



UNIVERSITAS INDONESIA

**KOREKSI PERGESERAN STATIK DATA MAGNETOTELLURIK (MT)
MENGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK PADA DATA SINTETIK
DAN DATA RIIL**

**NUGRAHENI UTAMININGSIH
0606068511**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KOREKSI PERGESERAN STATIK DATA
MAGNETOTELLURIK (MT) MENGGUNAKAN METODE
GEOSTATISTIK PADA DATA SINTETIK DAN DATA RIIL**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains**

NUGRAHENI UTAMININGSIH

0606068511

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN

ALAM

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPOK

JUNI 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Nugraheni Utaminingsih

NPM : 0606068511

Tanda Tangan :

Tanggal : 21 Juni 2010

Universitas Indonesia

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Nugraheni Utaminingsih
NPM : 0606068511
Program Studi : S1 Reguler Fisika
Judul Skripsi : Koreksi Pergeseran Statik Data Magnetotellurik (MT)
menggunakan Metode Geostatistik pada Data Sintetik dan
Data Riil

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr Eng. Yunus Daud, M.Sc.

Penguji 1 : Dr Eng. Supriyanto, M.Sc

Penguji 2 : Dr. Abdul Haris

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 21 Juni 2010

Universitas Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian penulis di Laboratorium Eksplorasi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia pada bulan Januari – Mei 2010. Adapun judul tugas akhir ini adalah “Koreksi Pergeseran Statik Data Magnetotellurik (MT) Menggunakan Metode Geostatistik pada Data Sintetik dan Data Riil”. Penulisan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan sarjana sains di FMIPA UI.

Sebagai pembatasan masalahnya dikhususkan pada pembuatan program koreksi pergeseran statik, yang selanjutnya program tersebut diujikan pada data sintetik dan data riil. Penelitian ini disusun untuk menambah ilmu pengetahuan penulis dan pembaca serta diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri khususnya. Dalam penulisan Tugas Akhir penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Yunus Daud selaku Pembimbing Tugas Akhir yang banyak memberikan bantuan dan motivasi.
2. Bapak Supriyanto, Bapak Haris, Bapak Syamsu Rosyid selaku dosen peminatan Geofisika.
3. Bapak dan Ibu Dosen serta segenap keluarga besar Departemen Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia
4. Kedua orang tua Ibu Umi Rezeki, Bapak Adi Nugroho, Ita Nur Indah Sari adik tercinta dan Baiqunni M Irvan yang telah memberikan doa dan dukungan yang besar .
5. Keluarga besar di Kebumen yang tiada henti memberikan doa dan dukungannya.
6. Kak Rahman, Kak Lendri, dan Kak Surya, yang telah memberikan bantuan dan bimbingan

Universitas Indonesia

7. Nurina, Erwin, Kak Ryan, selaku teman-teman 1 bimbingan yang memberikan motivasi besar.
8. PERHIMAK UI yang banyak memberikan kontribusi sejak sebelum menjadi mahasiswa hingga saat ini.
9. Rara, Lia, Mursi, Icha, Dini, Puji, Intan, Tiara, Puspita, Irsa, Kak Vivi yang selalu memberikan doa dan semangat di saat kesibukan bersama dalam menyusun tugas akhir
10. Sahabat-sahabat Fisika 2006, Perhimak 2006, serta sahabat-sahabat lain yang senantiasa memberikan doa dan semangat.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas budi baik semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih terbatas. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik para pembaca yang bersifat membangun, serta saran dari berbagai pihak agar bermanfaat dan menjadi acuan sebagai langkah menuju perbaikan dan kesempurnaan.

Penulis
2010

Universitas Indonesia

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

**Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang
bertanda tangan di bawah ini :**

Nama : Nugraheni Utaminingsih
NPM : 0606068511
Program Studi : Geofisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**KOREKSI PERGESERAN STATIK DATA MAGNETOTELLURIK (MT)
MENGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK PADA DATA SINTETIK
DAN DATA RIIL**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/penciptaan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

**Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 21 Juni 2010
Yang menyatakan,**

(Nugraheni Utaminingsih)

Universitas Indonesia

Nama : Nugraheni Utaminingsih
Program Studi : S1 Fisika
Judul : Koreksi Pergeseran Statik Data Magnetotellurik (MT)
Menggunakan Metode Geostatistik pada Data Sintetik dan Data Riil

Abstrak

Data hasil pengukuran metode magnetotellurik (MT) sering mengalami pergeseran statik. Pergeseran statik bisa terjadi karena beberapa hal antara lain heterogenitas di dekat permukaan, kontak vertikal atau kondisi batas pada struktur, dan juga karena adanya efek topografi. Ketika terjadi Pergeseran statik pada data MT, maka akan terjadi kesalahan (misleading) dalam menginterpretasikan nilai resistivitas dan kedalaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan koreksi untuk menghilangkan efek-efek statik tersebut. Koreksi dapat dilakukan menggunakan metode TDEM. Namun demikian, metode ini memerlukan pengukuran di lapangan untuk memperoleh data medan magnet sekunder akibat induksi medan magnet primer. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk memperoleh metode baru yang dapat mengkoreksi pergeseran statik tersebut. Penelitian dilakukan menggunakan Geostatistik CoKriging pada program MATLAB. Koreksi menggunakan program ini, diuji pada data sintetik dan data riil. Hasil koreksinya cukup baik dan dapat diperhitungkan. Model dan kurva yang telah mengalami koreksi menghasilkan model dan kurva yang lebih baik daripada sebelum koreksi. Program ini dapat menjadi alternatif *tools* untuk mengkoreksi pergeseran statik.

Kata Kunci: cokriging, geostatistik, MT, pergeseran statik, TDEM

Name : Nugraheni Utaminingsih
Study Program : Undergraduate of Physics
Judul : Static Shift Correction for Magnetotellurik (MT) Data using Geostatistic Method in Sintetic and Riil Data

Abstract

Static shift often occur in data magneto telluric (MT) measurement method. Static shift can be by several things such as near surface inhomogeneity, vertical contact or the boundary condition in structure, or the effect of topography. Static shift in MT data will lead to wrong (misleading) interpretation in resistivity and depth. Therefore, we need to correct the data to remove the static shift. Static shift correction can be done by using TDEM data. However, the method needs field measurement to get secondary magnetic field data caused by induction of primer magnetic field. Accordingly, we did a research to get new method for correcting the static shift. We did it using Geo statistic Co-Kriging method in MATLAB program. Correction with this program was conducted using sintetic and riil data. The results were good and success. Model and data curve after static shift correction can yield better model and data than be fore correction. This program can be used for alternative tools for static shift correction.

Keyword : cokriging, geo statistic, MT, static shift, TDEM

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar/ Ucapan Terima Kasih	iv
Lembar Pengesahan Publikasi Karya Ilmiah	vi
Abstrak.....	vii
Abstract.....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Metodologi Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Diagram Alir Penelitian.....	3
BAB II TEORIDASAR	
2.1 Metode Magnetotellurik	4
2.1.1 <i>Tranverse Electric</i>	5
2.2.2 <i>Transverse Magnetic</i>	6
2.2 Pergeseran Statik	6
2.2.1 Heterogenitas di dekat permukaan	7
2.2.2 Kondisi Batas	8
2.2.3 Topografi	9
2.3 Metode Koreksi Pergeseran Statik	11
2.3.1 TDEM	11
2.2.3 Metode Geostatistik CoKriging	12
2.3.3 Metode Geomagnetic Transfer Function	13
2.3.4 Metode Filtering Spasial	14
BAB III PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN PROGRAM	
3.1 Pembuatan Program.....	15
3.1.1 Persamaan CoKriging	15
3.1.2 Program Koreksi	18
3.2 Penggunaan Program dan Software Pendukung	22
3.2.1 MT2D-for	22
3.2.2 MT2DInv	26
3.2.3 MATLAB	29
3.2.4 Data Sintetik	30
3.2.5 Data Riil	31

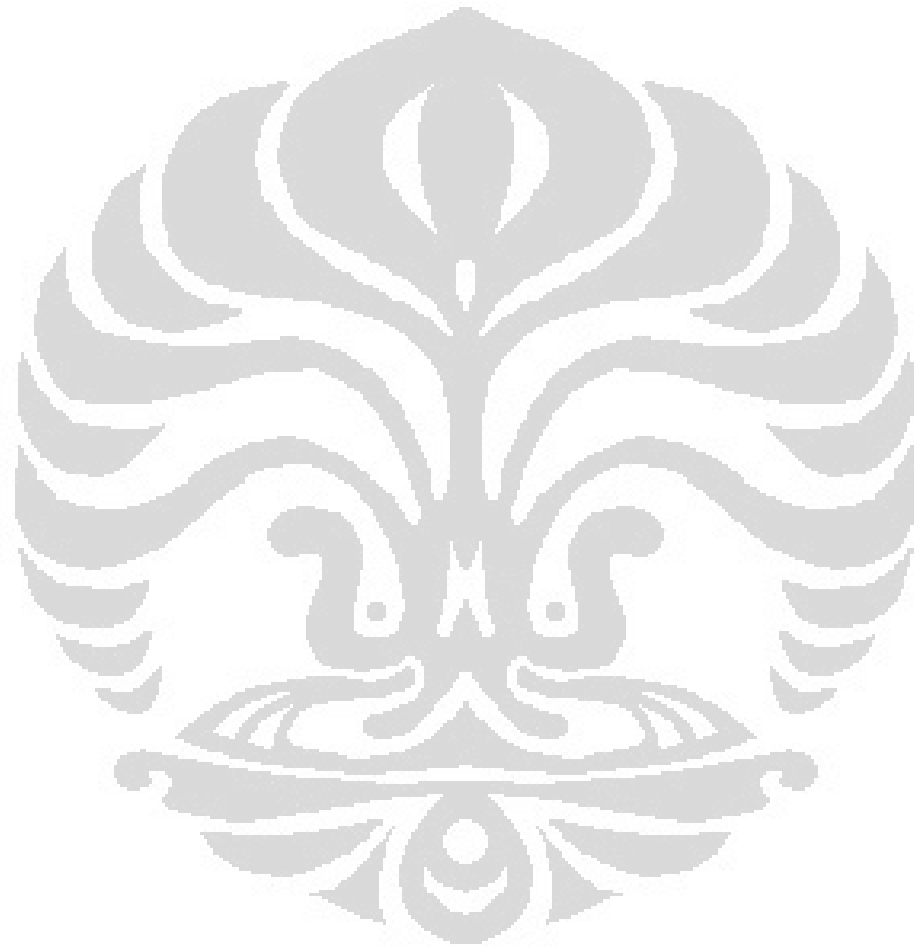
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS	
4.1 Data Sintetik.....	32
4.1.1 Forward Model Sintetik	32
4.1.2 Kurva Data Inversi Model.....	32
4.1.3 Pseudosection	36
4.2 Data COPROD2	37
4.2.1 Forward Model	37
4.2.2 Kurva Data Inversi Model	37
4.3 Data Riil Lapangan X	40
4.3.1 Kurva Data Inversi Model.....	40
4.3.2 Pseudosection	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR ACUAN	48
LAMPIRAN.....	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian.....	3
Gambar 2.1	Perambatan Gelombang EM di dalam Bumi	4
Gambar 2.2	Pseudosection <i>Transverse Electric</i>	5
Gambar 2.3	Pseudosection <i>Tranverse Magnetic</i>	6
Gambar 2.4	Fenomena Pergeseran Statik	8
Gambar 2.5	Aliran Medan Listrik dan Medan Magnet pada <i>Fault</i>	9
Gambar 2.6	Kurva Pergeseran Statik Kondisi Batas	9
Gambar 2.7	Pergeseran Statik Topografi Tinggi	10
Gambar 2.8	Pergeseran Statik Topografi Rendah.....	10
Gambar 2.9	Koreksi Data MT dengan TDEM	12
Gambar 3.1	Contoh Persebaran Data Semivarian	17
Gambar 3.2	Contoh Data Semivarian setelah Perata-ratan.....	17
Gambar 3.3	Diagram Alir Pembuatan Program	18
Gambar 3.4	Diagram Alir Penggunaan Persamaan.....	20
Gambar 3.5	Diagram Alir Penentuan Elemen Matriks	20
Gambar 3.6	Tampilan Guide Sebelum di Run	21
Gambar 3.7	Tampilan Guide Setelah di Run	21
Gambar 3.8	Diagram Alir Forward Modelling	23
Gambar 3.9	Tampilan Awal MT2D-For.....	24
Gambar 3.10	Blok Model MT2D-For	24
Gambar 3.11	Proses Forward Modelling dimulai	25
Gambar 3.12	Proses Forward Modelling Selesai	25
Gambar 3.13	Diagram Alir Inversi Model	26
Gambar 3.14	Tampilan Awal MT2DInv	27
Gambar 3.15	Form Input Data.....	28
Gambar 3.16	Blok Model Inversi.....	28
Gambar 3.17	Model hasil Inversi dan Perangkatnya	29
Gambar 3.18	Program Koreksi Data	30
Gambar 4.1	Forward Model Sintetik	32
Gambar 4.2	Kurva Data Sintetik Original.....	33
Gambar 4.3	Inversi Model Sintetik Original	34
Gambar 4.4	Kurva Data Sintetik Terkoreksi.....	35
Gambar 4.5	Inversi Model Sintetik Terkoreksi.....	35
Gambar 4.6	Pseudosection TE Data Sintetik.....	36
Gambar 4.7	Pseudosection TM Data Sintetik.....	36
Gambar 4.8	Kurva Data COPROD2 Terstatik.....	38
Gambar 4.9	Inversi COPROD2 Terstatik.....	38
Gambar 4.10	Inversi Model Dikoreksi Geostatistik	39
Gambar 4.11	Inversi Model Dikoreksi COPROD2.....	39
Gambar 4.12	Kurva Data COPROD2 Terkoreksi.....	40
Gambar 4.13	Kurva Data Riil St. F4 Terstatik	41
Gambar 4.14	Kurva Data Riil St. F4 Terkoreksi	41
Gambar 4.15	Model Inversi St. 4 Sebelum Terkoreksi.....	42

Gambar 4.16	Model Inversi St. 4 Setelah Terkoreksi.....	42
Gambar 4.17	Model Inversi St. 5 Sebelum Terkoreksi.....	43
Gambar 4.18	Model Inversi St. 5 Setelah Terkoreksi.....	43
Gambar 4.19	Pseudosection TE Data Riil Stasiun 4.....	44
Gambar 4.20	Pseudosection TM Data Riil Stasiun 4.....	44
Gambar 4.19	Pseudosection TE Data Riil Stasiun 5.....	45
Gambar 4.20	Pseudosection TM Data Riil Stasiun 5.....	45



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode Elektromagnetik merupakan salah satu metode yang diaplikasikan pada studi Geofisika. Metode ini menggunakan gelombang elektromagnetik yang merambat di bawah permukaan. Salah satu metode yang populer pada metode elektromagnetik adalah metode Magnetotellurik (MT). Metode Magnetotellurik bersumber dari gelombang elektromagnetik yang berasal dari ionosphere (Daud,2009). Pada perambatannya di dalam bumi, gelombang elektromagnetik tersebut merambat konduktif dan tegak lurus. Hal ini dikarenakan adanya sifat udara yang resistif yang menjadi medium perambatan gelombang, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi struktur tahanan jenis di bumi (Raharjo,2005).

Pada kondisi ideal pengukuran magnetotellurik, struktur 2-D yang dominan diketahui. Porouspot E_y diarahkan tegak lurus pada struktur, sed angkan pasangan coilnya atau H_x disejajarkan dengan struktur, sehingga diketahui bahwa E_y merupakan *transfer magnetic* (TM) dataset, sedangkan H_x adalah *transfer electric* (TE) dataset. Pada kondisi TM, sensor E_y akan sensitif terhadap daerah batas permukaan yang terkonsentrasi pada ketidakhomogenan permukaan. Dengan demikian TM dataset yang dianalisa secara 2-D sangat baik untuk menggambarkan struktur tahanan jenis secara lateral. Hal ini merupakan kepopuleran TM dataset, dibandingkan TE dataset. Namun apabila 1-D masih dilakukan, TE dataset merupakan pilihan yang lebih baik untuk menggambarkan struktur tahanan jenis bawah permukaan (Raharjo,2005).

Aplikasi Magnetotellurik tidak terlepas dari adanya gangguan yang mempengaruhi keakuratan data. Gangguan-gangguan tersebut di antaranya adalah lokasi dekat dengan batas *geoelectrical* yang akan mempengaruhi kestabilan medan listrik yang merambat dibawah permukaan dengan kata lain TM dataset akan terganggu. Selain itu, lokasi yang tidak flat seperti adanya lembah atau bukit.

Universitas Indonesia

Lembah akan memberikan efek resistif sedangkan bukit akan memberikan efek konduktif. Kondisi tersebut mengakibatkan adanya pergeseran statik pada kurva TE dan TM. Pergeseran statik yang terjadi dapat mengakibatkan kesalahan pada interpretasi tahanan jenis bawah permukaan dan kedalaman. Oleh karena itu, pergeseran statik pada data MT harus dikoreksi dan dihilangkan. Untuk menghilangkan pergeseran statik, terdapat beberapa metode yang sering digunakan yakni metode *Time Domain Electromagnetic* (TDEM) dan metode tahanan jenis sounding. Namun koreksi yang dilakukan dengan TDEM ataupun tahanan jenis sounding harus dilakukan pengukuran di lapangan untuk memperoleh data. Selain itu, besarnya biaya yang dibutuhkan untuk akuisisi dan pengolahan data cukup besar. Untuk itu, diperlukan terobosan metode untuk mengoreksi pergeseran statik yang di timbulkan pada data magnetotellurik. Metode yang direkomendasikan adalah metode *Filtering Spasial* (Verdin dan Bostick, 1992), metode *CoKriging (Complex Kriging)* (Tournerie, Chouteau, dan Marcotte, 2007), dan metode *Geomagnetic Transfer Function* (Ledo, Gabas, dan Marcuello, 2002).

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis koreksi pergeseran statik menggunakan metode geostatistik CoKriging yang diujikan pada data sintetik dan data riil.

1.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan analisa persamaan geostatistik coKriging dan analisa fenomena pergeseran statik. Dari analisa persamaan, selanjutnya dilakukan pembuatan program koreksi pergeseran statik menggunakan MATLAB yang selanjutnya disebut dengan “SS Correction”.

“SS Correction” diuji pada tiga dua jenis data yakni data sintetik dan data riil. Untuk data riil terdapat data lapangan X stasiun 4 dan 5 serta data COPROD2. dimana data ini merupakan data magnetotellurik resistivitas semu dan fase yang mengalami pergeseran statik. Kedua data tersebut dikoreksi, sehingga diperoleh

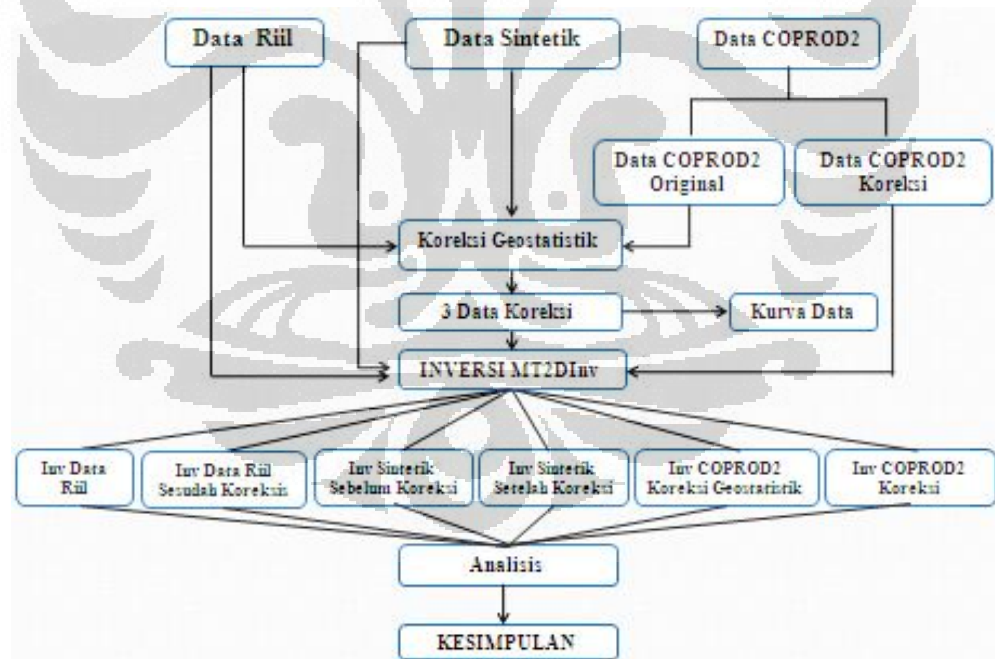
data yang terkoreksi. Data-data yang terkoreksi, ditampilkan pada kurva dan model hasil inversi kemudian dianalisis. Diagram Alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk :

- Mempelajari fenomena pergeseran statik pada pengukuran data MT.
- Mengkoreksi pergeseran statik menggunakan metode geostatistik.
- Mengetahui perbandingan metode pengkoreksian pergeseran statik yakni antara metode geostatistik dengan metode pengkoreksian lainnya.
- Membuat terobosan metode baru untuk pengkoreksian pergeseran statik yang lebih efisien.

1.5 Diagram Alir Penelitian



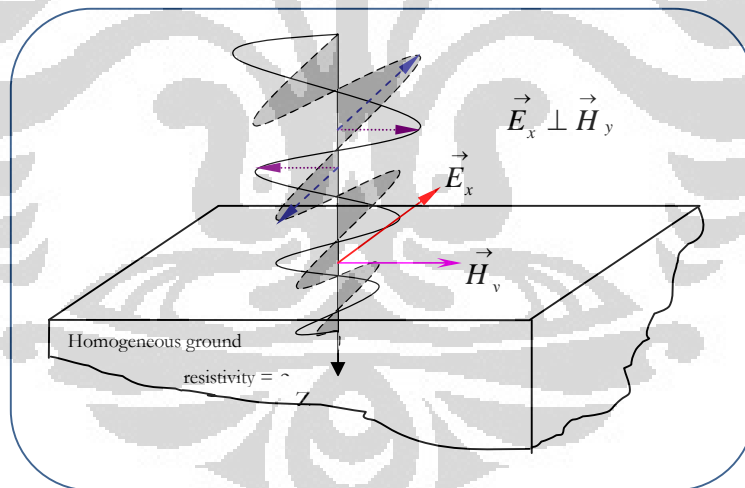
Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Magnetotellurik

Metode Magnetotellurik merupakan metode yang populer digunakan pada eksplorasi geofisika khususnya panas bumi. Metode ini memiliki frekuensi yang kecil sehingga penetrasinya sangat dalam antara ratusan meter hingga lebih dari 100 km. Metode magnetotellurik adalah metode elektromagnetik alami yang bersumber dari lapisan *ionosphere*. Arus dari *magnetosphere* atau *ionosphere* diinduksikan ke dalam bumi yang mengakibatkan terjadinya perambatan gelombang elektromagnetik di dalam bumi. Pada perambatannya, gelombang elektromagnetik tersebut merambat konduktif dan tegak lurus. Hal ini dikarenakan adanya sifat udara yang resistif yang menjadi medium perambatan gelombang, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi struktur tahanan jenis di bumi.



Gambar 2.1 Perambatan Gelombang EM di Dalam Bumi [Daud, 2009]

Gelombang EM yang merambat di bawah permukaan dapat mencitrakan kondisi bawah permukaan. Hasil pencitraannya, dapat menjelaskan tentang konseptual model dari sistem panas bumi. Selain itu, potensi panas bumi dan

memperkirakan lokasi pengeboran juga dapat diketahui dari pencitraan metode ini. Daerah yang berpotensi merupakan daerah yang memiliki temperatur tinggi dan lapisannya bersifat *permeable*. Pada pengukuran MT, parameter yang terukur adalah medan magnet, medan listrik dan dan time series , sedangkan parameter yang dapat ditentukan adalah resistivitas dan fase, dimana :

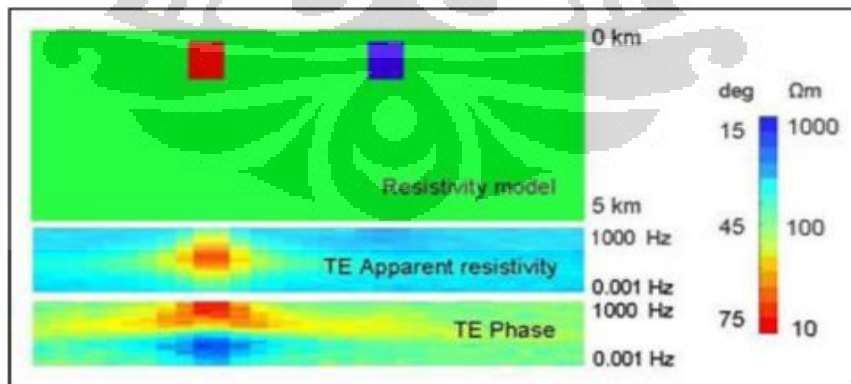
$$\rho_a = \frac{1}{\omega\mu} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left[\frac{E_x}{H_y} \right] \dots\dots\dots(2.2)$$

Time series pada yang terukur pada pengukuran MT diub a h pada pengolahan data menggunakan fourier transform sehingga dapat diperoleh nilai frekuensi.

2.1.1 *Tranverse Electric Mode*

Tranverse Electric (TE) mode merupakan komponen yang menunjukkan medan listrik sejajar dengan arah struktur utama. Pada E -*polarization* ini, komponen yang menunjukkan pada bidang arah sumbu y dan z hanya komponen magnetik saja. TE memiliki sifat tidak dapat mengalirkan arus listrik melewati batas antara daerah yang memiliki nilai resistivitas yang berbeda.

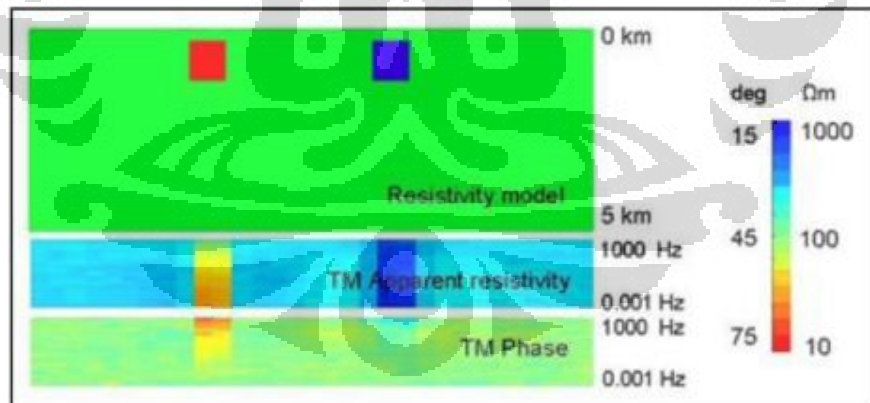


Gambar 2.2 Pseudosection Tranverse Electric [Unsworth, 2008]

Arus listrik akan menginduksi bagian yang lebih konduktif dan tidak pada bagian yang lebih resistif (Gambar 2.2). Hal tersebut karena munculnya efek konduktif dari arus. Namun demikian respon resistivitas semu pada bagian konduktif akan hilang pada frekuensi rendah. Hal ini dapat terjadi karena induksi akan lebih sensitif pada perubahan medan magnet.

2.1.2 *Tranverse Magnetic*

Tranverse Magnetic (TM) adalah komponen yang menunjukkan bahwa medan magnet sejajar dengan arah struktur utamanya, Sedangkan medan listriknya menunjukkan pada arah y dan z. Berbeda dengan TE, TM mampu mengalirkan arus listrik melewati batas antara bagian yang memiliki perbedaan resistivitas (Gambar 2.3). Oleh karena itu, pada TM sangat dimungkinkan terjadi pergeseran statik yang disebabkan adanya heterogenitas resistivitas akibat muatan-muatan yang terkumpul pada batas medium tersebut. Akibat lain pergeseran statik ini adalah nilai resistivitas semu pada frekuensi rendah tetap terlihat sehingga TM akan baik digunakan untuk menganalisa daerah yang memiliki kontras nilai resistivitas yang jelas.



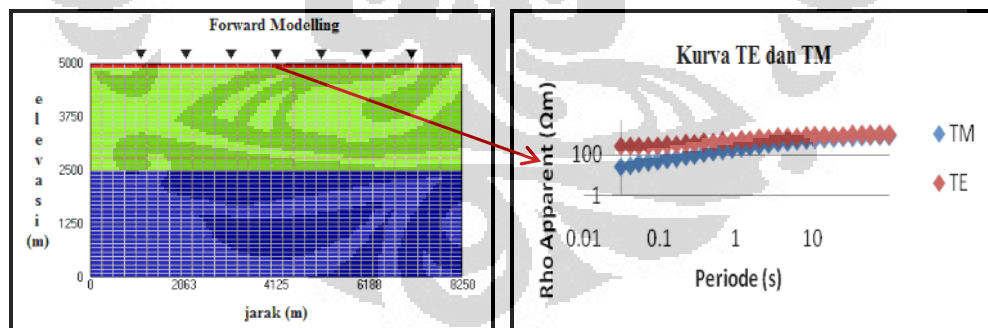
Gambar 2.3 Pseudosection Tranverse Magnetic [Unsworth, 2008]

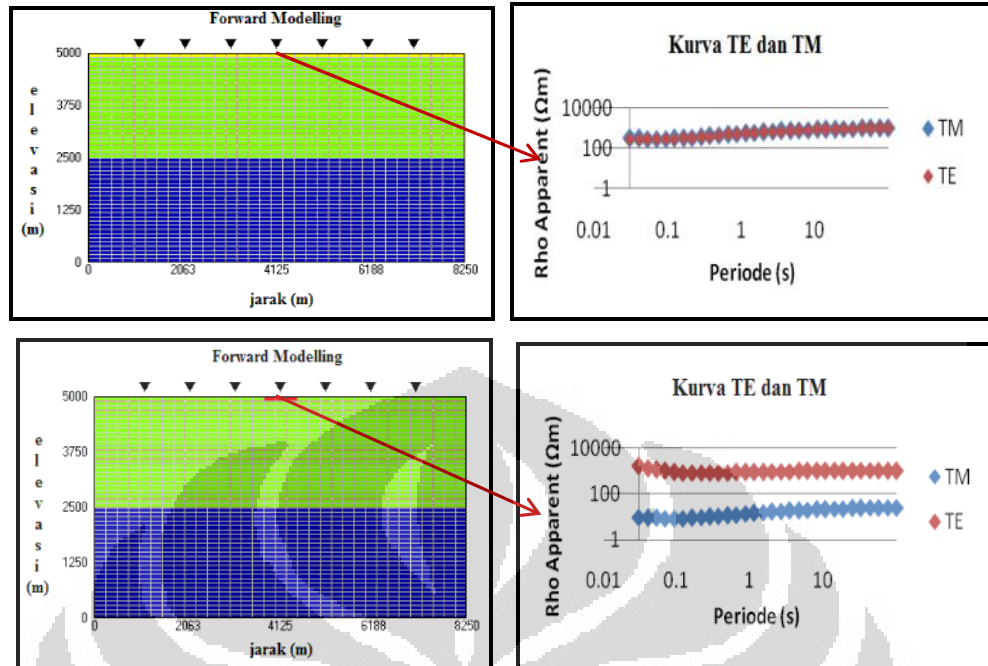
2.2 Pergeseran Statik

Gelombang Elektromagnetik akan menghasilkan data (data magnetotellurik) yang mudah mengalami distorsi baik pada kurva TE maupun TM nya. Distorsi tersebut akibat adanya perbedaan nilai resistivitas pada satu lapisan yang mengakibatkan interpretasi data menjadi ambigu. Pada suatu medium atau lapisan yang di dalam bagian medium tersebut terdapat suatu medium yang memiliki perbedaan nilai resistivitasnya maka medium tersebut mengalami pergeseran statik. Efek pergeseran statik tersebut hanya terjadi pada arus *galvanic*. Beberapa kategori medium yang mengalami pergeseran statik akibat adanya perbedaan nilai resistivitas yakni pada kondisi sebagai berikut :

2.2.1 Heterogenitas di dekat permukaan

Daerah pengukuran magnetotellurik memiliki kondisi yang berbeda-beda. Pada kasus tertentu ditemukan fenomena bahwa di dekat permukaan akan mempunyai nilai tahanan jenis yang berbeda dengan lapisan di bawah ataupun di sekelilingnya. Perbedaan tersebut dapat menimbulkan distorsi pada data magnetotellurik (MT). Distorsi pada data MT akan ditandai dengan pergeseran kurva TE dan TM terhadap nilai regional yang sebenarnya (Hendra Grandis, 1996).





