



TUGAS AKHIR- RF 141501

**INTEGRASI METODE MAGNETOTELLURIK DAN METODE GRAVITY UNTUK MENINGKATKAN IMAGING SEISMIK PADA DAERAH VULKANIK**

MUHAMMAD FIKRI PUTRA PRAMATA  
NRP 3713100002

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Amien Widodo, M.S  
NIP. 19591010 198803 1002

Firman Syaifuddin, S.Si, MT  
NIP. 19840911 201404 1001

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018







TUGAS AKHIR- RF 141501

**INTEGRASI METODE MAGNETOTELLURIK DAN METODE GRAVITY UNTUK MENINGKATKAN IMAGING SEISMIK PADA DAERAH VULKANIK**

MUHAMMAD FIKRI PUTRA PRAMATA  
NRP 3713100002

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Amien Widodo, M.S  
NIP. 19591010 198803 1002

Firman Syaifuddin, S.Si, MT  
NIP. 19840911 201404 1001

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**UNDERGRADUATE THESIS - RF 141501**

**INTEGRATED MAGNETOTELLURIC AND GRAVITY METHOD  
TO IMPROVE SEISMIC IMAGING IN VOLCANIC AREA**

MUHAMMAD FIKRI PUTRA PRAMATA  
NRP 3713100002

Supervisors  
Dr. Ir. Amien Widodo, M.S  
NIP. 19591010 198803 1002

Firman Syaifuddin, S.Si, MT  
NIP. 19840911 201404 1001

Geophysical Engineering Department  
Faculty of Civil, Environment and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



# LEMBAR PENGESAHAN

## INTEGRASI METODE MAGNETOTELLURIK DAN METODE GRAVITY UNTUK MENINGKATKAN IMAGING SEISMIK PADA DAERAH VULKANIK

### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Departemen Teknik Geofisika  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 3 Januari 2018

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Amien Widodo, M.S. DEPARTEMEN FIRMAN SYAIFUDDIN, S.SI, MT  
NIP. 19591010 198803 1002 NIP. 19840911 201404 1001

Ketua Laboratorium Geofisika Teknik dan Lingkungan

Departemen Teknik Geofisika

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Dr. Ir. Amien Widodo, M.S.  
NIP. 19591010 198803 1002

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “INTEGRASI DATA MAGNETOTELLURIK DAN GRAVITY UNTUK MENINGKATKAN *IMAGING* SEISMIK PADA DAERAH VULKANIK” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya. 3 Januari 2018

Penulis

Muhammad Fikri Putra Pramata

NRP. 3713100002

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **INTEGRASI METODE MAGNETOTELLURIK DAN METODE GRAVITY UNTUK MENINGKATKAN IMAGING SEISMIK PADA DAERAH VULKANIK**

Penulis	: Muhammad Fikri Putra Pramata
NRP	: 3713100002
Departmen	: Teknik Geofisika
Dosen Pembimbing	: Dr. Ir. Amien Widodo, M.S NIP. 19591010 198803 1002 Firman Syaifuddin, S.Si, MT NIP. 19840911 201404 1001

## **ABSTRAK**

Keberadaan rembesan minyak menguatkan indikasi terdapat petroleum sistem pada area penelitian. Studi geologi menunjukkan daerah penelitian memiliki geologi regional dengan karakter batuan keras dekat permukaan, hal ini menjadi tantangan bagi geosaintis dalam kegiatan eksplorasi. Daerah penelitian didominasi oleh batuan *vulcano-clastics* dan batuan beku. Metode seismik merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam eksplorasi minyak dan gas, akan tetapi metode seismik memiliki keterbatasan terhadap *imaging* bawah permukaan pada lingkungan vulkanik. Hal ini dikarenakan karakteristik batuan yang memiliki nilai impedansi tinggi akan menjadi reflektor kuat dan akan terjadi absorpsi gelombang. Oleh sebab itu untuk mengoptimalkan data seismik dilakukan integrasi metode magnetotellurik dan *gravity* yang bertujuan untuk meningkatkan *imaging* seismik. Tahapan yang digunakan adalah pengolahan data Magnetotellurik menggunakan metode inversi *occam*, dilanjutkan dengan analisis spektrum anomali bouger data gravity, analisis *petrophysical* dan pengolahan seismik secara konvensional. Hasil setiap metode akan dilakukan integrasi terhadap model kecepatan dan densitas yang akan membantu meningkatkan data seismik. Hasil pengolahan data menunjukkan, data seismik menghasilkan reflektor dekat pemukaan pada lintasan FL 05 dan FL 21. Hal ini mengindikasi bahwa terdapat pengaruh batuan *vulcano-clastic* vulkanik dengan besar densitas  $2.71 \text{ g/cm}^3 - 3 \text{ g/cm}^3$  dan kecepatan  $5500 \text{ m/s} - 8500 \text{ m/s}$  pada waktu  $0 - 2500 \text{ ms}$  mempengaruhi *imaging* seismik pada daerah penelitian. Hasil pengolahan data seismik FL 05 menunjukkan terdapat *event* reflektor pada waktu 1000 ms, 2000 ms dan 2300 ms. Event waktu 2300 ms hilang pada CMP 273 – 873 yang merupakan lapisan vulkanik. Dan hasil pengolahan seismik lintasan FL 21 diindikasi terdapat event reflektor pada waktu 2000 ms. Dapat disimpulkan bahwa gelombang frekuensi tinggi tidak dapat

menembus lapisan vulkanik. Sehingga dalam penelitian ini perlu adanya studi dalam pembuatan desain akuisisi daerah vulkanik-volcano-clastic dalam tahap ekplorasi seismik selanjutnya.

**Kata Kunci :**

Metode Gravity, Metode Magnettotellurik, Seismik, Sub-Vulkanik

# **INTEGRATED MAGNETOTELLURIC METHOD AND GRAVITY METHOD TO IMPROVE SEISMIC IMAGING IN VOLCANIC AREA**

Author : Muhammad Fikri Putra Pramata  
Student ID Number : 3713100002  
Department : Geophysical Engineering  
Advisor Lecture : Dr. Ir. Amien Widodo, M.S  
NIP. 19591010 198803 1002  
Firman Syaifuddin, S.Si, MT  
NIP. 19840911 201404 1001

## **ABSTRACT**

Existence of oil seeps had reinforce the indication of petroleum system in the research area. Geological study exhibits that the research area has near-surface geologic structure of hard rock as the regional character, which is challenging for geoscientist exploration activities. The research area is dominated by clastic rocks and igneous rocks. Seismik methods are frequently used for oil and gas exploration, however, it has restricted ability to produce images beneath the clastic and volcanic environment due to high impedance value of the rocks character, established a strong reflector for wave absorption. Therefore, the author used integrated magnetotelluric method and gravity method to improve seismik imaging. Methodology that used in this research is Occam method followed by spectrum analysis of residual Bouguer anomaly, petrophysical analysis, and conventional seismik processing. The result from the analysis then was integrated to various velocity and density model to improve the seismik data. The result showed that the seismik processing generated near-surface reflector on FL 05 and FL 21 trajectory. This indicate that clastic rocks with the density value of  $2.71-3 \text{ g/cm}^3$  and velocity value  $5500 \text{ m/s} - 8500 \text{ m/s}$  at 0-2500 ms time has an impact to seismik imaging on the research area. The seismik processing result of FL 05 trajectory generated strong near-surface reflector effect at 1000 ms, 2000 ms and 2300 ms. Event in 2300 ms time disappear in 273-873 CMP which appear to be volcanic reflector. And the seismic processing result of FL 21 indicated there is a reflector event at 2000 ms. It can be concluded that high frequency waves can not penetrate the volcanic layer. Research of seismik acquisition design on clastic volcanic environment is essential to further seismik exploration.

### **Key Word :**

Gravity Method, Magnetotelluric Method, Seismik, Sub-Volcanic

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat-Nya Laporan Tugas Akhir dengan judul **INTEGRASI METODE MAGNETOTELLURIK DAN METODE GRAVITY UNTUK MENINGKATKAN IMAGING SEISMIK PADA DAERAH VULKANIK** dapat teselesaikan dengan baik.

Pengerjaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir, tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rina Dewiyanti, Annisa Luthfy Putri Pramata dan Lintang Suminar atas dukungan dan semangat yang telah diberikan selama pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Amien Widodo, M.S dan Bapak Firman Syaifuddin, S.Si, MT selaku dosen pembimbing.
3. Kepada teman TG-02 dan TG-03 atas dukungan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Seluruh akademisi dan staf Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah memberikan bantuan baik akademis maupun administrasi selama penulis menempuh studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
5. Serta semua pihak yang membantu dalam pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa penulisan dan hasil penelitian tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Penulis mengaharapkan adanya kritik dan saranbersifat membangun, sehingga dapat sempurna dan membawa manfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Surabaya, 3 Januari 2018

Muhammad Fikri Putra Pramata  
NRP. 3713100002

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN .....	vii
TUGAS AKHIR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumuasan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Daerah Penelitian .....	5
2.1.1 Geologi Regional Penelitian .....	5
2.2 Metode Gravitasi.....	5
2.2.1 Tranformasi Fourier .....	6
2.2.2 Analisis Spektrum.....	6
2.2.3 Metode Moving Average .....	6
2.3 Metode Magnetotellurik .....	7
2.3.1 Inversi 1D Magnetotellurik.....	8
2.3.2 Inversi 1.5 D .....	9
2.4 Hubungan Parameter Fisis Batuan .....	9
2.4.1 Hubungan Kecepatan dan Densitas .....	9
2.5 Metode seismik .....	10
2.5.1 Koreksi statik .....	11

2.5.2	Band Pass Filter .....	12
2.5.3	Spherical Divergen .....	12
2.5.4	Deconvolution .....	13
2.5.5	Analisis Kecepatan dan Semblance .....	14
2.5.6	Koreksi NMO .....	15
2.5.7	Migrasi.....	16
BAB III	METODOLOGI.....	19
3.1	Data.....	19
3.2	Perangkat Lunak .....	19
3.3	Metodologi Penelitian.....	20
3.3.1	Pengolahan Data.....	20
3.3.1.1	Pengolahan Data Magnetotellurik .....	21
3.3.1.2	Pengolahan Data Gravity .....	24
3.3.1.3	Penggolahan Integrasi Data Non Seismik .....	26
3.3.1.4	Pengolahan Data Seismik .....	30
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1	Integrasi Parameter Batuan ( <i>Base on Well</i> ) .....	33
4.2	Data Magnetotellurik .....	35
4.3	Data Gravity.....	39
4.3.1.1	Analisis Spektrum .....	41
4.4	Pengolahan Integrasi Non Seismik .....	46
4.4.1	Penampang Resistivitas .....	47
4.4.2	Penampang kecepatan inline lintasan seismik .....	49
4.4.3	Penampang Densitas Inline lintasan seismik .....	52
4.5	Pengolahan Data Seismik .....	54
4.5.1	Pre-Processing .....	54
4.5.1.1	Geometri .....	54
4.5.1.2	Koreksi Statik .....	58
4.5.1.3	Mutting .....	62

4.5.2	Processing .....	63
4.5.2.1	Analisa Kecepatan Pertama .....	63
4.5.2.2	Filter Frekuensi .....	67
4.5.2.3	Sperical Divergence .....	69
4.5.2.4	Dekonvolusi .....	70
4.5.2.5	FK filtering .....	71
4.5.3	Pre conditioning.....	73
4.5.3.1	Residual statik 1 .....	73
4.5.3.2	Analisis kecepatan kedua .....	75
4.5.3.3	Frekuensi Balancing .....	77
4.5.3.4	Residual stastik II.....	78
4.5.3.5	Migrasi.....	79
4.6	Integrasi Seismik dan Non Seismik .....	80
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	83
5.1	Kesimpulan .....	83
5.2	Saran .....	84
	DAFTAR PUSTAKA.....	85
	LAMPIRAN .....	87
	PROFIL PENULIS .....	89

