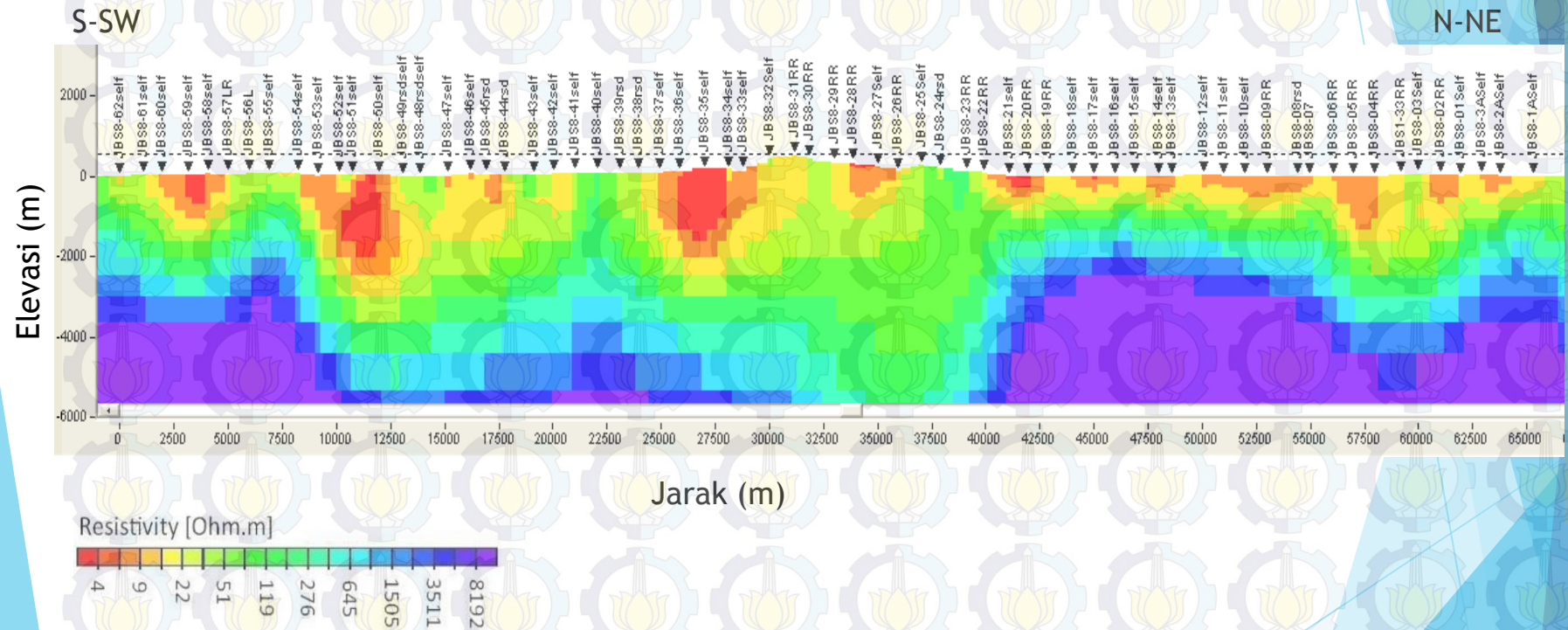


Resistivity [Ohm.m]