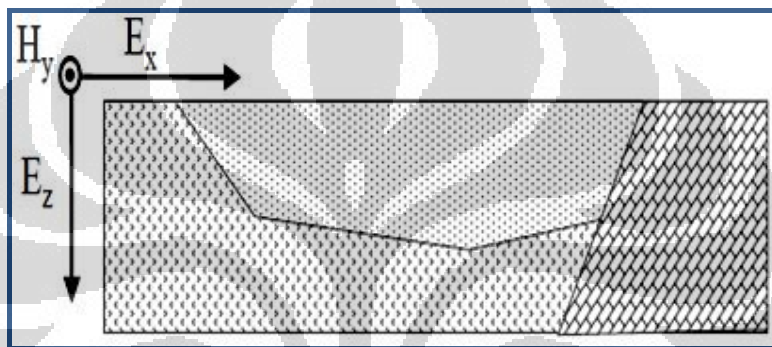
Gambar 2.4 Fenomena Pergeseran statik karena heterogenitas di dekat permukaan. a) Resistivitas dekat permukaan 10 ohm -m. b) Resistivitas dekat permukaan 100 ohm-m. c) Resistivitas dekat permukaan 10 ohm-m hanya pada stasiun 4.

Pada Gambar 2.4 terjadi fenomena pergeseran statik akibat kondisi dekat permukaan yang heterogen. Warna biru pada lapisan ketiga menunjukkan besarnya resistivitas adalah 1000 ohm-m, warna hijau pada lapisan kedua 300 ohm-m. Variasi yang menunjukkan ke heterogenan nilai resistivitas terdapat di dekat permukaan. Pada Gambar (a), nilai resistivitas di dekat permukaan adalah 10 ohm-m. Pada kondisi ini, perbedaan nilai resistivitas antara satu layer dengan layer lainnya besar, sehingga diperoleh pergeseran statik yang besar. Berbeda halnya dengan Gambar (b) dimana nilai resistivitas di dekat permukaan adalah 100 ohm-m. Nilai tersebut tidak memiliki selisih yang jauh dengan lapisan di bawahnya, sehingga diperoleh kurva yang lebih baik dengan pergeseran statik yang kecil. Sedangkan pada Gambar (c), nilai resistivitas yang berbeda di dekat permukaan hanya pada stasiun 4. Dari model tersebut diperoleh kurva pergeseran

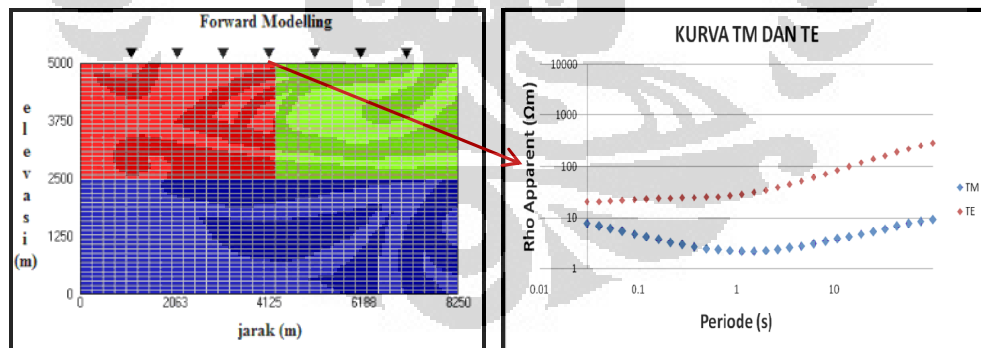
statik yang paling besar pada stasiun 4. Pada stasiun lain pergeseran statik-nya kecil, bahkan hampir tidak terjadi pergeseran statik.

2.2.2 Kondisi Batas

Keadaan lain ditemukan pada daerah pengukuran yakni daerah yang memiliki struktur seperti retakan (*fracture*) atau bahkan patahan (*fault*). Aliran medan listrik akan mengalami kontak dengan batas struktur. Aliran medan listrik searah sumbu x yang akan memperlihatkan kontak tersebut.



Gambar 2.5 Aliran Medan Listrik dan Medan Magnet pada Fault [Daud,2007]



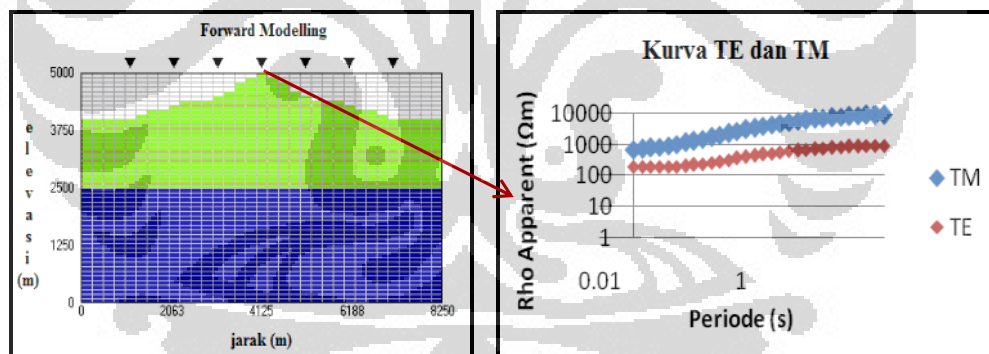
Gambar 2.6 Kurva Pergeseran statik pada Kondisi Batas

Pada Gambar 2.6 terlihat fenomena pergeseran statik yang terjadi akibat perbedaan nilai resistivitas pada satu lapisan. Pada stasiun 1 sampai 3 fenomena pergeseran statik tersebut cenderung lebih kecil daripada stasiun 4. Pada stasiun 4

seperti yang terlihat pada Gambar 2.6, perbedaan nilai resistivitas sangat kontras yang mengakibatkan fenomena struktur. Fenomena pergeseran statik pada struktur akan menggeser kurva TM sebanding ke nilai resistivitasnya.

2.2.3 Topografi

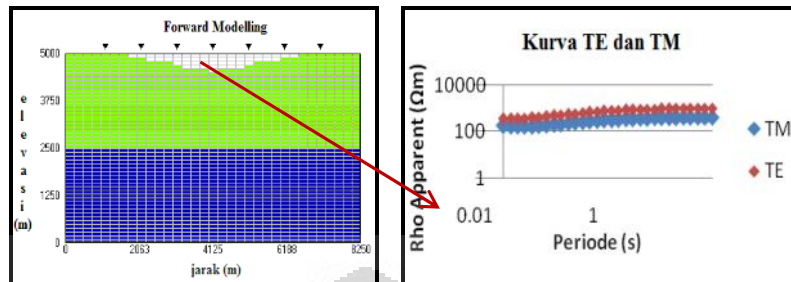
Pada daerah di dekat topografi tinggi (bukit) maupun topografi rendah (lembah) data MT juga mengalami pergeseran statik. Pergeseran statik pada daerah bukit yang tinggi, akan lebih besar daripada pergeseran statik pada daerah bukit yang rendah. Sedangkan pada daerah lembah pergeseran statik yang besar akan terjadi pada daerah lembah yang curam. Daerah bukit akan memberikan efek konduktif pada data, sedangkan daerah lembah akan memberikan efek resistif pada data. Pergeseran statik pada keadaan ini terjadi karena pergeseran kurva TM ke atas pada topografi tinggi dan ke bawah pada topografi rendah. Aliran medan listrik secara horizontal pada TM mode yang menyebabkan kurva tersebut mengalami pergeseran.



Gambar 2.7 Pergeseran statik pada Topografi Tinggi (bukit)

Gambar 2.7 menunjukkan model bukit yang menyebabkan adanya pergeseran statik. Pergeseran statik akan terlihat besar pada puncak dari bukit tersebut. Selain itu pergeseran statik yang besar juga ditemukan ketika bukit tersebut semakin tinggi. Sedangkan pada lembah seperti pada Gambar 2.8

pergeseran statik yang besar akan terlihat pada lembah yang curam, dan pada dasar lembah.



Gambar 2.8 Pergeseran statik pada Topografi Rendah (lembah).

Pergeseran statik terlihat pada pergeseran kurva *tranverse electric* (TE) dan *tranverse magnetic* (TM). Data TE dan TM untuk uji coba dapat diperoleh dari model sintetik ataupun model sesuai daerah pengukuran yang di *forward* menggunakan software yang dikembangkan oleh Laboratorium Geofisika Eksplorasi yakni software MT2DFor. Dari *forward modelling* tersebut, diperoleh parameter-parameter fisis yakni resistivitas, fase, dan frekuensi. Ketiga parameter tersebut, dapat digunakan sebagai analisis pergeseran statik melalui kurva linier yang terbentuk. Namun, yang sering digunakan adalah analisis kurva linier resistivitas terhadap frekuensi pada bawah permukaan. Kurva tersebut menunjukkan TE dan TM dengan perbedaan pada resistivitas yakni ρ_{xy} pada TE dan ρ_{yx} pada TM.

2.3 Metode Koreksi Pergeseran Statik

2.3.1 TDEM

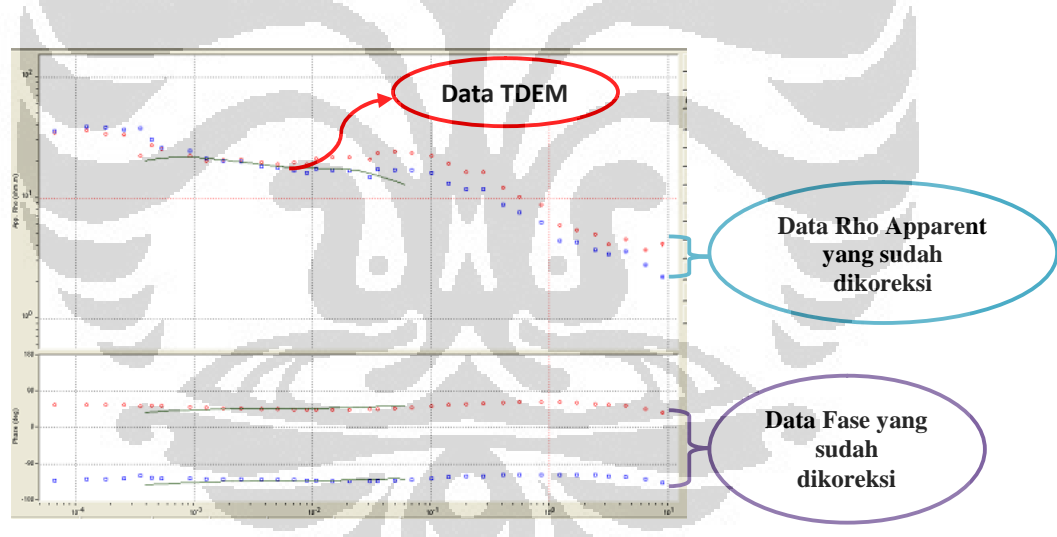
Interpretasi atau permodelan terhadap data MT yang mengalami distorsi akan menghasilkan parameter model yang salah. Oleh karena itu, diperlukan pengkoreksian pada data MT tersebut. Metode “*Time Domain Electromagnetic*” (TDEM) merupakan salah satu metode yang sering digunakan pada koreksi data MT. Metode ini hanya melibatkan pengukuran medan magnet sekunder akibat induksi medan magnet primer, sehingga TDEM relatif tidak terpengaruh oleh anomali konduktivitas lokal dekat permukaan (Hendro dan Grandis, 1996). Cara

ini didasarkan pada ekivalensi penetrasi kedalaman gelombang EM yang didefinisikan menjadi :

$$MT : \delta \approx 503\sqrt{\rho T} \quad TDEM: \delta' \approx \sqrt{\rho t} \dots \dots \dots (2.3)$$

Pada penetrasi kedalaman yang sama, dapat diasumsikan bahwa delay time (t) akan sama dengan periode (T). Dari persamaan MT dan TDEM di atas, maka akan diperoleh faktor konversi berupa pergeseran waktu sehingga pembagian t dengan 195 akan menghasilkan periode (Hendro dan Grandis, 1996).

Data TDEM 1 dimensi yang diperoleh, selanjutnya dibuat *forward modelling* terhadap kurva data MT, kemudian kurva data MT tersebut akan disesuaikan atau digeser terhadap kurva TDEM hasil *forward modelling*. Dengan demikian pergeseran statik secara vertikal dapat dihilangkan.



Gambar 2.9 Koreksi Data MT dengan TDEM

Selain metode TDEM, dapat juga digunakan metode resistivitas sounding. Dimana metode ini dapat mengoreksi pergeseran statik berdasarkan parameter resistivitas pada lapisan bawah permukaan.

2.3.2 Metode Geostatistik CoKriging

Kriging merupakan salah satu metode interpolasi yang memperhitungkan semua data yang ada disekitar data yang akan ditentukan nilainya tanpa memperhitungkan seberapa jauh atau dekat data disekitar tersebut dengan data yang ditentukan. Algoritma Kriging sering digunakan pada pengolahan data kontur regional. Pada pengkoreksian pergeseran statik, jenis algoritma ini juga dapat digunakan, hanya saja, penggunaannya akan lebih kompleks, karena memperhitungkan dua buah komponen. Algoritma ini sering disebut sebagai *CoKriging (Complex Kriging)* (Tournerie, Chouteau, dan Marcotte, 2007). Secara singkat, CoKriging dapat dikatakan sebagai sebuah teknik dalam interpolasi yang menggunakan 2 variabel yang berbeda, akan tetapi secara spasial berhubungan. Dengan memanfaatkan hubungan spasial ini dapat diestimasi nilai-nilai dari suatu variabel berdasarkan nilai-nilai dari variabel lain yang diketahui dari hasil pengukuran.

Untuk menentukan persamaan coKriging pada data magnetotellurik, terlebih dahulu menguraikan persamaan magnetotellurik Vozoff agar dapat diketahui variabel yang memiliki hubungan spasial. Berdasarkan persamaan Vozoff diketahui bahwa :

$$Z_{mn} = (\rho_a^{mn} \mu_0 \omega)^{1/2} \exp [j\phi_{mn}] \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana,

m dan n = x dan y pada pengukuran

j = $\sqrt{-1}$

μ_0 = permeabilitas magnetik

ω = frekuensi sudut

Kemudian persamaan (2), dapat didefinisikan sebagai variabel kompleks z sebagai berikut :

$$z = \log(Z) - 0.5 \log(\mu_0 \omega) = 0.5 \log(\rho_a) + j\phi \dots \dots \dots (2.5)$$

dengan menyederhanakan $r_a = \log(\rho_a)$ dan $z = 0.5r_a + j\phi$. Kemudian

persamaan (3) dapat diekspresikan untuk setiap periodenya adalah sebagai berikut:

$$z(x, y) = 0.5r_a^{obs}(x, y) + j\phi^{obs}(x, y) \dots\dots\dots(2.6)$$

Apabila variabel kompleks tersebut diubah menjadi $z = u + jv$ dengan asumsi u adalah rho dan v adalah fase, maka fungsi kompleks coKriging dapat diperoleh :

$$z_0 = u_0 + v_0 = \sum_{k=1}^n (\mu_{1k}u_k + \eta_{1k}v_k) + j \sum_{k=1}^n (\mu_{2k}u_k + \eta_{2k}v_k) \dots(2.7)$$

Dengan mengetahui bahwa :

$$\sum_{k=1}^n (\mu_{1k}u_k + \eta_{1k}v_k) = \text{komponen rho}$$

$$\sum_{k=1}^n (\mu_{2k}u_k + \eta_{2k}v_k) = \text{komponen fase}$$

2.3.3 Metode Geomagnetic Transfer Function

Untuk menghilangkan adanya efek statik pada data MT, dapat juga dilakukan dengan menggunakan metode *geomagnetic transfer function* atau medan magnet vertikal. Metode ini dapat menentukan perubahan parameter yang membuat penyimpangan data MT pada data sounding, dengan berdasarkan hukum Faraday dan respon MTnya. Metode ini menganggap bahwa variasi medan magnet horizontal dapat diabaikan, sehingga digunakan persamaan dasar TE mode dimana struktur utama akan sejajar dengan bidang sumbu x. Berdasarkan penurunan persamaan dasar medan magnet vertikal pada TE mode, diperoleh persamaan pada metode ini adalah sebagai berikut :

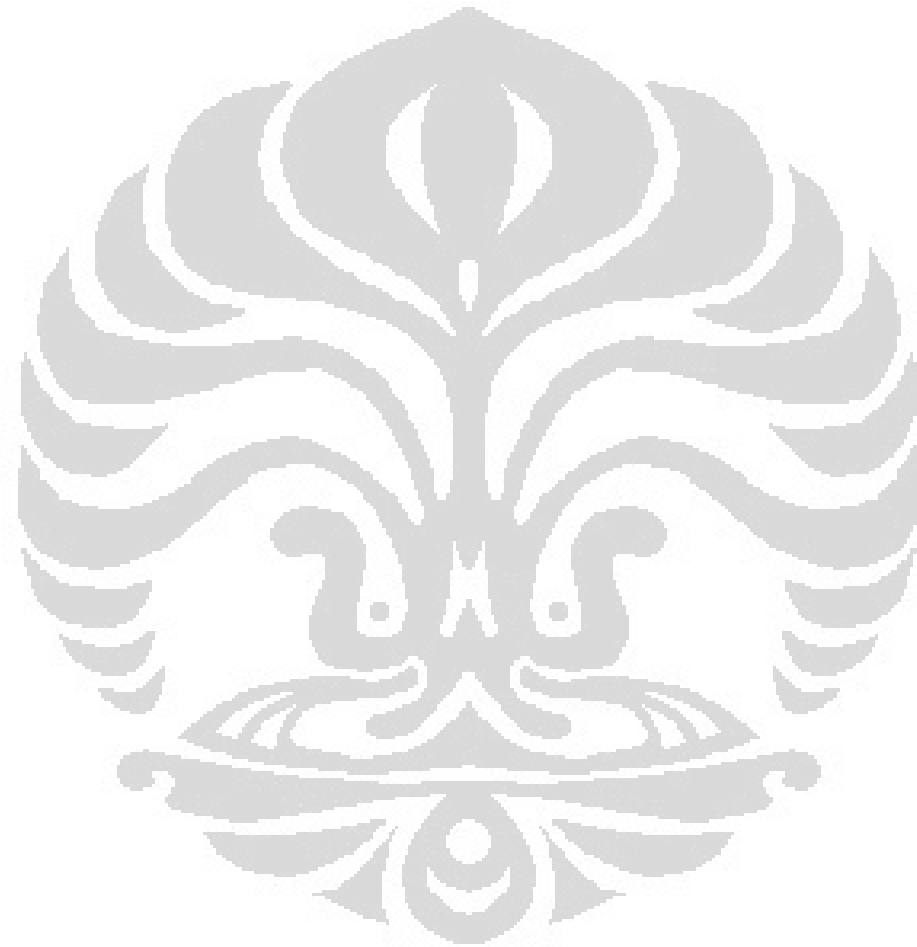
$$\zeta(\omega) = \frac{a_j}{a_{j-1}} \psi(\omega) + a_j \dots\dots\dots(2.8)$$

Persamaan (2.8) menjelaskan garis lurus pada ruang $-\zeta\psi$, dimana fungsi tersebut bergantung pada frekuensi, sehingga penyelesaian dari pergeseran statik dapat menggunakan persamaan garis yang sesuai dengan frekuensi dari kurva MT (Ledo, Gabas dan Marcuello, 2002).

2.3.4 Metode Filtering Spasial

Metode yang dilakukan dengan merata-rata atau pemfilteran spasial terhadap sekelompok data MT dan diasumsikan bahwa efek regional yang

merepresentasikan kondisi bawah permukaan yang sebenarnya akan muncul setelah dilakukan perata-rataan tersebut (Hendro dan Grandis, 1996). Hasil perata-ratan tersebut adalah nilai resistivitas semu yang dianggap sebagai nilai yang sebenarnya, sehingga seluruh kurva akan disesuaikan (digeser) hingga sesuai nilai rata-rata yang diperoleh.



Universitas Indonesia

BAB 3

PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN PROGRAM

3.1 Pembuatan Program

Distorsi pada data magnetotellurik, menyebabkan adanya pergeseran statik pada kurva TE dan kurva TM. Pergeseran statik tersebut menyebabkan interpretasi pada data menjadi ambigu. Oleh karena itu, diperlukan metode pengkoreksian pergeseran statik yang diharapkan mampu mengurangi bahkan menghilangkan pergeseran pada kurva TE dan TM tersebut. Metode yang sudah dikenal adalah metode TDEM, dimana metode ini hanya melibatkan pengukuran medan magnet sekunder akibat induksi medan magnet primer, sehingga TDEM relatif tidak terpengaruh oleh anomali konduktivitas lokal dekat permukaan. Akan tetapi, untuk memperoleh data TDEM, diperlukan pengukuran data di lapangan, dimana pengukuran ini tidak mudah dan menghabiskan biaya yang besar.

Untuk efisiensi pengkoreksian pergeseran statik, baik dalam waktu ataupun biaya, maka dilakukan pembuatan program pengkoreksian yang diharapkan mampu menjadi solusi pada pengkoreksian data magnetotellurik. Program pengkoreksian ini dibuat dengan analisis persamaan coKriging yang selanjutnya dituangkan pada program MATLAB.

3.1.1 Persamaan coKriging

Apabila ditinjau dari proses perhitungannya, Kriging dibedakan menjadi empat macam dan salah satu diantaranya adalah coKriging. CoKriging merupakan suatu teknik khusus dalam interpolasi dengan memakai dua variabel berbeda, akan tetapi variabel tersebut secara spasial saling berhubungan. Variabel yang ingin diketahui nilai-nilainya disebut variabel utama, sedangkan variabel yang digunakan untuk mengestimasi, disebut sebagai co variabel.

Agar dapat menggunakan persamaan coKriging pada program, maka persamaan tersebut terlebih dahulu diubah menjadi elemen-elemen matriks. Berdasarkan persamaan (2.7), persamaan tersebut dapat diubah menjadi sistem persamaan baru menggunakan metode Lagrange, yakni sebagai berikut :

$$\sum_{p=1}^n \mu_{1p} \text{Cov}(u_k u_p) + \sum_{p=1}^n \eta_{1p} \text{Cov}(u_k v_p) + \lambda_{1r} = \text{Cov}(u_0, u_k) \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\sum_{p=1}^n \mu_{1p} \text{Cov}(v_k u_p) + \sum_{p=1}^n \eta_{1p} \text{Cov}(v_k v_p) + \lambda_{1i} = \text{Cov}(u_0, v_k) \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\sum_{p=1}^n \mu_{1p} = 1 \dots \dots \dots (3.3)$$

$$\sum_{p=1}^n \eta_{1p} = 0 \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana $k = 1, 2, \dots, n$, cov adalah fungsi c ovarian, λ_{1r} dan λ_{1i} adalah pengali Lagrange.

Kemudian persamaan (3.1), (3.2), (3.3), dan (3.4) diubah dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$[A][B]=[C]$$

dengan,

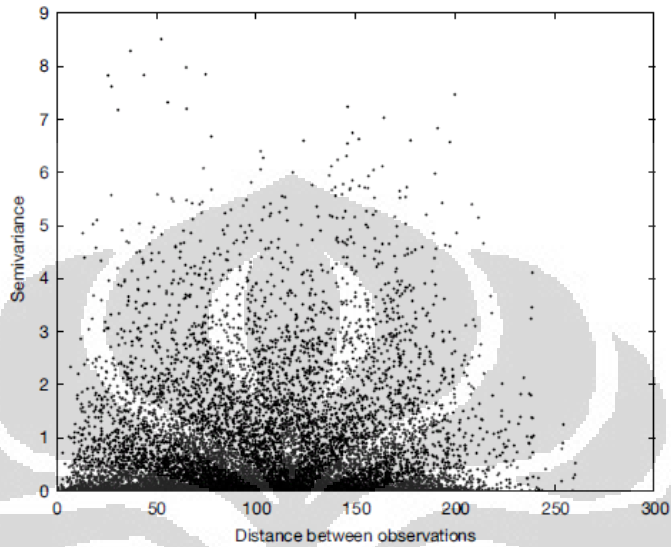
$$A = \begin{bmatrix} \text{Cov}(u_1, u_1) & \text{Cov}(u_1, u_2) & \dots & \text{Cov}(u_1, u_n) & \text{Cov}(u_1, v_1) & \text{Cov}(u_1, v_2) & \dots & \text{Cov}(u_1, v_n) & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{Cov}(u_n, u_1) & \text{Cov}(u_n, u_2) & \dots & \text{Cov}(u_n, u_n) & \text{Cov}(u_n, v_1) & \text{Cov}(u_n, v_2) & \dots & \text{Cov}(u_n, v_n) & 1 & 0 \\ \text{Cov}(v_1, u_1) & \text{Cov}(v_1, u_2) & \dots & \text{Cov}(v_1, u_n) & \text{Cov}(u_n, v_1) & \text{Cov}(u_n, v_2) & \dots & \text{Cov}(u_n, v_n) & 0 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{Cov}(v_n, u_1) & \text{Cov}(v_n, u_2) & \dots & \text{Cov}(v_n, u_n) & \text{Cov}(v_n, v_1) & \text{Cov}(v_n, v_2) & \dots & \text{Cov}(v_n, v_n) & 0 & 1 \\ & & & & 1 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ & & & & 0 & \dots & 0 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \vdots \\ \mu_{1n} \\ \eta_{11} \\ \vdots \\ \eta_{1n} \\ \lambda_{1r} \\ \lambda_{1i} \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} \text{Cov}(u_0 u_1) \\ \vdots \\ \text{Cov}(u_0 u_n) \\ \text{Cov}(u_0 v_1) \\ \vdots \\ \text{Cov}(u_0 v_n) \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

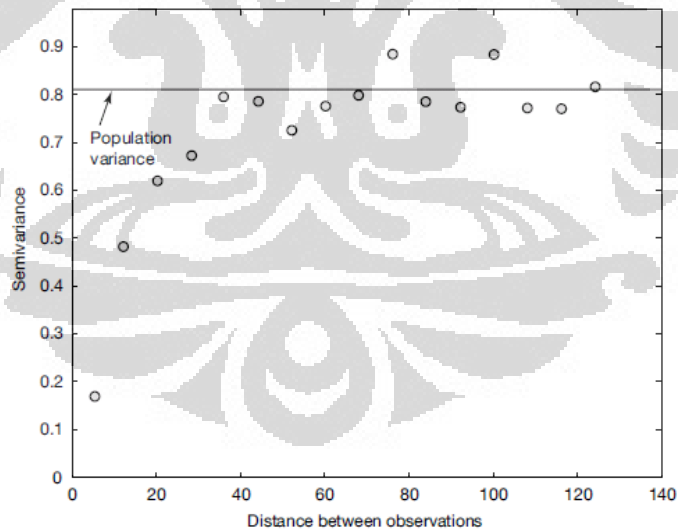
Untuk menentukan elemen-elemen matriks di atas, terlebih dahulu menentukan nilai variogram baik untuk nilai u (rho) ataupun v (fase). Karena banyaknya data yang akan diplot, maka perlu dilakukan fitting untuk data -data tertentu yang akan digunakan. Sebelum melakukan fitting, maka dilakukan perhitungan semivarian untuk. Secara umum nilai semivarian dapat diketahui sebagai berikut :

$$\gamma(h) = 0.5 \cdot (z_x - z_{x+h})^2 \dots\dots\dots(3.5)$$

z_x adalah nilai percobaan pada jarak x sedangkan z_{x+h} nilai pada percobaan pada jarak x + h.



Gambar 3.1 Contoh Persebaran Data Semivarian [Truth, 2006]



Gambar 3.2 Contoh Data Semivarian setelah dilakukan Perata-rataan [Truth, 2006]

Data-data semivarian seperti pada Gambar 3.1 ditentukan nilai rata-ratanya seperti pada Gambar 3.2, kemudian dilakukan fitting data. Dari hasil fitting data yang disesuaikan dengan persamaan variogram Gaussian, diperoleh nilai konstanta c_0 , c , dan a . Adapun persamaan variogram Gaussiannya adalah sebagai berikut :

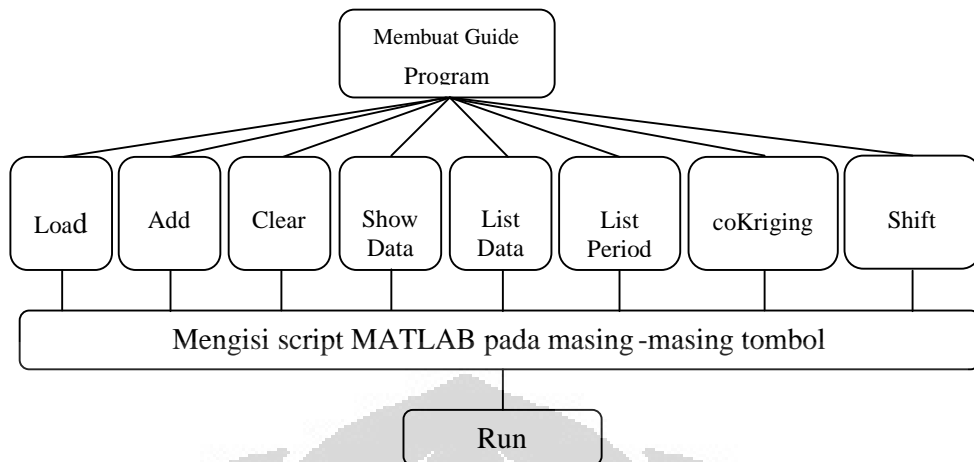
$$\gamma(h) = c_0(1 - \delta(h)) + c(1 - \exp\left(-\left(\frac{h}{a}\right)^2\right)) \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\gamma(h) = c[1 - \exp\left(-\left(\frac{|h|}{2}\right)^2\right)] \dots \dots \dots (3.7)$$

Setelah diperoleh nilai c yang sesuai, selanjutnya untuk menentukan elemen-elemen matriks, nilai c tersebut sebagai konstanta tetap dengan mensubstitusikan nilai h sesuai dengan jarak pada data. Apabila matriks A dan C sudah lengkap, maka kita dapat menentukan nilai matriks B dengan melakukan invers matrik A dan C . matriks B merupakan nilai μ dan η dimana apabila nilai-nilai ini sudah diketahui, maka kita dapat memperoleh nilai u (ρ) dengan mensubstitusikannya pada persamaan (5). Selanjutnya nilai ρ tersebut diinterpolasi, dan ditentukan nilai mediannya. Median dari ρ inilah yang digunakan sebagai hasil jarak pergeseran titik ρ setelah mengalami koreksi.