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip dasar Hukum Gravitasi Newton .....	5
Gambar 2.2	Prinsip dasar Metode Magnetotellurik .....	8
Gambar 2.3	Koreksi elevasi saat shot point dibawah batas lapisan lapuk.....	11
Gambar 2.4	Koreksi elevasi saat shot point diatas batas lapisan lapuk.....	11
Gambar 2.5	(a) CMP Gather sebelum koreksi statik (b) CMP steleah koreksi statik .....	12
Gambar 2.6	Analisa kecepatan pada pengolahan dat seismik, kiri event pada seismik kanan semblance .....	15
Gambar 2.7	CMP gather single event dengan kecepatan moveout 2264 m/s (b) koreksi NMO dengan kecepatan moveout yang pas, (c) Overcorrection, kecepatan terlalu rendah 2000m/s, (d) Undercorrection kecepatan terlalu tinggi 2500 m/s .....	16
Gambar 2.8	Prinsip kerja Migrasi pada data Seismik. ....	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengolahan Data Magnetotellurik .....	21
Gambar 3.2	Hasil <i>edit smoothing</i> kurva <i>resistivitas</i> dan <i>phase mode TM</i> , FL 1- 08RR .....	22
Gambar 3.3	Hasil <i>edit smoothing</i> kurva <i>resistivitas</i> dan <i>phase mode TE</i> , FL 1- 08 RR .....	22
Gambar 3.4	Hasil koreksi <i>static shift smoothing</i> kurva <i>resistivitas</i> dan <i>phase mode TM</i> dan <i>TE</i> , FL 1- 08 RR.....	23
Gambar 3.5	Inversi 1D <i>occam</i> menggunakan <i>mode invarian</i> FL 01-8RR ....	23
Gambar 3.6	Diagram Alir Pengolahan Data Gravity .....	24
Gambar 3.7	Tampilan proses dan parameter <i>grid</i> yang dilakukan untuk memetakan sebaran anomali bougeur menggunakan metode <i>krigging</i> .....	25
Gambar 3.8	Diagram Alir Proses Integrasi Data.....	26
Gambar 3.9	Geometri yang digunakan dalam proses pembentukan <i>model Grid 3D</i> .....	27
Gambar 3.10	Parameter <i>inisial layer</i> yang digunakan proses <i>Gridding</i> data .....	28
Gambar 3.11	Distribusi resistivitas data yang digunakan dalam proses <i>krigging</i> .....	28
Gambar 3.12	Parameter <i>variogram</i> yang digunakan dalam proses <i>krigging</i> .....	28
Gambar 3.13	Diagram Alir Pengolahan Data Seismik.....	30
Gambar 4.1	Data sumur FL-1 .....	33
Gambar 4.2	Crossplot data Kecepatan vs Resistivitas .....	34
Gambar 4.3	Crossplot Paramater Densitas vs Resistivitas .....	34
Gambar 4.4	Crossplot Paramater Densitas vs Resistivitas .....	34

Gambar 4.5	Penampang 3D menggunakan interpolasi <i>krigging</i> data <i>resistivity</i> hasil pengolahan metode magnetotellurik .....	35
Gambar 4.6	Penampang 2D <i>Resistivity</i> hasil inversi data magnetotellurik lintasan FL 01 (Barat Laut – Tenggara) .....	36
Gambar 4.7	Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik lintasan FL 04 (Barat Daya – Timur Laut).....	37
Gambar 4.8	Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik lintasan FL 08 (Barat Daya – Timur Laut).....	38
Gambar 4.9	Peta sebaran nilai Anomali Bougeur .....	39
Gambar 4.10	Histogram sebaran data anomali bougeur .....	40
Gambar 4.11	Peta sebaran nilai Anomali Bougeur dengan 6 lintasan analisis spektrum.....	41
Gambar 4.12	Grafik hasil analisa spektral dekomposisi Lintasan A-A' .....	42
Gambar 4.13	Peta sebaran nilai Anomali Bougeur Regional hasil low filter Moving average .....	43
Gambar 4.14	Peta sebaran nilai Anomali Bougeur Residual .....	44
Gambar 4.15	Slice hasil pengolahan data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 05.....	44
Gambar 4.16	Slice hasil peta regional data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 05.....	45
Gambar 4.17	Slice hasil peta residual data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 05.....	45
Gambar 4.18	Slice hasil pengolahan data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 21.....	45
Gambar 4.19	Slice hasil peta regional data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 21 .....	46
Gambar 4.20	Slice hasil peta residual data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 21.....	46
Gambar 4.21	Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 05 (Barat-Timur).....	47
Gambar 4.22	Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 21(Selatan – Utara) .....	48
Gambar 4.23	Penampang 2D kecepatan hasil integrasi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 05 (Barat-Timur)....	49
Gambar 4.24	Penampang 2D kecepatan hasil integrasi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 21 (Selatan – Utara) .....	50
Gambar 4.25	Penampang 2D Densitas inline lintasan seismik FL 05 (Timur-Barat).....	52
Gambar 4.26	Penampang 2D Densitas inline lintasan seismik FL 21 (Selatan-Utara).....	53

Gambar 4.27 Cuplikan tabel <i>Shot</i> yang berisikan informasi yang diperlukan untuk memberikan identitas pada bagian shot ( <i>source</i> ). FL 21 .....	54
Gambar 4.28 Cuplikan tabel <i>Receiver</i> yang berisikan informasi tiap <i>geophone</i> FL 21.....	55
Gambar 4.29 Elevasi posisi <i>shot</i> dan <i>receiver</i> yang telah diinput FL 21 .....	55
Gambar 4.30 <i>Stacking chart</i> dari konfigurasi akuisisi, Kotak merah adalah <i>shot</i> dan tanda plus adalah <i>geophone</i> .lintasan FL 21 .....	55
Gambar 4.31 <i>Fold coverage</i> lintasan FL 21.....	56
Gambar 4.32 <i>Shot point</i> 1255 lintasan seismik FL 21 .....	56
Gambar 4.33 Cuplikan tabel <i>Shott</i> yang berisikan informasi yang diperlukan untuk memberikan identitas pada bagian shot ( <i>source</i> ). FL 05 .....	56
Gambar 4.34 Cuplikan tabel <i>Receiver</i> yang berisikan informasi tiap <i>geophone</i> FL 05.....	56
Gambar 4.35 Elevasi posisi <i>shot</i> dan <i>receiver</i> yang telah diinput FL 05 .....	57
Gambar 4.36 <i>Stacking chart</i> dari konfigurasi akuisisi, Kotak merah adalah <i>shot</i> dan tanda plus adalah <i>geophone</i> .lintasan FL 05 .....	57
Gambar 4.37 Fold coverage lintasan FL 05 .....	57
Gambar 4.38 Shot point 1267 lintsan seismik FL 05 .....	58
Gambar 4.39 (a) <i>Picking First Break</i> (b) hasil QC <i>first break Shot gather</i> lintasan seismik FL 21.....	58
Gambar 4.40 <i>Picking first Break</i> FL 05 .....	59
Gambar 4.41 (a) <i>Control point</i> (b) <i>Picking</i> kecepatan Lintasan seismik FL 21.....	59
Gambar 4.42 Model statik seismik FL 21 .....	60
Gambar 4.43 (a) <i>Control point</i> dan (b) <i>Picking</i> kecepatan Lintasan seismik FL 05 .....	61
Gambar 4.44 Model statik FL 05 .....	61
Gambar 4.45 (a) <i>Shot gather</i> sebelum dilakukan koreksi statik (b) <i>Shot gather</i> setelah dilakukan statik. ....	62
Gambar 4.46 Desain <i>mute shot gather</i> .....	63
Gambar 4.47 <i>Semblance</i> dan <i>Gather</i> sesudah dilakukan picking kecepatan CMP 224 lintasan FL 05 .....	63
Gambar 4.48 <i>Semblance</i> dan <i>Gather</i> sesudah dilakukan picking kecepatan CMP 1274 lintasan FL 05 .....	64
Gambar 4.49 Model kecepatan analisa kecepatan pertama lintasan FL 05 .....	65
Gambar 4.50 Model kecepatan, analisa kecepatan pertama lintasan FL 21 .....	65
Gambar 4.51 Stack hasil raw data + koreksi static lintasan seismik FL 05 .....	66
Gambar 4.52 Stack hasil raw data + koreksi static lintasan seismik FL 21 .....	66
Gambar 4.53 Analisa spectral filter data FL 21 seismik sebelum dilakukan Bandpass filter.....	67

Gambar 4.54 Analisa spectral filter data FL 5 seismik sebelum dilakukan Bandpass filter .....	67
Gambar 4.55 Analisa spectral setelah dilakukan filter band pass 1/5/45/50 ....	68
Gambar 4.56 Stack dengan parameter fiter frekuensi 1Hz – 5Hz – 45Hz – 60Hz lintasan seismik FL 05 .....	68
Gambar 4.57 Stack dengan parameter fiter frekuensi 1 Hz – 5Hz – 45Hz - 50Hz lintasan seismik FL 21 .....	69
Gambar 4.58 Stack spherical Divergence lintasan seismik FL 05 .....	69
Gambar 4.59 Stack spherical Divergence lintasan seismik FL 21 .....	70
Gambar 4.60 Stack setelah dilakukan dekonvolusi dengan parameter OPL 60 ms Lag 20 lintasan seismik FL 05.....	70
Gambar 4.61 Desain FK fiter lintasan seismik FL 05.....	71
Gambar 4.62 Desain FK filter seismik FL 21 .....	72
Gambar 4.63 Stack setelah dilakukan F-K filter lintasan seismik FL 05 .....	72
Gambar 4.64 Stack setelah dilakukan F-K filter lintasan seismik FL 05 .....	73
Gambar 4.65 Stack seismik FL 05 hasil residual statik 1 .....	74
Gambar 4.66 Stack seismik FL 21 hasil residual statik 1 .....	74
Gambar 4.67 (a) <i>Sembalance + gather</i> analisa kecepatan pertama (b) <i>Semblance +gather</i> analisa kecepatan kedua CMP 827 FL 05 .....	75
Gambar 4.68 (a) <i>Sembalance + gather</i> analisa kecepatan pertama (b) <i>Semblance +gather</i> analisa kecepatan kedua CMP 132 FL 21 .....	75
Gambar 4.69 Model kecepatan analisa kecepatan kedua lintasan seismik FL 05.....	76
Gambar 4.70 Model kecepatan analisa kecepatan kedua lintasan seismik FL 21.....	76
Gambar 4.71 Stack seismik FL 05 hasil frekuensi balancing 3 Hz – 8 Hz – 15 Hz – 20 Hz .....	77
Gambar 4.72 Stack seismik FL 21 hasil frekuensi balancing 3 Hz – 8 Hz – 15 Hz – 20 Hz .....	78
Gambar 4.73 Stack seismik FL 05 hasil residual statik II.....	78
Gambar 4.74 Stack seismik FL 21 hasil residual statik II.....	79
Gambar 4.75 Stack seismik FL 05 hasil FK migrasi .....	79
Gambar 4.76 Interpretasi lintasan seismik FL 05 hasil integrasi dengan metode magnetotellurik.....	80
Gambar 4.77 Interpretasi lintasan seismik FL 21 hasil integrasi dengan metode magnetotellurik.....	80
Gambar 4.78 Interpretasi lintasan seismik FL 21 hasil integrasi dengan metode gravity .....	81
Gambar 4.79 Interpretasi lintasan seismik FL 21 hasil integrasi dengan metode gravity .....	82

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1	Keterangan data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir.....	19
Tabel 3.2	Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian .....	19
Tabel 3.3	Cuplikan tabel yang berisikan informasi tahap koreksi data gravity .....	25
Tabel 3.4	Keterangan surface sebagai kontrol pembentukan grid data 3D .....	27
Tabel 3.5	Geometri yang digunakan dalam proses pembentukan <i>luasan surface</i> .....	27
Tabel 4.1	<i>Cut off</i> hasil analisis spektrum data <i>gravity</i> dan perhitungan jendela low pass filter moving average .....	42

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Reservoir sub vulkanik merupakan salah satu hal menarik dalam ekplorasi industri migas di masa mendatang. Meninjau kondisi tingkat ketersediaan cadangan *pertroleum system* bersifat konvensional semakin menipis, sehingga perlu adanya inovasi untuk mengekplorasi daerah yang dianggap tidak profit dalam industri migas. Penelitian ini menitik beratkan ekplorasi *reservoir* pada lingkungan sub *volcano-clastic*, dengan indikator adanya rembesan minyak (*seepage*) di permukaan. Karakter batuan vulkanik ini memberikan tekanan batuan induk ke kedalaman yang menyebabkan zat organik di dalam batuan induk menjadi matang dan berubah menjadi minyak dan gas, sifat fluida migas naik ke permukaan memanfaatkan celah atau patahan dan menjadi rembesan minyak/gas di permukaan (Awang Satyana,2015).

Beberapa kawasan di Indonesia, khususnya pulau jawa memiliki potensi *reservoir* hidrokarbon pada kawasan vulkanik, hal ini dikuatkan dengan banyaknya sebaran rembesan minyak dan gas di lingkungan vulkanik. Peristiwa tersebut menjadikan hipotesis, bahwa daerah penelitian memiliki potensi batuan induk yang mengandung unsur organik yang tertutup dengan lapisan batuan vulkanik.

