

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

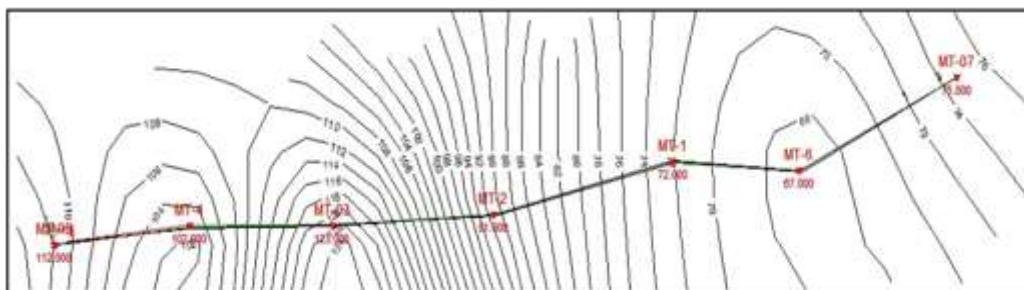
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif analitik yaitu metode mengumpulkan data tanpa melakukan akuisisi data secara langsung dan menganalisis data yang diperoleh dengan ditunjang beberapa kajian ilmiah dan menggunakan metode pendekatan kualitatif, karena hasil yang disajikan bukan berupa angka. Pada penelitian ini dilakukan proses pengolahan data Magnetotellurik dari data lapangan yaitu *time series* sampai inversi sehingga diperoleh penampang dua dimensi resistivitas terhadap kedalaman, dengan menggunakan *software* Phoenix Geophysics SSMT 2000, MTeditor, dan *software* WinGlink. Hasil penampang dua dimensi tersebut kemudian dianalisis sesuai dengan informasi geologi daerah penelitian dan diidentifikasi sebagai potensi sistem Hidrokarbon. .

### 3.2 Waktu dan Tempat Pengolahan Data

Pengolahan data dilaksanakan pada bulan Agustus – Oktober 2014 di Laboratory For Earth Hazards Pusat Penelitian Geoteknologi Gedung 70 LIPI Bandung.

### 3.3 Tempat Penelitian

Penelitian yang dilakukan di sekitar daerah Bogor terdiri dari tujuh titik pengukuran dalam satu lintasan. Titik tertinggi berada pada ketinggian sekitar 123 m di atas permukaan laut sedangkan titik terendah pada ketinggian sekitar 68 m. Gambar 3.1 menunjukkan lintasan pengukuran di sekitar daerah Bogor.