3.1.2 Program Koreksi

Program koreksi pergeseran statik dibuat pada MATLAB berdasarkan pemahaman persamaan coKriging dan variogram matriksnya. Diagram Alir pembuatan program dapat dilihat pada Gambar 3.3 :



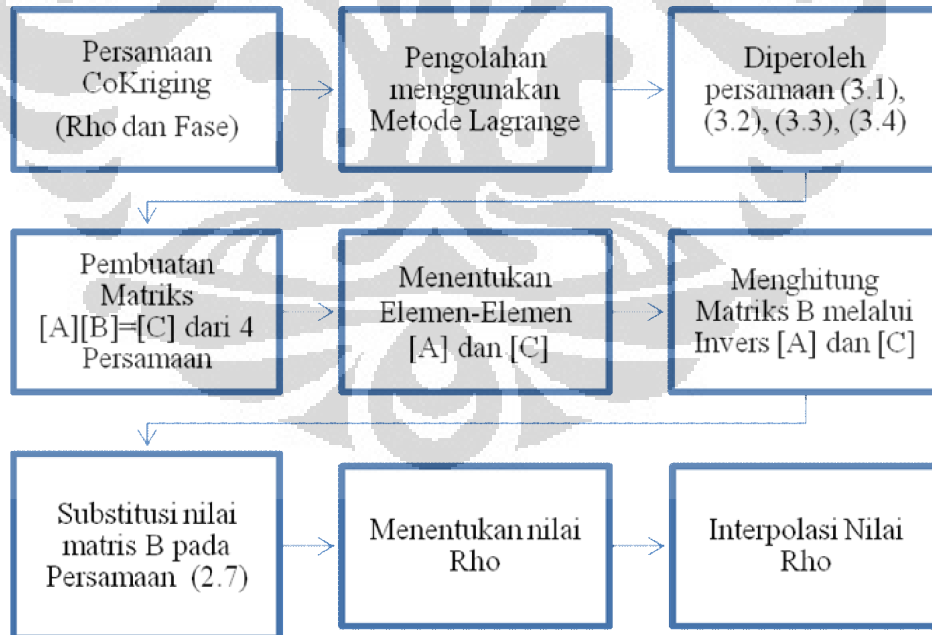
Gambar 3.3 Diagram Alir Pembuatan Program

Pembuatan program diawali dengan membuat guide program yang bertujuan untuk memudahkan dalam pemakaian program koreksi. Guide program yang dibuat pada penelitian ini melibatkan 8 tombol seperti pada Gambar 3.2. Selain itu, pada guide juga dibuat kotak tampilan kurva untuk kurva resistivitas dan fase. Dengan demikian, pada program ini langsung dapat terlihat tampilan kurva data pada masing-masing stasiun.

Tombol “load” merupakan tombol yang digunakan untuk memanggil data atau membaca data. Pada tombol ini juga diatur pembacaan data untuk file .dts dimana jenis file yang akan dibaca tersebut, disesuaikan dengan file yang tersedia pada data magnetotellurik. Tombol “add” adalah tombol untuk menambahkan kurva data yang akan ditampilkan pada kotak tampilan. Kurva data tersebut dibaca dalam bentuk file yang sama yakni .dts. Pada tombol ini, juga divariasikan warna kurva data yang akan ditampilkan sehingga memudahkan pembacaan kurva. Selain tombol tersedia tombol penambahan kurva, juga terdapat tombol “clear” dimana tombol ini berfungsi sebagai penghapus kurva data yang tidak digunakan. Kurva data yang terhapus adalah kurva data yang semula ditambahkan menggunakan program “add”. Sedangkan untuk menu “show” merupakan menu untuk menampilkan ataupun menghilangkan data yang di baca oleh “load”.

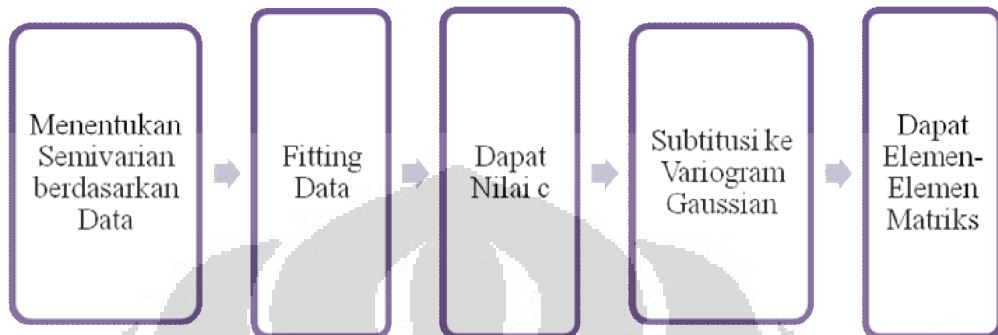
Selain tombol juga terdapat “list data” dan “list periode”. List data memuat data-data yang telah dibaca melalui load. Pada list data ini, terdapat fungsi yang mengatur kemunculan kurva data pada kotak tampilan kurva. Sedangkan untuk list periode menampilkan periode-periode dari data resistivitas ataupun fase dari TE atau TM setiap stasiun. Periode muncul secara berurut dari periode kecil ke besar. Apabila dipilih periode tertentu, maka kurva data akan berubah sesuai dengan periodenya. Periode besar menjadi perhatian pada penelitian ini karena pergeseran statik cenderung pada periode ini.

Tombol selanjutnya yang tidak kalah penting adalah tombol coKriging dan tombol random. Pada tombol coKriging berisi matriks data TE dan TM. Menggunakan persamaan coKriging, data TE dan TM tersebut di interpolasi ke satu titik dimana titik tersebut merupakan titik temu data yang selanjutnya menjadi kurva data yang terkoreksi. Titik tersebut diperoleh dari perata-rataan data-data TE dan TM disekitarnya yang telah diubah dalam bentuk matriks menggunakan fungsi variogram Gaussian. Adapun Diagram Alir penggunaan persamaan CoKriging ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



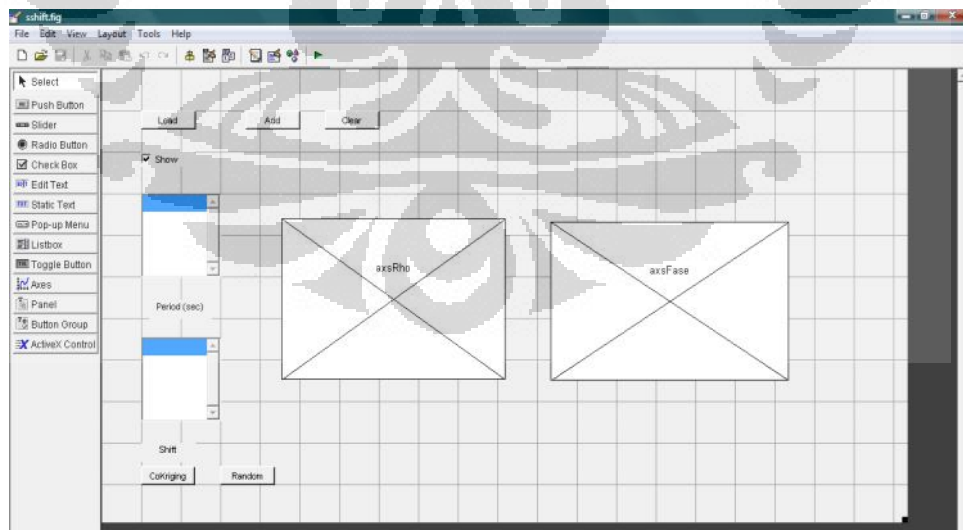
Gambar 3.4 Diagram Alir Penggunaan Persamaan CoKriging

Pada penggunaan persamaan CoKriging, diperlukan matriks untuk memudahkan perhitungan. Adapun langkah-langkah untuk memperoleh elemen-elemen matriks tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5.

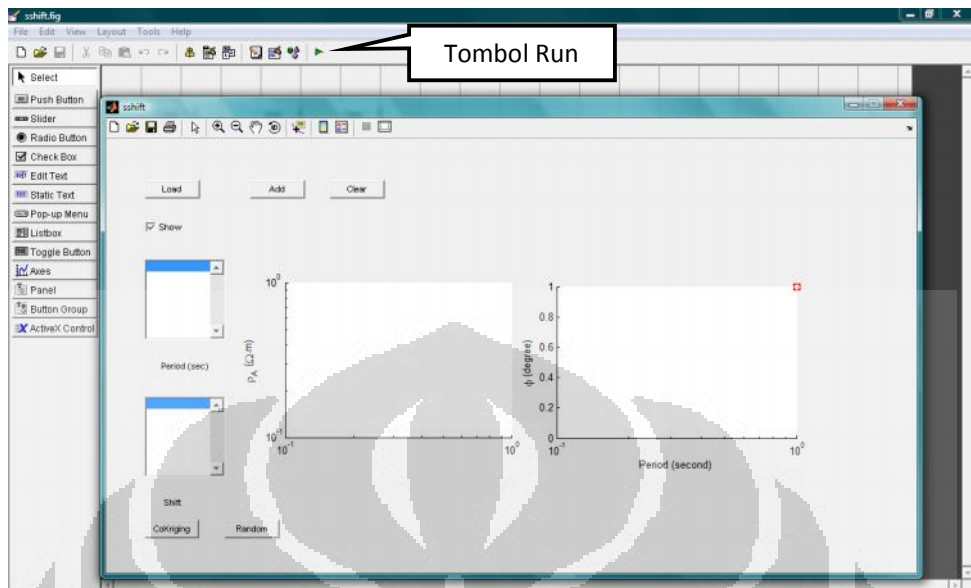


Gambar 3.5 Diagram Alir Penentuan Elemen-Elemen Matriks

Tombol “shift random” merupakan tombol yang dapat digunakan untuk mengestimasi pergeseran statik. Variasi pergeseran statik dapat dibuat sendiri menggunakan tombol ini, dengan menggeser kurva TE dan TM sesuai yang diinginkan.



Gambar 3.6 Tampilan Guide Program Sebelum di Run



Gambar 3.7 Tampilan Guide Program setelah di Run

3.2 Penggunaan Program dan Software Pendukung

Program “SS Correction” yang berhasil dibuat pada penelitian ini, diuji coba pada data sintetik dan data riil. Akan tetapi sebelum menggunakan program tersebut, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menyiapkan data uji coba. Persiapan data uji coba ini, melibatkan beberapa software yang digunakan untuk menunjang keberhasilan penelitian. Adapun software yang digunakan adalah software MT2D-for dan software MT2Dinv. Setelah persiapan data selesai, selanjutnya dilakukan pemakaian program pada MATLAB menggunakan data sintetik dan data riil.

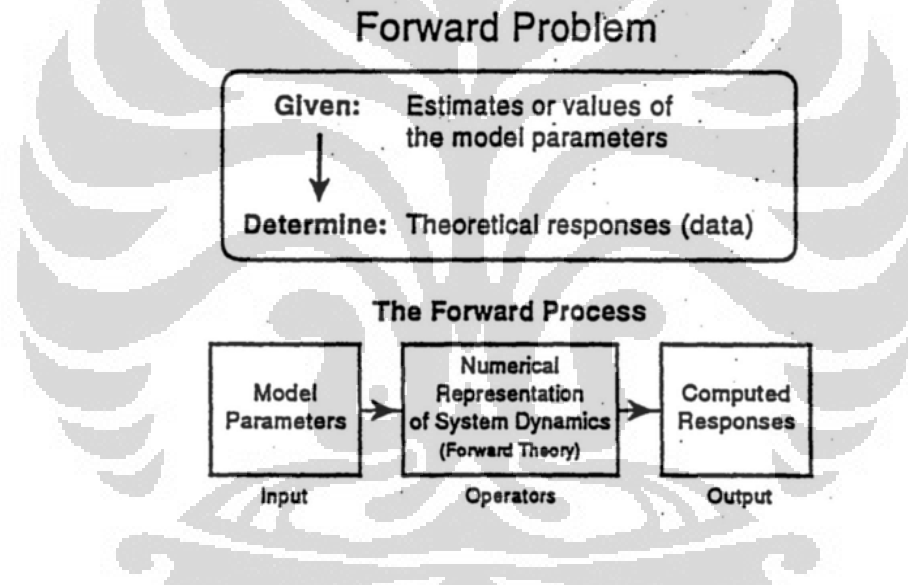
3.2.1 MT2D-For

Salah satu software yang digunakan untuk melakukan *forward modelling* adalah software MT2D-For. Software ini dikembangkan oleh Laboratorium Geofisika Eksplorasi pada tahun 2007. *Forward Modelling* dilakukan agar dapat diperoleh data hasil *forward* yang dapat dianalisis lebih lanjut.

Universitas Indonesia

Software *forward modelling* ini berperan aktif pada penelitian yakni untuk membuat model sintetik yang akan menghasilkan data sintetik untuk diuji pada program koreksi. Pada software *forward-modeling* ini dapat ditentukan jumlah stasiun MT, jumlah periode, periode minimum dan maksimum, jumlah blok dan ukuran blok model resistivitas, dan parameter-parameter modeling lainnya (Gambar 3.9).

Lokasi stasiun dapat dilakukan interaktif dengan menggeser-geser simbol segitiga. Topografi pun dapat dimasukkan dengan mengklik daerah di bawah stasiun. Input nilai resistivitas dilakukan dengan memblok daerah yang diinginkan kemudian menginputkan nilai resistivitas di kotak input yang disediakan. Berikut ini merupakan alur forward modelling :



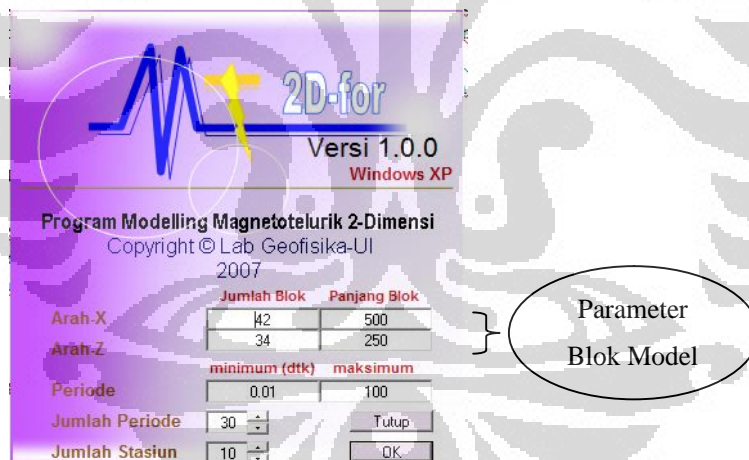
Gambar 3.8 Diagram Alir Forward Modelling [Daud, 2007]

Adapun prosedur pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

Tampilan awal pada software ini terdapat pada Gambar 3.9. Tampilan ini berisi kotak input parameter data sintetik yang akan dihasilkan. Kotak input yang harus diisi adalah parameter blok model dan juga parameter periode. Pada kotak parameter blok model berisi jumlah dan dimensi blok untuk tiap arah, yakni arah-X (horizontal) dan arah-Z (vertikal). Input data pada parameter blok model disesuaikan dengan model yang kita inginkan. Sedangkan parameter periode

berisi *range* periode data sintetik dan jumlah periode untuk tiap stasiun yang akan dihasilkan. Parameter periode ini pun dapat disesuaikan dengan keinginan. Input *range* periode ini akan berpengaruh kurva resistivitas dan kurva fase ketika dilakukan *inversi modeling*. *Range* ini akan menggambarkan penetrasi kedalaman periode atau frekuensi dari model yang kita buat.

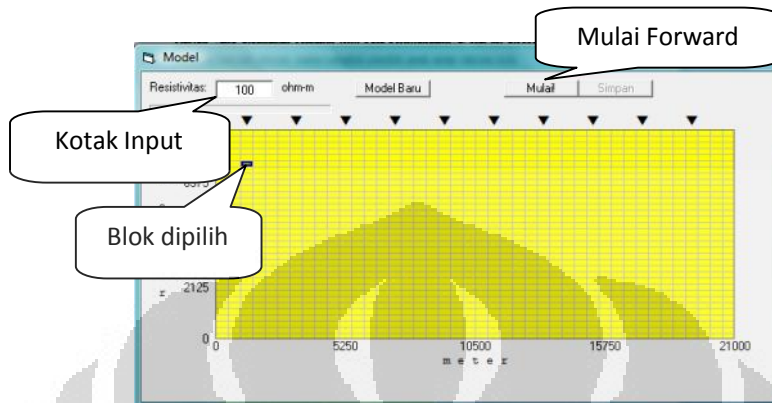
Jumlah periode dan jumlah stasiun pengamatan juga dapat ditentukan sesuai dengan yang kita inginkan. Keduanya dapat diatur sesuai model yang akan kita buat.. Banyak sedikitnya stasiun yang kita gunakan dalam permodelan ini akan berpengaruh pada lama waktu yang dibutuhkan ketika *running* di MT2Dinv, yaitu proses *inversi modeling*. Semakin banyak stasiun maka proses inversinya pun semakin lama. Akan tetapi, semakin banyak stasiun yang digunakan ketelitian perhitungan semakin baik. Hal ini disebabkan karena semakin banyak stasiun, maka semakin pendek jarak antar stasiun nya. Setelah seluruh kotak input diisi, maka klik tombol OK.



Gambar 3.9 Tampilan Awal MT2D-For

Setelah tombol OK diklik, akan ditampilkan blok model resistivitas 2-D (Gambar 3.10). Tiap kotak dalam model tersebut memiliki warna sesuai dengan nilai resistivitas tiap blok. Hanya terdapat satu kotak input dalam *form* ini, yaitu kotak input resistivitas. Kotak input ini berfungsi untuk mengetahui nilai

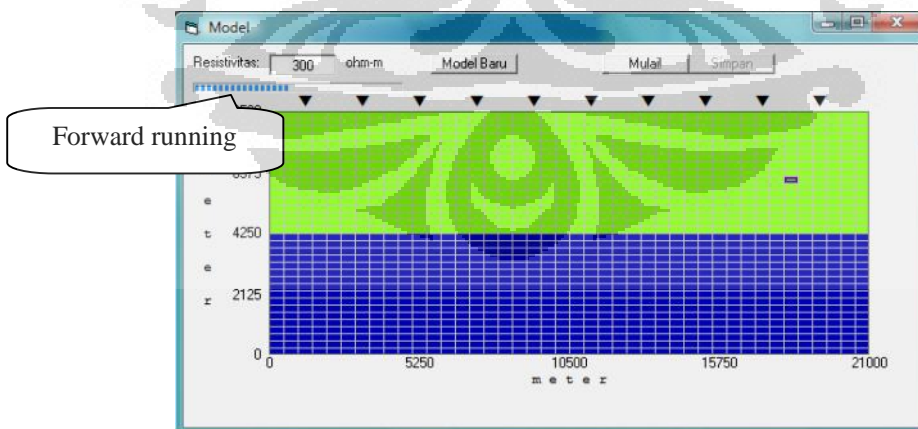
resistivitas tiap blok dan mengubah nilai resistivitas blok. Untuk mengetahui nilai resistivitas tiap blok, klik blok yang bersangkutan. Nilai resistivitas untuk blok tersebut akan muncul di kotak input.



Gambar 3.10 Blok Model MT2D-for

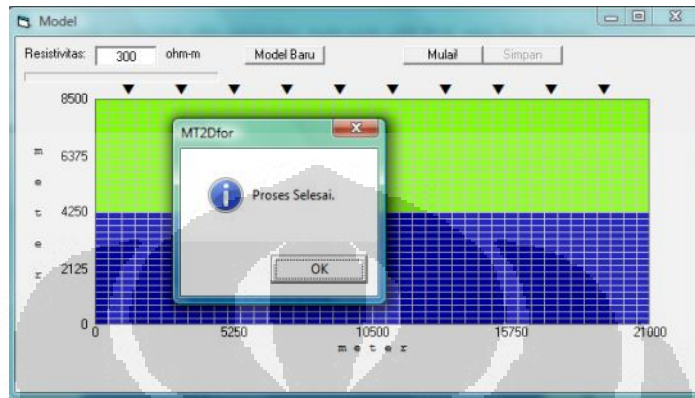
Untuk mengubah nilai resistivitas, mula-mula pilih blok yang ingin diubah nilai resistivitasnya. Selanjutnya, masukkan nilai resistivitas yang diinginkan dalam kotak input resistivitas. Tekan ENTER. Warna blok yang dipilih akan berubah sesuai dengan nilai resistivitas yang dimasukkan.

Langkah berikutnya adalah melakukan *forward* dengan meng-klik tombol mulai, selanjutnya, proses *forward* pun berjalan seperti pada Gambar 3.11 .



Gambar 3.11 Proses *Forward Modelling* Dimulai

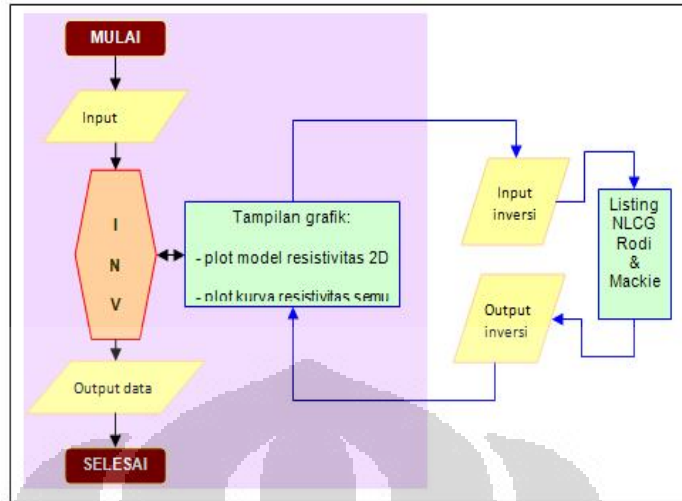
Setelah proses *forward modelling* selesai, maka akan muncul perintah “Proses Selesai” (Gambar 3.12). Perintah ini di-klik, kemudian hasil *forward* disimpan dengan meng-klik tombol “Simpan” dan dipilih tempat penyimpanan yang rapi .



Gambar 3.12 Proses Forward Modelling Selesai

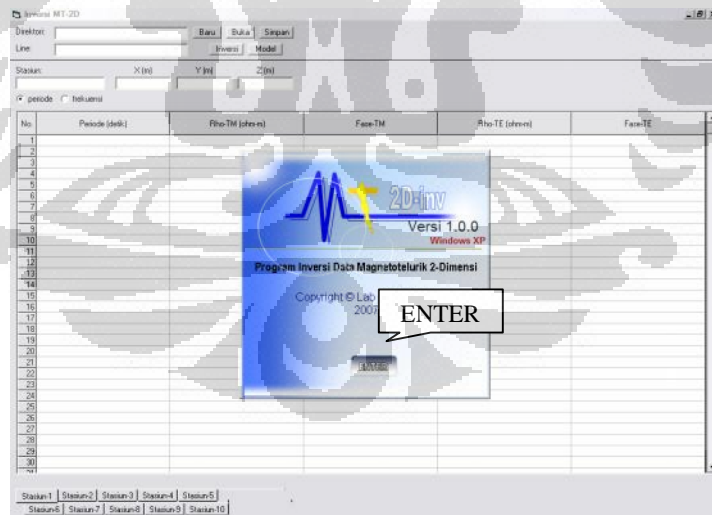
3.2.2 MT2DInv

MT2DInv adalah software inversi yang juga dikembangkan oleh Laboratorium Geofisika Eksplorasi Universitas Indonesia. Software ini digunakan untuk pengolahan data 2D dan menampilkan model 2D nya. Software ini pada dasarnya menulis data dengan format yang bisa dibaca oleh program inversi Rodi & Mackie. Selanjutnya program ini memerintahkan program tersebut untuk melakukan inversi. Output dari program inversi tersebut ditangkap dan disimpan untuk tiap model yang diperoleh dari tiap iterasi yang dilakukan . Proses inversi pun ditampilkan secara visual dengan menampilkan model yang diperoleh dalam tiap inversi dan plot kurva resistivitas pengamatan dan perhitungan secara instan . Diagram alur program ini ditunjukkan dalam Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Diagram Alir Inversi Modelling [Daud, 2007]

Adapun prosedur pengoperasian Program “MT2Dinv” adalah membuka software MT2Dinv yang selanjutnya akan muncul tampilan awal seperti pada Gambar 3.14. Setelah menekan ENTER atau mengklik tombol ENTER, masukkan data MT dalam kotak input dan *spreadsheet* yang disediakan.



Gambar 3.14 Tampilan Awal MT2Dinv

Data untuk tiap stasiun, berupa data resistivitas semu (dalam ohm m) dan

fase (dalam derajat) untuk TE dan TM mode. Sesuai dengan tipe data yang dipilih, input data tiap stasiun dapat dimasukkan berdasarkan frekuensi atau periode. Setelah data untuk stasiun pertama selesai diisi, pindah ke stasiun kedua dengan mengklik tab yang terdapat di bagian bawah. Input yang harus dimasukkan juga sama seperti input data stasiun pertama (nama stasiun, koordinat stasiun, resistivitas semu dan fase mode TE dan TM untuk tiap frekuensi/periode). Data stasiun-stasiun lainnya diinputkan dengan cara serupa.

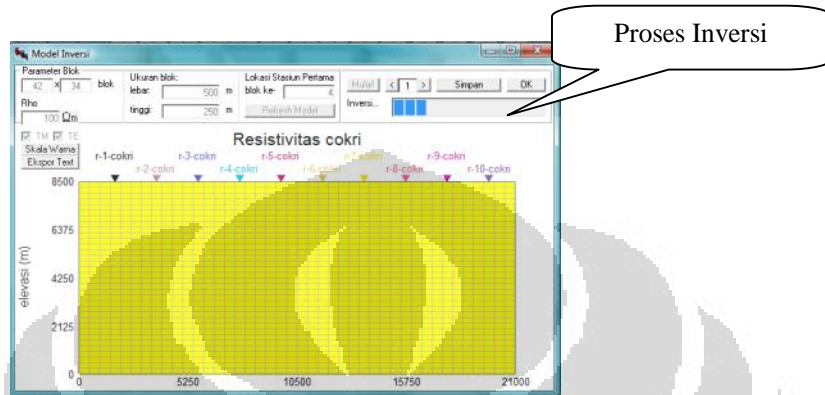
Selain itu, data dapat dibuka secara otomatis apabila forward modeling telah di *save* sebelumnya. Data input seperti nama stasiun, koordinat stasiun, resistivitas semu dan fase mode TE dan TM untuk tiap frekuensi/periode dapat dipanggil dan terbuka dengan cara mengklik direktori data forward modeling yang sebelumnya telah dibuat pada dokumen.

The screenshot shows the 'Inversi MT-2D' software interface. At the top, there are fields for 'Direktori' (A:\randomformodel\), 'Line' (r), and buttons for 'Baru', 'Buka', 'Simpan', 'Imper EDI', and 'Imper DTS'. Below these are 'Inversi' and 'Model' buttons. The main section is a data entry form for 'Stasiun' with fields for 'X (m)', 'Y (m)', and 'Z (m)'. The 'X' field contains '6500', 'Y' contains '0', and 'Z' contains '8500'. A callout labeled 'Koordinat' points to these fields. Below the form is a table with columns: 'No.', 'Periode (detik)', 'Rho-TM (ohm-m)', 'Fase-TM', 'Rho-TE (ohm-m)', and 'Fase-TE'. A callout labeled 'Pemilihan Tipe Data Periode/Frekuensi' points to the radio buttons 'periode' (selected) and 'frekuensi'. Another callout points to the table data, stating: 'Data yang ditampilkan pada MT2DInv berupa : Periode/Frekuensi, Resistivitas (TE & TM), Fase (TE & TM)'. At the bottom, there is a grid of buttons numbered 1 to 61.

No.	Periode (detik)	Rho-TM (ohm-m)	Fase-TM	Rho-TE (ohm-m)	Fase-TE
1	0.010000	32.279800	46.200000	482.177000	46.900000
2	0.014000	32.269000	45.800000		45.500000
3	0.019000	32.312000	45.600000		
4	0.026000	32.365800	45.500000		
5	0.036000	32.301300	45.600000		
6	0.049000	31.946400	45.700000		
7	0.067000	31.269000	45.600000		
8	0.092000	30.484100	44.900000		
9	0.127000	29.924900	43.700000	457.285000	43.100000
10	0.174000	29.860400	42.100000	460.417000	41.300000
11	0.240000	30.505600	40.200000	475.254000	39.400000

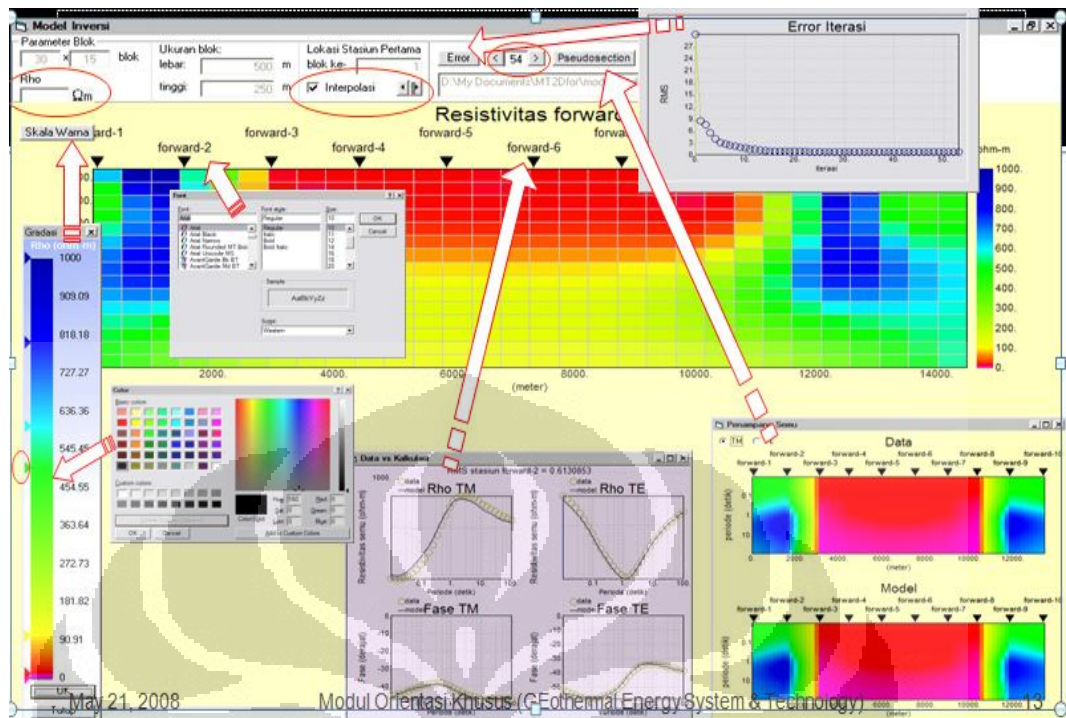
Gambar 3.15 Form Input Data

Setelah data yang diinput sudah masuk ke dalam program MT2DInv (form input data seperti yang tertera pada Gambar 3.15, maka selanjutnya adalah melakukan inversi pada data tersebut dengan cara mengklik tombol inversi. Adapun blok model inversi dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Blok Model Inversi

Ketika proses inversi telah selesai, maka hasil inversi disimpan. Untuk dapat melihat hasil model hasil inversi, dibuka pada software MT2DInv dengan mengklik tombol model, kemudian, akan muncul model inversi seperti pada Gambar 3.17.