Seismik refleksi adalah metode yang sering digunakan dalam ekplorasi *reservoir* dalam industri migas, akan tetapi seismik refleksi bersifat konvensional tidak dapat memberikan imaging yang baik untuk lingkungan vulkanik. Hal ini dikarenakan batuan vulkanik menyebabkan efek memiliki sifat refraksi yang kuat (Huijun dan pal, 2009). Pada penelitian sebelumnya sudah dilakukan penelitian mengenai integrasi seismik dan metode magnetotellurik pada lingkungan sub basalt (Pazner, 2016). Sehingga metode integrasi metode elektromagnetik (EM) dan metode *garvity* diharapkan dapat meningkatkan evaluasi pengolahan seismik, dimana seismik dengan metode konvensional tidak dapat bekerja dengan baik. Hal ini dikarenakan seismik konvensional memiliki kerakteristik *imaging* yang tidak cukup baik (*blur*) secara resolusi vertikal maupun resolusi horizontal pada kawasan vulkanik ataupun batuan keras. Keuntungan dari proses integrasi metode (EM) magnetotellurik dan metode *gravity* adalah untuk mengikat dan memberikan informasi kawasan penelitian. Hasil integrasi akan dijadikan dasar untuk dilakukannya peningkatan *imaging* seismik dan eksplorasi kembali pada kawasan sekitar.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dengan latar belakang penelitian dapat dirumuskan masalah

1. Bagaimana korelasi hasil antara metode nonseismik untuk meningkatkan kualitas data seismik?
2. Bagaimana hasil integrasi multi domain metode dalam meningkatkan imaging seismik kawasan sub vulkanik?

## **1.3 Batasan Masalah**

Data yang digunakan merupakan data seismik *2D gather*, data *gravity* dan data Magnetotellurik yang telah dilakukan proses *pre-processing*. Pengolahan data seismik dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolah data sesimik. Pengolahan seismik dilakukan secara konvensional. Data *gravity* diolah menggunakan perangkat lunak komputasi dan mapping. Metode yang digunakan adalah analisis spektrum hingga didapat *anomaly bouger* bersifat regional serta residual. Data Magnetotellurik dilakuakn *inversi* 1D dan hasil inversi dibentuk dalam 3D model, untuk mengintegrasikan data hasil *multi-domain* tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak komputasi.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menginterasikan metode Magnetotellurik (MT) dan *gravity* sebagai data pendukung dalam proses pengolahan sesimik dan hasil *imaging* seismik.
2. Mendapatkan imaging seismik terbaik dan informasi yang berkaitan dengan *petroleum system* pada lingkungan *sub vulkanik*

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah, memberikan informasi kondisi bawah permukaan lingkungan vulkanik, dengan memberikan hasil *imaging* seismik lebih baik.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini dilakukan secara sistematis:

Pada bab pertama penulis membahas inti dengan ringkas dan jelas mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian serta sistematika penulisan tugas akhir ini.

## BAB II

### **TINJUAN PUSTAKA**

Bab kedua menguraikan dasar teori yang digunakan adapun dasar teori yangdigunakan mengenai prinsip metode magnetotellurik, pengolahan metode MT, metode *gravity*, pengolahan data *gravity* menggunakan metode analisis spektral, hubungan kecepatan dan teori pengolahan data seismik.

## BAB III

### **METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan, data yang digunakan, software yang digunakan, alur kerja pengolahan data serta menampilkan proses dengan parameter yang digunakan pada masing masing metode yang digunakan.

## BAB IV

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ke empat menjelaskan hasil analisis setiap metode dan menampilkan hasil analisis menggunakan integrasi metode untuk meningkatkan imaging data seismik.

## BAB V

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab terakhir menarik hasil kesimpulan dari beberapa analisis yang dilakukan sehingga timbul beberapa saran sebagai pertimbangan pada studi lebih lanjut.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

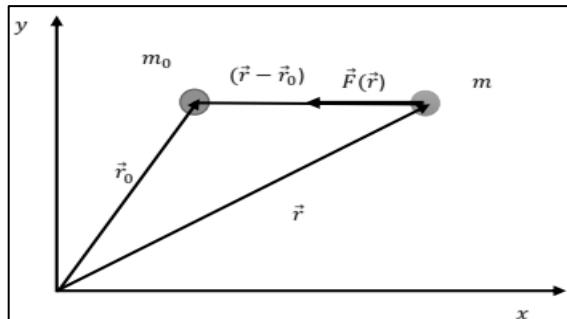
### 2.1 Daerah Penelitian

#### 2.1.1 Geologi Regional Penelitian

Daerah penelitian disusun oleh batuan gunung api, batuan sedimen, volcano-clastic, intrusi, dan endapan permukaan. Batuan pada daerah penelitian memiliki umur dari Oligosen sampai Holosen. Karakteristik struktur geologi daerah penelitian didominasi struktur perlipatan (*fold*) dan sesar. Struktur geologi ini menyebar pada kawasan tengah hingga selatan daerah penelitian. Deformasi batuan di pengaruhi oleh gaya tektonik, gaya tektonik telah melipatkan membentuk lipatan (*fold*) dan sesar (*fault*) pada batuan berumur Miosen.

### 2.2 Metode Gravitasi

Prinsip hukum newton tentang gaya tarik menarik antara partikel mendasari prinsip metode gravity. Hukum Newton tersebut menyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua partikel dengan massa  $m_1$  dengan  $m_2$  yang terpisah sejauh  $r$  dari pusat massanya sebanding dengan perkalian massa dengan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Pada gambar (2.1) dapat dilihat prinsip gaya gravitasi.



Gambar 2.1 Prinsip dasar Hukum Gravitasi Newton

Metode gravitasi ini mengukur medan gravitasi, medan gravitasi dari partikel, medan gravitasi ini adalah besarnya gaya prasatuan massa pada satu titik sejauh  $\vec{r} - \vec{r}_0$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}\vec{r}}{m} = -G \frac{m_o r_o}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^2} \times \frac{(\vec{r} - \vec{r}_0)}{|\vec{r} - \vec{r}_0|} \quad (2.1)$$

### Keterangan

$\vec{F}(\vec{r})$  adalah gaya yang bekerja pada m oleh karena adanya m dan memiliki arah yang berawan dengan arah  $\vec{r} - \vec{r}_0$  yaitu dari m menuju  $m_o$  dan G adalah konstanta umum gravitasi yang bernilai  $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ .

#### 2.2.1 Tranformasi Fourier

Transformasi Fourier berdasarkan Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics (Sheriff, 2001) merupakan formula yang digunakan untuk mengkonversi data dalam domain waktu atau spasial menjadi domain frekuensi atau bilangan gelombang. pada pengolahan gravity terdapat komponen anomaly regional dan residual. Penentuan anomaly ini umumnya dilakukan dalam frekuensi dimana anomaly residual akan berasosiasi dengan frekuensi tinggi dan regional dengan frekuensi rendah.

#### 2.2.2 Analisis Spektrum

Data anomaly bouger yang diperoleh merupakan hasil penggabungan dari komponen dari variasi kedalaman. Dalam interpretasi data gravity kedalaman anomaly menjadi penting untuk mengetahui jaukauan kedalaman data yang dimiliki. Penggunaan analisis spectrum adalah metode yang dapat digunakan dalam penentuan estimasi kedalaman anomaly dalam domain frekuensi dari data bouger.

Proses analisis spektrum biasanya dilakukan dalam satu dimensi, dimana anomali Bouguer yang terdistribusi pada penampang *cross section* 1D diekspansi dengan deret Fourier. Proses Transformasi Fourier dilakukan dengan tujuan mengubah data dari domain waktu atau spasial menjadi domain frekuensi atau bilangan gelombang. Dengan menganalisis bilangan gelombang (k) dan amplitudo (A), kita dapat memperkirakan besar kedalaman estimasi anomaly regional dan residual serta dapat menentukan lebar jendela filter dari perhitungan frekuensi cutoff dari analisis spektrum.

#### 2.2.3 Metode Moving Average

Metode ini digunakan dalam mengolah data gravity untuk mendapatkan nilai regional data gravitasi. Metode ini menggunakan hasil rata rata sebaran

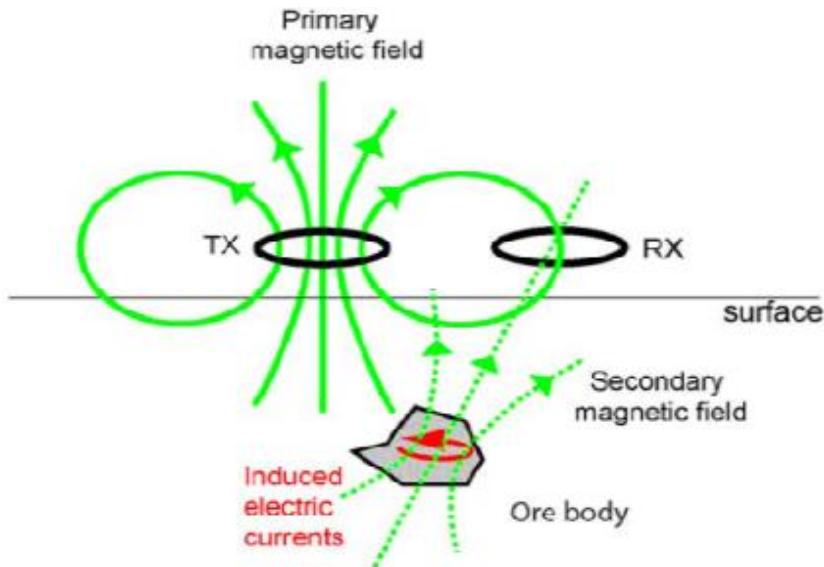
anomali, sehingga di dapatkan nilai regional. Pada penlitian ini dgunakan analisis spectrum untuk menentukan jendela yang digunakan dalam analisis *moving average*.

### 2.3 Metode Magnetotellurik

Metode magnetotellurik (MT) merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika pasif yang memanfaatkan medan elektromagnetik alam. Medan EM tersebut ditimbulkan oleh berbagai proses fisik yang cukup kompleks sehingga spectrum frekuensinya sangat lebar. Metode magnetotellurik (MT) merupakan salah satu metode geofisika yang dinilai paling baik digunakan dalam eksplorasi panas bumi karena kemampuannya untuk memetakan nilai resistivitas batuan sistem panas bumi (Oskooi, 2006). Metode tersebut mengukur dua komponen orthogonal medan listrik (E) dan dua komponen orthogonal medanmagnet (B). Rasio dari medan listrik dan medan magnet merupakan nilai resistivitas semuyang kita kenal sebagai tensor impedan (Z). Tensor impedan magnetotellurik dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Z_{XX} & Z_{XY} \\ Z_{YX} & Z_{YY} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_X \\ H_Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_X \\ E_Y \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Medan elektromagnetik alami (medan elektromagnetik primer) sebagai sumber metode magnetotellurik sampai ke bumi dengan memiliki variasi ke Bumi dengan memiliki variasi terhadap waktu. Medan elektromagnetik tersebut menginduksi *ore body* di bawah permukaan Bumi sehingga *eddy current* (arus *telluric*) yang menimbulkan medan elektromagnetik sekunder. *Receiver* (RX) yang berada di permukaan menangkap total medan elektromagnetik sebagai penjumlahan dari medan elektromagnetik primer dan medan elektromagnetik sekunder (Daud, 2011)



Gambar 2.2 Prinsip dasar Metode Magnetotellurik (Unsworth, 2006)

### 2.3.1 Inversi 1D Magnetotellurik

Pada pengolahan magnetotellurik model 1D, unsur diagonal dari tensor impedansi,  $Z_{xx}$  dan  $Z_{yy}$  adalah nol, kemudian tensor impedansi diagonal memiliki magnitudo yang sama tetapi berlawanan tanda.

$$Z = \begin{Bmatrix} 0 & Z_{xy} \\ -Z_{yx} & 0 \end{Bmatrix} \quad (2.3)$$

Hal ini menunjukkan bahwa kedua kurva estimasi resistivitas semua sama dengan perbedaan fase sebesar  $180^\circ$ . sehingga persamaan untuk perambatan gelombang EM pada medium yang seragam (homogen), impedansi pada medium di rumuskan

$$Z_{xy}(\omega) = \frac{E_x(\omega)}{H_y(\omega)} = \frac{\omega\mu_0}{k} \quad (2.4)$$

$$\left| \frac{E_x(\omega)}{H_y(\omega)} \right|^2 = \left| \frac{\omega\mu_0}{k} \right|^2 = \frac{\omega\mu_0}{\sigma} \quad (2.5)$$

$$k^2 \approx i\omega\mu_0\sigma$$

K = konstanta penjalaran

Dalam bentuk absolut

Nilai resistivitas

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{1}{i\omega\mu_0} \left| \frac{E_x(\omega)}{H_y(\omega)} \right|^2 = \rho \quad (2.6)$$

### 2.3.2 Inversi 1.5 D

Untuk algoritma inversi 1,5D bertujuan untuk mendapatkan batas yang halus antar model bagian bawah lapisan dengan bagian bawah model disamping-samping titik inversi. Bagian atas dari model akan berubah drastis dari titik ke titik inversi lainnya. Pencocokan dilakukan secara serentak pada suatu *window* yang mencakup beberapa kurva dan titik tengah akan memiliki bobot paling besar dalam proses kalkulasi inversi.

## 2.4 Hubungan Parameter Fisis Batuan

### 2.4.1 Hubungan Kecepatan dan Densitas

Parameter fisis batuan merupakan nilai karakter fisis yang dimiliki batuan, seperti kecepatan, resistivitas dan densitas. Terkadang dalam eksplorasi parameter ini didapatkan maka dari itu perlu persamaan yang menunjukkan hubungan antara parameter fisis. Persamaan hubungan antara kecepatan dan densitas sering digunakan dalam industry minyak dan gas. Persamaan ini dapat dibagi berdasarkan jenis batuannya.