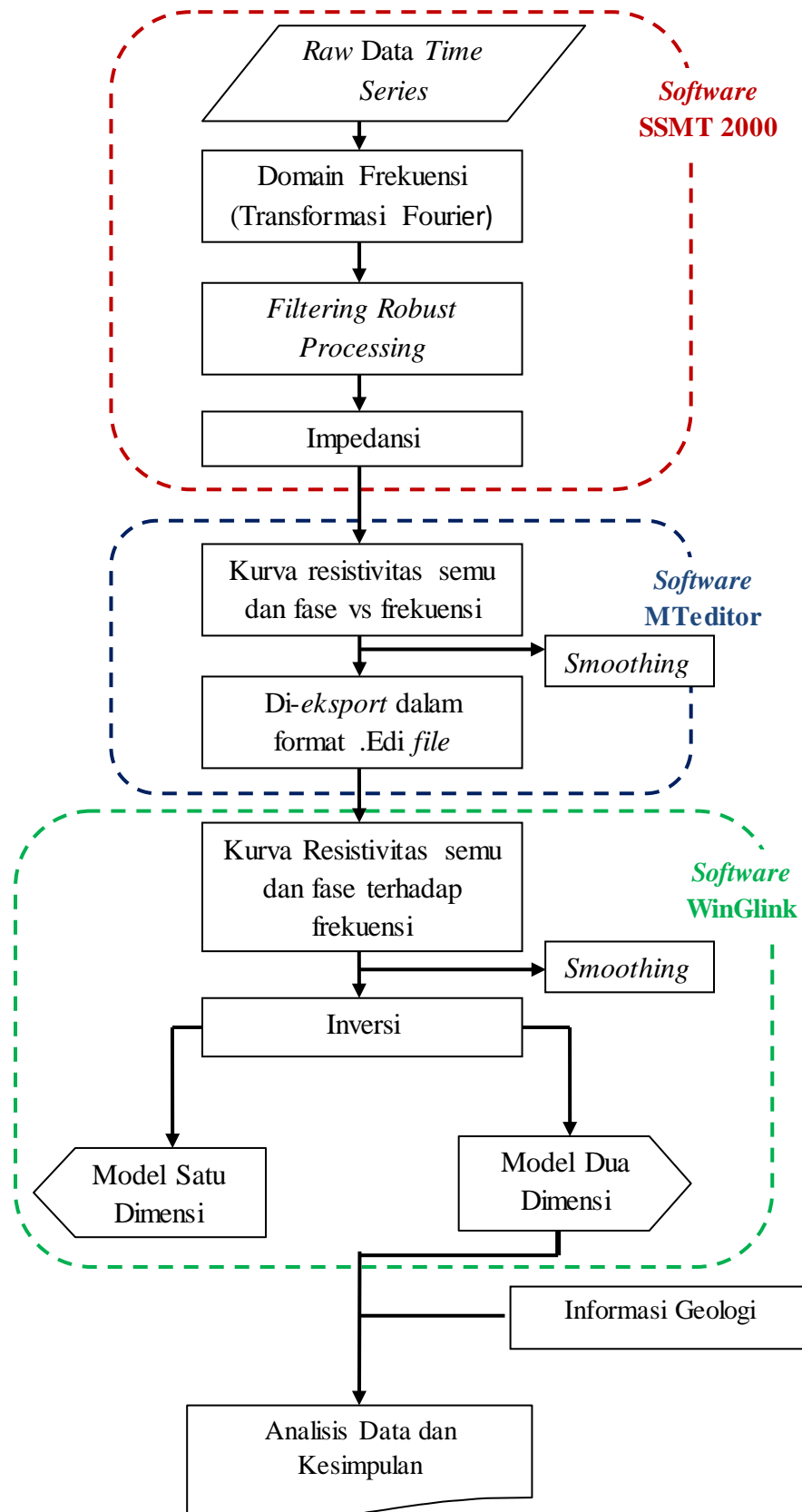
**Gambar 3.1** Lintasan Pengukuran

### **3.4 Data Penelitian**

Dalam penelitian ini data yang digunakan merupakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapat/dikumpulkan peneliti dari semua sumber yang sudah ada dalam artian penulis sebagai tangan kedua atau penulis tidak melakukan akuisisi data secara langsung. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari LIPI Bandung dan merupakan hasil pengukuran magnetotellurik pada satu lintasan yang berjumlah tujuh titik stasiun pengukuran di daerah Bogor oleh tim peneliti Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

### **3.5 Diagram Alir Penelitian**

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan tersebut ditunjukkan melalui diagram alir pada gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Pengolahan Data

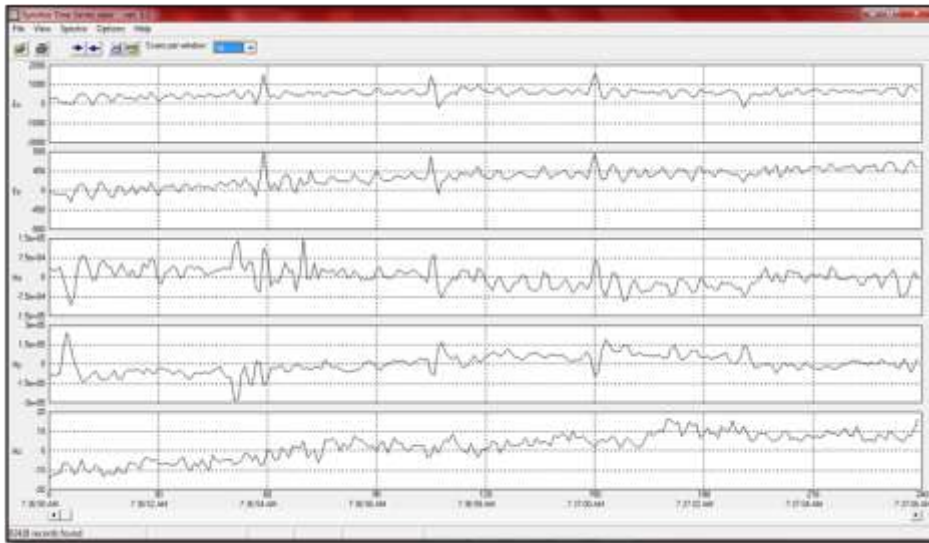
Secara umum tahapan yang dilakukan pada pengolahan data ini yaitu diawali dengan memasukkan data hasil pengukuran berupa deret waktu (*time series*) yaitu variasi nilai medan listrik (E) dan medan magnet (H) terhadap waktu dirubah kedalam domain frekuensi menggunakan transformasi fourier, melakukan *robust processing*, dan merubahnya ke dalam bentuk .MTH dan .MTL dengan menggunakan *software* SSMT 2000. Kemudian data .MTH dan .MTL, dibaca menggunakan *software* MTeditor sehingga didapatkan kurva *apparent resistivity* dan *phase* yang nantinya dilakukan proses seleksi *crosspower* (*smoothing*) untuk mendapatkan kurva yang lebih baik. Setelah itu, barulah masuk kedalam tahapan inversi dua dimensi dimana pada tahapan ini dibuat pemodelan dua dimensi dengan menggunakan *software* WinGlink. Berikut ini tahapan yang dilakukan beserta *software* yang digunakan:

- a) Mengubah data *time series* menjadi frekuensi domain dengan Fourier Transform menggunakan program SSMT 2000.
- b) Melakukan *robust processing* dengan program SSMT 2000.
- c) Proses seleksi *crosspower* menggunakan program MTeditor.
- d) Melakukan inversi dua dimensi menggunakan program WinGlink.

Untuk proses pengolahan data MT lebih jelasnya ditunjukkan pada lampiran 2.