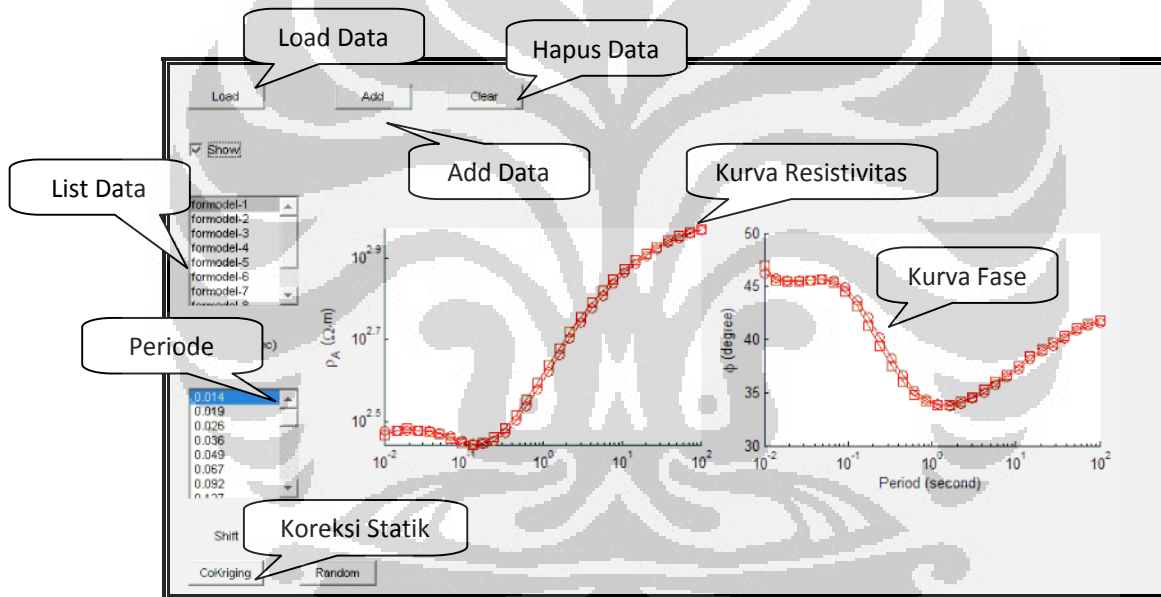
Gambar 3.17 Model Hasil Inversi dan Perangkatnya [Daud, 2008]

3.2.3 MATLAB

Setelah melakukan persiapan data khususnya data sintetik menggunakan software di atas, langkah selanjutnya adalah menjalankan program dengan data yang telah tersedia. Program pada penelitian ini diuji dengan data sintetik dan data riil. Tampilan Program dapat dilihat pada Gambar 3.18. Adapun langkah-langkah penggunaan program yang dibuat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Memanggil data, dengan "load".
- Memilih data mana yang akan ditampilkan pada box resistivitas maupun box fase dengan memilih data yang terdapat pada list data.
- Memilih data yang ditampilkan sesuai periode yang diinginkan.
- Jika ada pergeseran statik, maka dapat segera dilaku kan koreksi seperti yang dilakukan pada penelitian ini.

- e) Namun apabila tidak terjadi pergeseran statik, dan ingin menentukan sendiri, maka data dapat diestimasi secara random untuk memperoleh fenomena pergeseran statik.
- f) Mengkoreksi data menggunakan coKriging
- g) Langkah terakhir, membandingkan dengan data original sintetik yang tidak mengalami pergeseran statik. Untuk data COPROD2 , perbandingan dilakukan antara data yang sudah terkoreksi dengan data yang dikoreksi menggunakan metode geostatistik. Untuk data sintetik dan data riil lapangan X, data yang sudah terkoreksi dapat terlihat lebih baik berdasarkan hasil kurva dan pseudosectionnya.



Gambar 3.18 Program Koreksi Pergeseran Statik

3.2.4 Data Sintetik

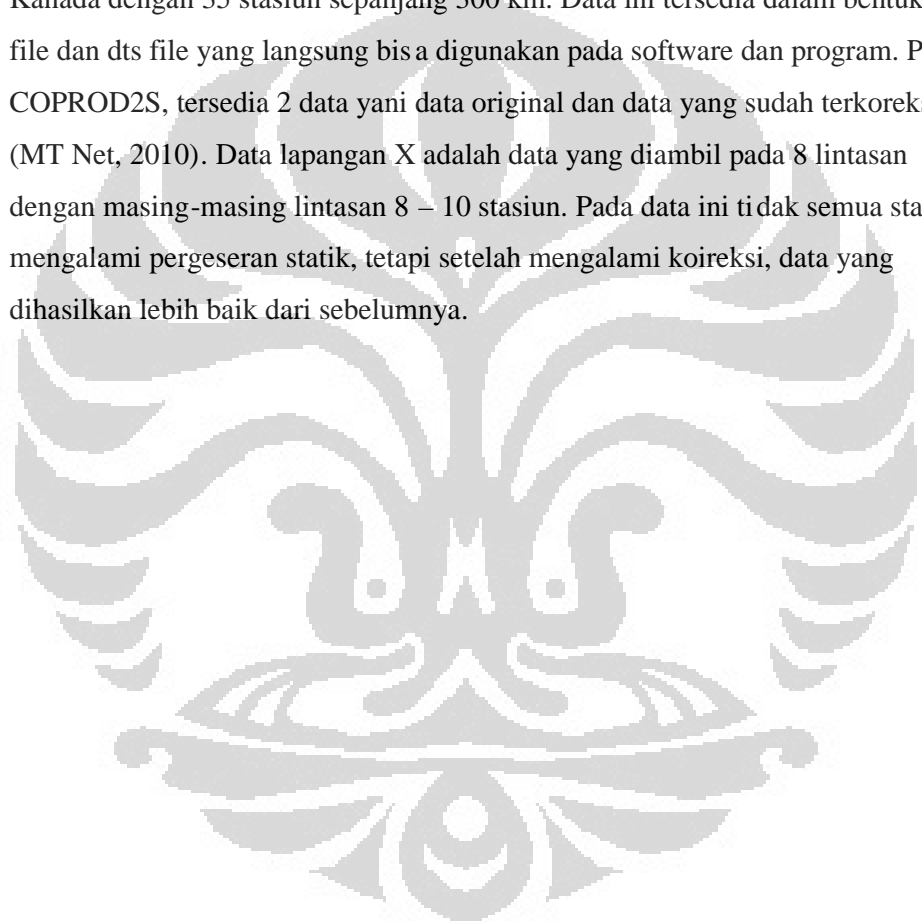
Data sintetik adalah data yang diperoleh dari hasil *forward modelling* model sintetik. Model tersebut dibuat sendiri atau manual, dengan 2 lapisan yakni lapisan pertama adalah 300 ohmeter dan lapisan kedua 100 ohm meter. Pada data sintetik ini terdapat lensa dengan resisitivitas 30 ohm meter pada stasiun 5.

Sehingga pada stasiun 5 dan stasiun sekitarnya mengalami fenomena pergeseran

statik. Sedangkan untuk stasiun yang jauh dari stasiun 5, tidak mengalami efek statik tersebut.

3.2.5 Data Riil

Data Riil adalah data MT yang diambil langsung dari pengukuran di lapangan. Pada penelitian ini digunakan dua data riil yaitu data COPROD2 dan data lapangan X. Data COPROD2 merupakan data pengukuran MT di lapangan Kanada dengan 35 stasiun sepanjang 300 km. Data ini tersedia dalam bentuk edi file dan dts file yang langsung bisa digunakan pada software dan program. Pada COPROD2S, tersedia 2 data yaitu data original dan data yang sudah terkoreksi (MT Net, 2010). Data lapangan X adalah data yang diambil pada 8 lintasan dengan masing-masing lintasan 8 – 10 stasiun. Pada data ini tidak semua stasiun mengalami pergeseran statik, tetapi setelah mengalami koreksi, data yang dihasilkan lebih baik dari sebelumnya.



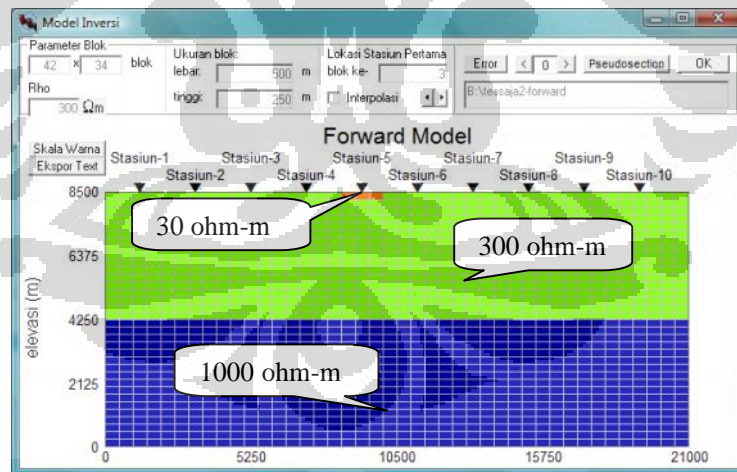
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Sintetik

4.1.1 *Forward Model Sintetik*

Model sintetik merupakan model yang didesain manual untuk menghasilkan data sintetik yang dapat digunakan pada program pengkoreksian. Model sintetik pada penelitian ini dibuat dengan *forward modelling* 2 lapisan dengan nilai resistivitas pada lapisan 1 adalah 300 ohm-meter dan pada lapisan 2 adalah 1000 ohm-meter. Model tersebut dibuat dengan 10 stasiun yang berjarak 2,1 km dan elevasi/ kedalaman 8.5 km. Dari permodelan sintetik, dapat diperoleh data sintetik dimana data ini adalah data magnetotellurik yang mengalami pergeseran static dikarenakan heterogenitas di dekat permukaan (selanjutnya disebut lensa) yang memiliki nilai resistivitas 30 ohm-meter. Lensa tersebut berada pada stasiun 5. Oleh karena itu, kurva pada stasiun 5 mengalami pergeseran static yang besar.



Gambar 4.1 *Forward Model Sintetik*

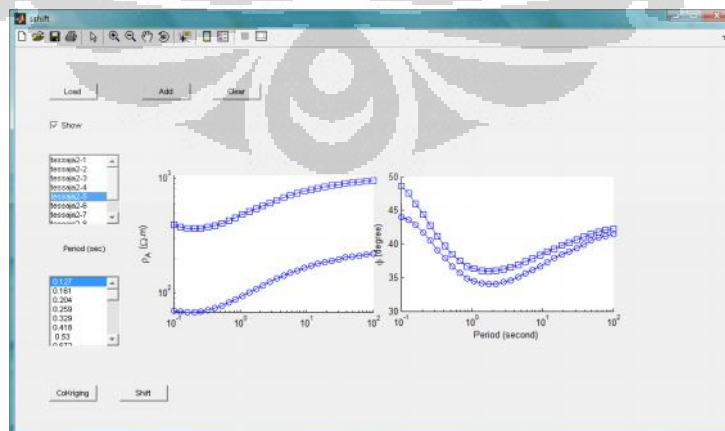
4.1.2 Kurva dan Inversi Model

Kurva merupakan tampilan data setelah di run oleh program. Pada kurva, dapat terlihat seberapa besar pergeseran statik tersebut. Kurva yang dapat ditampilkan pada program ini adalah kurva TE dan TM baik untuk rho ataupun fase.

Inversi model adalah suatu langkah dimana dapat diperoleh mode 1 dari data yang tersedia. Inversi model yang dilakukan di penelitian ini adalah inversi model data sintetik yang sebelumnya dibuat pada *forward modelling*, Inversi untuk data riil dan COPROD2 serta inversi untuk masing-masing data setelah dikoreksi oleh geostatistik. Dari hasil inversi yang dilakukan akan diperoleh model hasil inversi dan *pseudosection*-nya, dimana dari model dan *pseudosection* tersebut dapat digunakan untuk membandingkan hasil inversi tersebut.

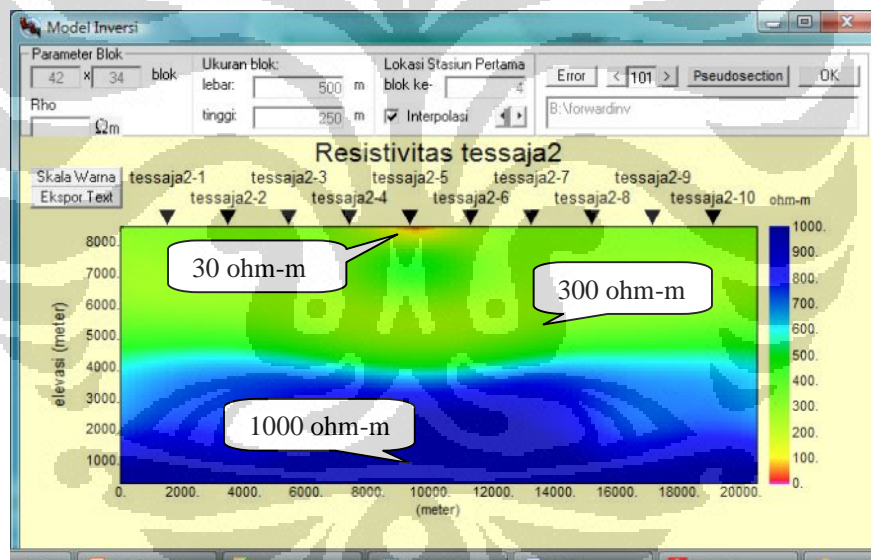
a. Kurva dan Inversi Model Sintetik

Pada data sintetik diperoleh 10 buah kurva dari 10 stasiun yang ada. Berdasarkan model sintetik yang dibuat, pada kurva terlihat bahwa stasiun 5 mengalami pergeseran static yang cukup besar. Hal ini diakibatkan pengaruh dari lensa didekat permukaan yang terdapat pada station 5. Selain pada stasiun 5, stasiun 4 dan stasiun 6 juga terpengaruh oleh efek tersebut. Sedangkan untuk stasiun-stasiun yang lain tidak mengalami efek yang signifikan hal ini dimungkinkan letak station yang cukup jauh dari pusat efek statik (lensa). Adapun kurva data sintetik untuk stasiun 5 dapat dilihat pada Gambar 4.2, sedangkan untuk kurva stasiun lain dapat terlihat pada lampiran.



Gambar 4.2 Kurva Data Sintetik Original Stasiun 5

Selain pada kurva, tampilan data sintetik juga dapat dilihat pada model sintetik pada Gambar 4.3 yang telah mengalami proses inversi. Dari model, dapat terlihat bahwa lensa yang sangat kecil dapat memberikan pengaruh yang cukup besar pada kedalaman dan nilai resistivitas. Pada model true resistivitas dari forward modelling (Gambar 4.1), kedalaman 4250 memiliki nilai resistivitas 1000 ohm meter, tetapi karena terdapat efek lensa, maka nilai resistivitas 1000 ohm-meter diperoleh pada kedalaman 3800 meter, bahkan pada stasiun 5 nilai resistivitas yang sama diperoleh pada kedalaman 3500 ohm-meter. Hal inilah yang dapat menyebabkan kesalahan interpretasi data magnetotellurik, untuk itu sangat penting dilakukan koreksi pergeseran statik.

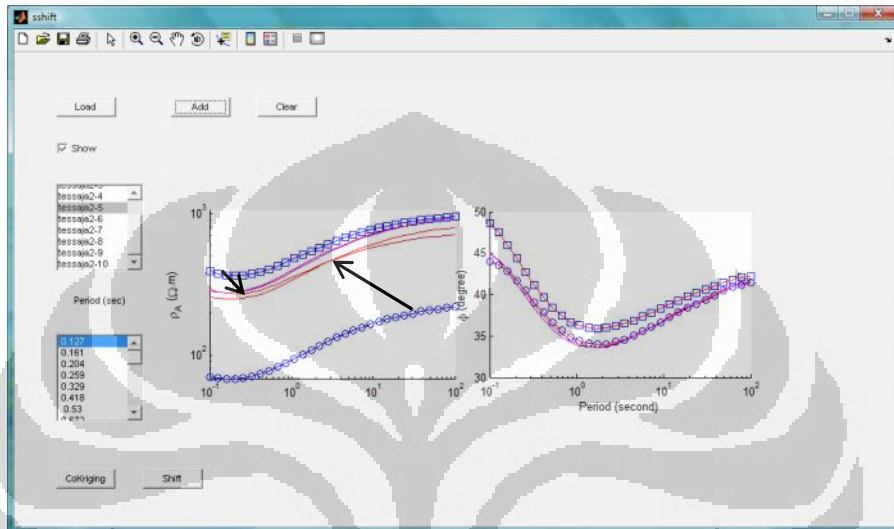


Gambar 4.3 Inversi Model Sintetik Original

c. Kurva dan Inversi Model Sintetik Terkoreksi Geostatistik

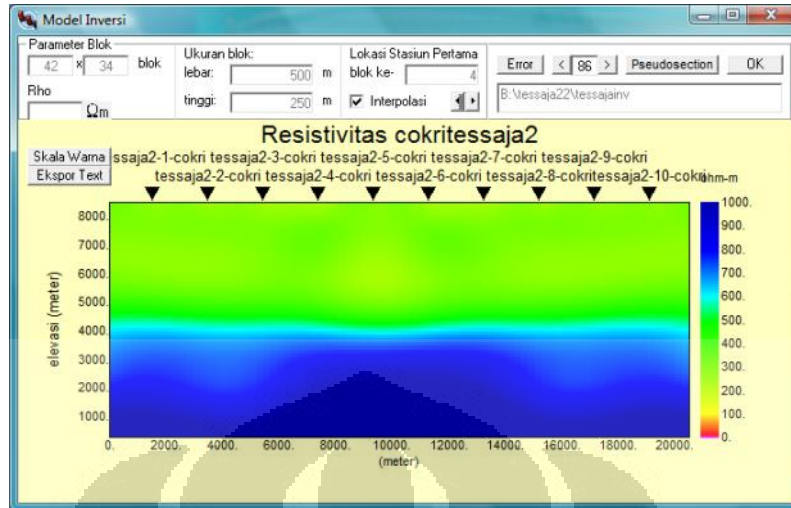
Kurva data sintetik yang mengalami koreksi dapat dilihat pada Gambar 4.4. Kurva yang mengalami pergeseran statik yakni pada kurva stasiun 4, 5, dan 6. Pada Gambar 4.4 adalah kurva data untuk stasiun 5. Pada kurva tersebut dapat

terlihat bahwa metode geostatistik dapat digunakan untuk mengkoreksi pergeseran statik. Kurva hasil koreksi adalah kurva yang berwarna merah, dan sebagai acuan keberhasilan metode ini kurva tersebut dibandingkan dengan kurva data stasiun 1 (warna ungu) dimana kurva data pada stasiun 1 tersebut, adalah kurva data yang tidak mengalami pergeseran statik.



Gambar 4.4 Kurva Model Sintetik Terkoreksi pada Stasiun 5

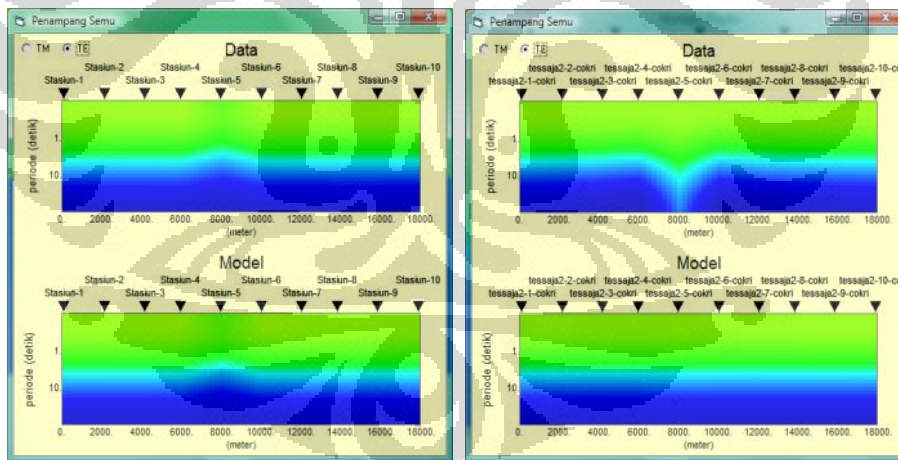
Gambar 4.5 adalah inversi model untuk data sintetik yang telah dikoreksi. Model koreksi tersebut diperoleh dari pengkoreksian data sintetik yang telah mengalami pergeseran static kemudian diinversi sehingga dapat terlihat bentuk model 2 dimensinya. Dari model 2 dimensi tersebut, terlihat bahwa lensa 30 ohm-meter dan efek yang disebabkan oleh lensa tersebut, dapat dihilangkan.



Gambar 4.5 Inversi Model Sintetik Setelah Dikoreksi

4.1.3 Pseudosection

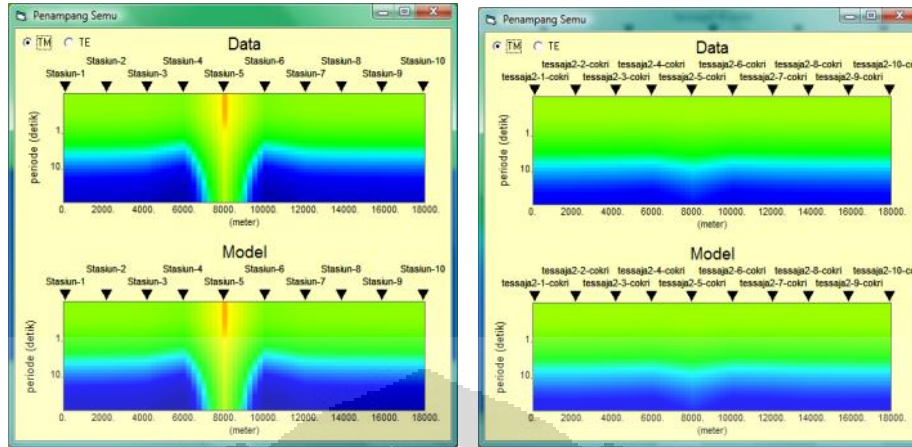
Untuk melihat perbandingan hasil yang signifikan, dapat juga melalui *pseudosection* seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 dan 4.7.



a. TE Sebelum Koreksi

b. TE Setelah Koreksi

Gambar 4.6 *Pseudosection* TE Data Sintetik



a. TM Sebelum Koreksi

b. TM Setelah Koreksi

Gambar 4.7 *Pseudosection* TM Data Sintetik

Pseudosection pada Gambar 4.6 dan 4.7 tersebut merupakan *pseudosection* data dan model untuk kurva TE dan kurva TM. Sama halnya pada model inversi, pada kedua *pseudosection* ini dapat terlihat hasil yang baik, yakni data yang telah mengalami pergeseran statik dapat dikoreksi menggunakan geostatistik. *Pseudosection* TE memperlihatkan model yang sesuai dengan kurva dimana pada kurva (Gambar 4.4) terlihat bahwa kurva TE mengalami penurunan nilai resistivitas seperti yang terlihat juga pada *pseudosection* TE. Sedangkan pada *pseudosection* TM memperlihatkan sebaliknya dimana pada kurva TM mengalami kenaikan nilai resistivitas yang hal ini juga sesuai dengan *pseudosection* TM.

4.2 Data COPROD2

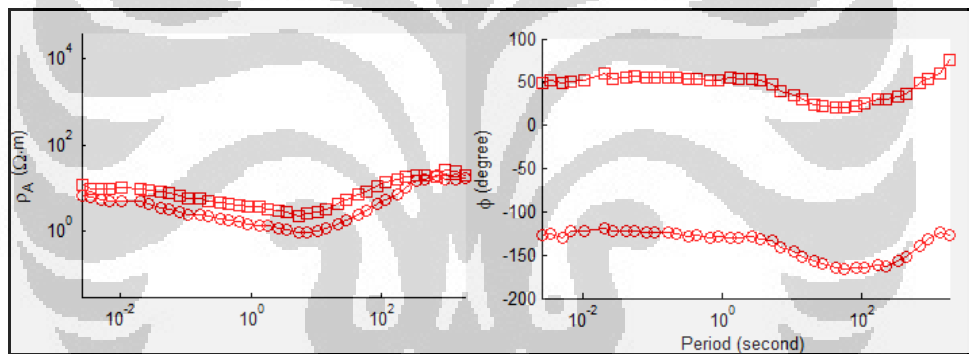
4.2.1 Forward Model

Data COPROD2 adalah data magnetotellurik sepanjang 200 km, terbentang timur-barat dengan 35 stasiun yang merupakan pengukuran di daerah Canada, US (MT Net, 2010). Data tersebut telah tersedia dalam bentuk edi file ataupun dts file. Karena telah diperoleh data yang dapat digunakan pada “SS Correction”, maka tidak ada forward model pada COPROD2 ini, seperti pada data sintetik.

4.2.2 Kurva Data dan Inversi Model

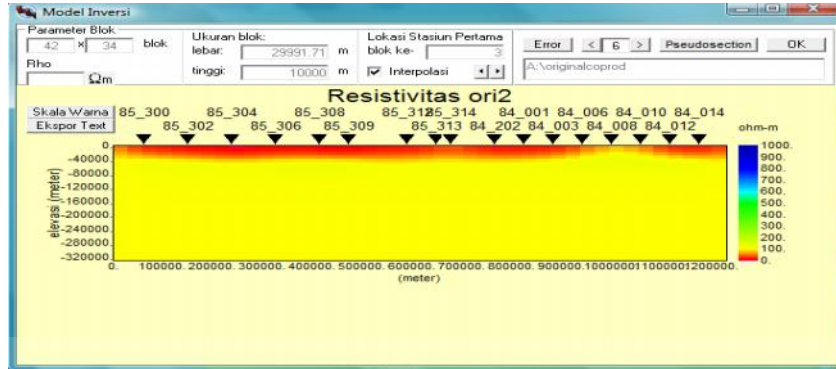
Data COPROD2 mengalami inversi pada 3 data yakni data original, data yang sudah terkoreksi dari COPROD2, dan data yang terkoreksi menggunakan metode geostatistik. Dari tiga inversi yang dilakukan akan diperoleh model hasil inversi dan *pseudosection*-nya, dimana dari model dan *pseudosection* tersebut dapat digunakan untuk membandingkan hasil tiga inversi tersebut, khususnya pada model COPROD2 dapat dibandingkan hasil koreksi COPROD2 dengan hasil koreksi metode geostatistik yang dapat terlihat pada model inversi.

Selain dari hasil inversi, juga dapat terlihat pada kurva Gambar 4.8, dimana kurva ini menggambarkan data COPROD2 yang masih original (terstatik dan belum terkoreksi). Gambar 4.8 ini merupakan Gambar kurva data untuk stasiun 84_003. Kurva data original COPROD lain dapat dilihat pada Lampiran 1.



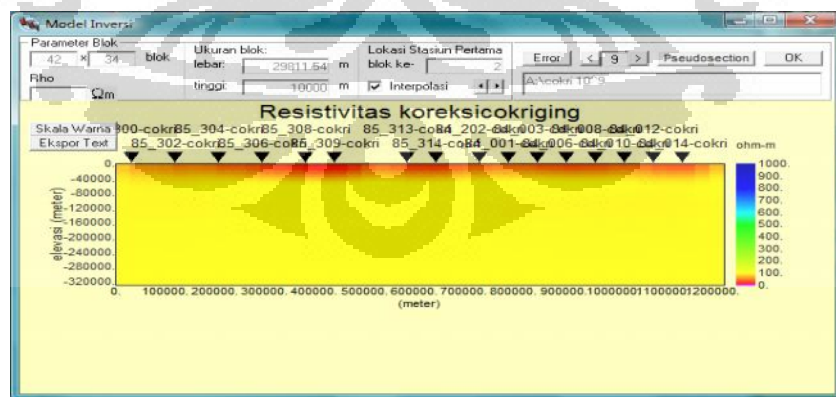
Gambar 4.8 Kurva Data COPROD2 Terstatik pada Stasiun 84_003

Inversi model pada data COPROD2 Gambar 4.9 ini merupakan inversi dari data original COPROD2 yang mengalami pergeseran statik. Pada model dapat terlihat adanya nilai resistivitas di dekat permukaan yang kontras dengan sekitarnya. Nilai resistivitas di dekat permukaan kurang dari 100 ohm-m, sedangkan pada lapisan di bawahnya adalah 100-200 ohm-m.



Gambar 4.9 Inversi Data COPROD2 Sebelumm Terkoreksi

Gambar 4.10 menunjukkan inversi model dari data yang telah dikoreksi menggunakan program MATLAB yang dibuat pada penelitian ini. Dari hasil pengkoreksian tersebut dapat terlihat trend bahwa heterogenitas di dekat permukaan mendekati hilang (walaupun belum sepenuhnya). Sedangkan pada Gambar 4.11 adalah model hasil inversi dari data COPROD2 yang sudah dikoreksi. Pengkoreksian pergeseran statik data COPROD2 ini berdasarkan parameter lapisan sedimen (Jones, 1998). Namun, selain dikoreksi, pada data COPROD2 juga dilakukan, *smoothing* data menggunakan polimomial low order (MT Net, 2010).