Persamaan Gardner, hubungan parameter ini baik digunakan pada batuan sedimen.

$$\rho \left( \frac{g}{cm^3} \right) = 1.74 V_p^{0.25} \left( \frac{km}{s} \right) \quad (2.7)$$

Persamaan ini berlaku untuk interval kecepatan  $1.5 < V_p < 6.1$  (km/s)

Untuk batuan kristalin pada kedalaman 10 km digunakan persamaan () dengan interval kecepatan  $5.5 < V_p < 7.5$  (km/s).

$$\rho \left( \frac{g}{cm^3} \right) = 0.541 + 0.36 V_p \left( \frac{km}{s} \right) \quad (2.8)$$

Persamaan ini berlaku untuk batuan basalt, diabase, dan gabbro yang didasarkan oleh data yang dilaporkan oleh Christensen dan Mooney (1995):

$$\rho \left( \frac{g}{cm^3} \right) = 2.4372 + 0.076Vp\left( \frac{km}{s} \right) \quad (2.9)$$

Persamaan ini juga berlaku untuk batuan kerak benua pada kedalaman 10 km dengan rentang kecepatan  $5.9 < Vp < 7.1$ .

$$\begin{aligned} \rho \left( \frac{g}{cm^3} \right) = & 1.6612Vp\left( \frac{km}{s} \right) - 0.0671V_p^2\left( \frac{km}{s} \right) \\ & + 0.0671V_p^3\left( \frac{km}{s} \right) - 0.0043V_p^4\left( \frac{km}{s} \right) \\ & + 0.000106V_p^5\left( \frac{km}{s} \right) \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned} Vp \left( \frac{km}{s} \right) = & 39.128\rho \left( \frac{g}{cm^3} \right) - 63.064\rho^2 \left( \frac{g}{cm^3} \right) \\ & + 037.083\rho^3 \left( \frac{g}{cm^3} \right) - 9.181\rho^4 \left( \frac{g}{cm^3} \right) \\ & + 0.822\rho^5 \left( \frac{g}{cm^3} \right) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Persamaan ini berlaku untuk interval kecepatan  $1.5 < Vp < 8.5$  km/s dan berlaku juga untuk seluruh batuan kerak benua, kecuali batuan benua ultramafic dan batuan karbonat.

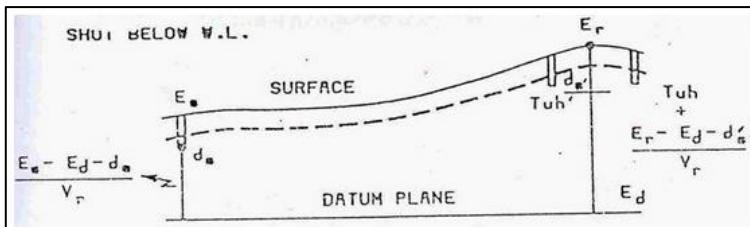
## 2.5 Metode seismik

Metode seismik refleksi adalah metode geofisika yang memanfaatkan karakteristik sifat gelombang pantul (refleksi) dari batuan bawah permukaan. Prinsip kerja metode ini adalah mengirimkan sinyal gelombang ke dalam bumi dan memanfaatkan sifat gelombang yaitu dapat dipantulkan oleh bidang batas perlapisan bawah permukaan. Sinyal yang dipantulkan akan diterima oleh *receiver*. Komponen yang terekam oleh *receiver* adalah berupa waktu datang gelombang pantul, amplitudo, frekuensi dan fasa gelombang. Domain waktu ini yang akan memberikan informasi cepat rambat geombang di bawah permukaan.

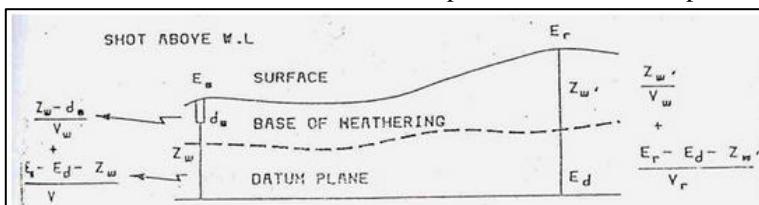
Gelombang seismik merupakan gelombang *elastic* yang merubah energi gerakan partikel pada batuan. Dimana gelombang yang melewati nilai impedansi yang berbeda akan memberikan karakteristik yang berbeda yaitu gelombang sebagian akan dipantulkan ke permukaan dan sebagian diteruskan kedalam bumi sebaai gelombang P dan Gelombang S.

### 2.5.1 Koreksi statik

Adanya ketidak cocokan data dalam data seismik dapat diakibatkan perbedaan kedudukan sumber (*shot point* dengan data *receiver*), dan juga adanya lapisan lapuk yang mempengaruhi kecepatan gelombang seismik. Pada proses pengolahan seismik perlu adanya koreksi statik, koreksi ini dibagi menjadi dua proses yaitu koreksi elevasi dan koreksi lapisan lapuk. Koreksi elevasi dilakukan dengan menepatkan data *shot point* dan *receiver* dalam satu datum. Dengan menggeser data sejauh waktu tertentu (*time shift*)

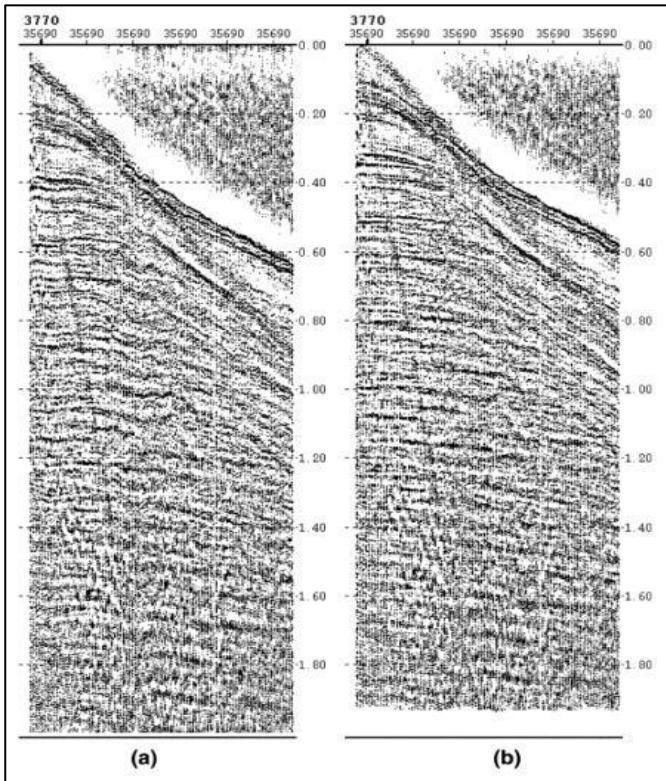


Gambar 2.3 Koreksi elevasi saat shot point dibawah batas lapisan lapuk.



Gambar 2.4 Koreksi elevasi saat shot point diatas batas lapisan lapuk.

Koreksi menghilangkan lapisan lapuk ini dilakukan, karena lapisan lapuk memiliki kecepatan rendah. Hal ini membuat pada lapisan lapuk terjadi absorpsi gelombang yang besar terhadap penurunan kecepatan yang besar ketika gelombang seismik melewati lapisan lapuk.



Gambar 2.5 (a) *CMP Gather* sebelum koreksi statik (b) *CMP* setelah koreksi statik ( Yilmaz,2001)

### 2.5.2 Band Pass Filter

Dalam tahap pengolahan data seismik perlu adanya identifikasi dan penghilangan *noise* dari data seismik. Salah atunya adalah *bandpass filter*. Tujuan dari *filter bandpass* adalah untuk menghilangkan komponen frekuensi yang dianggap mengganngu dalam data seismik. Sebelum dilakukan *filter bandpass* dilakukan *tranformasi fourier*, hal ini dilakukan karena seismik menggunakan domain waktu

### 2.5.3 Spherical Divergen

Geomoteri bumi yang berbentuk *speric*, mempengaruhi energi gelombang pada penjalarannya. Dimana energi gelombang akan semakin

melemah ketika jarak dengan sumber menjauh. Perlu adanya koreksi untuk meningkatkan amplitudo sesuai fungsi waktunya. Penggunaan Koreksi *spherical divergence* ditujukan untuk meningkatkan resolusi di kedalaman yang lebih dalam.

Koreksi *spherical divergence* sendiri menggunakan formula P. Newman sebagai berikut:

$$D = T \frac{V_{rms}^2(T)}{V_0} \quad (2.12)$$

Keterangan

- D adalah faktor koreksi,
- $V_0$  adalah *velocity* konstan (medium pertama)
- T adalah waktu perambatan dari sumber ke receiver (dalam sekon),
- $V_{rms}$  (T) adalah kecepatan RMS (*Root Mean Square*).

#### 2.5.4 Dekonvolusi

Permasalahan dalam metode seismik adalah sifat gelombang seismik merambat kedalam bumi akan mengalami proses *filtering* atau *konvolusi*. Hal ini mengakibatkan bentuk gelombang menjadi lebih lebar. Dekonvolusi merupakan suatu proses untuk menghilangkan efek konvolusi tersebut seismik untuk mendapatkan resolusi yang optimal. Tujuan dari peroses dekonvolusi yaitu:

- Menghilangkan *ringing* dan *multiple*
- Meningkatkan resolusi temporal (vertical)
- Memperbaiki penampilan dari *stacked section*, optimalisasi kemiripan dengan model geologi (fungsi ini bermanfaat untuk proses interpretasi data seismik)

Berikut adalah metode metode dekonvolusi:

##### ➤ *Predictive Deconvolution*

*Dekonvolusi prediktif*, proses dekonvolusi dengan mencari bagian yang dapat diprediksi dari *trace* seismik untuk dibuang atau dihilangkan pada jarak tertentu, biasanya metode ini digunakan untuk memprediksi *multiple* panjang atau sinyal yang berulang secara periodik.

##### ➤ *Spiking Deconvolution*

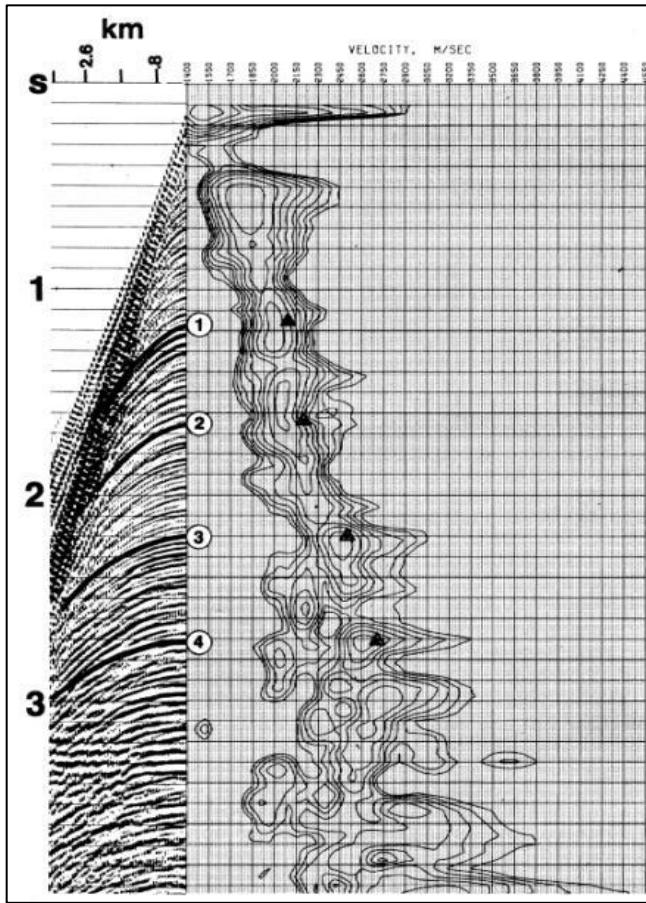
*Spiking deconvolution* bertujuan untuk menghasilkan ideal *spike* (tajam) sehingga sesuai dengan deret reflektifitas.

➤ *Dekonvolusi zero- phase*

*Dekonvolusi zero- phase* dilakukan dengan cara mengestimasi spektrum amplitudo wavelet terbaik dan menggunakan *inverse* dari sektrum amplitudo tersebut untuk melakukan proses whitening pada data tanpa mempengaruhi fasa proses dekonvolusi.