#### 3.6.1 Raw Data Time Series

Data yang terekam dalam alat MT yaitu berupa data mentah dalam format *time series*. Salah satu contoh data mentah (*row data*) bisa dilihat pada gambar 3.3. Sumbu y (vertikal) merupakan amplitude yaitu nilai *magnitude* dari **Ex**, **Ey**, **Hx**, **Hy**, dan **H<sub>z</sub>** hasil dari perekaman komponen medan listrik dan medan magnet di lapangan. Sedangkan sumbu x (horizontal) merupakan waktu *sampling* perekman. *Time series* tersebut dapat dikatakan sebagai suatu sinyal yang kontinu apriodik, dimana bisa dilihat dari amplitudo dan banyaknya getaran.



**Gambar 3.3** Contoh data *time series* hasil perekaman selama 16 detik

### 3.6.2 Transformasi Fourier

Data yang terekam dalam alat MT yaitu dalam bentuk sinyal. Transformasi Fourier bertujuan untuk merubah suatu sinyal dari domain waktu menjadi domain frekuensi agar didapat nilai impedansi, yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan nilai resistivitas (gambar 3.4). Transformasi Fourier dapat menangkap informasi dari suatu sinyal tersebut, apakah suatu sinyal tersebut mempunyai frekuensi atau tidak.

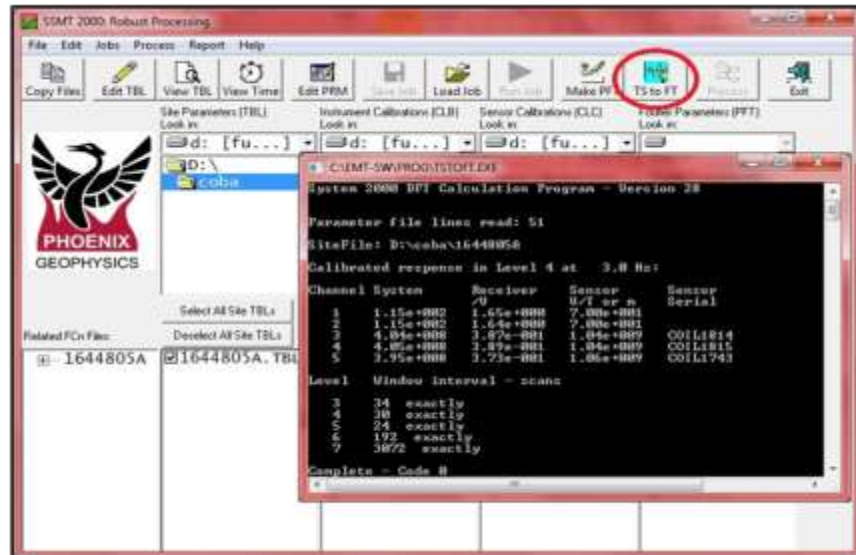
Konsepsi yang dipakai untuk melihat fungsi-fungsi yang dikenakan transformasi Fourier adalah konsep fungsi analog, yakni fungsi-fungsi yang nilainya selalu ada disetiap waktu (*continuous function*). Dalam prakteknya seperti data *time series* data pengukuran MT, kita mempunyai fungsi hanya pada interval tertentu dan nilai-nilainya hanya diketahui pada saat-saat tertentu saja (tidak sembarang waktu), tetapi hanya pada setiap interval *sampling* dalam waktu.

Dalam proses komputasi teknik yang dapat dilakukan dalam transformasi Fourier yaitu salah satunya dikenal dengan teknik Transformasi Fourier Diskrit (DFT). Transformasi Fourier Diskrit adalah transformasi Fourier yang dihitung secara langsung. Transformasi fungsi diskrit dapat ditulis sebagai berikut:

$$F(w) = \sum_{T=0}^{N-1} f(T)e^{-i2\pi WT/N} \quad (3.1)$$

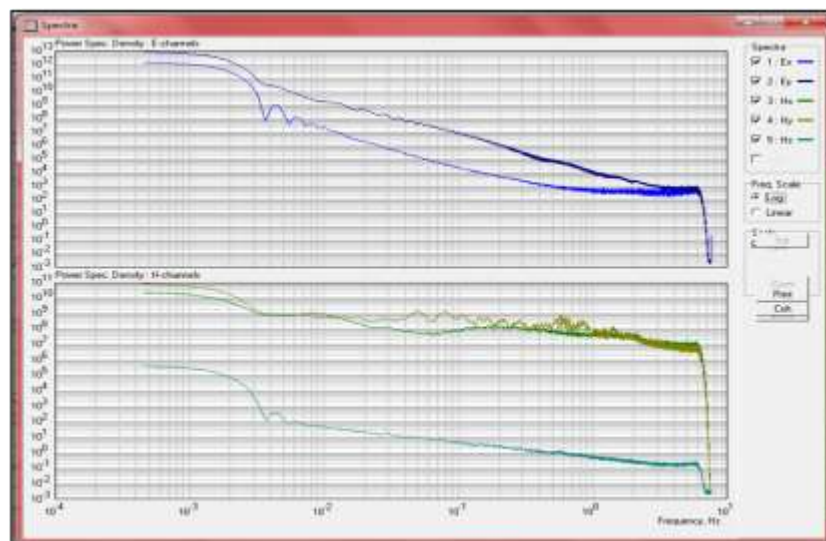
dengan:  $N$  = Jumlah data deret waktu       $T$  = Data indeks waktu,  $f(T) = f(1), f(2), \dots$