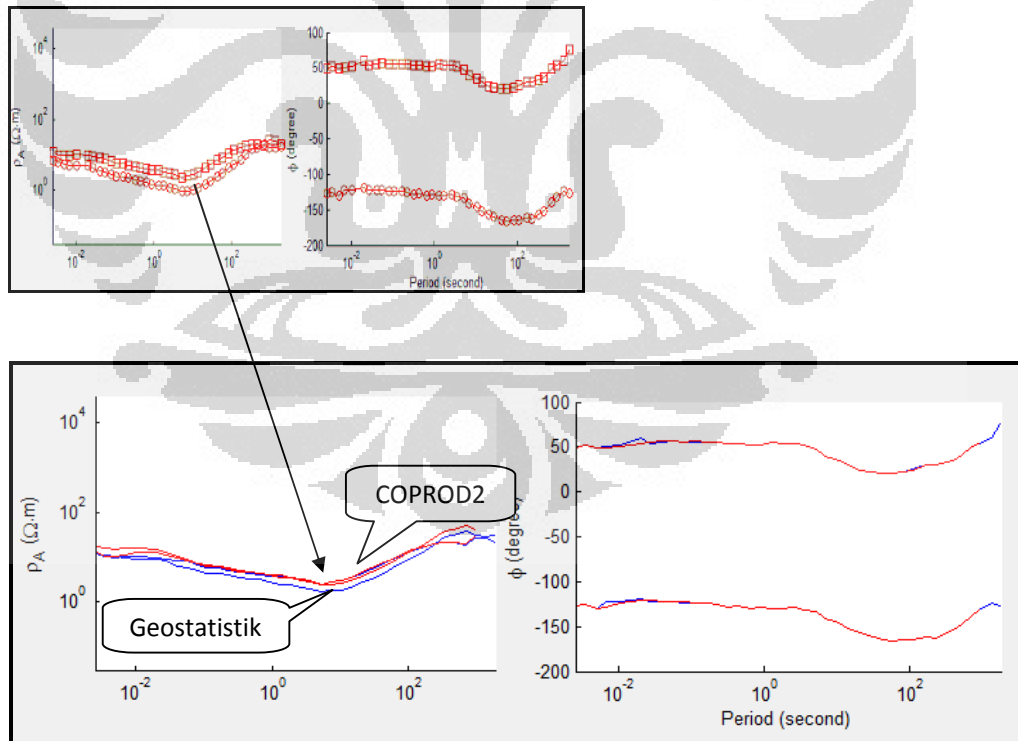


Gambar 4.10 Model Inversi yang Dikoreksi Metode Geostatistik



Gambar 4.11 Model Inversi yang Dikoreksi COPROD2

Perbandingan hasil koreksi oleh kedua metode baik metode geostatistik ataupun metode koreksi yang dilakukan pada data COPROD2 juga dapat terlihat pada kurva Gambar 4.12 berikut :

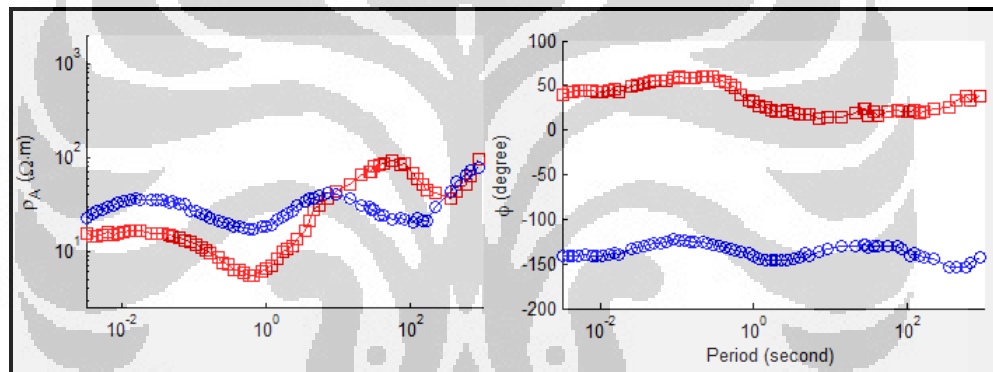


Gambar 4.12 Kurva Data COPROD2 Terkoreksi pada Stasiun 84_003

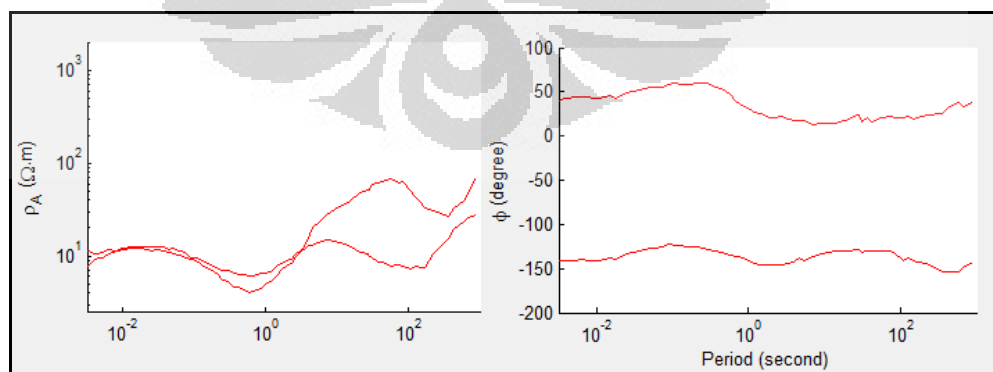
4.3 Data Riil Lapangan X

4.3.1 Kurva Data dan Model Inversi

Data pengukuran ini adalah data riil pengukuran magnetotellurik pada Lapangan X. Pengukuran ini dilakukan pada beberapa lintasan dengan masing-masing 10 stasiun. Uji coba pada program ini dilakukan pada data 1 lintasan yakni lintasan 4 dan lintasan 5 dengan masing-masing 10 stasiun. Pada lintasan 4, tidak semua stasiun mengalami pergeseran statik. Stasiun-stasiun tersebut adalah stasiun C4, F4, H4, I4, dan J4. Sedangkan pada stasiun 5 pergeseran statik terdapat pada stasiun F5, G5, I5, J5, dan K5. Contoh kurva data riil dan data yang sudah terkoreksi dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.13 Kurva Data Riil Lapangan X Stasiun F4 Sebelum Terkoreksi

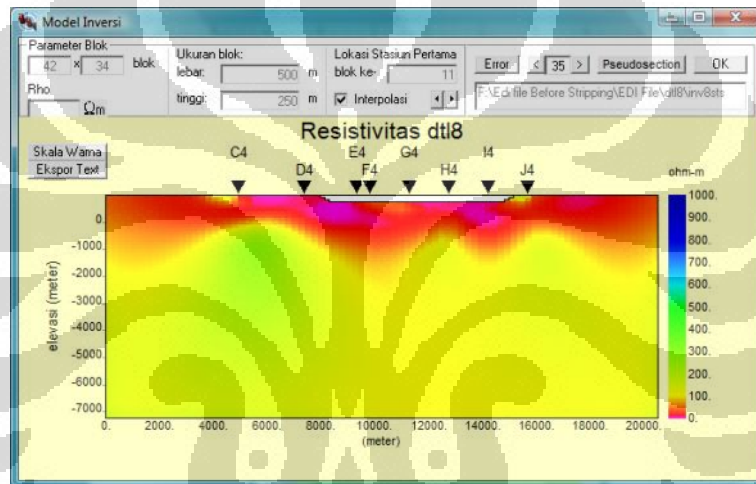


Gambar 4.14 Kurva Data Riil Lapangan X Stasiun F4 yang Terkoreksi

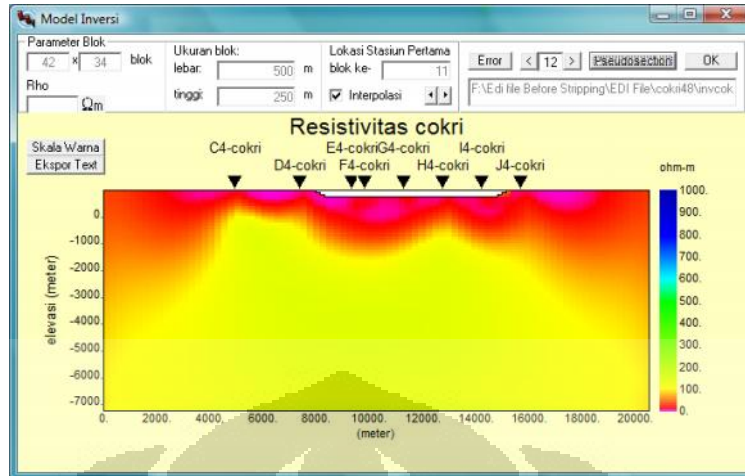
Universitas Indonesia

Pada Gambar 4.13 dapat terlihat bahwa kurva stasiun F4 mengalami pergeseran statik. Pergeseran statik terjadi pada periode rendah. Kurva biru merupakan kurva data TM sedangkan kurva merah merupakan kurva data TE. Nilai resistivitas pada stasiun tersebut beragam dari 10 ohm meter hingga 100 ohm meter. Hasil Koreksi dapat dilihat pada Gambar 4.14. dari kurva koreksi dapat dilihat bahwa pergeseran statik pada periode rendah dapat dihilangkan.

Adapun hasil inversi stasiun 4 dapat terlihat pada Gambar 4.15, sedangkan untuk model inversi stasiun 4 yang telah mengalami koreksi dapat dilihat pada Gambar 4.16.

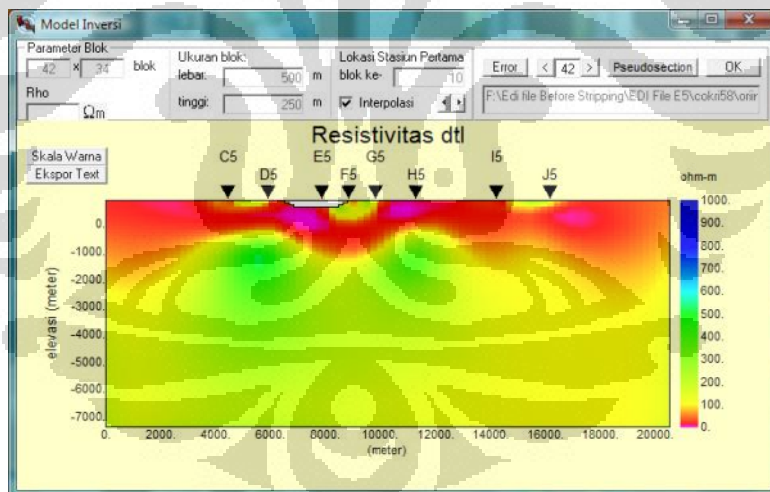


Gambar 4.15 Model Inversi Stasiun 4 Sebelum Terkoreksi

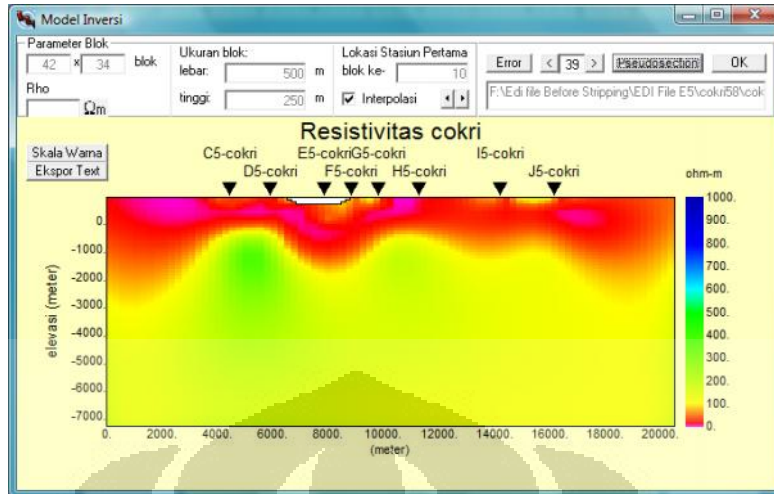


Gambar 4.16 Model Inversi Stasiun 4 Setelah Terkoreksi

Selain stasiun 4, program ini juga diujikan pada data stasiun 5. Kurva data stasiun 5 dapat dilihat secara lengkap pada lampiran. Akan tetapi, model inversinya dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan 4.18 berikut :



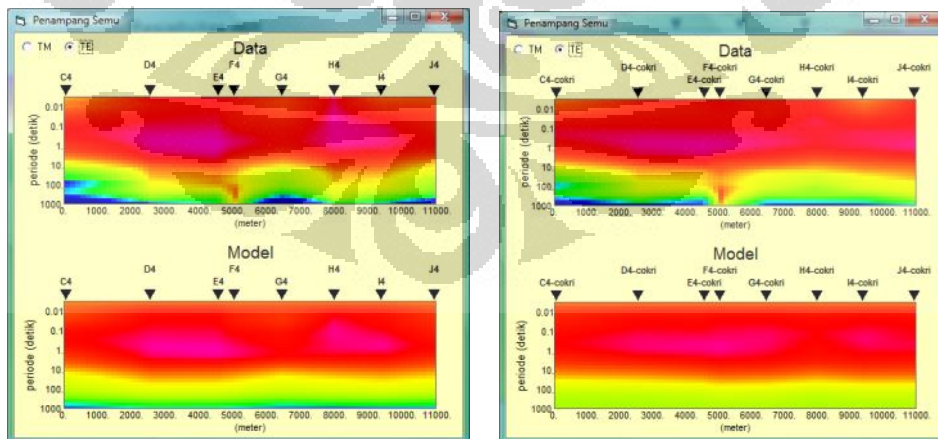
Gambar 4.17 Model Inversi Stasiun 5 Sebelum Terkoreksi



Gambar 4.18 Model Inversi Stasiun 5 Setelah Terkoreksi

4.3.2 Pseudosection

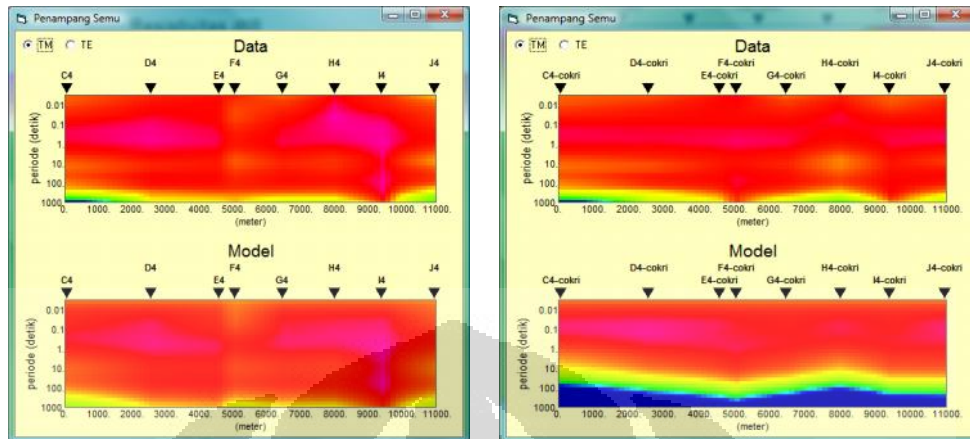
Berdasarkan hasil inversi, selain diperoleh model, juga dapat diperoleh pseudosectionnya. Dimana dari tampilan pseudosection ini, model untuk stasiun baik 4 ataupun 5 dapat terlihat lebih jelas perubahan data dan model. Adapun pseudosection tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. 19, Gambar 4.20 untuk stasiun 4 dan Gambar 4.21, Gambar 4.22 untuk stasiun 5.



a. TE Sebelum Koreksi

b. TE Setelah Koreksi

Gambar 4.19 Pseudosection TE Data Riil untuk Stasiun 4



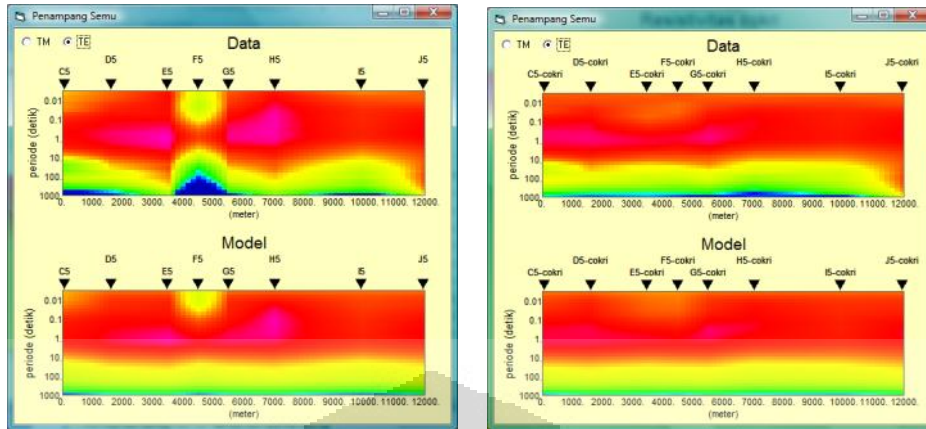
a. TM Sebelum Koreksi

b. TM Setelah Koreksi

Gambar 4.20 Pseudosection TM Data Riil untuk Stasiun 4

Berdasarkan tampilan model pseudosection TE ataupun TM pada stasiun 4, dapat terlihat bahwa efek-efek heterogenitas di dekat permukaan seperti pada stasiun F4, H4, I4, dapat dihilangkan. Akibat efek-efek tersebut membuat nilai resistivitas lapisan dibawahnya mengalami perubahan yang cukup besar.

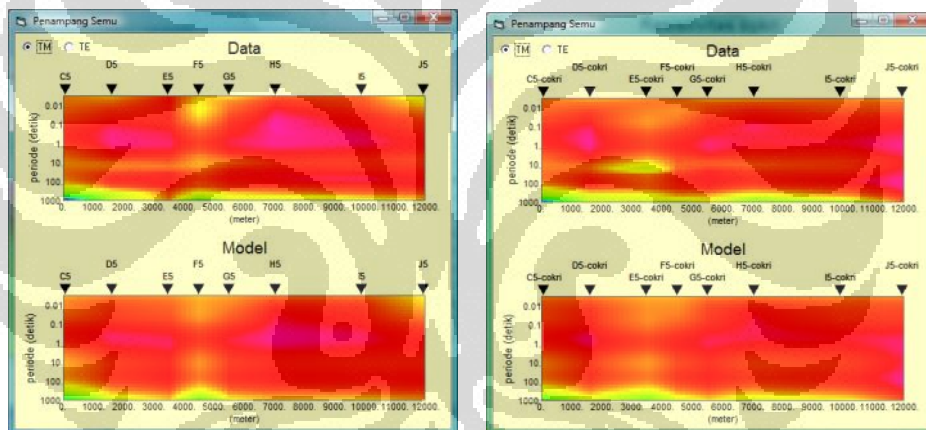
Sedangkan pada pseudosection stasiun 5, hal serupa terjadi pada stasiun F5. Hal ini sangat sesuai dengan kurva data yang juga mengalami pergeseran statik (lihat pada lampiran). Kurva tersebut kemudian dikoreksi menggunakan metode geostatistik hingga memperoleh data baru yang telah mengalami koreksi. Model hasil koreksi tersebut dapat dilihat pada pseudosection di bawah ini, dan menunjukkan hasil yang sesuai, yakni pengaruh heterogenitas di dekat permukaan pada stasiun F5 dapat dihilangkan.



a. TE Sebelum Koreksi

b. TE Setelah Koreksi

Gambar 4.21 Pseudosection TE Data Riil untuk Stasiun 5



a. TM Sebelum Koreksi

b. TM Setelah Koreksi

Gambar 4.22 Pseudosection TM Data Riil untuk Stasiun 5

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian koreksi pergeseran statik menggunakan metode geostatistik coKriging ini menghasilkan kesimpulan berikut :

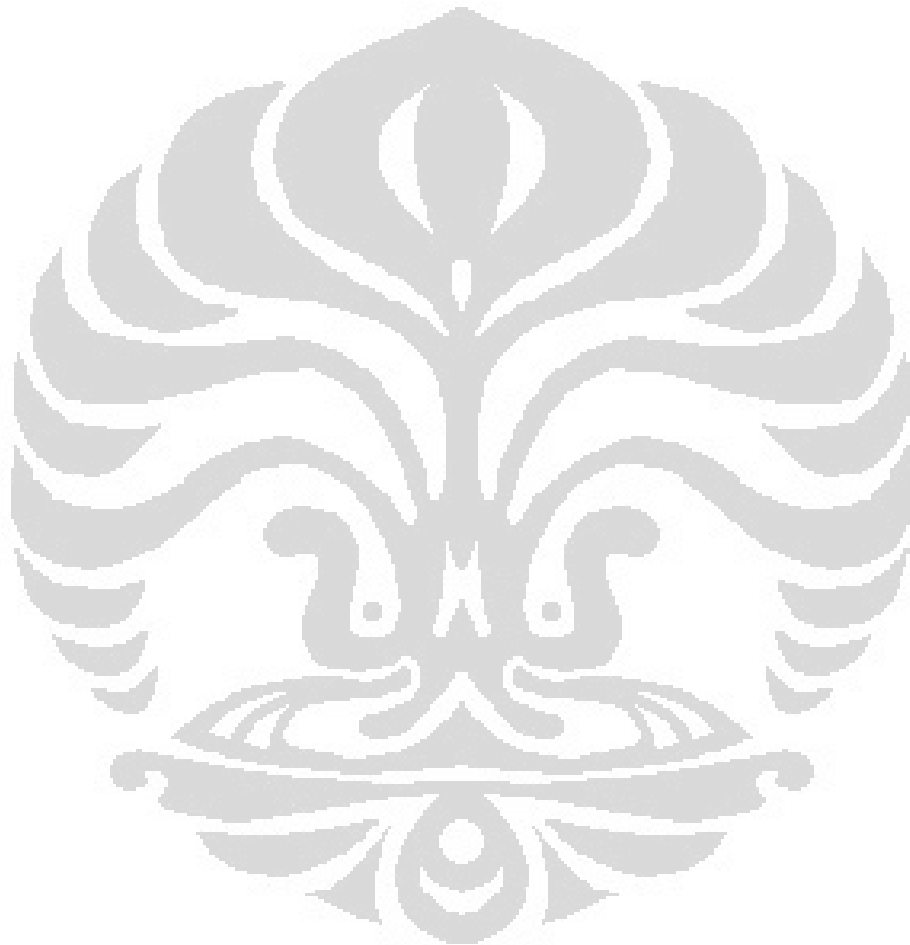
- a. Fenomena pergeseran statik pada data magnetotellurik dipengaruhi oleh 3 hal yakni adanya heterogenitas di dekat permukaan, adanya perbedaan topografi yang besar dari daerah sekelilingnya (baik lembah ataupun bukit), dan adanya struktur pada lapisan bawah permukaan .
- b. Koreksi pergeseran statik dapat dilakukan menggunakan metode geostatistik yakni dengan persamaan coKriging yang dibuat pada program MATLAB .
- c. Perbandingan metode pengkoreksian pergeseran statik menggunakan metode geostatistik dengan metode pengkoreksian lain dapat dilihat pada pengkoreksian data COPROD2, dimana pada COPROD2 telah disediakan data original untuk dikoreksi dan data yang sudah dikoreksi. Data yang dikoreksi baik menggunakan metode geostatistik maupun metode yang dilakukan COPROD2, diinversi, dihasilkan model yang sel anjutnya model tersebut dapat digunakan untuk membandingkan kedua metode.
- d. Sejauh ini, metode pengkoreksian pergeseran statik yang dikenal adalah metode TDEM, dimana metode ini merupakan metode yang disertai pengukuran di lapangan, dan diolah menggunakan software TDEM. Namun, dengan adanya “SS Correction” dapat diperoleh terobosan metode untuk pengkoreksian pergeseran statik yang lebih efisien, tanpa melakukan pengukuran di lapangan.

5.2 Saran

Keberhasilan metode geostatistik pada penelitian ini patut dipe rhitungkan. Metode ini memiliki keunggulan pada penggunaannya untuk tidak melakukan pengukuran di lapangan. Namun, pada penelitian, metode ini masih terbatas. Oleh karena itu, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

Universitas Indonesia

- a. Perlu dilakukan evaluasi pada program, karena metode ini masih terbatas pada pengkoreksian 10 stasiun pengukuran.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut penggunaan program ini untuk pengkoreksian pergeseran statik yang disebabkan perbedaan topografi ataupun struktur.



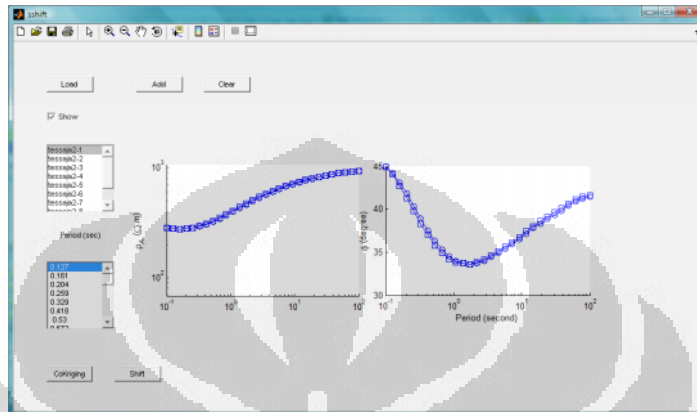
DAFTAR ACUAN

- Berdichevsky, M., Dmitriev, V.I., 2008, *Models and Methods of Magnetotellurics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Bostick, F.X., Verdin, C.T., 1992, *Principles of spatial surface electric field filtering in magnetotellurik : Electromagnetic Array Profiling (EMAP)*. Geophysics Vol 57no 4.
- Choteau, M., Denis, M., Tournerie, B., 2007, *Magnetotelluric Static Shift: estimation and removal using the coKriging method*. Geophysics, Vol. 72, No. 1
- Daud, Yunus, 2007, *Bahan Mata Kuliah Metode Elektromagnetik*.
- Daud, Yunus, 2009, *Magnetotelluric Method as a geophysical tool, Bahan Mata Kuliah Metode Elektromagnetik*.
- Gabas, A., Ledo, J., Marcuello, A., 2002, *Static Shift levelling using geomagnetic transfer function*, Earth Planets Space.
- Grandis, H., Hendro, A., 1996, *Koreksi Efek Statik Pada Data Magnetotellurik Menggunakan Data Elektromagnetik Transien*, Proceedings Himpunan Ahli Geofisika Indonesia PIT ke-21.
- Iraharjo, 2005, *Metode Magnetotellurik untuk eksplorasi geothermal*, iraharjo@magnetotelluric.com.
- Trauth, Martin H. 2006. *MATLAB Recipes for Earth Sciences 2nd Editions*. Springer Science + Bussiness Media. Berlin .
- Unsworth, M. 2008. *Electromagnetic Exploration Methods*. University of Alberta. Canada.