Hasil Inversi pada Line JBS-8



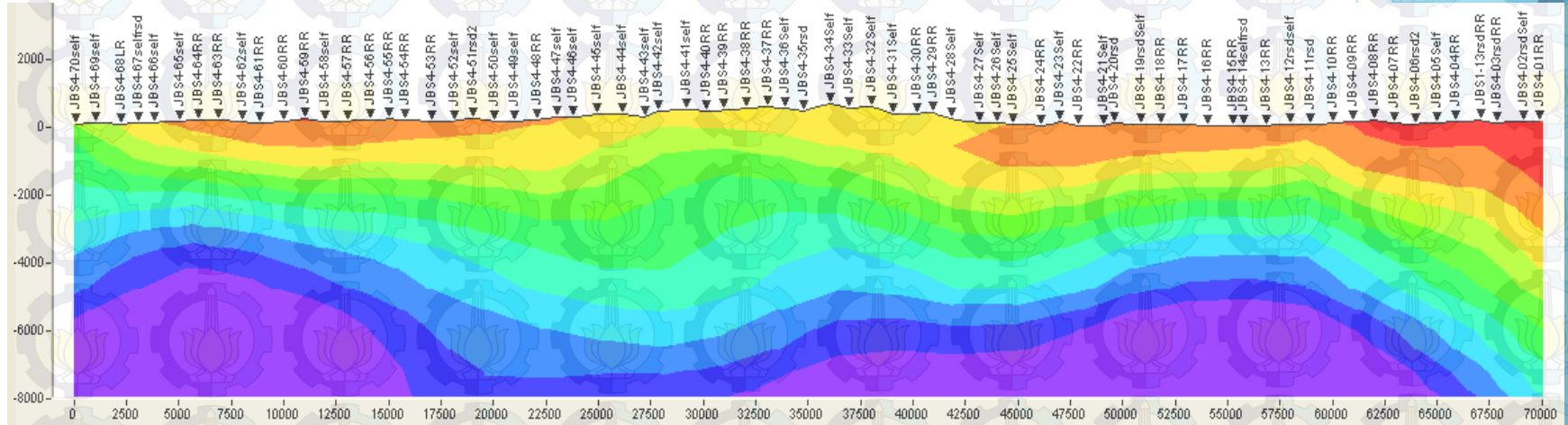


Tampilan Section View Line JBS4

S-SW

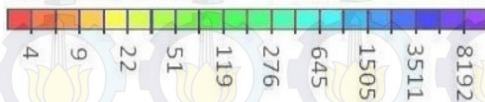
N-NE

Elevasi (m)



Jarak (m)

Resistivity [Ohm.m]