$W$  = indeks frekuensi



**Gambar 3.4** Proses Transformasi Fourier pada *software* SSMT 2000

Transformasi Fourier merupakan suatu fungsi yang bertujuan untuk merubah dari suatu sinyal menjadi spektra frekuensi dan dapat mempresentasikan suatu sinyal non periodik. Spektra frekuensi hasil transformasi Fourier dari *time series* pada gambar 3.3 ditampilkan pada gambar 3.5.

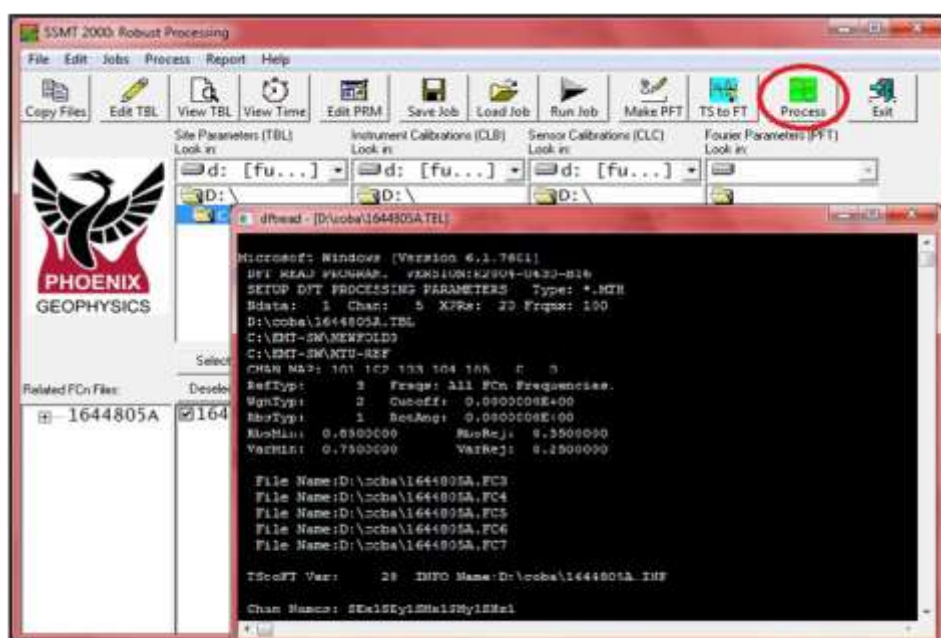


**Gambar 3.5** Spectra frekuensi hasil proses Transformasi Fourier

Pada gambar 3.5 terlihat bahwa untuk spektra E (kurva paling atas) merupakan tampilan sinyal medan listrik terhadap frekuensi. Sedangkan gambar spektra H (kurva paling bawah) adalah tampilan sinyal dari medan magnetik terhadap frekuensi.

### 3.6.3 Robust Processing

Setelah melakukan proses transformasi Fourier langkah selanjutnya yaitu melakukan *robust processing* untuk menghilangkan *biasing noise* dan menghitung nilai impedansi, resistivitas dan fase. Langkah pertama yaitu melakukan edit parameter *robust* (edit PRM) pada *software* SSMT 2000. Pada menu ini diatur parameter-parameter yang diperlukan yaitu lokasi penyimpanan hasil pengolahan dan menentukan nilai maksimum *crosspower*. *Crosspower* adalah banyaknya data dalam satu frekuensi yang dapat dilihat saat menggunakan MTeditor. Maksimum *crosspower* dapat diatur untuk menentukan seberapa banyak data yang diinginkan untuk diseleksi pada proses seleksi *crosspower*. Hasilnya akan didapatkan data yang berformat .MTH dan .MTL yang digunakan untuk proses selanjutnya pada *software* MTeditor. Proses *Robust processing* ditunjukkan pada gambar 3.6 pada saat sedang berjalan menggunakan *software* SSMT2000.



Gambar 3.6 Menu “Proses” dan proses *robust processing*

Erdi Erdiansyah, 2015

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE MAGNETOTELLURIK DAERAH SEKITAR BOGOR JAWA BARAT SEBAGAI POTENSI SISTEM HIDROKARBON**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

*Robust processing* digunakan sebagai filter *noise* awal untuk data MT. Umumnya data dengan nilai yang menyimpang jauh dari nilai rata-rata dapat dianggap sebagai *noise*, dimana *robust processing* berfungsi untuk merendahkan nilai atau outliers yang menyimpang pada proses iterasi. *Robust processing* adalah teknik pemrosesan statistikal yang menggunakan bobot *iterative* dari residual untuk mengidentifikasi dan menghapus data yang menyimpang oleh *noise* (Simpson dan Bahr, 2005).