#### 2.5.5    **Analisis Kecepatan dan Semblance**

Analisis kecepatan merupakan proses pemilihan kecepatan yang sesuai dengan data seismik. Kecepatan ini akan di gunakan dalam proses selanjutnya yaitu NMO dan migrasi. Pemilihan kecepatan yang terbaik dapat dilihat secara kualitatif pada *semblance* yang mampu meluruskan even pada CDP gather dari bentuk hiperbolik. *Semblance* adalah spektrum kecepatan. *Semblance* di dapatkan berdasarkan amplitudo *stack* maksimum berdasarkan harga fungsi kecepatan yang diterapkan pada koreksi NMO. *Semblance* ditampilkan kedalam bentuk spektrum atau kontur amplitudo yang disertai dengan harga amplitudo dan kecepatan untuk tiap- tiap *event* yang ada (Kadir. R, 1993)



Gambar 2.6 Analisa kecepatan pada pengolahan dat seismik, kiri *event* pada seismik kanan *semblance* (Yilmaz,2001)

### 2.5.6 Koreksi NMO

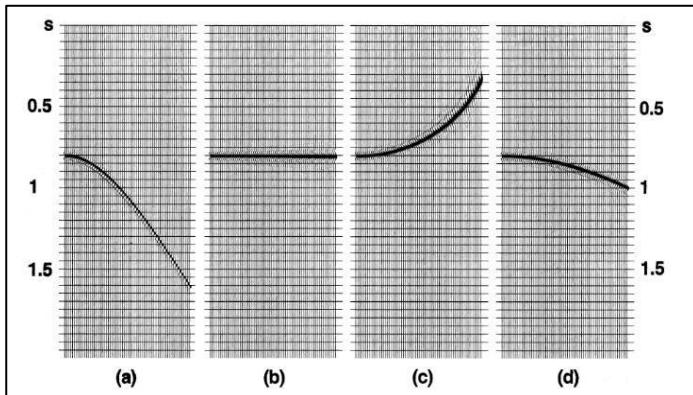
Koreksi *Normal Move Out* dilakukan untuk menghilangkan efek jarak (*offset*) yang berbeda-beda dari tiap receiver. Karena semakin jauh jarak offset suatu *receiver* maka semakin besar waktu yang diperlukan gelombang untuk merambat dari *shot point* untuk sampai ke *receiver*, sehingga efek yang ditimbulkan dari peristiwa ini adalah reflektor yang trekam seolah-olah berbentuk hiperbolik. Koreksi *Normal Move Out* menghilangkan pengaruh offset gelombang pantul datang dari arah vertikal (*Normal Incidence*)

(Asriyanto,K.1999). Secara matematis koreksi Normal Move Out dirumuskan sebagai berikut:

$$t^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{v^2} \quad (2.13)$$

Keterangan:

- $x$  adalah offset
- $v$  adalah kecepatan medium reflector,
- $t_0^2$  adalah waktu pada zero offset pada saat source dan receiver pada posisi yang sama.



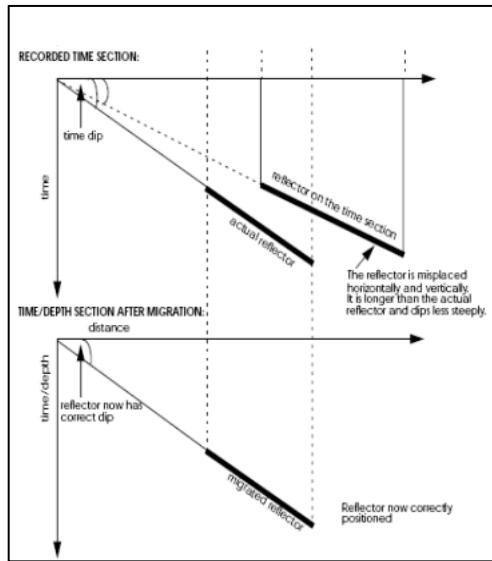
Gambar 2.7 *CMP gather single event* dengan kecepatan moveout 2264 m/s (b) koreksi NMO dengan kecepatan moveout yang pas, (c) *Overcorrection*, kecepatan terlalu rendah 2000m/s, (d) *Undercorrection* kecepatan terlalu tinggi 2500 m/s (Yilmaz, 2001)

Gambar (a) menunjukkan event CMP gather yang belum dilakukan NMO dengan kecepatan 2264 m/s. pada bagian (b) event pada telah di koreksi NMO, perbedaan jontras terlihat adanya bentuk lurus *event*. (c) kecepatan terlalu rendah (d) kecepatan terlalu tinggi

### 2.5.7 Migrasi

Migrasi merupakan salah satu proses pengolahan data seismik untuk mengembalikan *event* pada posisinya. Hal ini dilakukan Karena banyak faktor

yang mempengaruhi penjalaran gelombang seismik dari reflector sampai kepermukaan. Berikut adalah prinsip kerja migrasi



Gambar 2.8 Prinsip kerja Migrasi pada data Seismik.

Dari konstruksi geometri pada gambar 2.8 dapat disimpulkan:

- Sudut kemiringan reflektor pada keadaan yang sebenarnya ( $\alpha_a$ ) lebih besar daripada kemiringan reflektor yang terdapat di penampang seismik ( $\alpha_b$ ). Dengan hubungan sebagai berikut:

$$\sin \alpha_a = \frac{AC'}{OA} = \frac{AC}{OA} = \tan \alpha_b$$

- Panjang reflektor pada keadaan yang sebenarnya ( $C'D'$ ) lebih pendek jika dibandingkan dengan panjang reflektor pada penampang seismik ( $CD$ ).
- Kedalaman reflektor pada keadaan yang sebenarnya (kondisi geologi) lebih dangkal jika dibandingkan dengan kedalaman reflektor pada penampang seismik.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah :

Tabel 3.1 Keterangan data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir.

Data	Kuantitas
Data Gravity	389 Titik
Data Magnetotellurik	3 lintasan
Data Seismik	2 Lintasan

### 3.2 Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan tiga metode, dalam pengolahan data secara garis besar dilakukan menggunakan integrasi dari properti batuan terhadap sumur dan studi tentang hubungan properti batuan vulkanik serta *reservoir*. Setelah didapatkan hubungan properti batuan dilakukan pengolahan data non seismik, hasil seluruh pengolahan akan digunakan untuk diintegrasikan dalam pengolahan seismik 2D. Tabel 3.2 menerangkan daftar dan fungsi perangkat lunak digunakan untuk mendukung pengolahan data pada penelitian tugas akhir.

Tabel 3.2 Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian

Perangkat Lunak	Keterangan
Ms. Excel	Menghitung dan mencari hubungan nilai fisik batuan dari sumur
HRS	Pembuatan inisial model kecepatan
WinGLink/ZondMT	Pengolahan data Magnetotellurik
Petrel	Membuat peta dan model sebaran parameter properti batuan
Surfer	Penggunaan <i>filter low pass Moving average</i> dan pemotongan lintasan pada peta anomali bougeur dalam proses pemisahan anomali regional dan residual menggunakan analisis spektral
Matlab	Kalkulasi penentuan nilai <i>cut off</i> frekuensi pada analisis spektral
Vista	Pengolahan data seismik

### **3.3 Metodologi Penelitian**

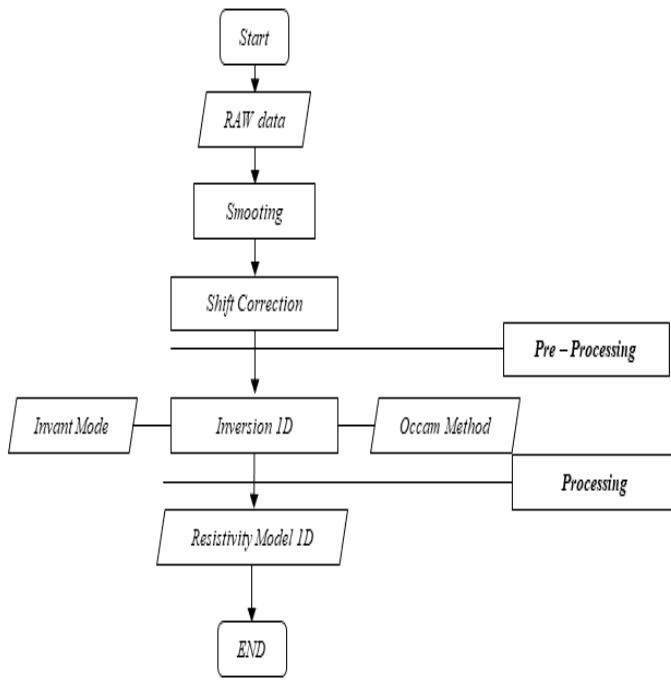
Desain penelitian pada penelitian tugas akhir tahap pertama yang dilakukan adalah evaluasi data, dilanjutkan dengan meninjau kondisi geologi regional kawasan penelitian. Hal bertujuan untuk mendapatkan parameter awal batuan yang akan dicocokkan dengan data yang dihasilkan. Tahap kedua adalah pengolahan data masing masing metode, metode yang diolah telebih dahulu adalah metode magnetotellurik, hal ini dikarenakan data magnetotellurik memiliki resolusi vertikal dan horizontal baik, sehingga dapat dijadikan dasar penentuan bentuk regional kawasan penelitian. Tahapan selanjutnya adalah penentuan hubungan antara properti batuan yang didapatkan dari data sumur antara kecepatan, resistivitas dan kecepatan. Dalam penelitian digunakan satu sumur untuk menentukan karakteristik batuan.

#### **3.3.1 Pengolahan Data**

Tahap pengolahan data dilakukan dengan tahapan berikut :

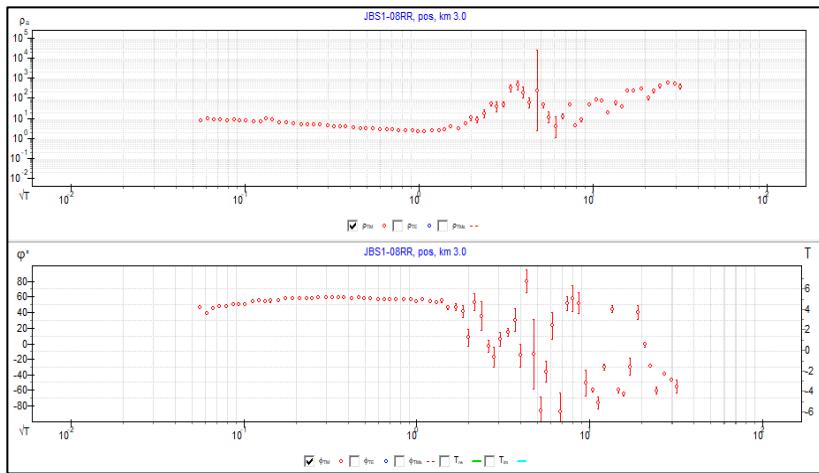
- Pengolahan data properti sumur. Hal ini untuk mengetahui hubungan antara parameter batuan yang akan dilakukan pada tahap selanjutnya. Pengolahan data ini dilakukan pada batuan beku atau dilakukan dengan nilai yang dianggap batuan dasar.
- Pengolahan data *gravity*, metode *gravity* dianggap memiliki *imaging* lateral yang baik sehingga pengolahan data ini dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui *imaging* secara lateral. Data sebelumnya melewati tahap koreksi hingga didapatkan nilai *Anomali Bouger*, selanjutnya dilakukan *analisis spektral* untuk mendapatkan nilai residual dan regional *Anomali Bouger*.
- Pengolahan data Magnetotellurik, pengolahan data digunakan menggunakan perangkat lunak ZondMT. Setelah itu dilakukan ekstraksi data *resistivity* dan *phase* hasil inversi 1D metode *Occam*. Data dimodelkan dalam bentuk 3D sehingga dapat diketahui sebaran dengan spasial yang sudah ditentukan.
- Parameter yang didapatkan hasil integrasi beberapa parameter batuan digunakan untuk mengubah model *resistivity* menjadi model kecepatan. Sehingga nilai  $V_p$  akan digunakan dalam pengolahan seismik pada tahap analisis kecepatan.

### 3.3.1.1 Pengolahan Data Magnetotellurik

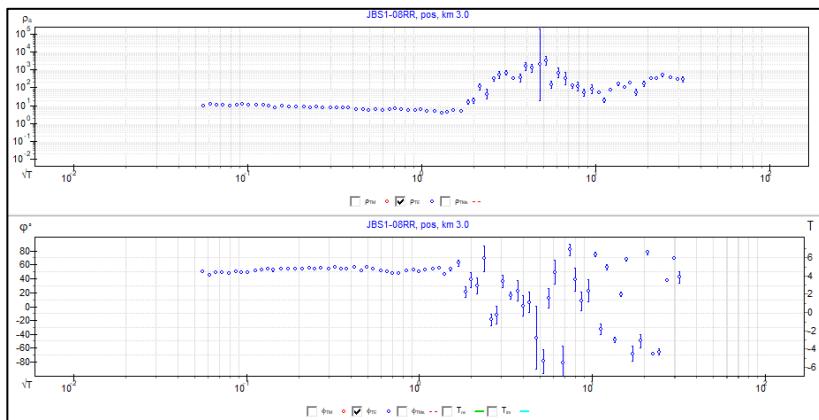


Gambar 3.1 Diagram Alir Pengolahan Data Magnetotellurik

Gambar 3.1 merupakan diagram alir pengolahan data Magnetotellurik. Data Magnetotellurik ini sudah melalui proses tahapan *pre-processing* dan sudah dalam *extensi* data file.*edi*. Data magnetotellurik dikoreksi *static shift*, koreksi digunakan untuk mengembalikan data yang terdistorsi karena adanya *heterogen* data lokal dekat permukaan dan efek topografi, dilakukan inversi 1D pada setiap stasiun menggunakan metode *Occam*. Selanjutnya dibentuk dalam bentuk Grid 3D model seluas cakupan lintasan seismik menggunakan metode *gridding krigging*, metode *krigging* memanfatkan nilai estimasi variasi data magnetotellurik.