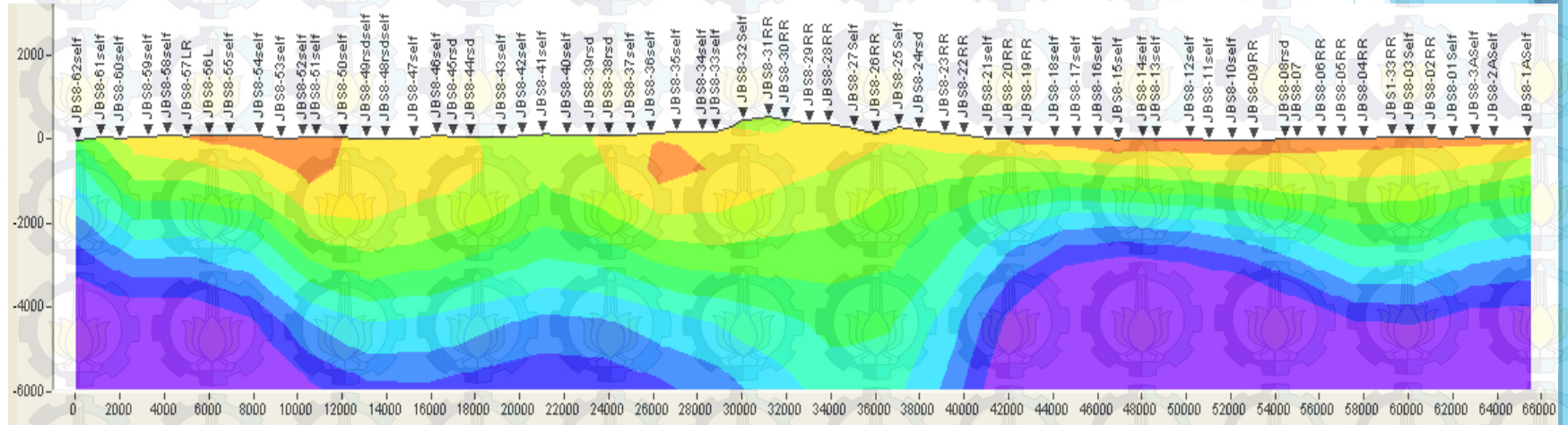




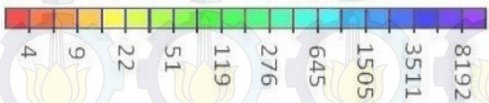
Tampilan Section View Line JBS8

S-SW

N-NE



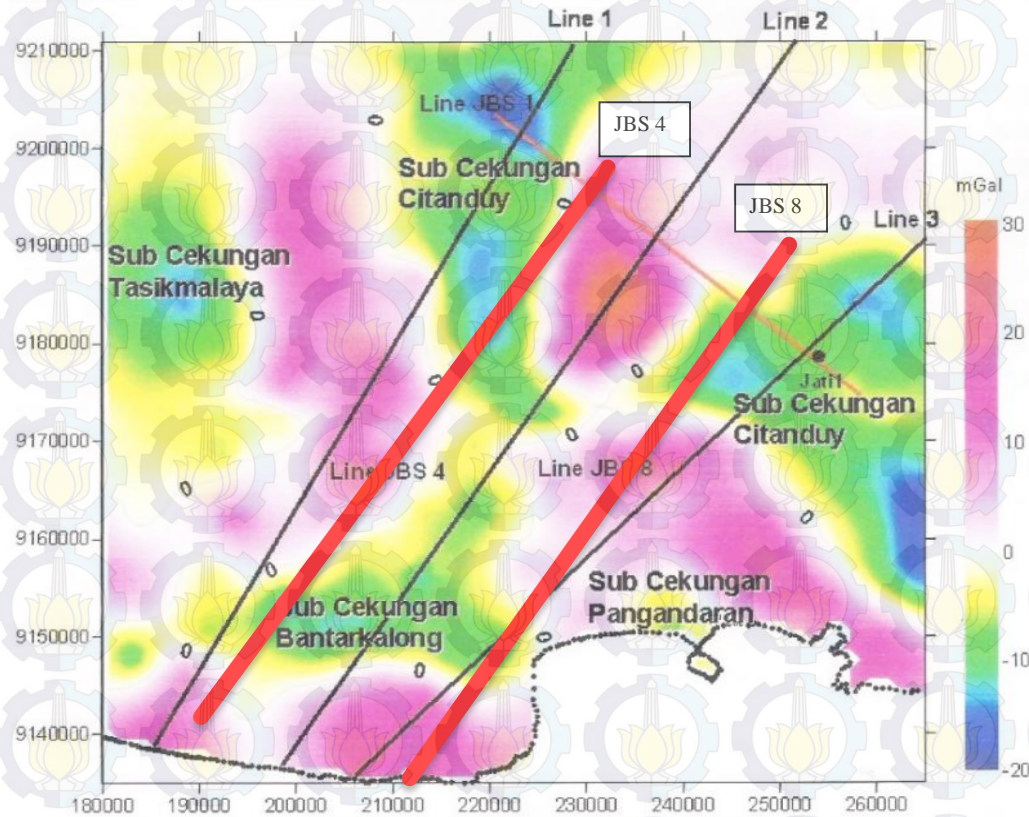
Resistivity [Ohm.m]



Jarak (m)



Peta Anomali Gaya Berat Residual





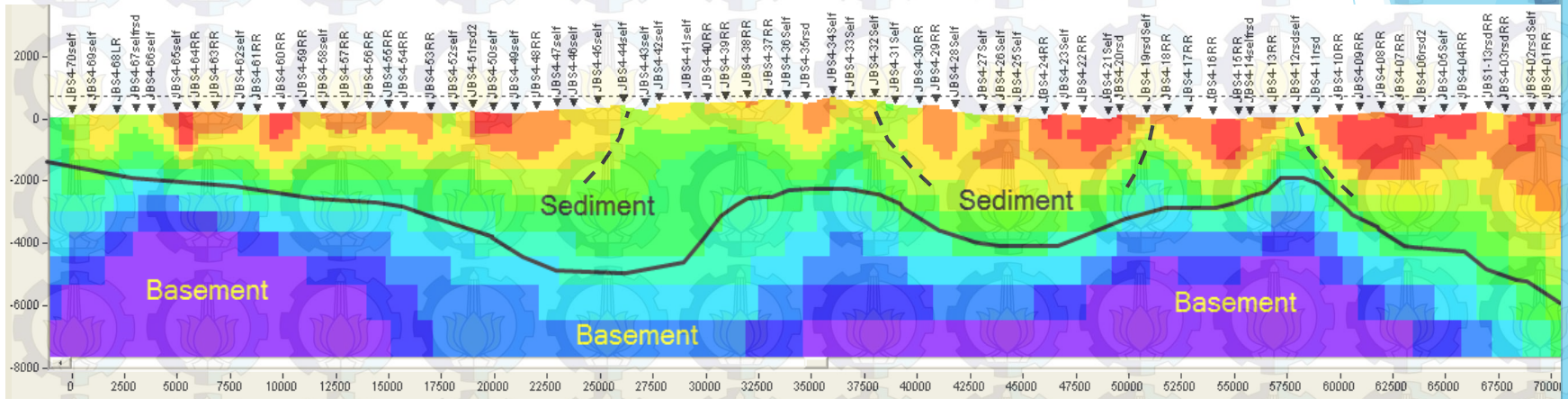
Interpretasi Line JBS-4

Cekungan Bantarkalong

Cekungan Citanduy

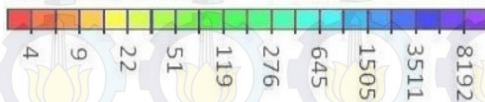
S-SW

N-NE



Jarak (m)