#### 3.6.4 Seleksi *Crosspower*

Hasil dari proses pengolahan data dalam *software* SSMT 2000, adalah data resistivitas dan frekuensi yang ditampilkan dalam bentuk kurva yaitu kurva resistivitas terhadap frekuensi dan kurva fase terhadap frekuensi, yang dapat dibuka dengan *software* MTeditor (gambar 3.7). Dari gambar tersebut terlihat bahwa terdapat empat kurva. Kurva pada kiri atas merupakan kurva *apparent resistivity vs frequency*. Kurva kiri bawah merupakan kurva *phase vs frequency*. Sedangkan dua kurva yang berada disebelah kanan mewakili setiap satu data dari kurva di sebelah kiri. Banyaknya data di sebelah kanan ditentukan oleh nilai *crosspower* yang diatur pada tahap sebelumnya pada *software* SSMT2000.

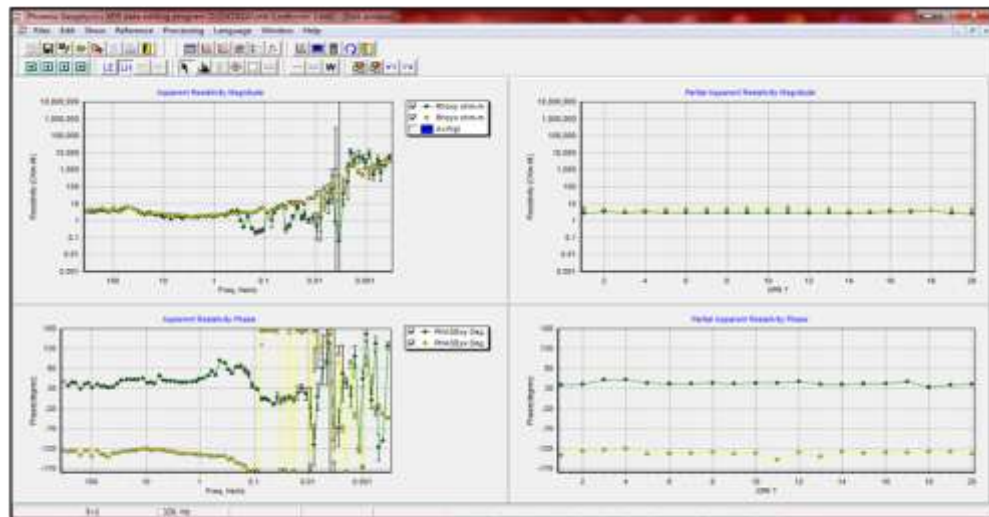
Pengaruh *noise* menyebabkan kurva yang terbentuk menjadi acak dan tidak teratur, maka untuk mengatasi hal tersebut langkah selanjutnya adalah melakukan proses seleksi *crosspower* yang bertujuan untuk mendapatkan kurva resistivitas versus frekuensi yang lebih baik (lebih *representative*) (gambar 3.8). Dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa kurva resistivitas semu dan fase TM ditandai dengan dengan titik berwarna hijau, sedangkan resistivitas fase TE ditandai dengan titik berwarna kuning.

Pada kurva TE dan kurva TM kondisi idealnya berimpit, namun karena pengaruh heterogenesis permukaan pada saat pengukuran yang disebabkan perbedaan lapisan yang tidak homogen, sehingga akan terkumpulnya arah medan listrik pada batas heterogenitas. Pada kondisi tersebut nilai resistivitas semu akan menurun pada lapisan yang resistif dan mengurangi pengukuran medan listrik. Sehingga mempengaruhi frekuensi pada saat titik pengukuran MT, dimana akan

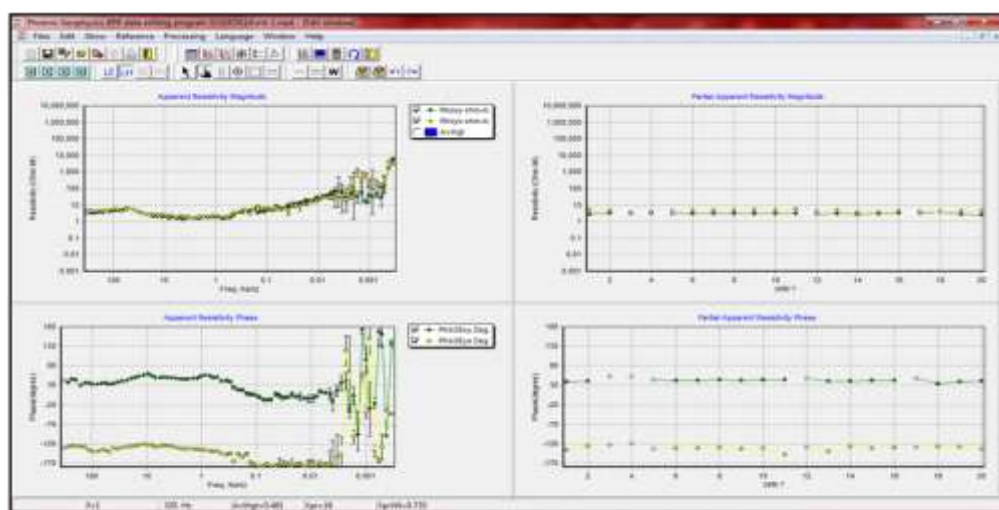


tergeser ke atas apabila melewati lapisan yang resistif dan akan tergeser ke bawah jika melewati lapisan yang konduktif. Proses seleksi *crosspower* yang maksimal akan menghasilkan kurva yang lebih halus, sehingga model yang dihasilkan akan mempresentasikan keadaan yang sebenarnya pada saat proses inversi karena mempunyai nilai eror yang kecil.