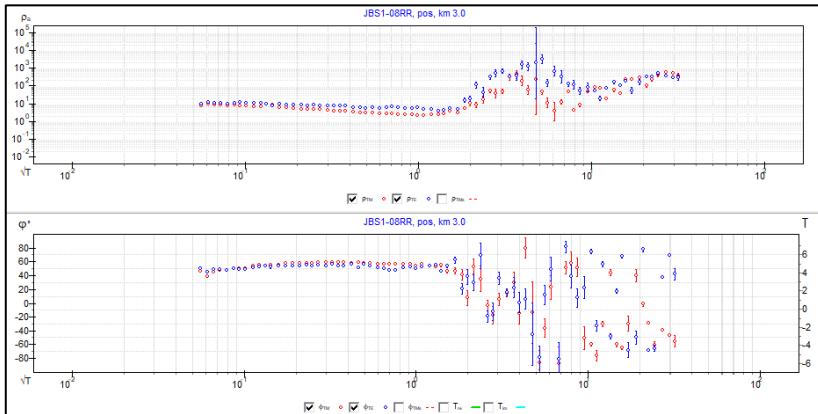


Gambar 3.2 Hasil *edit smoothing* kurva resistivitas dan *phase mode TM*, FL 1-08RR



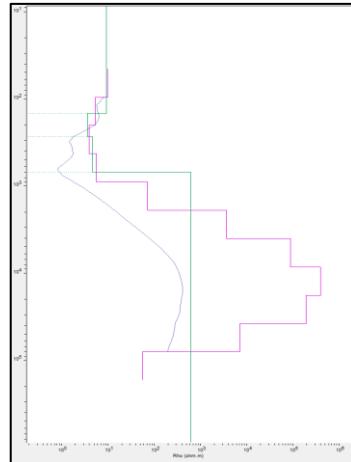
Gambar 3.3 Hasil *edit smoothing* kurva resistivitas dan *phase mode TE*, FL 1-08 RR

Data MT yang digunakan sudah melewati proses *preprocessing* dimana sudah dilakukan robust dan pembobotan. Setelah itu data dilakukan. Akan tetapi tabel nilai koherensi dan xpower tidak ditunjukkan, sehingga dalam proses ini dilakukan analisis setelah didapatkan data dalam format EDI.



Gambar 3.4 Hasil koreksi static shift *smoothing* kurva resistivitas dan *phase* mode TM dan TE , FL 1- 08 RR

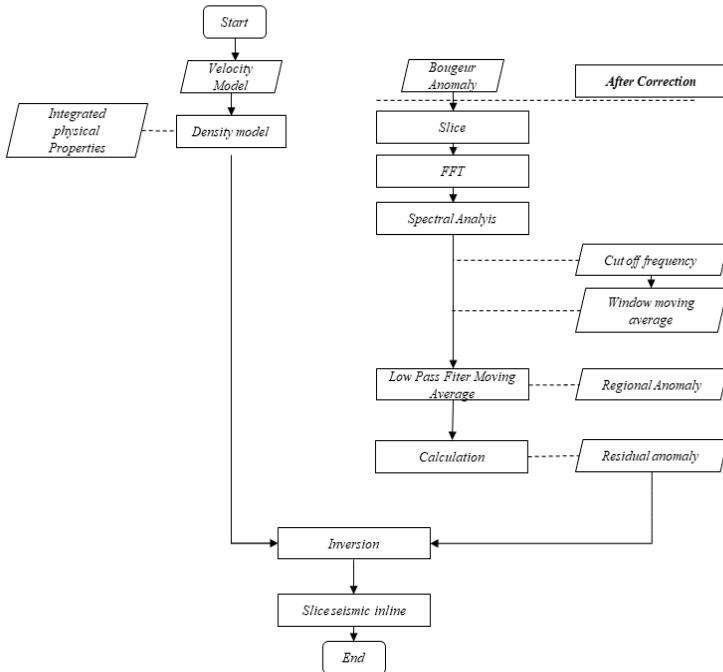
Pengolahan data magnetotellurik dilakukan dengan mengevaluasi semua data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Evaluasi dilakukan terhadap kurva yang dihasilkan oleh data yang sudah melalui tahap *pre-processing* menggunakan perangkat lunak MT editor. Langkah yang dilakukan adalah *smoothing data Transverse Electric (TE)* dan *Transverse Magnetic (TM)*. (Gambar 3.4). selanjutnya dilakukan koreksi shift terhadap data TE dan TM hasil *smoothing*.



Gambar 3.5 Inversi 1D *occam* menggunakan mode *invarian* FL 01-8RR

Proses inversi dilakukan setelah dilakukan edit data dengan menggunakan inveri metode *Occam*. Data diexport dalam bentuk file .txt dimana data tersebut berisikan informasi data koordinat (UTM), *apparent resistivity* mode TE, mode TM, mode invarian serta nilai kedalaman di rubah menjadi dalam domain waktu (ms).

### 3.3.1.2 Pengolahan Data Gravity

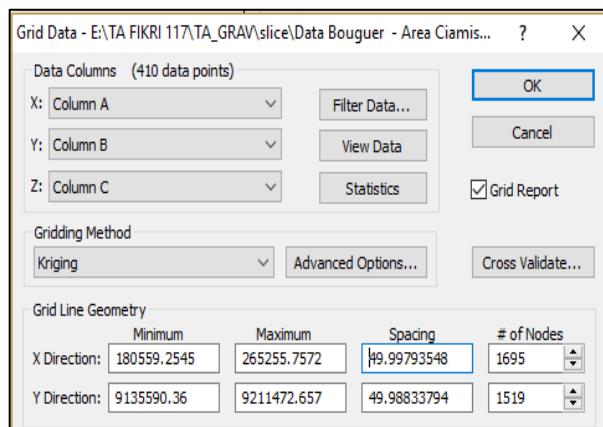


Gambar 3.6 Diagram Alir Pengolahan Data Gravity

*Data Gravity* diproses menggunakan alur seperti Gambar 3.6. Data yang digunakan sudah dilakukan tahap evaluasi koreksi data *gravity* sehingga didapatkan nilai *anomaly bougeur*. Proses pengolahan data ini dikontrol oleh data *apparent resistivity* hasil pengolahan data Magnetotellurik. Data resistivitas yang di dapat dikonversi kedalam data kecepatan dan akan di konversi kembali kedalam model densitas. Pengolahan *data gravity* menggunakan metode spectral analisis nantinya akan menghasilkan data regional dan residual *anomali bougeur*.

Tabel 3.3 Cuplikan tabel yang berisikan informasi tahap koreksi data gravity

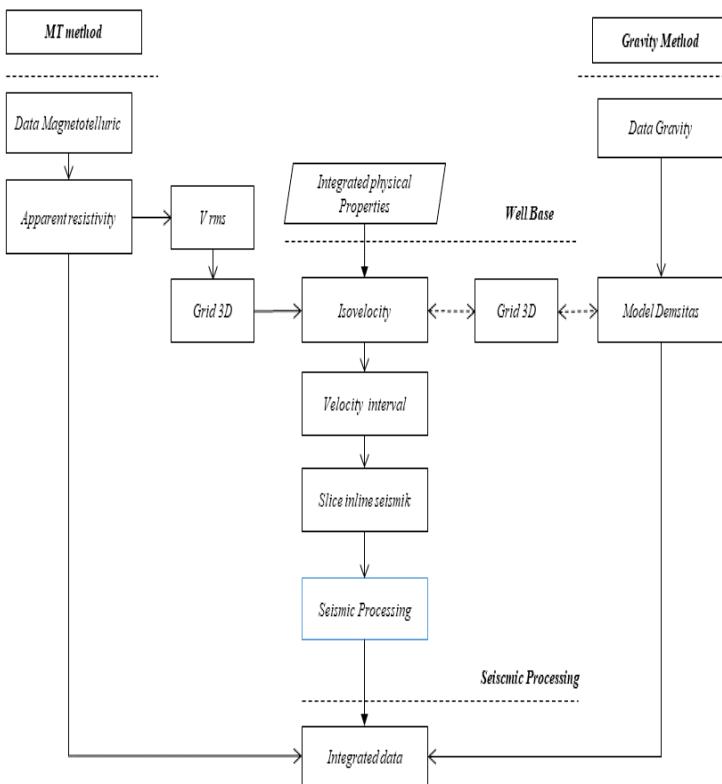
Elevasi (m)	Grav Read (mGal)	Tide (mGal)	Drift (mGal)	Grav Obs	Total TC	gNormal	FAC (mGal)	BC (mGal)	Bouguer Anomaly (mGal)
5.50									
346.17	1748.23	-0.091	0.000	978075.55	0.074	978112.87	106.827	38.754	30.826
381.61	1756.27	-0.065	0.001	978083.62	0.000	978112.65	117.766	42.723	46.017
219.27	1830.06	0.048	0.001	978157.52	0.017	978118.78	67.668	24.548	81.886
267.73	1875.47	0.119	0.001	978203.01	0.000	978122.84	82.622	29.974	132.811
23.36	1893.36	-0.041	-0.017	978220.74	0.000	978120.11	7.210	2.615	105.229



Gambar 3.7 Tampilan proses dan parameter *grid* yang dilakukan untuk memetakan sebaran anomali bougeur menggunakan metode *krigging*

Pada proses ini dilakukan masukkan nilai maksimal dan minimal pada geometri koordinat. Hal ini dilakukan sebagai batas yang digunakan dalam proses gridding. Metode krigging dilakukan untuk proses *grid* dengan spasi 50m. Analisis *varian* dan *variogram* untuk mengetahui keragaman data sebagai tinjauan pembuatan interpolasi pengisi *grid* yang dibuat. Pada pengolahan data *gravity* diproses menggunakan metode analisis spektral, *data gravity* diubah kedalam domain frekuensi menggunakan sistem komputasi yang terlampir pada Lampiran 1. Sehingga didapatkan trend anomali bougeur bersifat regional dan residual. Setelah peta distribusi nilai *anomaly bougeur* bersifat regional dan residual dilakukan *slice inline* dengan lintasan seismik FL 05 dan FL 21.

### 3.3.1.3 Pengolahan Integrasi Data Non Seismik



Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Integrasi Data

Pengolahan data non seismik dilakukan dengan mengolah data Magnetotellurik menggunakan metode 1D. Hasil pengolahan berupa model resistivity yang dilakukan konversi kedalam bentuk kecepatan dan data dibentuk dalam 3D model. Model resistivity ini akan dijadikan bentuk pengontrol pengolahan data gravity. Dengan asumsi mendapat parameter kecepatan yang sama di lakukan perhitungan kecepatan interval untuk digunakan dalam analisis kecepatan pada proses seismik. Sehingga output dari tahap penelitian ini adalah

bentuk model resistivitas, model densitas dan model kecepatan. Hasil pengolahan dilakukan *slice* pada posisi *inline* dengan lintasan seismik.

Pembuatan model 3D resistivitas menggunakan nilai Resistivitas hasil inversi 1D magnetotellurik metode Occam :

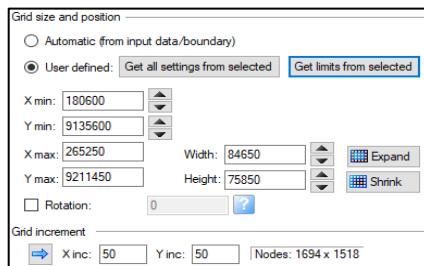
1. Hasil inversi Magnetotellurik diexport dalam file .txt berisikan informasi koordinat (UTM), interval waktu dan resistivitas
2. Load data dalam bentuk *point* dan membuat data resistivitas sebagai data atribut
3. Pembuatan model 3D dilakukan dengan membuat model *grid 3D* terlebih dahulu dalam penelitian ini digunakan 5 *surface* domain waktu sebagai kontrol dari data *Grid 3D*. Adapun karakteristik *surface* yang dibentuk sebagai berikut :

Tabel 3.4 Keterangan surface sebagai kontrol pembentukan grid data 3D

Surface	Time (ms)
Top	0
Mid	100
Bottom	1000
Base	5000
K 10000	10000

Tabel 3.5 Geometri yang digunakan dalam proses pembentukan *luasan surface*

X min	180600
Xmax	9135600
Y min	265250
Y max	9211450



Gambar 3.9 Geometri yang digunakan dalam proses pembentukan *model Grid 3D*

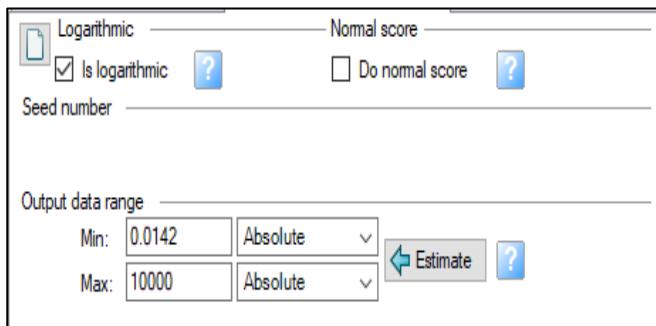
4. Pembuatan model *layers* (*lapisan*)

Pembuatan model *layers* ini dikontrol dengan data *surface* yang telah dibuat sebelumnya. Kuantitas layer yang dibentuk setiap interval *surface* dibuat geometri *layers* seperti berikut.