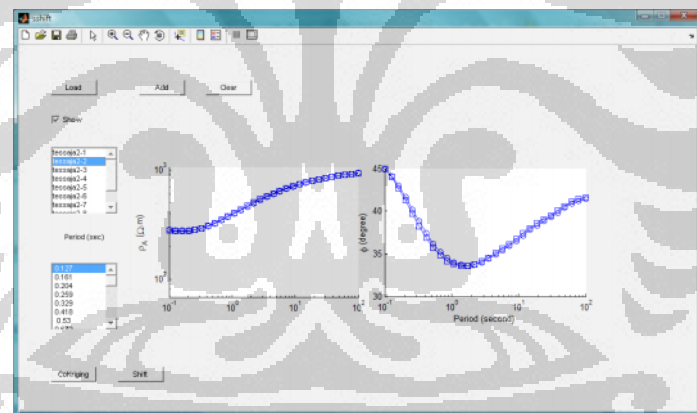
LAMPIRAN

1. Kurva Data Sintetik Sebelum Koreksi

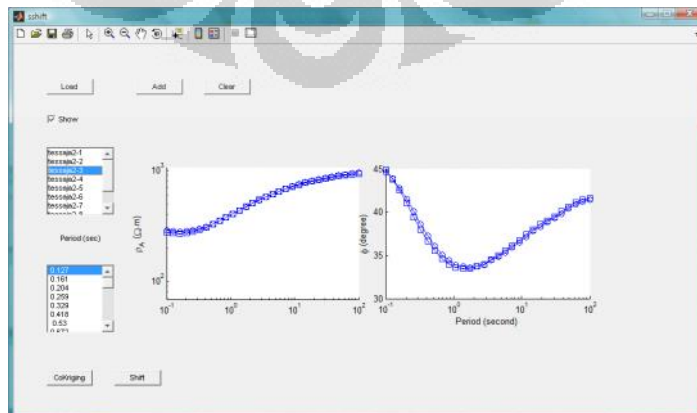
a. Stasiun 1



b. Stasiun 2

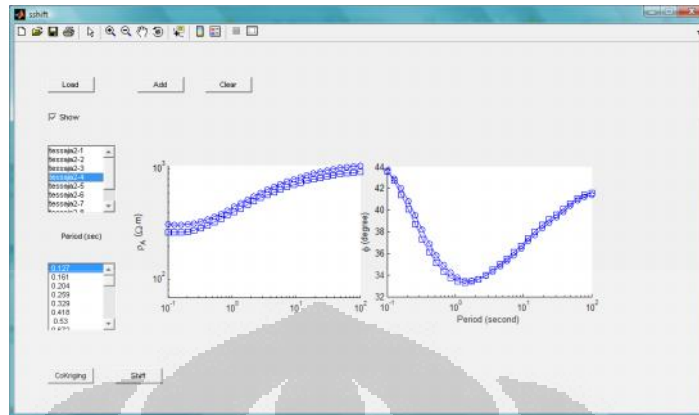


c. Stasiun 3

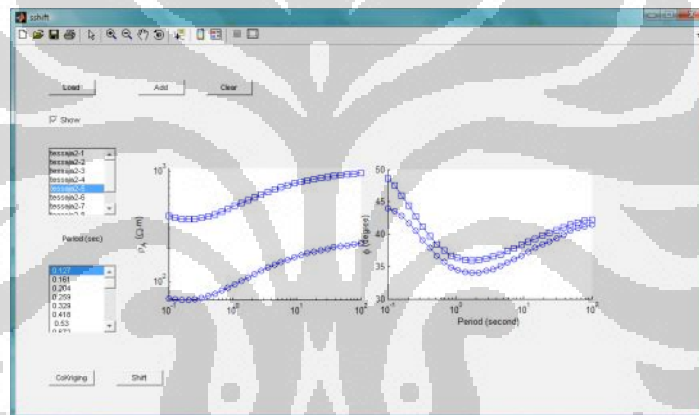


Universitas Indonesia

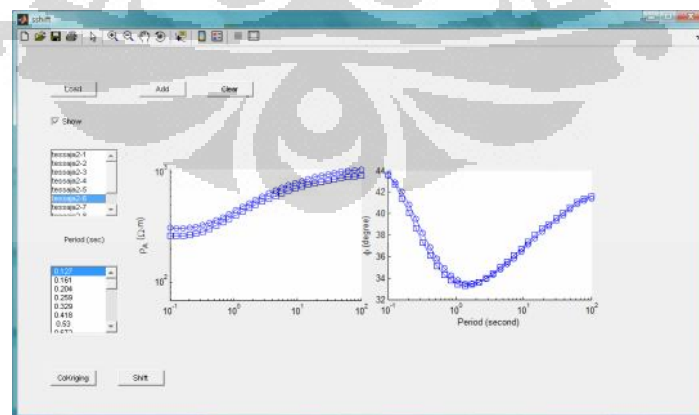
d. Stasiun 4



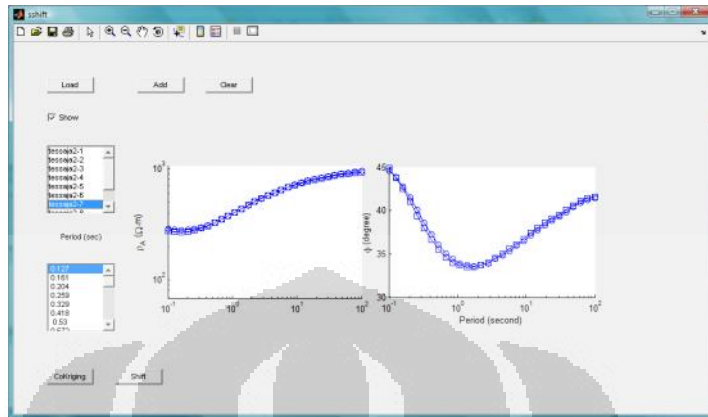
e. Stasiun 5



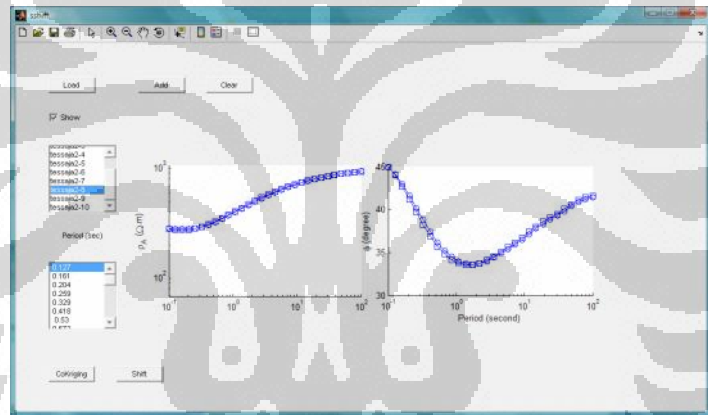
f. Stasiun 6



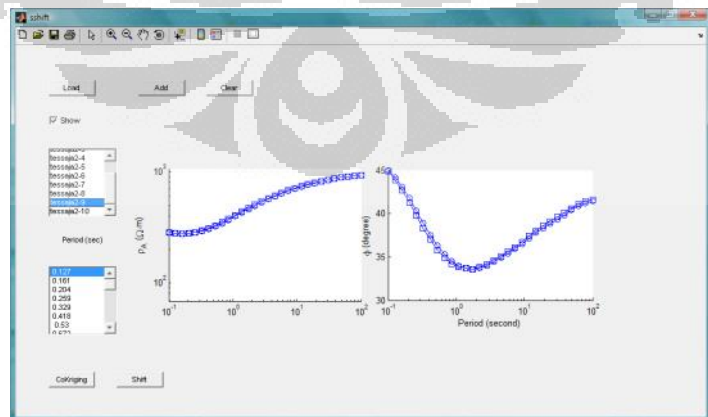
g. Stasiun 7



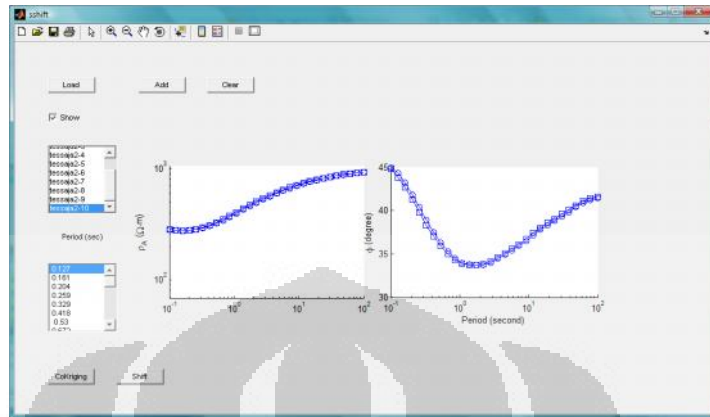
h. Stasiun 8



i. Stasiun 9

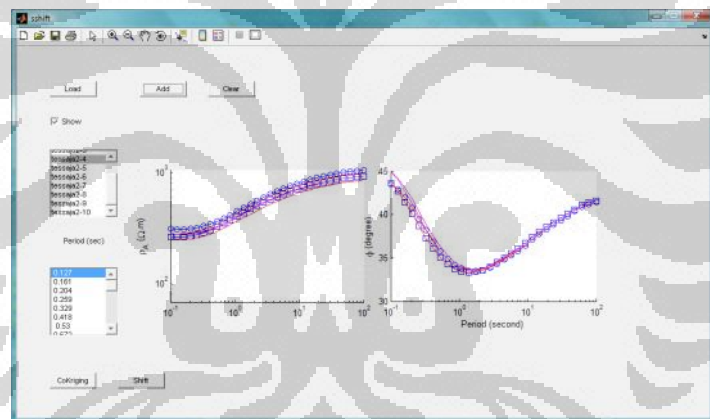


j. Stasiun 10

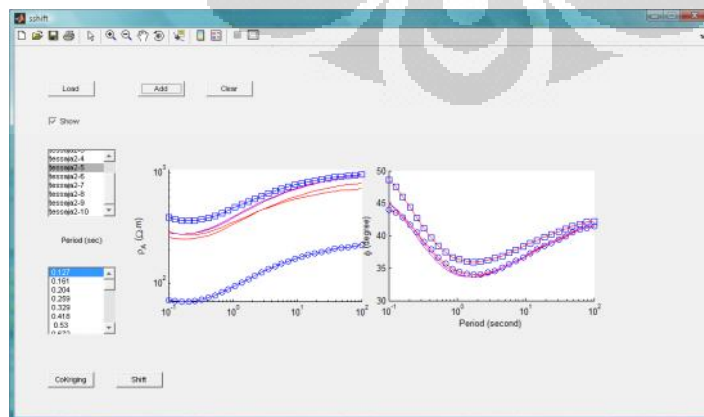


2. Kurva Data Sintetik Setelah Koreksi

a. Stasiun 4

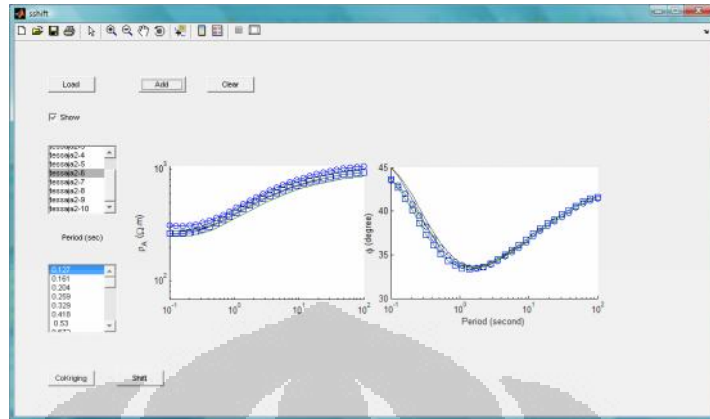


b. Stasiun 5



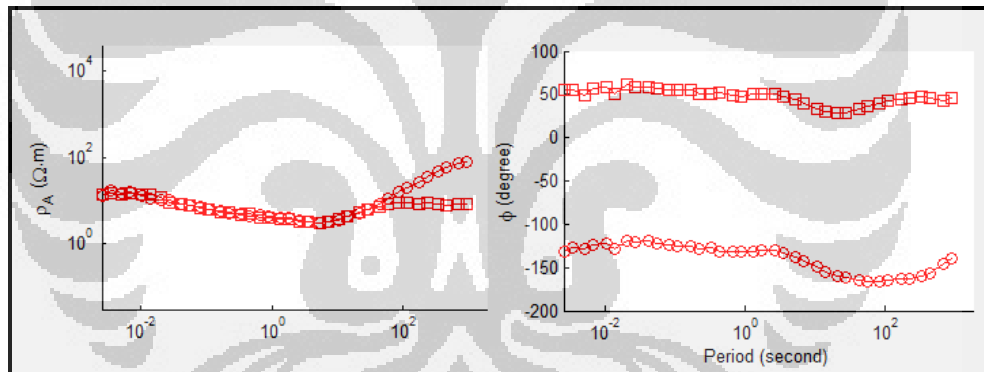
Universitas Indonesia

c. Stasiun 6

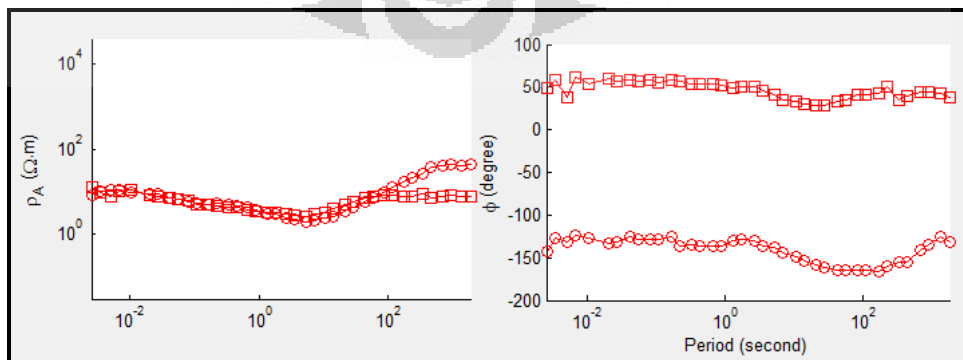


3. Kurva Data COPROD2 Sebelum Koreksi

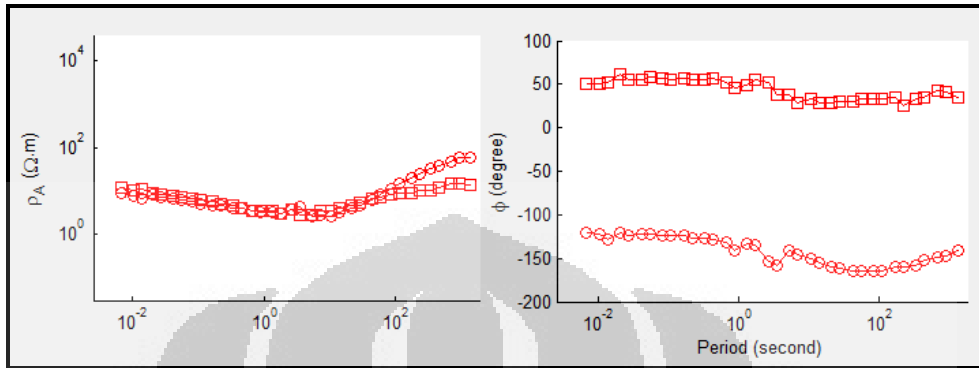
a. Stasiun 85_314



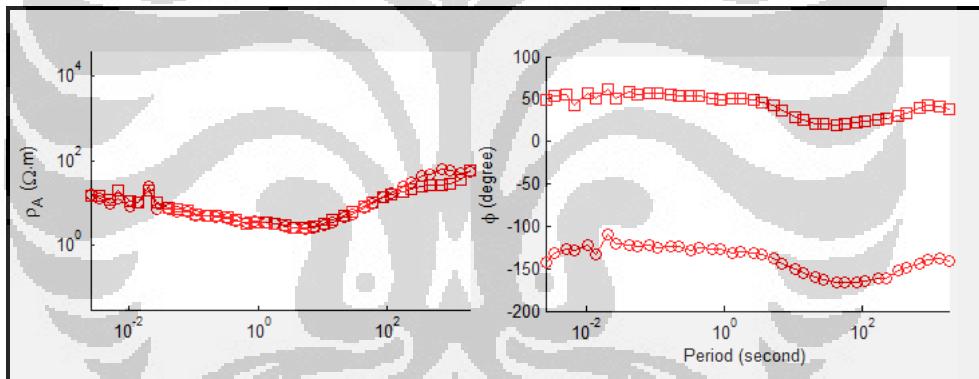
b. Stasiun 85_313



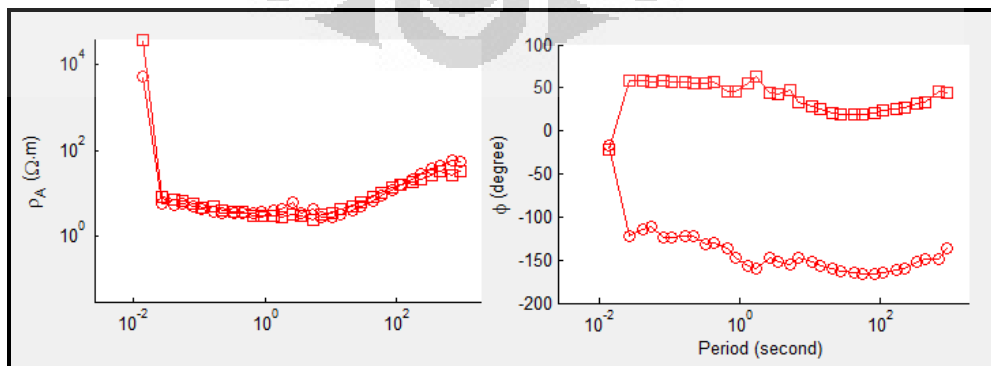
c. Stasiun 85_312



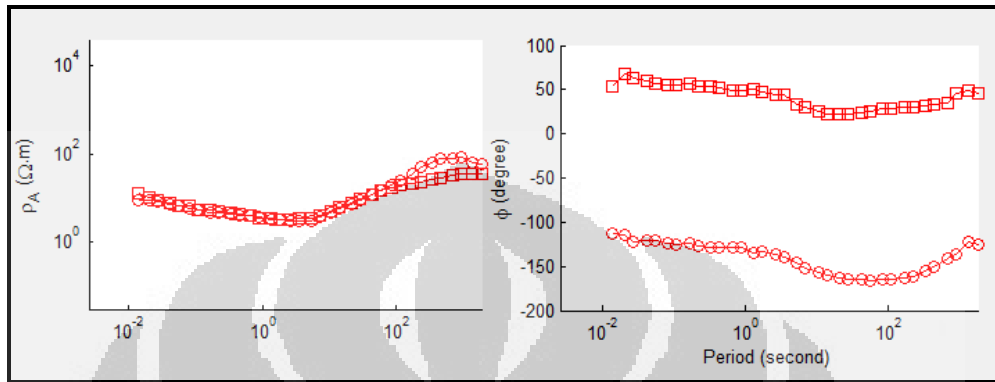
d. Stasiun 85_309



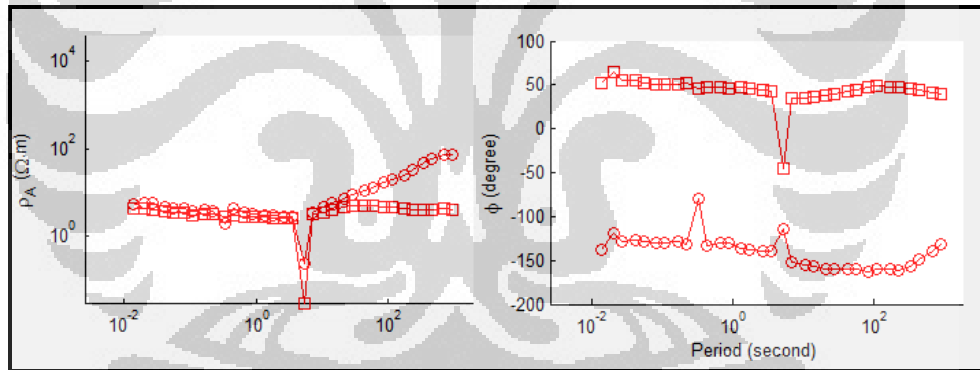
e. Stasiun 85_308



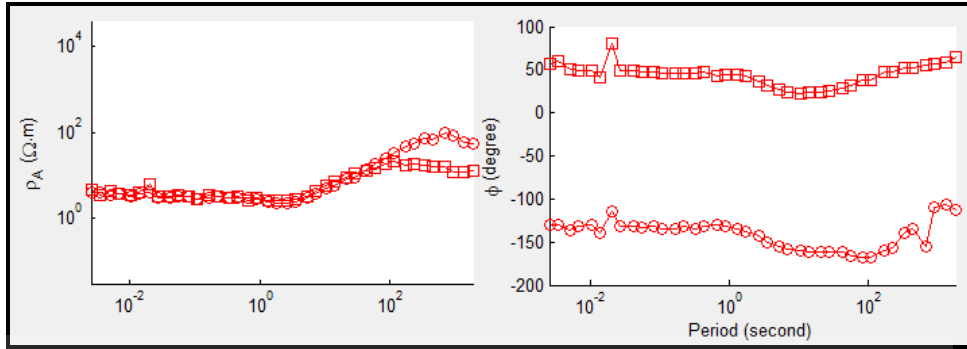
f. Stasiun 85_306



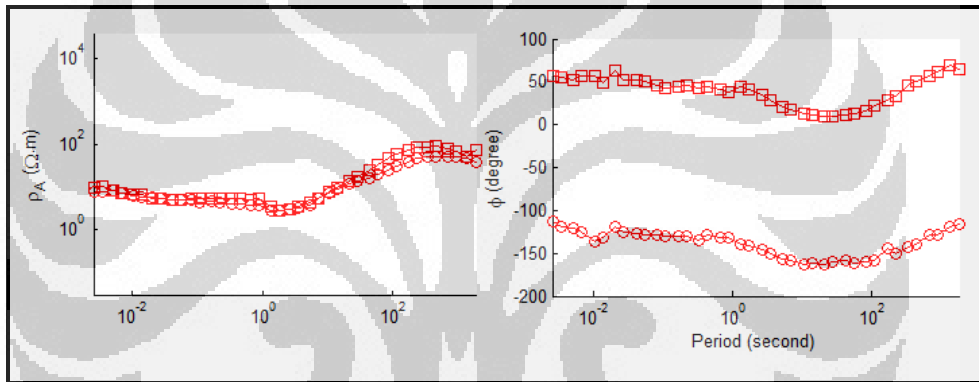
g. Stasiun 85_304



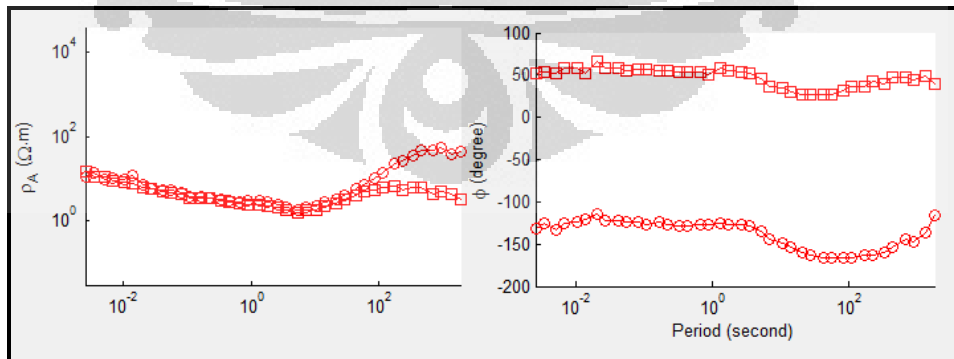
h.. Stasiun 85_302



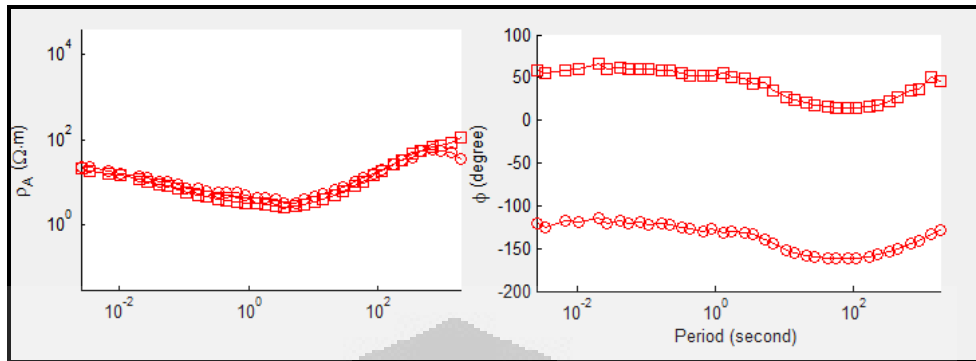
i. Stasiun 85_300



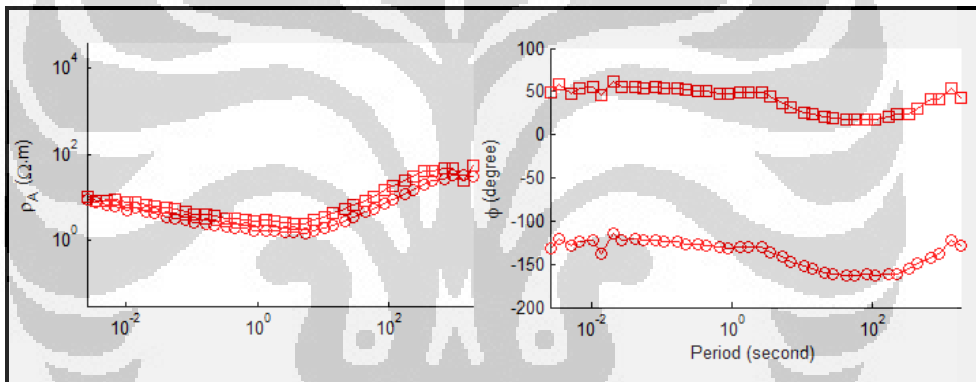
j. Stasiun 84_202



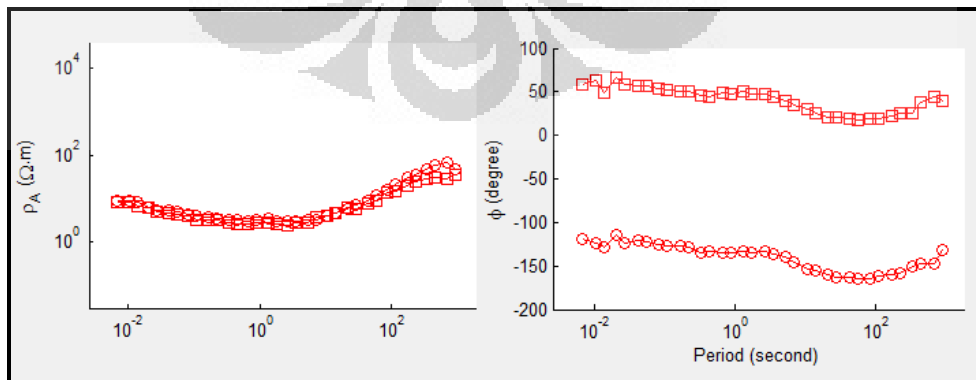
k. Stasiun 84_014



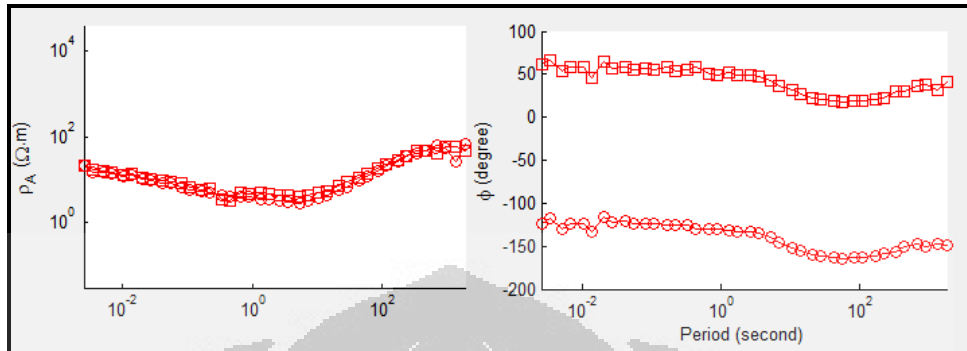
l. Stasiun 84_012



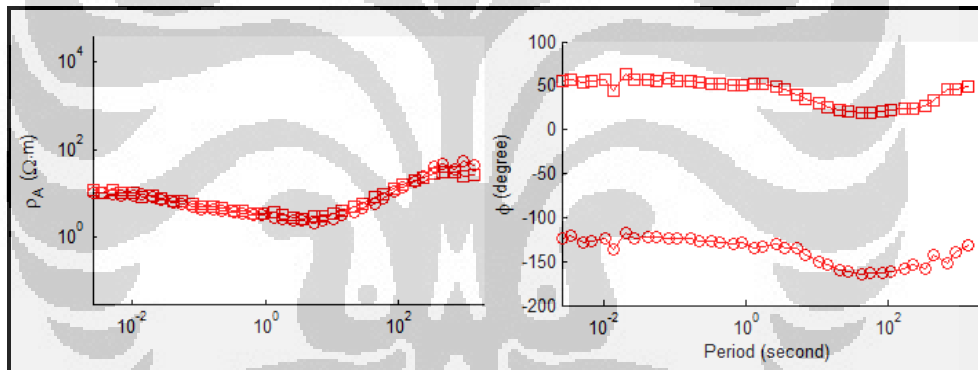
m. Stasiun 84_010



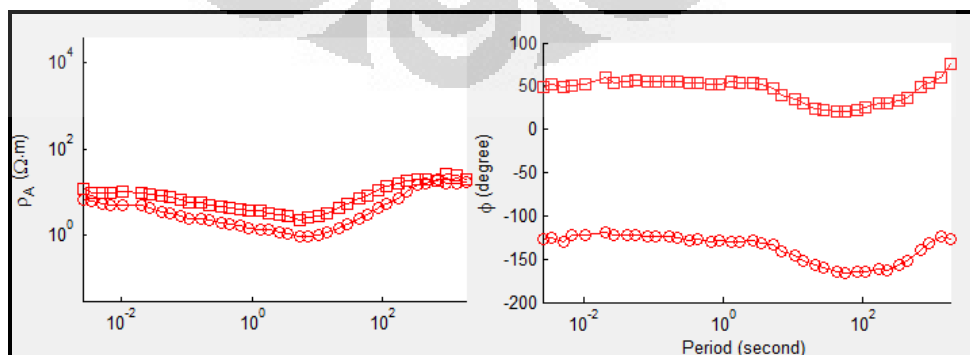
n. Stasiun 84_008



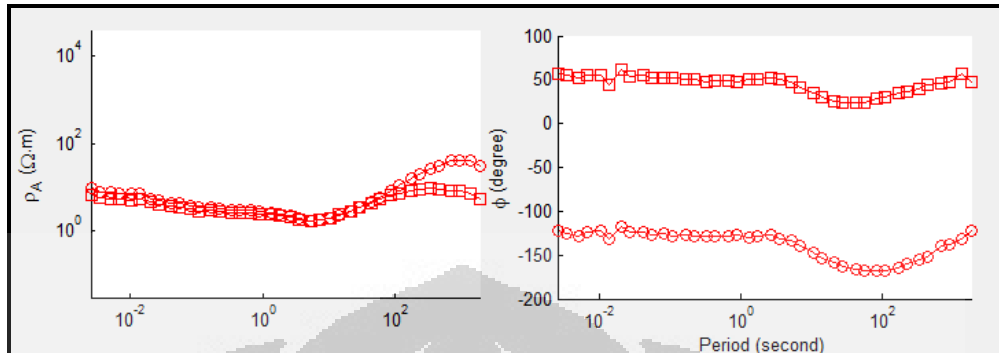
o. Stasiun 84_006



p. Stasiun 84_003