Proses penseleksian dilakukan dengan mengklik data pada satu titik yang ingin di-*off*-kan pada kurva sebelah kanan, kemudian pada kurva sebelah kiri atas maupun kurva kiri bawah akan mengalami perubahan. Maka, kurva sebelah kiri akan berubah sesuai dengan data yang dipilih pada kurva kanan. Setelah proses seleksi telah dilakukan maka data disimpan dalam format “.mpk” dan di-*export* kedalam bentuk file “.ed”.



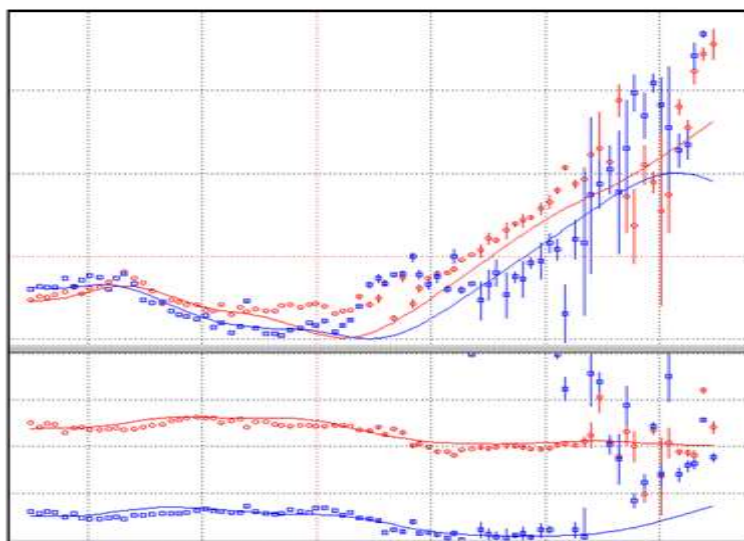
**Gambar 3.7** Contoh kurva sebelum diseleksi



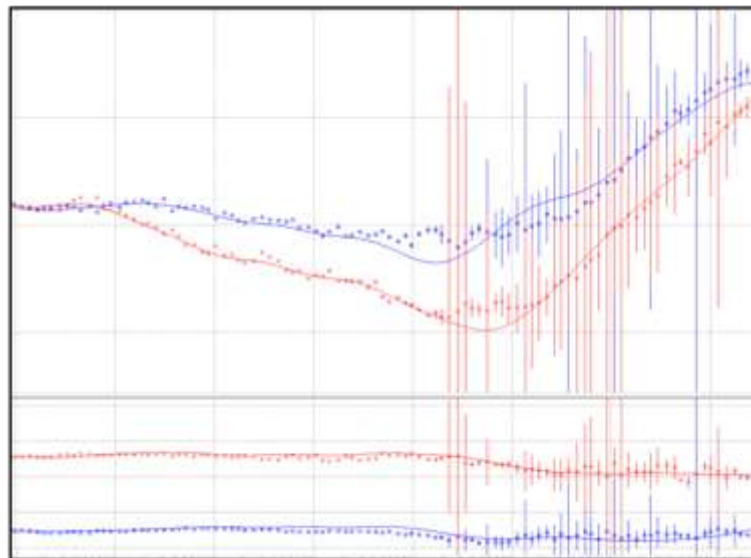
### Gambar 3.8 Contoh kurva sesudah diseleksi

Kurva MT hasil seleksi *crosspower* menggunakan MTeditor dari tujuh titik pengukuran ditunjukkan pada lampiran 3.3.6.5 *Penghalusan Kurva*

Dalam *software* WinGlink yaitu pada menu *Sounding* dilakukan proses penghalusan kurva kembali untuk mendapatkan kurva yang lebih baik. Penghalusan kurva kembali dilakukan dengan memasukan nilai kesalahan yang diinginkan. Dalam proses ini semua nilai simpangan diberikan sebesar 0,1% yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan yang terjadi. Memasukkan angka lebih kecil dari nilai 0,1% tidak dapat dilakukan, karena nilai tersebut merupakan nilai terkecil yang dapat dimasukkan. Nilai simpangan sebesar 0,1% merupakan nilai terkecil yang mungkin dijadikan bahan acuan untuk seluruh data yang dipakai. Gambar 3.9 menunjukkan kurva sebelum dilakukan proses *smoothing* pada *software* WinGlink. Sub menu *Shift* digunakan untuk menaikkan atau menurunkan satu per satu titik yang tidak tepat berada sedekat mungkin dengan kurva garis tegas. Gambar 3.10 menunjukkan kurva yang baik setelah dilakukan proses *smoothing*. Kurva *Sounding* berupa kurva resistivitas terhadap frekuensi dan fase terhadap frekuensi. Setelah dilakukan proses *smoothing* pada WinGlink untuk tujuh titik pengukuran ditunjukkan pada lampiran 4.