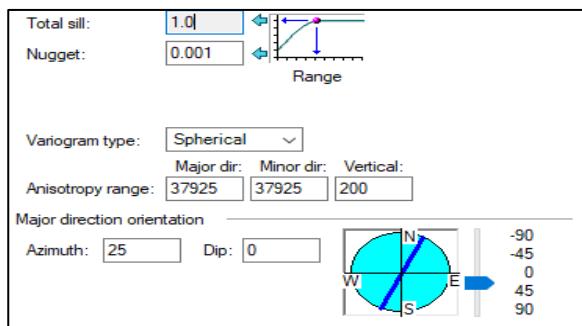
	Name	Color	Calculate	Zone division	
	top - mid		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	Proportional	Number of layers: 10
	mid - botto		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	Proportional	Number of layers: 20
	bottom - b		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	Proportional	Number of layers: 20
	base - k 1		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	Proportional	Number of layers: 50

Gambar 3.10 Parameter *inisial layer* yang digunakan proses *Gridding* data

5. Membentuk Grid 3D data menggunakan metode *krigging*



Gambar 3.11 Distribusi resistivitas data yang digunakan dalam proses *krigging*

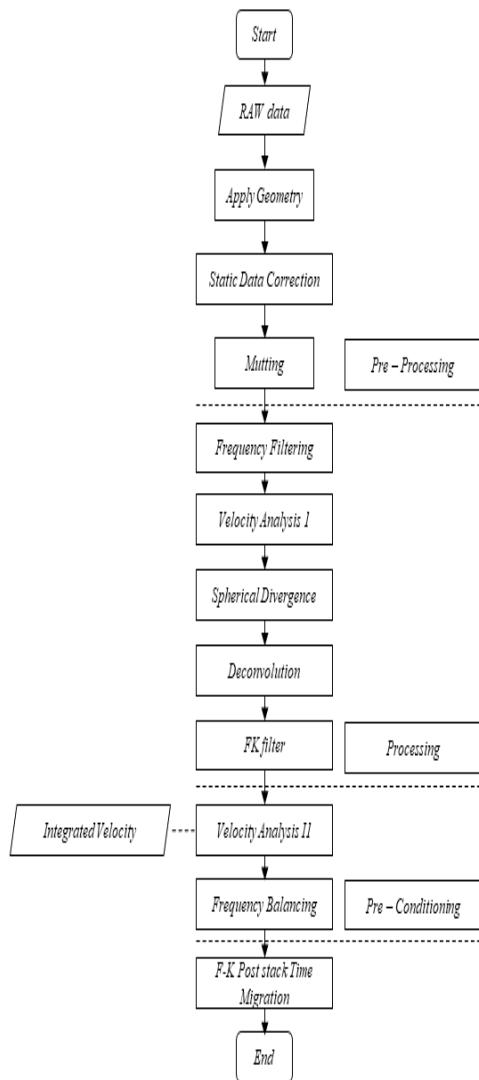


Gambar 3.12 Parameter *variogram* yang digunakan dalam proses *krigging*

*Metode krigging* memanfatkan nilai *variogram* yang dibentuk sebelumnya. Tipe variogram yang digunakan adalah *spherical*, variogram tipe ini dipilih karena model memanfaatkan ekspresi polinomial sederhana dan model yang dihasilkan sesuai dengan beberapa jenis fenomena data. Parameter yang digunakan adalah nilai *sill* bernilai 1, penggunaan nilai *sill* untuk memberikan informasi nilai gamma stabil bernilai 100% data dianggap sudah memiliki stabilitas dan tidak dilakukan interpolasi. Inisial *anisotropy range*, *radius minor* dan *radius major* dibentuk simetris dengan sudut *azimut* sebesar 25°, dikarenakan data yang digunakan memiliki sebaran yang teratur. Selain itu dilakukan pembentukan nilai *ansitropy* pada sumbu vertikal kedalaman domain waktu dengan nilai 200. Dalam hal *varian* yang digunakan adalah varian estimasi pada setiap kedalaman.

6. Data 3D resistivity dikalkulasi menggunakan data kolerasi parameter sumur. Untuk didapatkan 3D model kecepatan pada sub bab 4.1
7. Kalkulasi data model kecepatan ke dalam data densitas menggunakan rumus *Gardner* dengan interval kecapatan 1500 – 5500 m/s dan persamaan *Christensen dan Mooney* pada interval kecepatan 5600 – 7500 (m/s)
8. Volume data densitas yang dihasilkan digunakan sebagai model integrasi dengan metode *gravity*

### 3.3.1.4 Pengolahan Data Seismik



Gambar 3.13 Diagram Alir Pengolahan Data Seismik

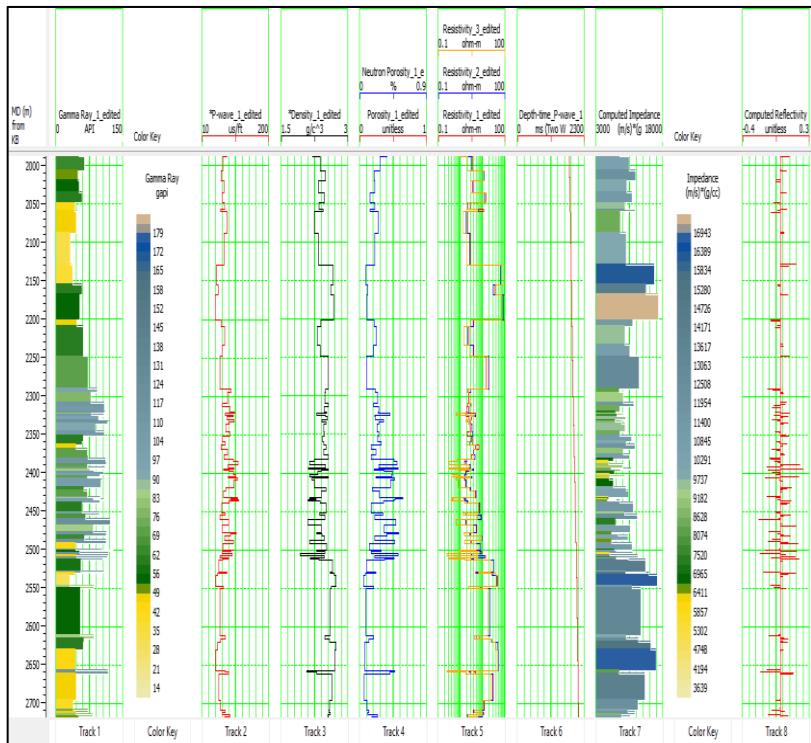
Proses pengolahan data seismik dilakukan menjdai 3 tahap, yaitu: *Pre-processing*, *processing* dan *pre-conditioning*. Tahap preprocessing dilakukan dengan aplikasi geometri, *picking first break*, pengaplikasian *koreksi statik* menggunakan analisis elevasi dan *picking first break* dan *mutting*. Pada tahap processing menggunakan proses analisis kecepatan pertama, *spherical divergence*, *filter bandpass*, *predictive dekonvolusi sinyal* dan *FK filter*. Untuk mengetahui kualitas fiter dan penguatan sinyal dilakukan *stacking* menggunakan data kecepatan hasil analisis kecepatan pertama. Tahap pengolahan dilakukan menggunakan proses *pre-conditioning*. Tahap ini dilakukan analisis koreksi residual I, analisis kecepatan II, frekuensi *balancing*, koreksi residual statik II dan diakhiri dengan tahap migrasi menggunakan metode *FK migration*.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

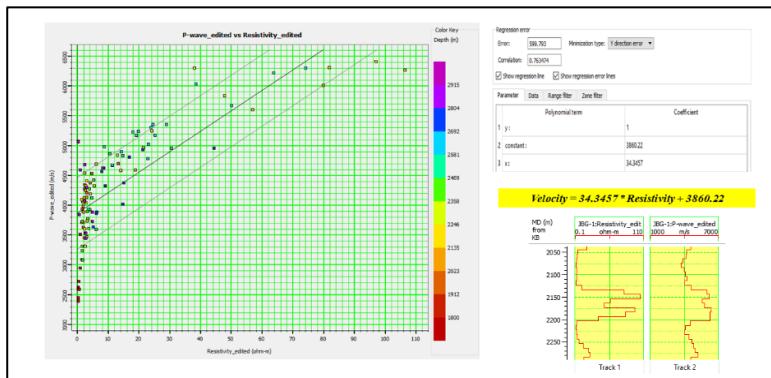
### 4.1 Integrasi Parameter Batuan (*Base on Well*)

Pengolahan sumur dilakukan untuk mengetahui hubungan antara parameter fisik batuan. Proses dilakukan dengan menemukan persamaan *linier* antara *densitas x kecepatan*, *kecepatan x resistivitas* dan *resistivitas dan densitas*.

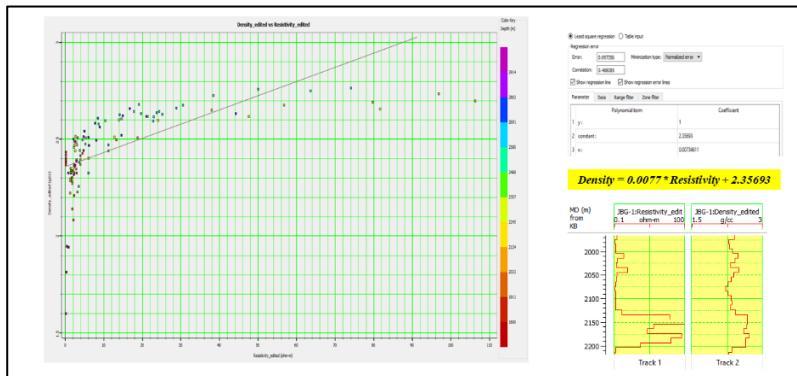


Gambar 4.1 Data sumur FL-1

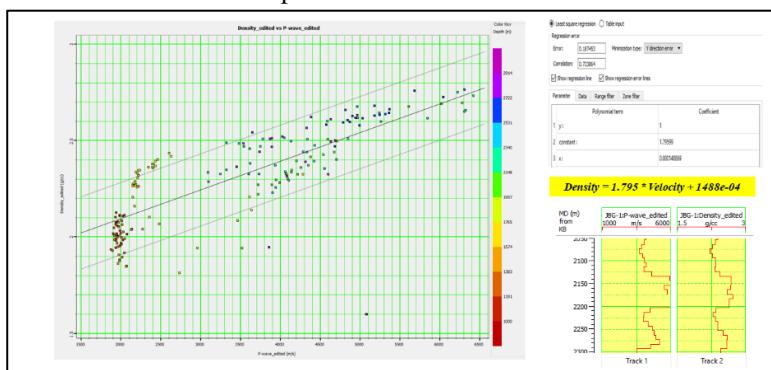
Gambar 4.1 Menunjukkan beberapa log sumur yang terdapat pada kedalaman antara 1800 m hingga 2900 m. Sebelum dilakukan analisis parameter fisik batuan, data log ini dibentuk dalam bentuk block dengan interval 10 m. selain itu dilakukan kalkulasi data berdasarkan satuan standar internasional, perlakuan dilakukan pada data sonic yang memiliki satuan us/f menjadi m/s.