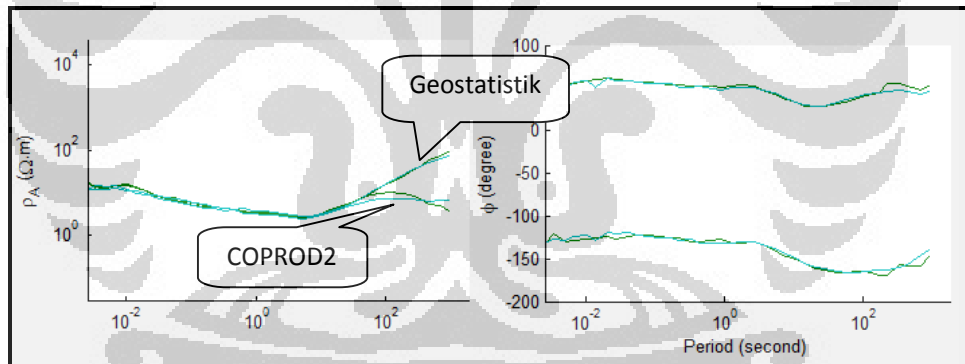


q. Stasiun 84_001

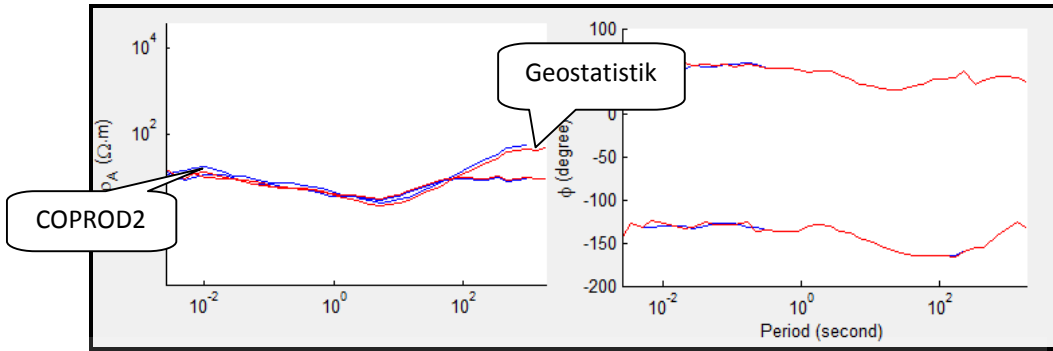


4. Kurva Data COPROD2 Hasil Koreksi Geostatistik dan Koreksi COPROD2

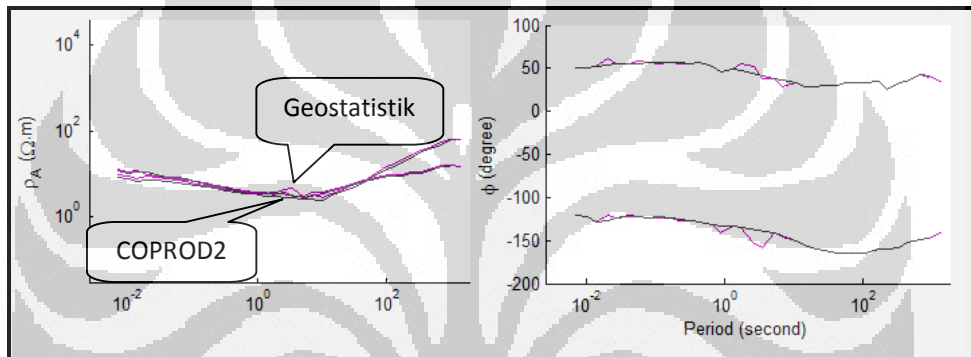
a. Stasiun 85_314



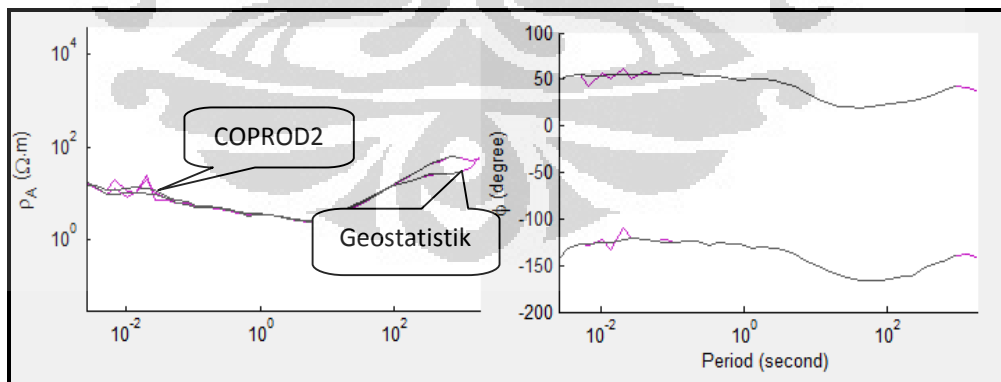
b. Stasiun 85_313



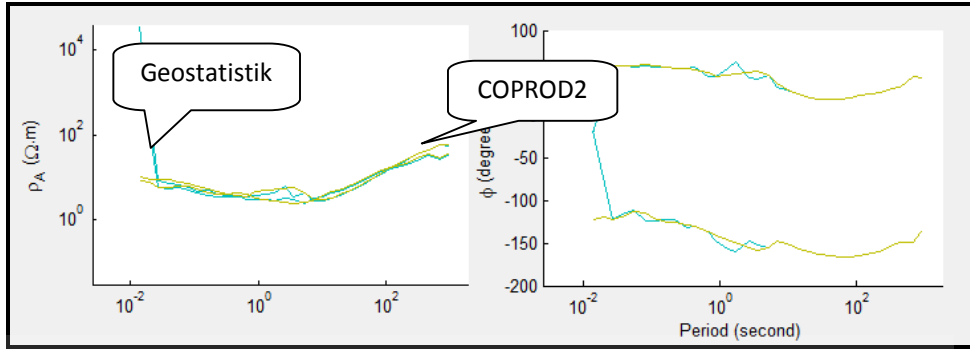
c. Stasiun 85_312



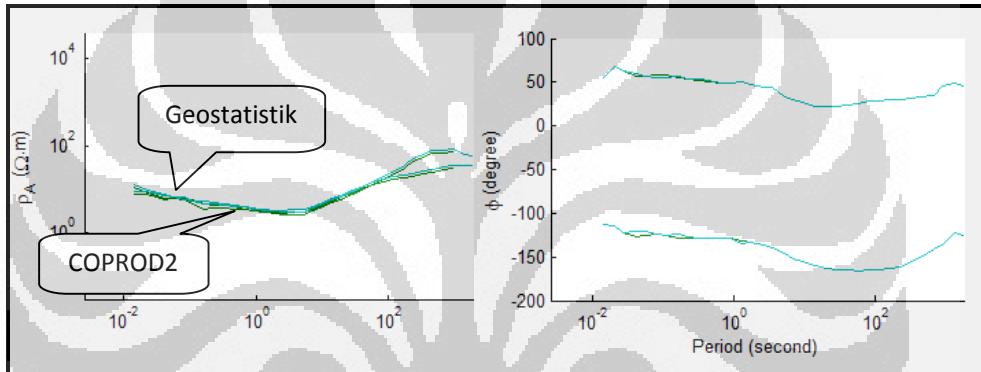
d. Stasiun 85_309



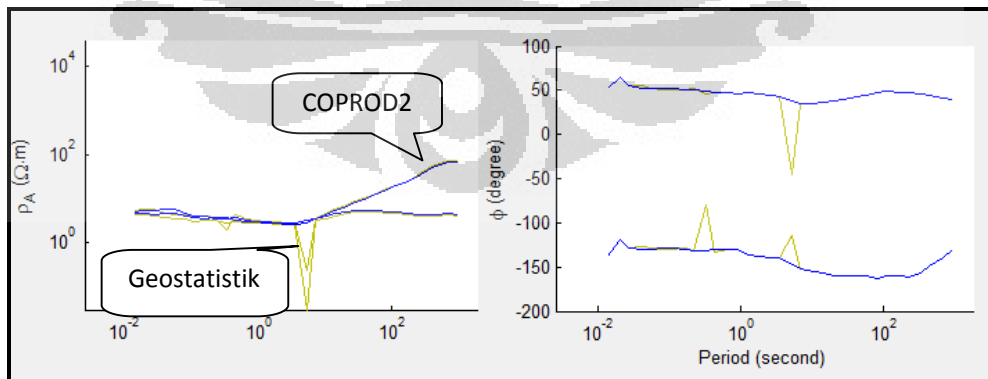
e. Stasiun 85_308



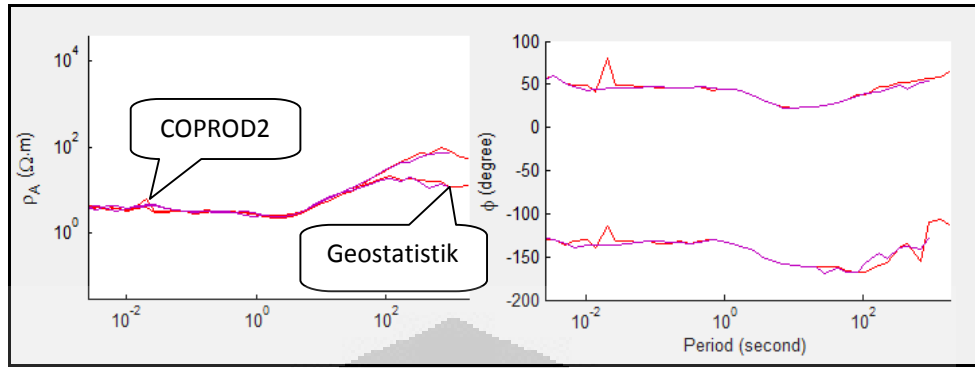
f. Stasiun 85_306



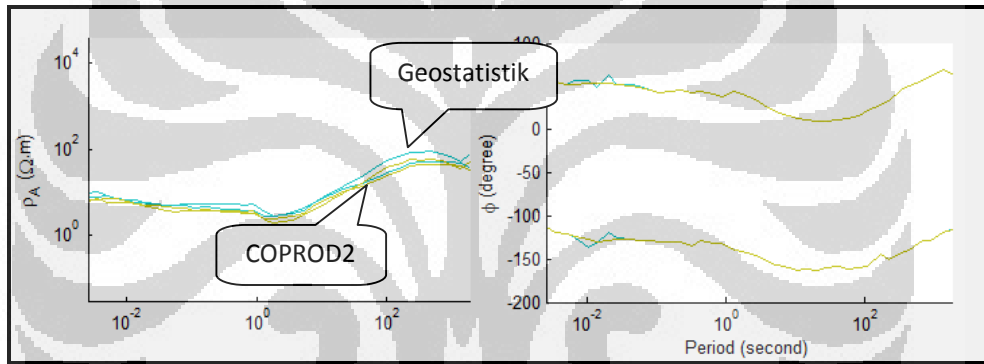
g. Stasiun 85_304



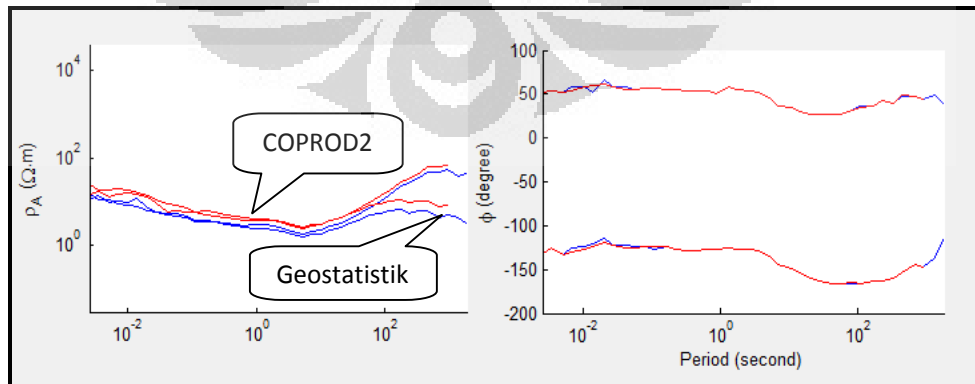
h. Stasiun 85_302



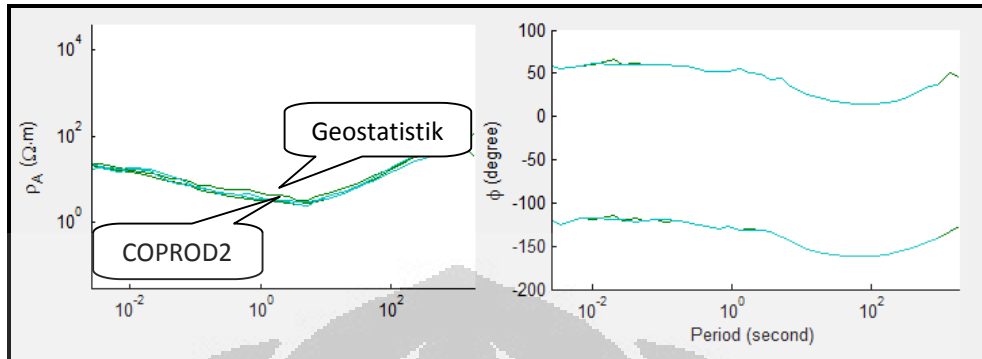
i. Stasiun 85_300



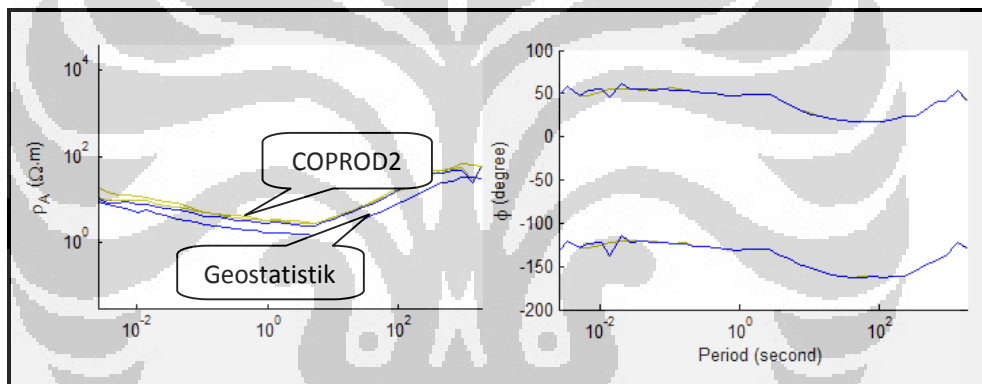
j. Stasiun 84_202



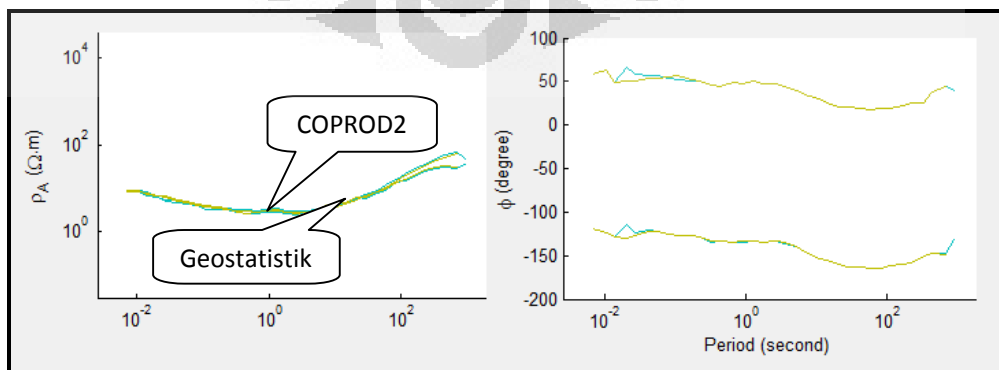
k. Stasiun 84_014



l. Stasiun 84_012

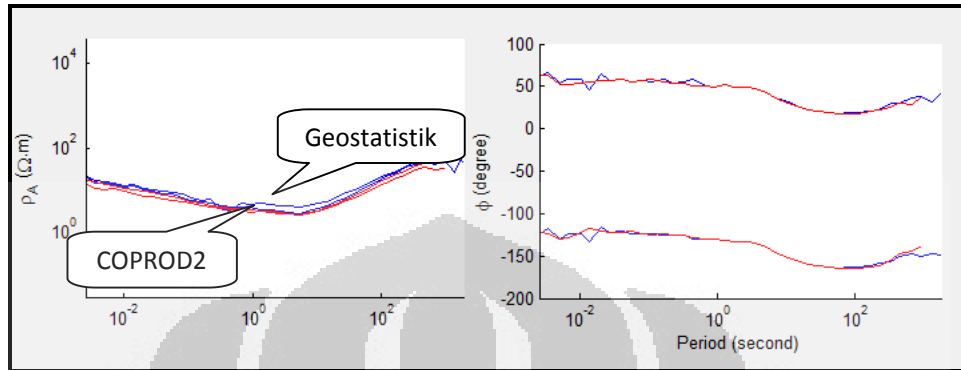


m. Stasiun 84_010

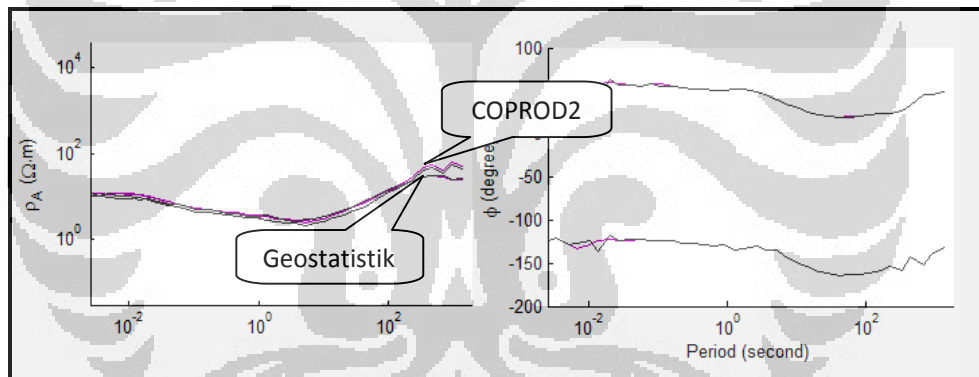


Universitas Indonesia

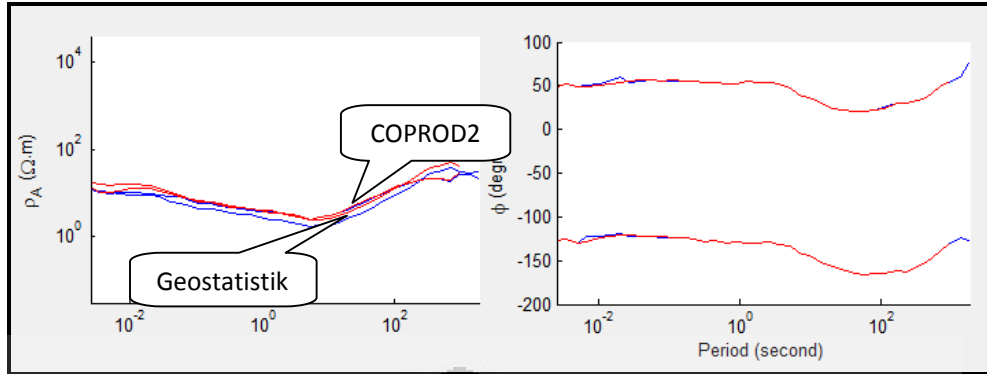
n. Stasiun 84_008



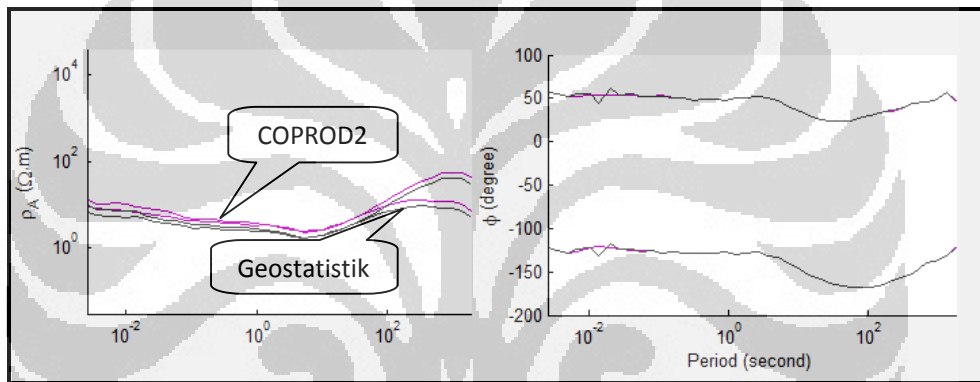
o. Stasiun 84_006



p. Stasiun 84_003

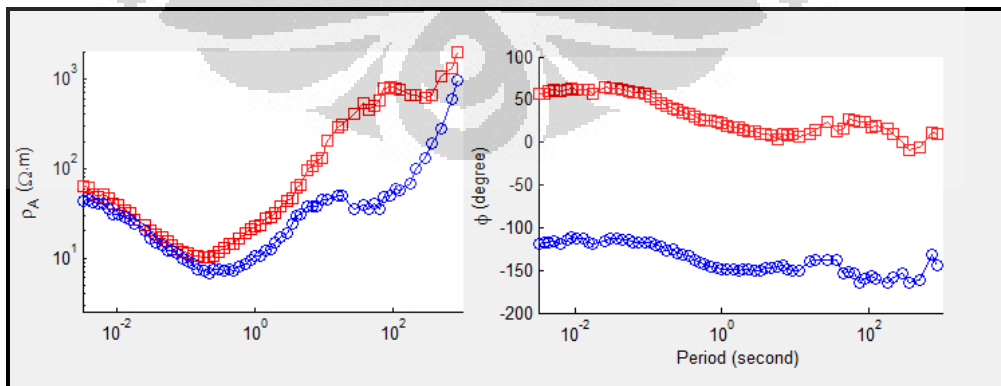


q. Stasiun 84_001

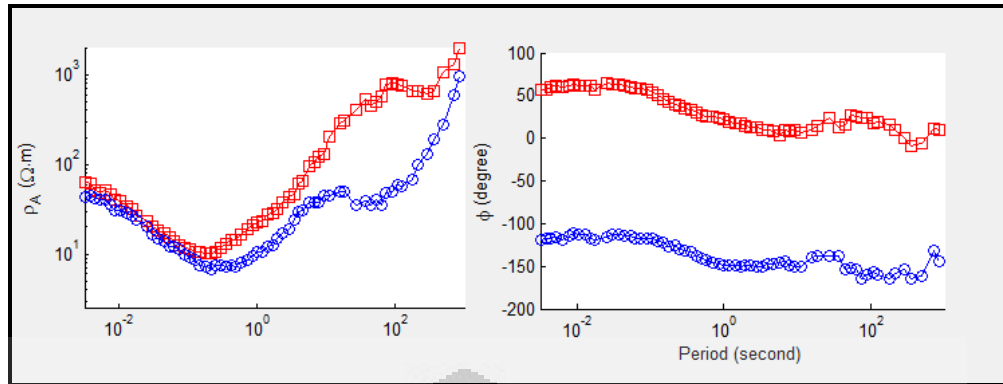


5. Kurva Data Riil Lintasan 4 Sebelum Koreksi

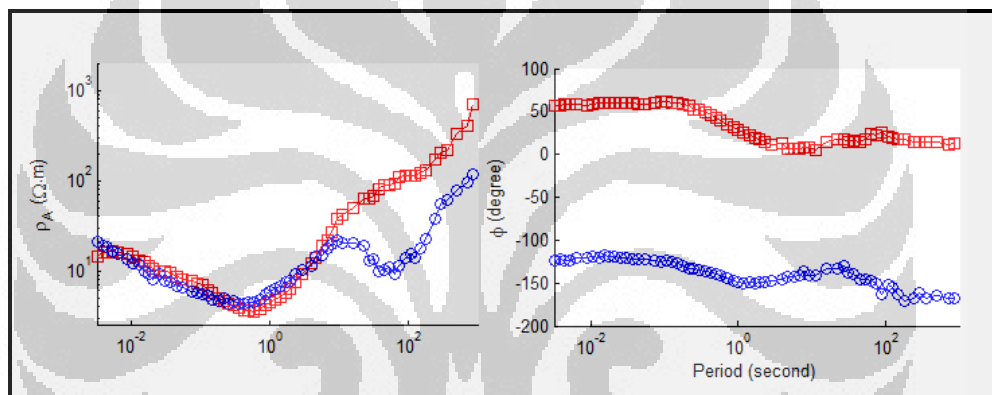
a. Stasiun B4



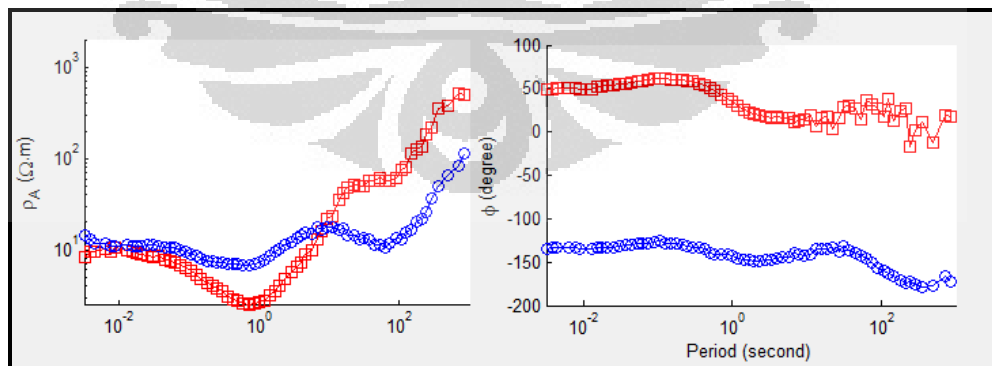
b. Stasiun C4



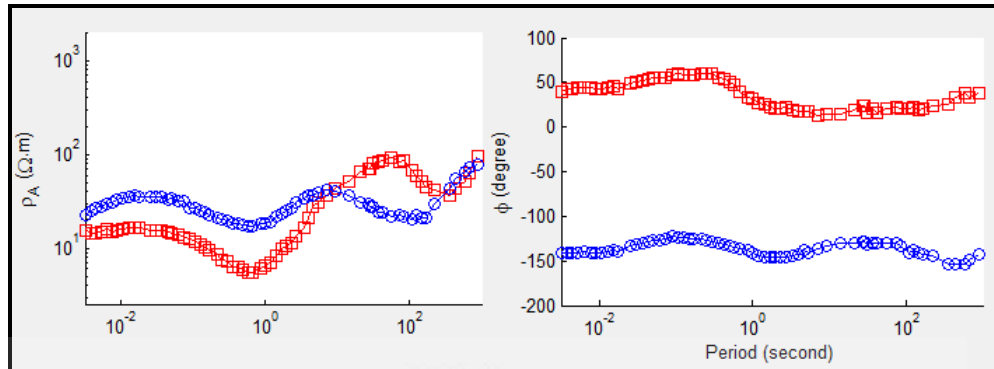
c. Stasiun D4



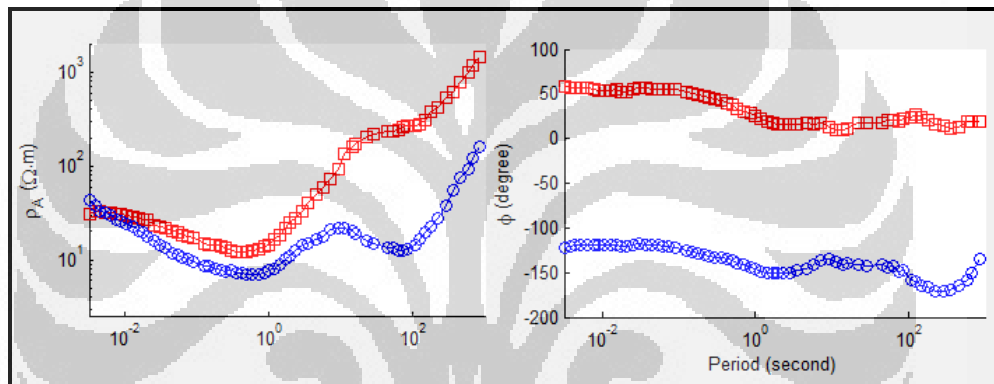
d. Stasiun E4



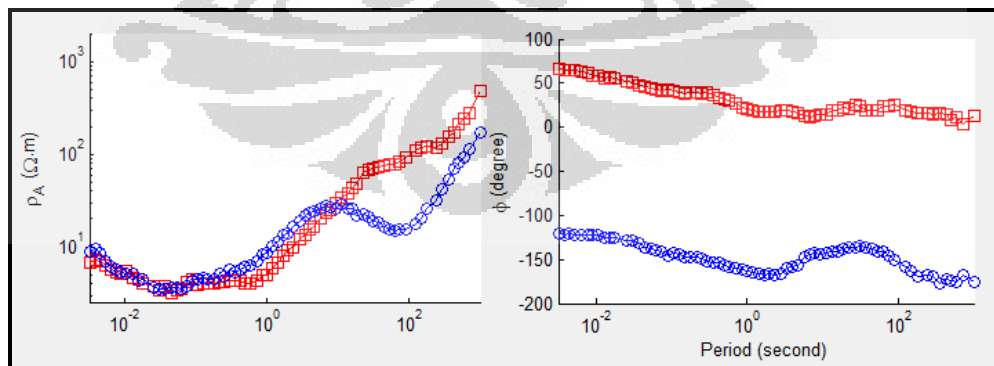
e. Stasiun F4



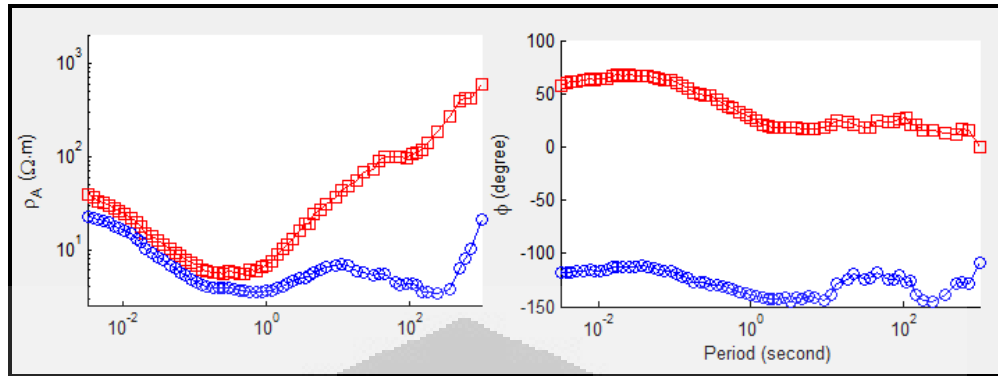
f. Stasiun G4



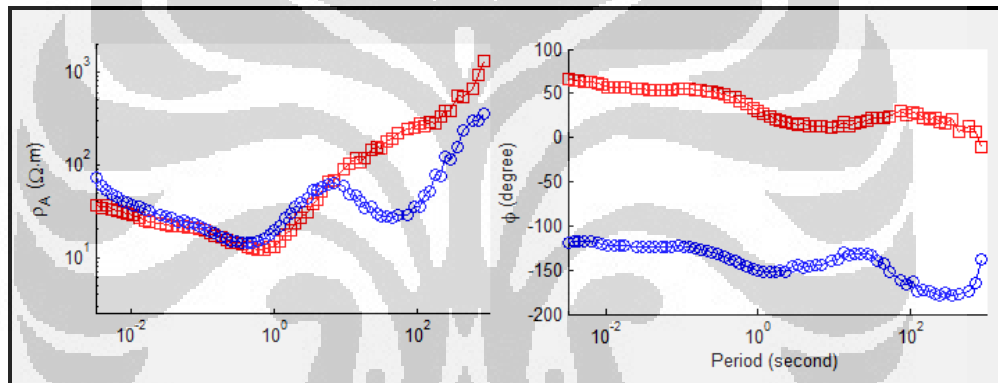
g. Stasiun H4



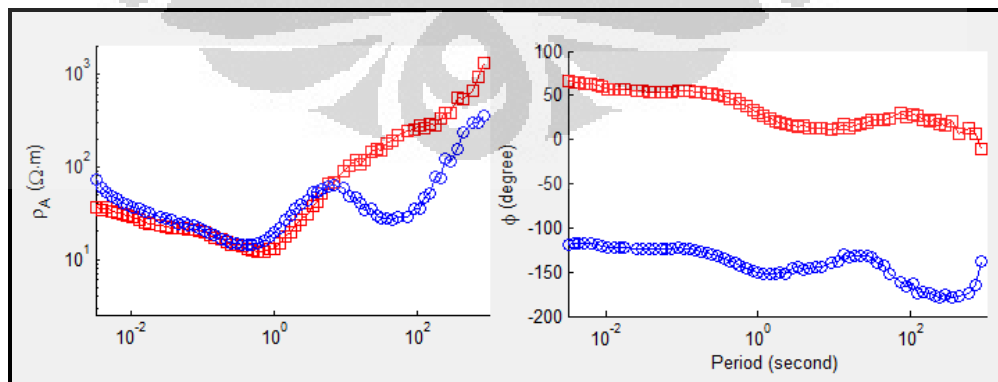
h. Stasiun I4



i. Stasiun J4



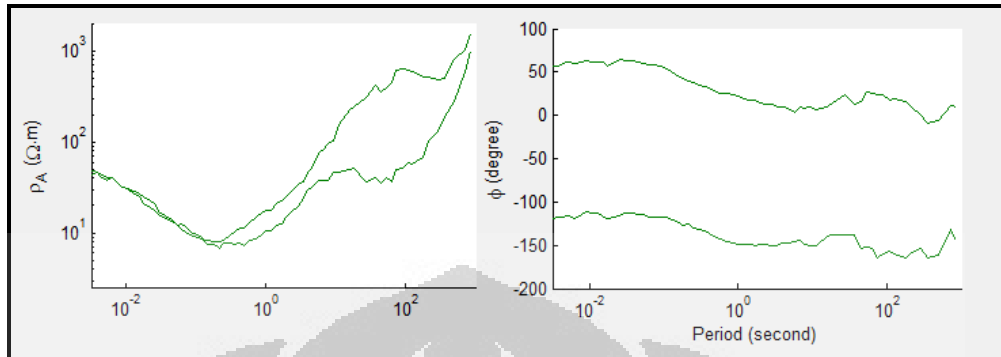
j. Stasiun K4



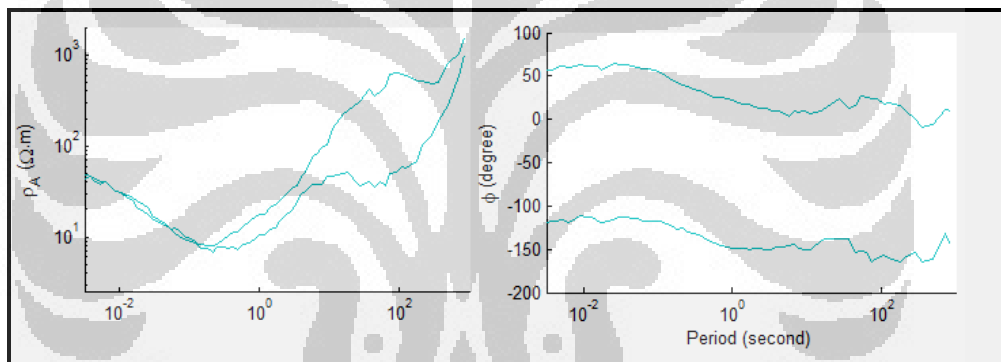
6. Kurva Data Riil Lintasan 4 Setelah Koreksi