**Gambar 3.9** Kurva Resistivitas Terhadap Frekuensi dan Fase terhadap Frekuensi Sebelum Proses *Smoothing* pada WinGlink



**Gambar 3.10** Kurva Resistivitas Terhadap Frekuensi dan Fase terhadap Frekuensi Setelah Dilakukan Proses *Smoothing* pada WinGlink

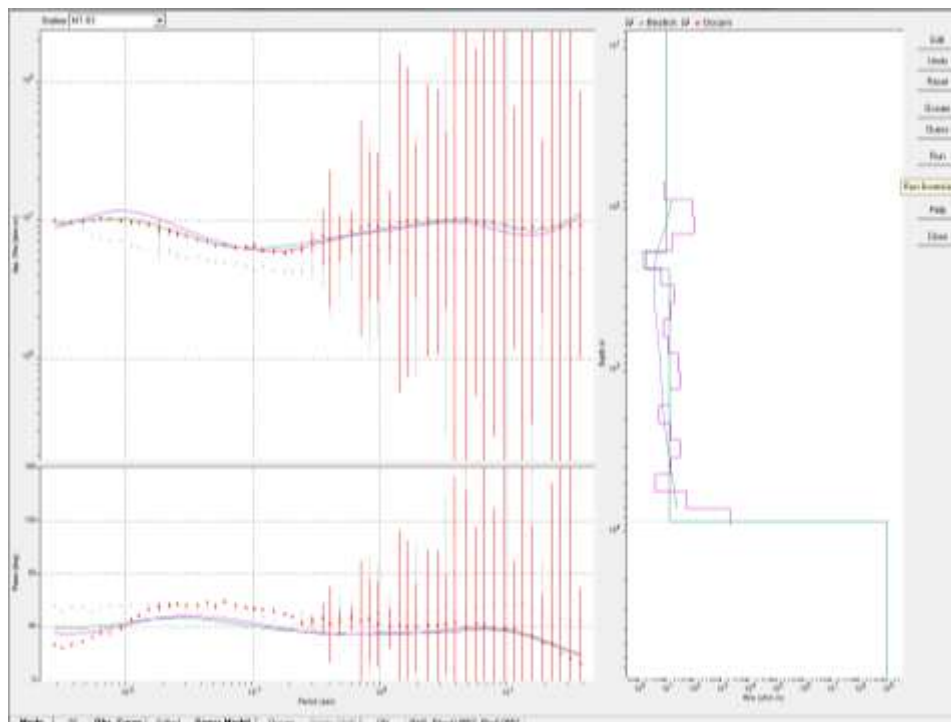
### 3.6.6 Pemodelan Inversi

Setelah semua kurva MT melalui tahap seleksi *crosspower* maka tahap selanjutnya adalah melakukan inversi satu dimensi dan dua dimensi dengan menggunakan *software* WinGlink. Tahap pertama yang dilakukan dalam proses inversi adalah memasukan/meng-*import* data. Data yang di-*import* adalah data yang telah mengalami seleksi *crosspower* dan dalam bentuk *file* ".edi". Selain itu, data lain yang harus dimasukan adalah koordinat dari tempat pengukuran. Hasilnya akan didapatkan kontur elevasi beserta letak titik MT.