Resistivity [Ohm.m]

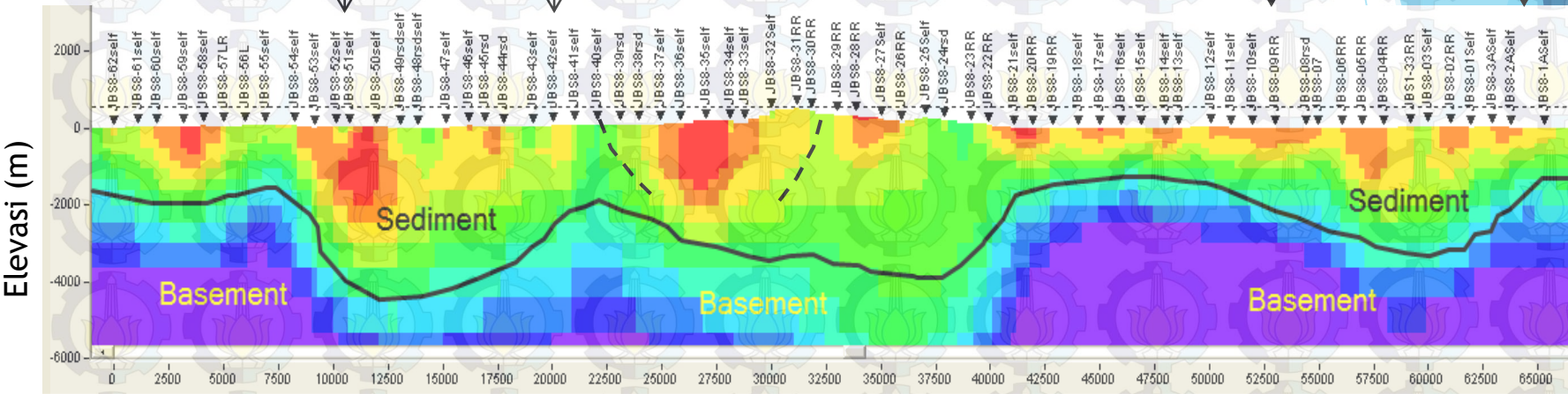




Interpretasi Line JBS-8

Cekungan Bantarkalong

Cekungan Citanduy



S-SW

Jarak (m)

N-NE

Resistivity [Ohm.m]





Outline

PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA



METODOLOGI



ANALISA DATA



KESIMPULAN



Kesimpulan & Saran

▶ Kesimpulan

- ▶ Tahapan pengolahan data MT meliputi seleksi data *time series*, transformasi *Fourier*, *robust processing*, seleksi *cross power*, dan inversi 2D
- ▶ Parameter yang dianalisis pada pengolahan data MT adalah resistivitas semu dan fase.
- ▶ Pada *line* JBS4 dan JBS8 menampilkan model hasil inversi 2D yang tidak jauh beda satu sama lain
- ▶ Berdasarkan interpretasi hasil inversi 2D data MT dengan peta anomali gaya berat pada lapangan EM-4, diindikasikan adanya sedimentasi yang tebal pada cekungan Bantarkalong dan Citanduy dengan nilai resistivitas sedimen dominan sebesar 22-119 Ohm.meter
- ▶ Metoda MT mampu memetakan struktur geologi serta menampilkan zona *interest* berdasarkan kontras tahanan jenis material bawah permukaan secara baik serta sejalan dengan data pendukung.

▶ Saran

- ▶ Diperlukan data pendukung lebih banyak untuk memperdalam interpretasi pada lapangan penelitian
- ▶ Perlu dilakukan eksplorasi lebih pada daerah *interest* yang ditunjukkan dari hasil pengolahan data MT yaitu cekungan yang memiliki sedimen tebal.



MATUR SUWUN



ゆもみちゃん