Universitas Indonesia

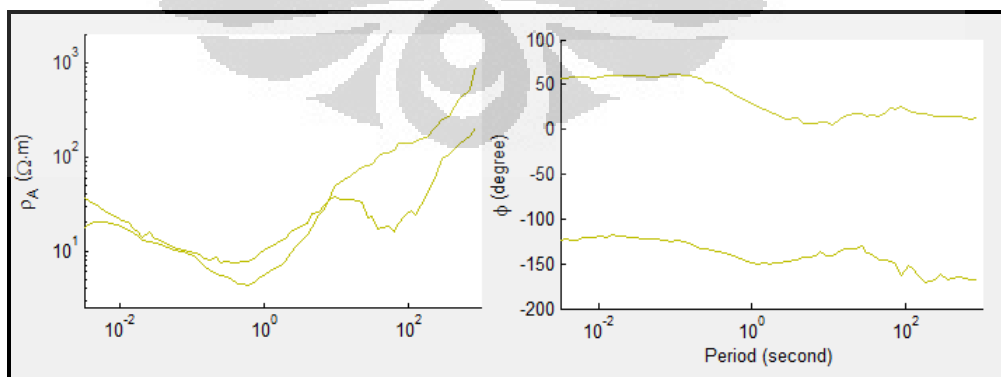
a. Stasiun B4



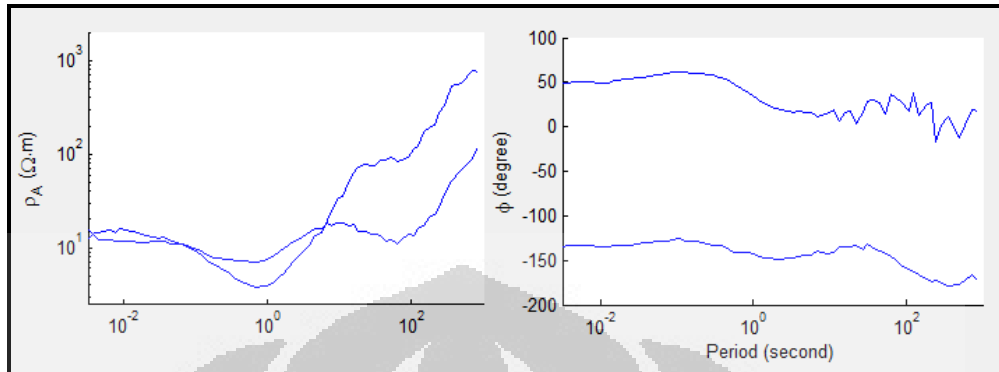
b. Stasiun C4



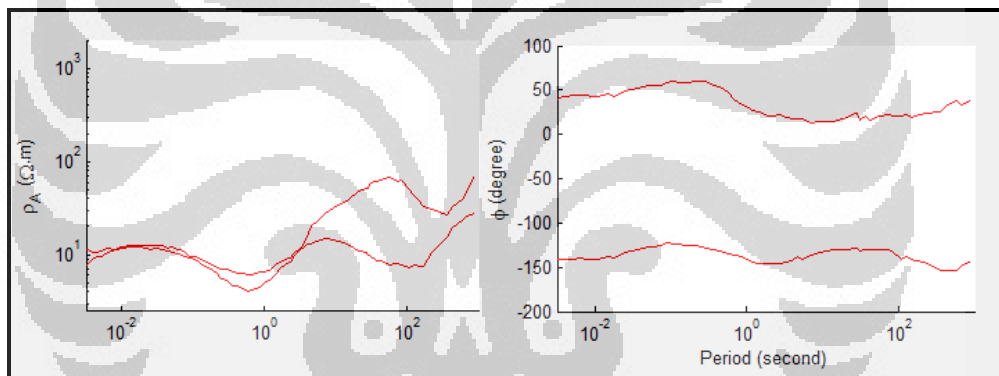
c. Stasiun D4



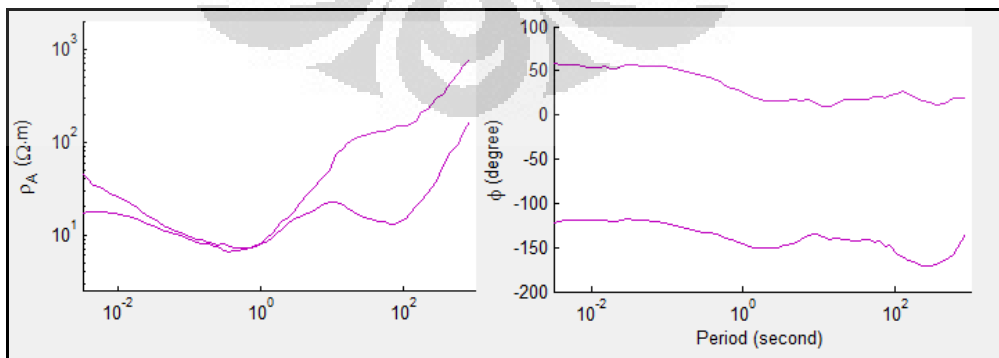
d. Stasiun E4



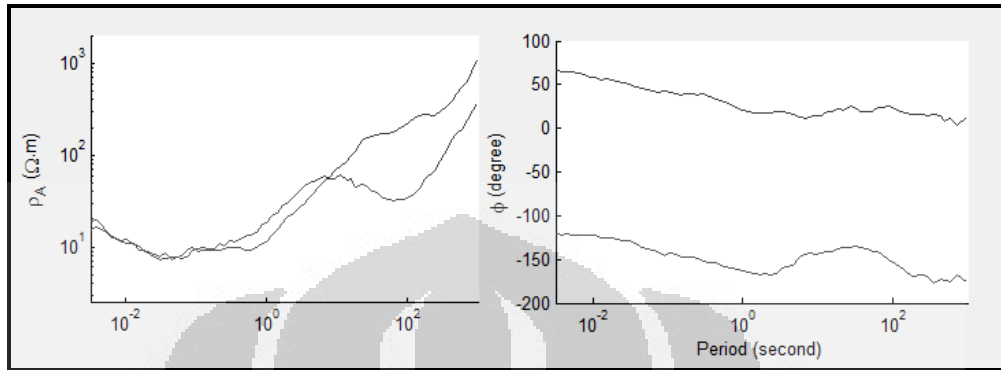
e. Stasiun F4



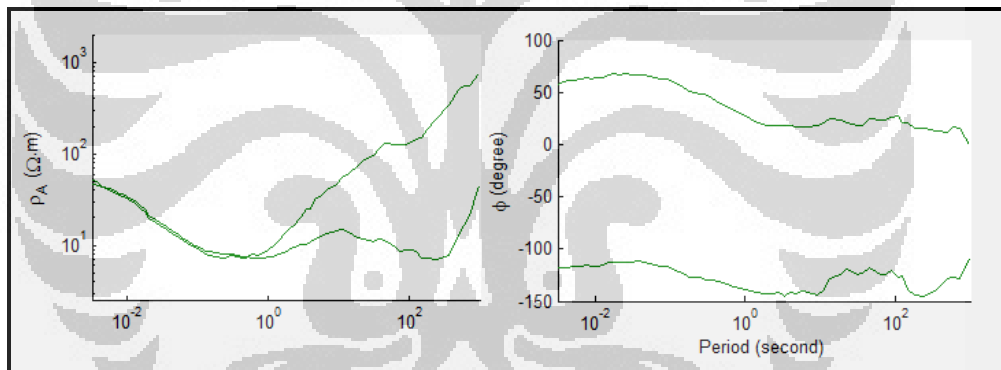
f. Stasiun G4



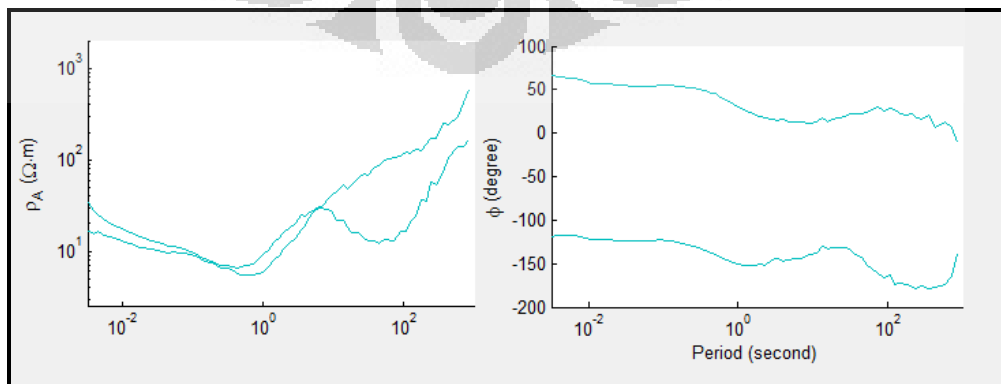
g. Stasiun H4



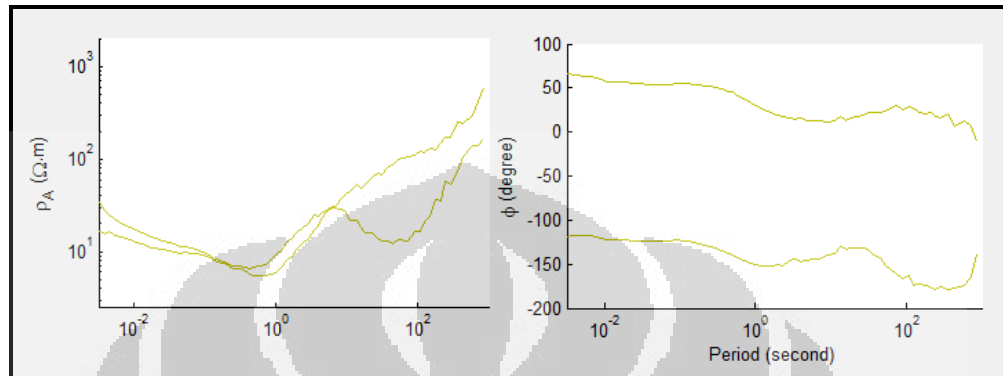
h. Stasiun I4



i. Stasiun J4

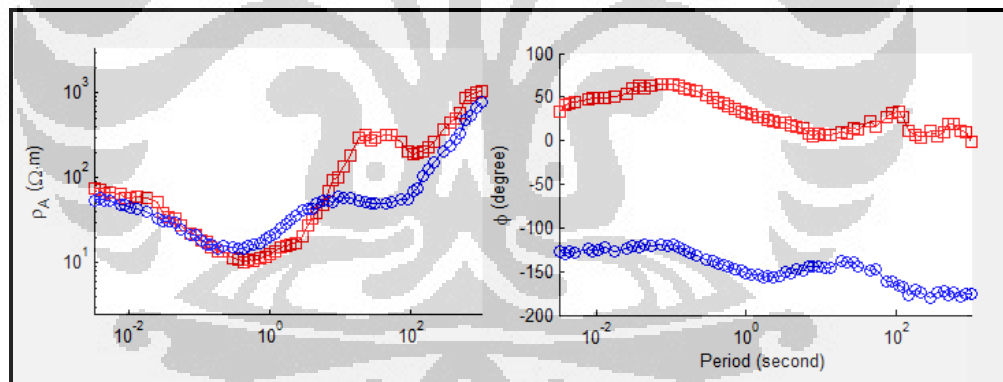


j. Stasiun K4

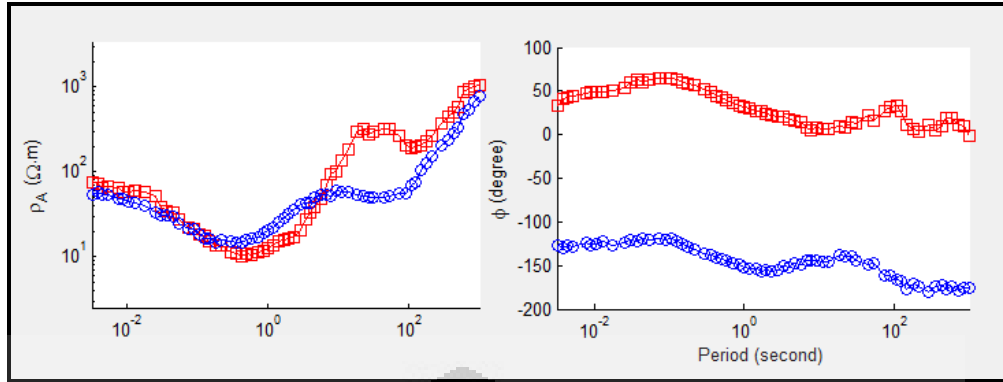


7. Kurva Data Riil Lintasan 5 Sebelum Koreksi

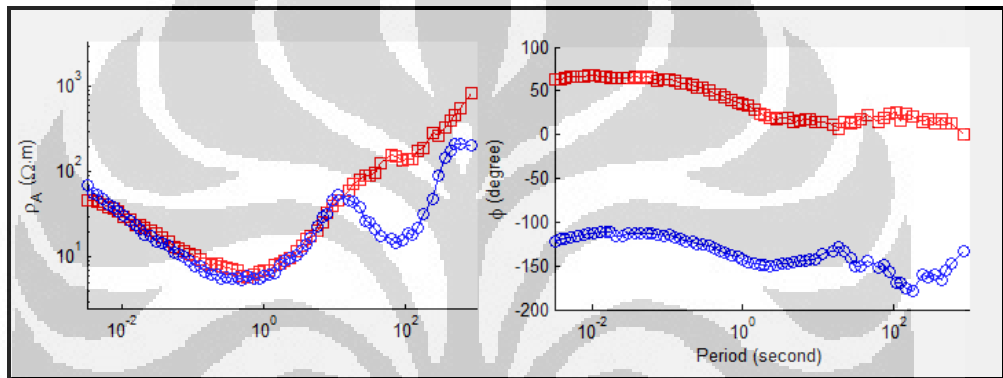
a. Stasiun B5



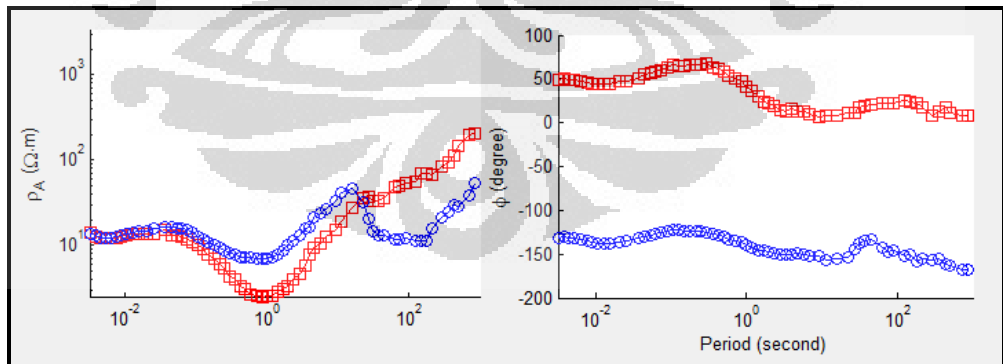
b. Stasiun C5



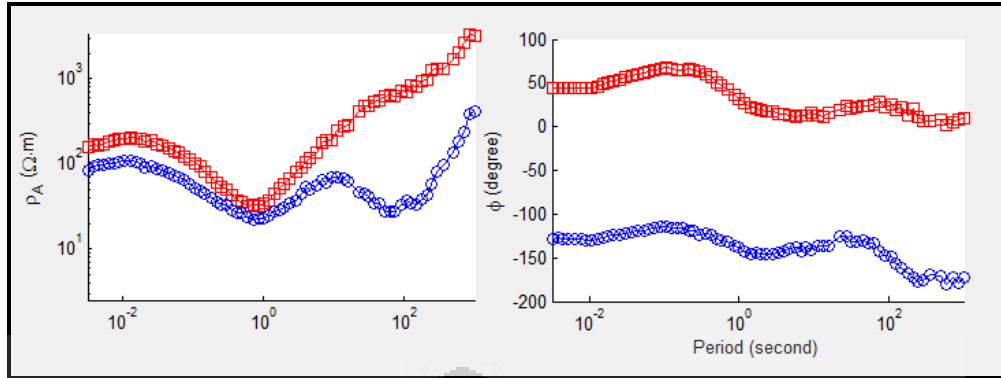
c. Stasiun D5



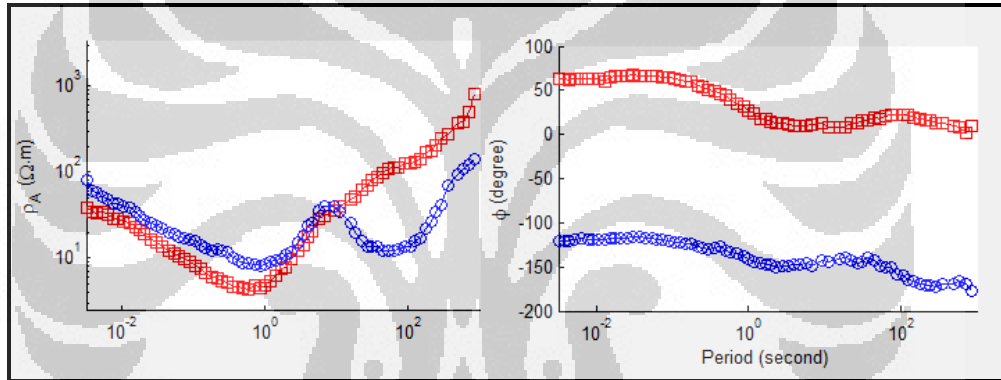
d. Stasiun E5



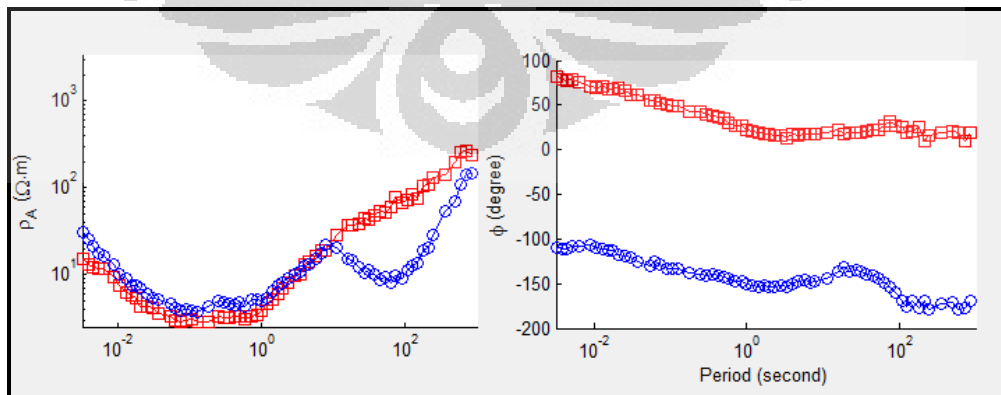
e. Stasiun F5



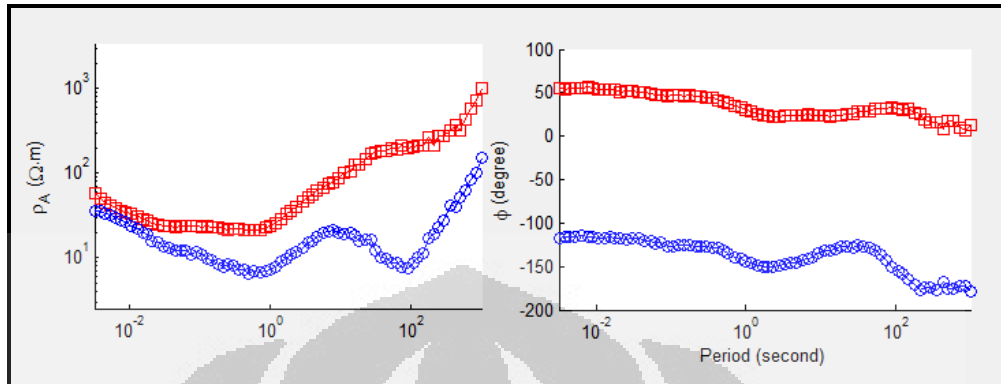
f. Stasiun G5



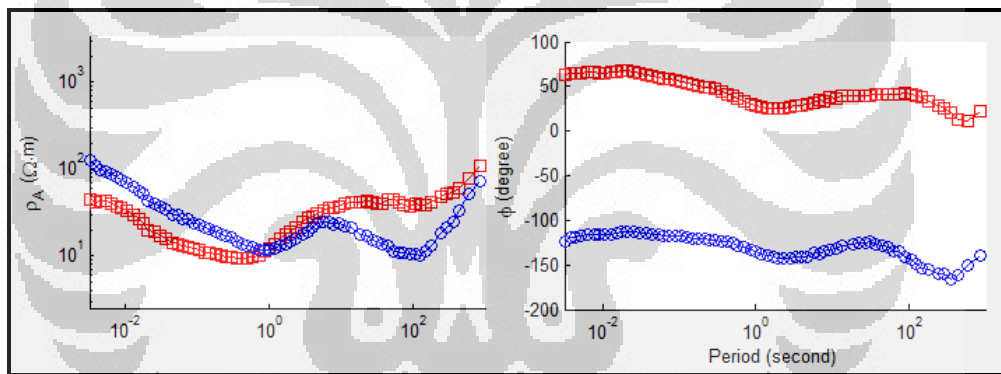
g. Stasiun H5



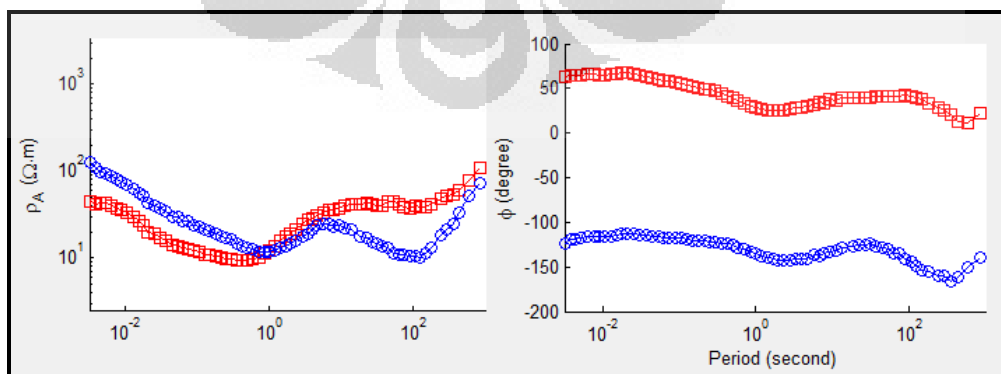
h. Stasiun I5



i. Stasiun J5

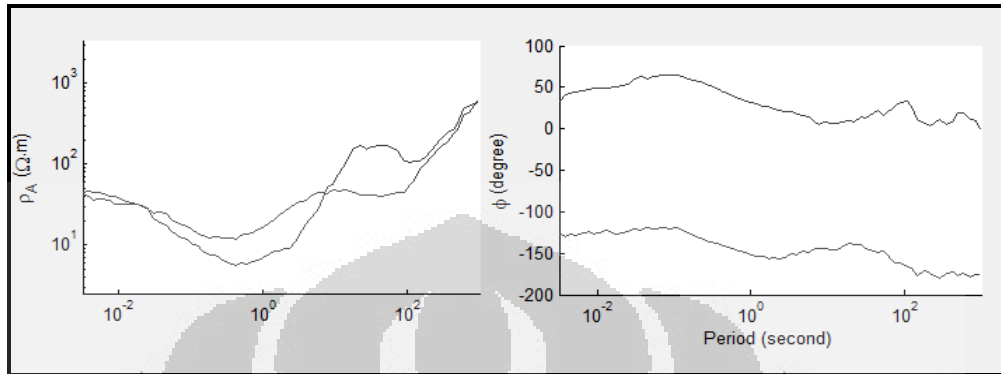


j. Stasiun K5

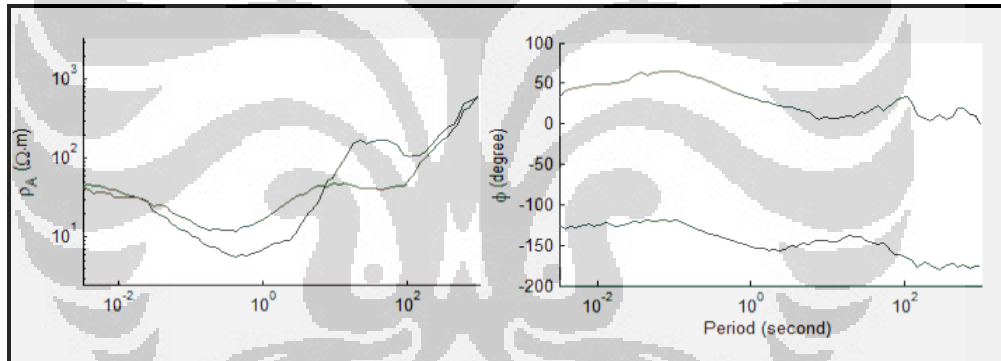


8. Kurva Data Riil Lintasan 5 Setelah Koreksi

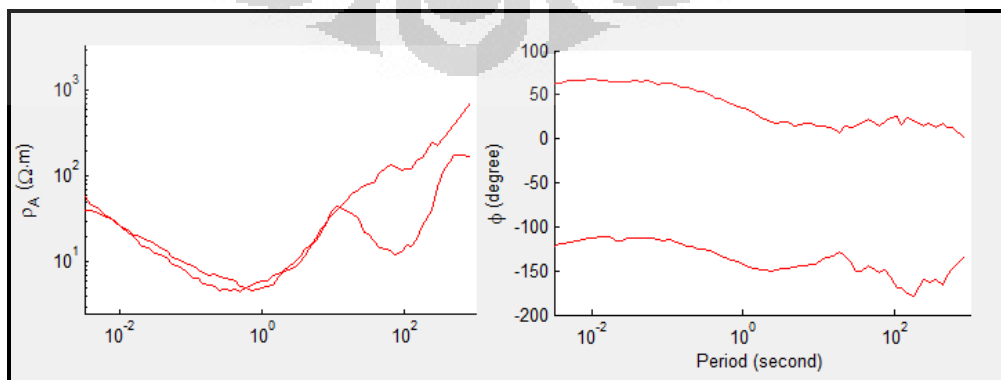
a. Stasiun B5



b. Stasiun C5

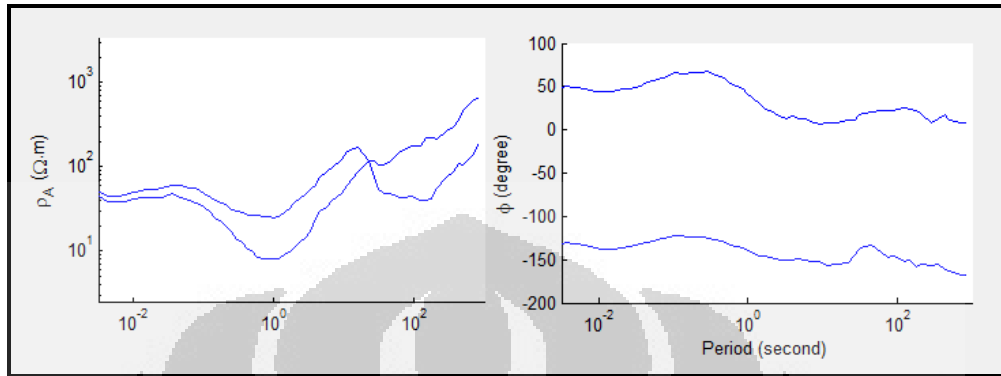


c. Stasiun D5

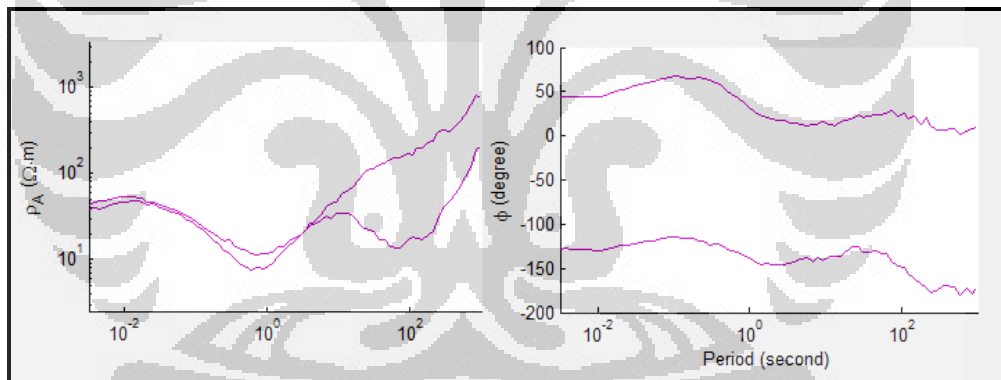


Universitas Indonesia

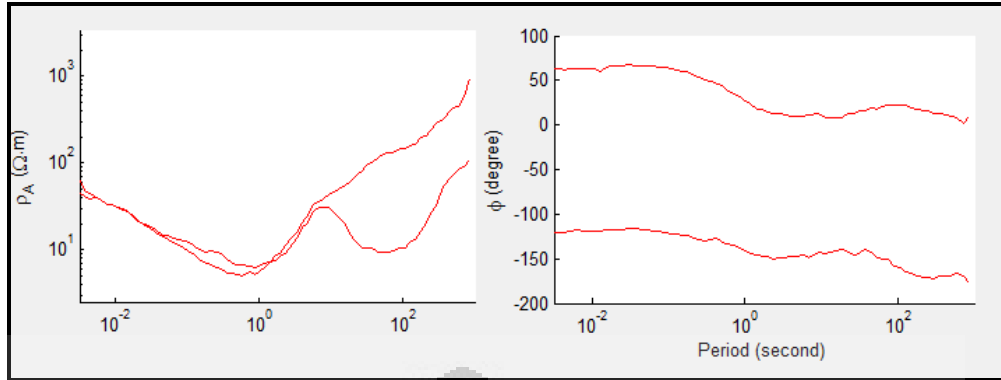
d. Stasiun E5



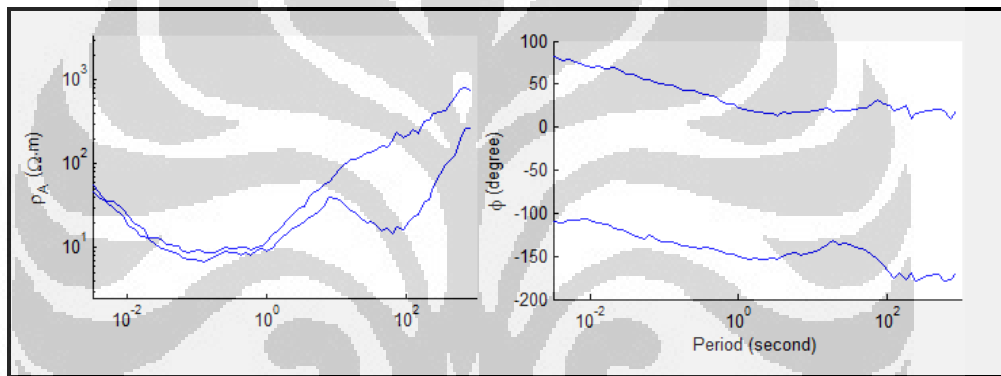
e. Stasiun F5



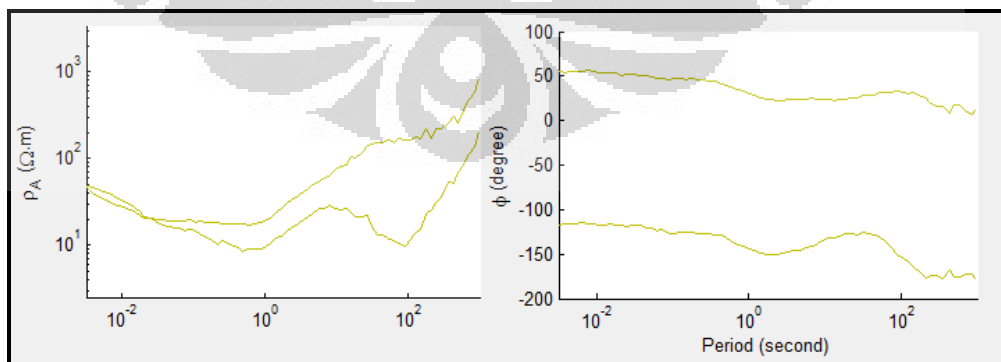
f. Stasiun G5



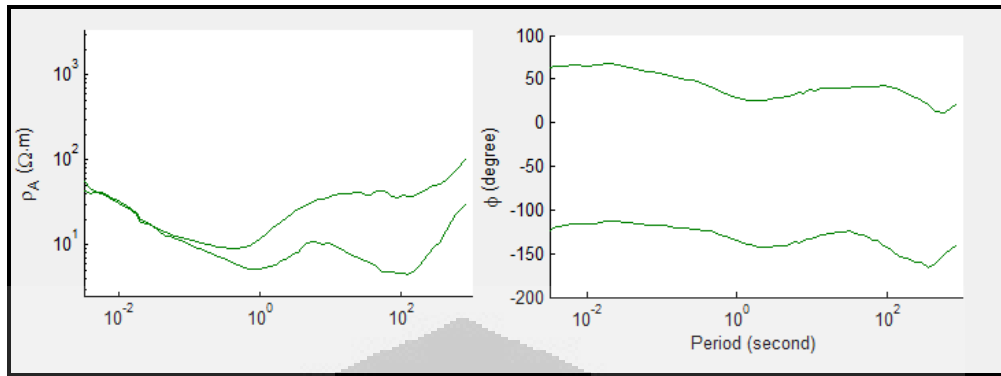
g. Stasiun H5



h. Stasiun I5



i. Stasiun J5



j. Stasiun K5