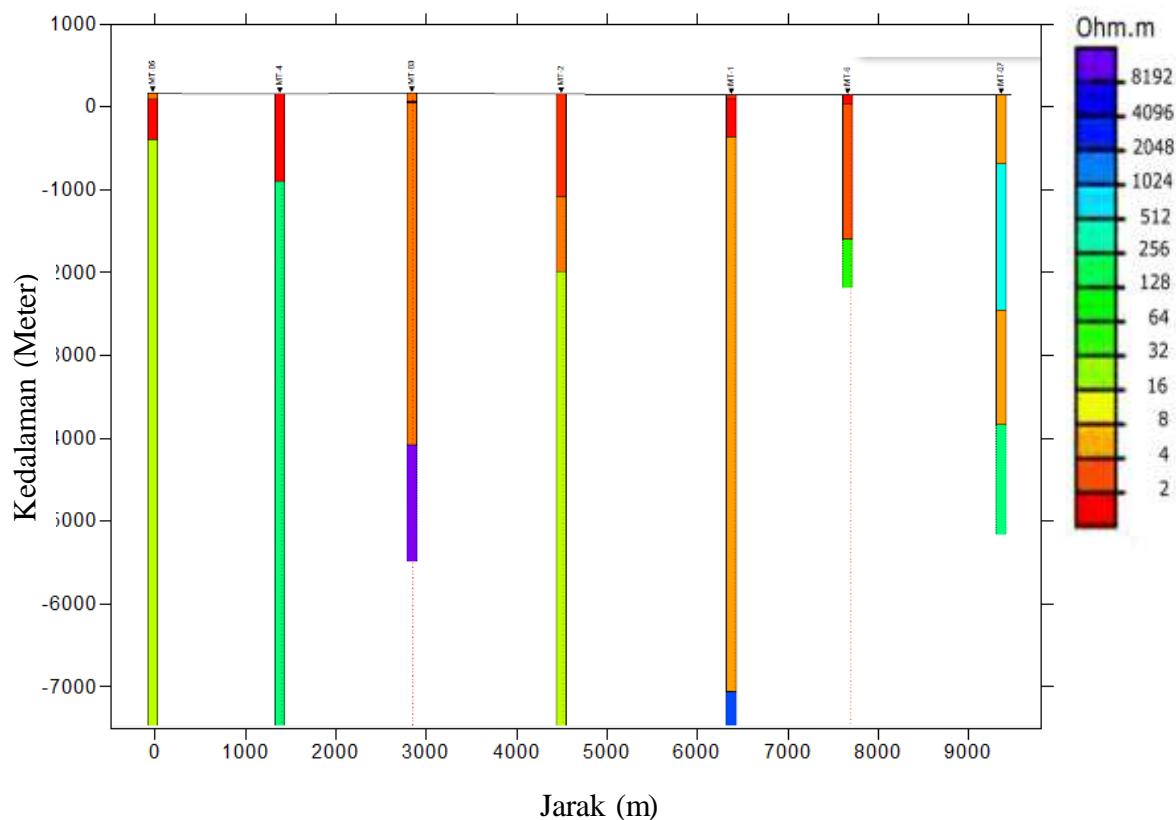
Untuk inversi satu dimensi, pada data *Sounding* yang telah diperhalus digunakan untuk menampilkan penampang semu yaitu penampang satu dimensi yang dapat dibuka di menu *X Section*. Pada gambar 3.11 menunjukkan kurva MT3 *sounding* yang telah dilakukan proses *smoothing* pada bagian kiri gambar terhadap model satu dimensi Occam, Bostick dan model berdasarkan data yang didapatkan pada bagian kanan gambar. Model Occam dan Bostick merupakan model satu dimensi yang menggunakan metode *Least Square Method* untuk mendapatkan solusi yang paling sederhana. Kurva menunjukkan kedalaman terhadap nilai resistivitas. Terlihat kurva ketiga model tersebut saling memotong satu sama lain. Ini menandakan bahwa model yang akan dihasilkan tidak berbeda

jauh dengan model yang dijadikan acuan dengan nilai eror sebesar 0,0557. Nilai simpangan yang kecil merupakan model yang akan dihasilkan dan mendekati model yang sesungguhnya terhadap model acuan. Gambar 3.12 menunjukkan inversi model satu dimensi daerah penelitian pada titik pengukuran MT1 sampai MT7. Pada model MT2 dihasilkan tiga lapisan yang berbeda dengan nilai resistivitas yang berbeda pula. Hal tersebut sesuai dengan kurva *Sounding* MT3 pada gambar 3.11 yang menunjukkan lapisan dan resistivitas yang berbeda.

Setelah proses penghalusan kuva *Sounding*, maka langkah terakhir adalah melakukan inversi dua dimensi, dengan terlebih dahulu mengatur tampilan inversi yang ingin kita hasilkan, seperti masukan nilai topografi, mengatur skala warna, mengatur batas atas-bawah dan kanan-kiri, dan memasukan jumlah iterasi yang diinginkan, barulah proses inversi siap dijalankan.



**Gambar 3.11** Kurva *Sounding* WinGlink terhadap model satu dimensi



**Gambar 3.12** Model Inversi Satu Dimensi

### 3.7 Analisis Data

Unsur penyusun sistem hidrokarbon terdiri dari lapisan penutup (*seal*), batuan penyimpan hidrokarbon (*reservoir*) dan batuan sumber (*source rock*) hidrokarbon serta perangkap (*trap*). Hasil akhir dari pengolahan data berupa model inversi dua dimensi struktur bawah permukaan yang berisi informasi resistivitas terhadap kedalaman. Sebaran resistivitas direpresentasikan oleh warna tertentu. Resistivitas warna merah menunjukkan nilai resistivitas yang terendah sedangkan resistivitas warna biru menunjukkan resistivitas yang tertinggi dan resistivitas warna hijau menunjukkan nilai resistivitas sedang.

Berdasarkan nilai resistivitas tersebut dapat diidentifikasi jenis batuan yang berada pada daerah penelitian, dengan mencocokkannya pada tabel nilai

resistivitas batuan. Dengan mengetahui karakteristik dari masing-masing batuan penyusun yaitu porositas dan permeabilitas batuan, dapat dijadikan indikasi fungsi batuan tersebut sebagai unsur penyusun sistem minyak dan gas bumi (sistem hidrokarbon), dan unsur perangkap (*trap*) dapat diindikasikan dari struktur yang diperlihatkan oleh penampang dua dimensi tersebut. Dari identifikasi batuan yang sudah dilakukan dan mengindikasinya sebagai unsur penyusun sistem hidrokarbon, kemudian hasil tersebut dikorelasikan dengan informasi geologi daerah penelitian yang ada sehingga dapat memperkuat dugaan bahwa daerah penelitian memang memiliki potensi sistem hidrokarbon.