Gambar 4.2 Crossplot data Kecepatan vs Resistivitas



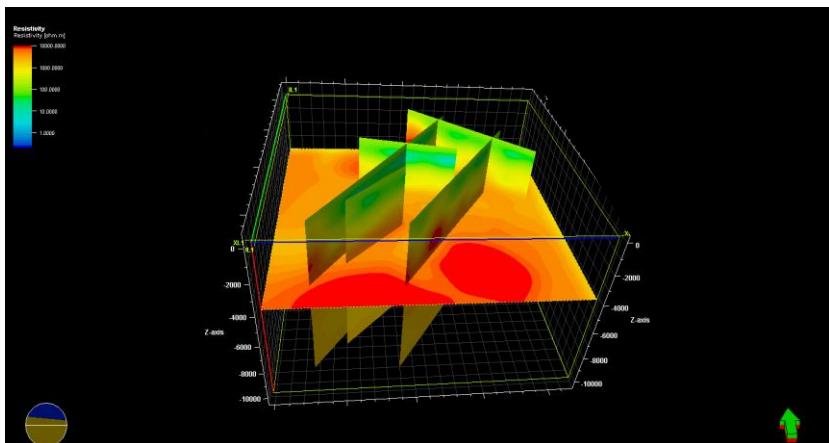
Gambar 4.3 Crossplot Parameter Densitas vs Resistivitas



Gambar 4.4 Crossplot Parameter Densitas vs Resistivitas

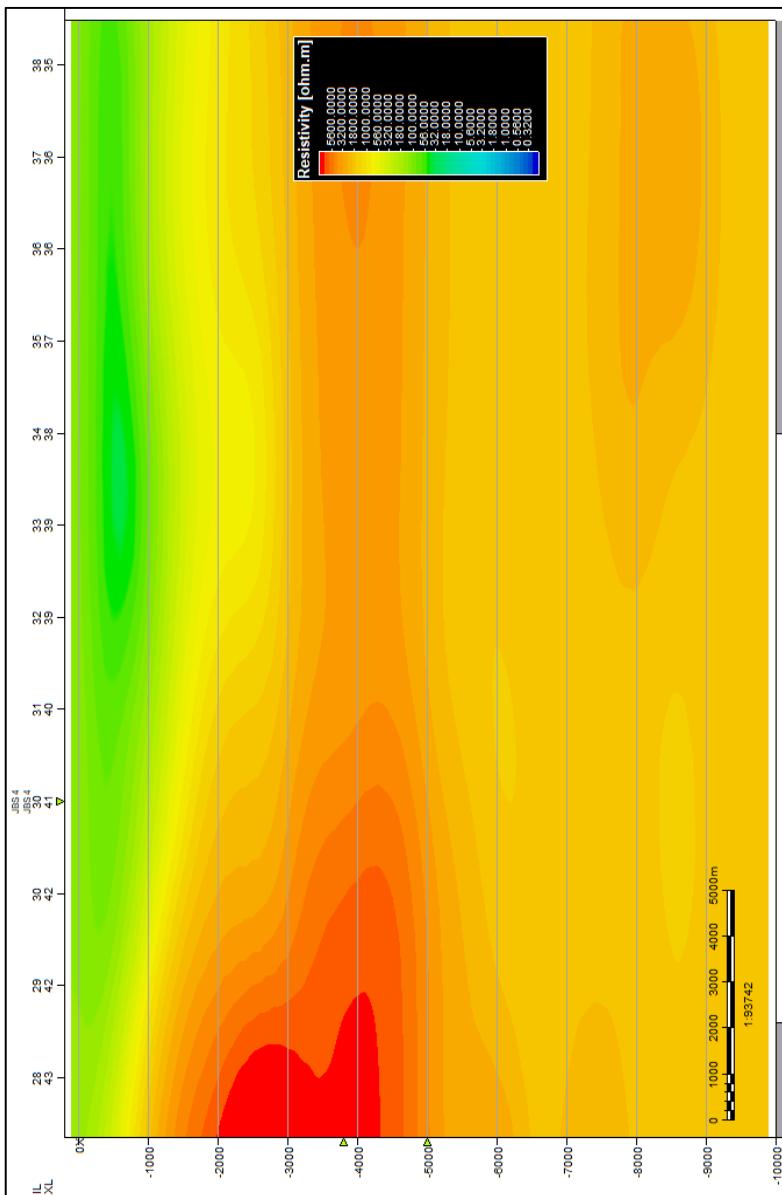
Hubungan parameter ditunjukkan hasil *regresi linier* antara kedua parameter pada kedalaman 1800 – 2900 m. Data kedalaman ditunjukkan dengan skala warna. Gambar 4.2 merupakan Hasil regresi kecepatan dengan resistivitas dengan nilai  $y = 34.345x + 3860.22$ , dan kolerasi adalah 0.72. Gambar 4.3 menunjukkan nilai regresi densitas dan resistivitas ditunjukkan dengan persamaan  $y = 0.0077x + 2.35693$ , dan besar kolerasi adalah 0.48. Gambar 4.4 menunjukkan hasil regresi nilai densitas dan resistivitas sebesar  $y = 1.793x + 1488 \text{ e-}4$ , dimana nilai kolerasi adalah 0.763. Hubungan antara parameter batuan ini akan digunakan untuk mencari model parameter lain. Penelitian ini menggunakan nilai persamaan regresi untuk mendapatkan model kecepatan dari model resistivitas hasil inversi Magnetotellurik.

## 4.2 Data Magnetotellurik

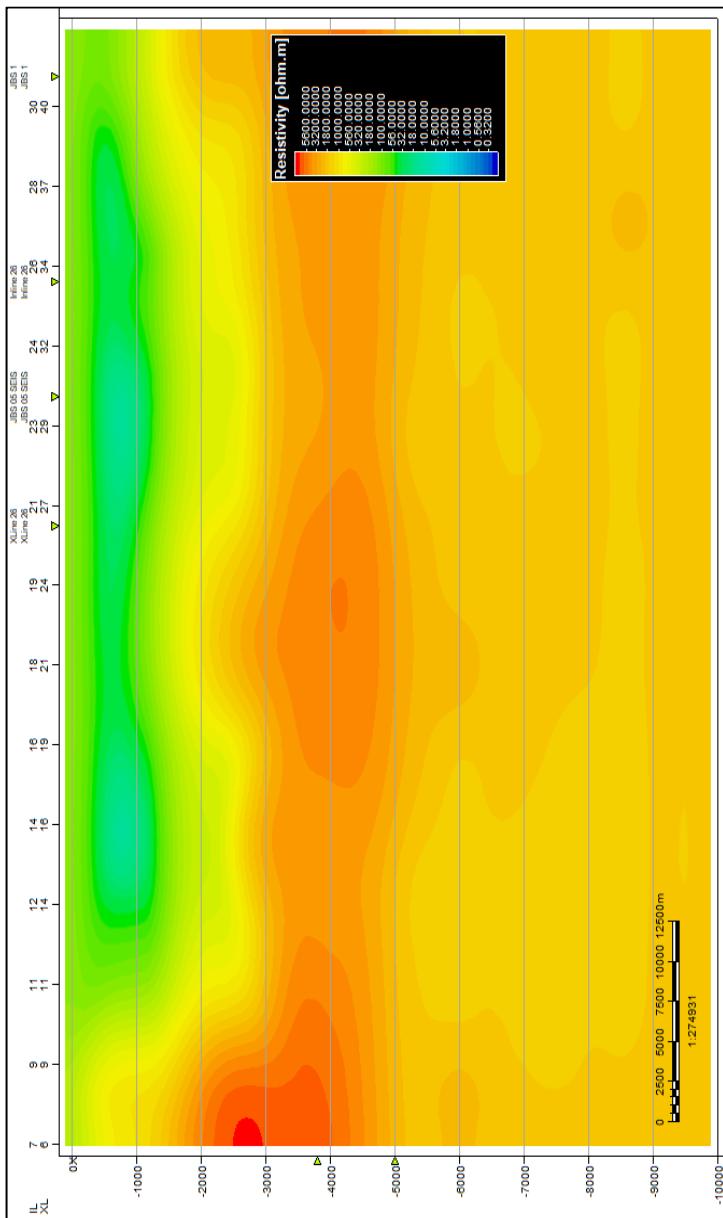


Gambar 4.5 Penampang 3D menggunakan interpolasi *krigging* data *resistivity* hasil pengolahan metode magnetotellurik

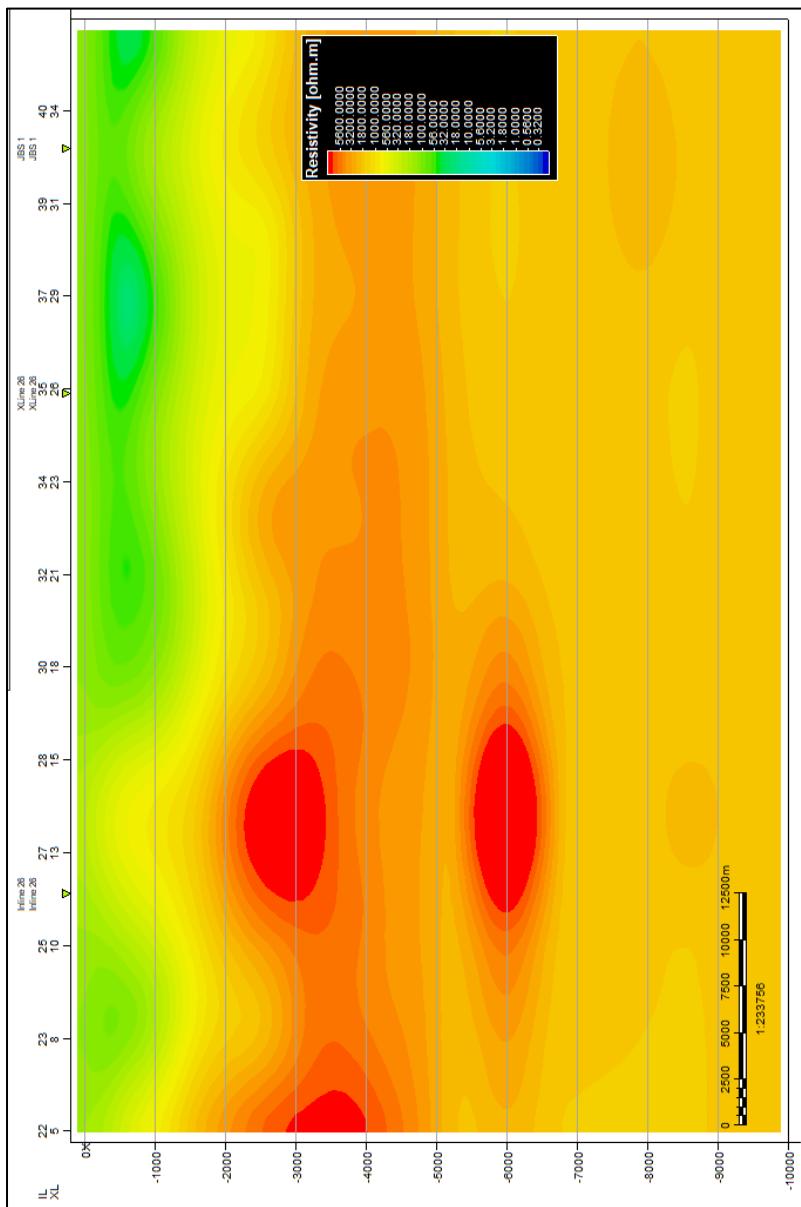
Metode grid berbentuk *cube* volumetrik untuk melihat data sebaran nilai resistivitas pada daerah penelitian. Hal ini untuk mendapatkan bentuk atau nilai resis pada lintasan seismik. Pada proses pengolahan digunakan mode determinan untuk melihat pengaruh dari resistivitas kombinasi mode TE dan mode TM.



Gambar 4.6 Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik lintasan FL 01 (Barat Laut – Tenggara)



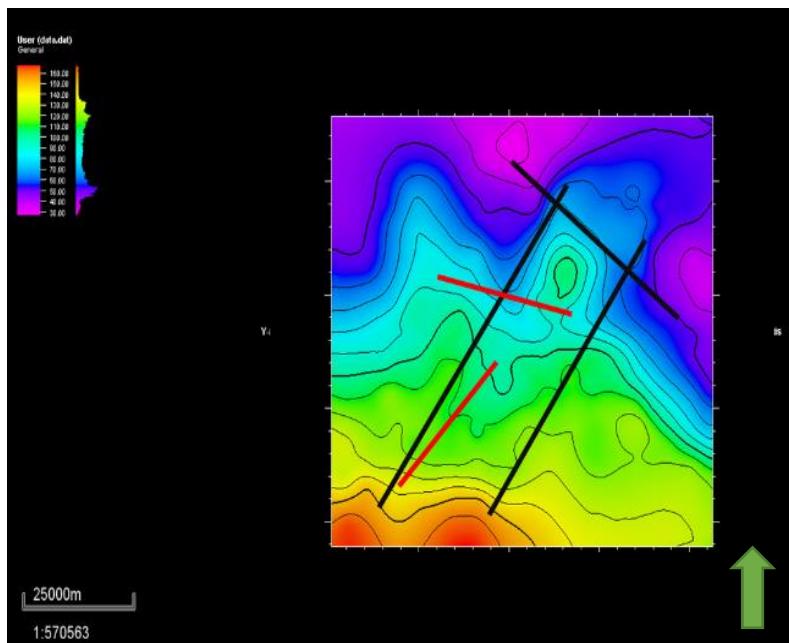
Gambar 4.7 Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik lintasan FL 04 (Barat Daya – Timur Laut)



Gambar 4.8 Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik lintasan FL 08 (Barat Daya – Timur Laut)

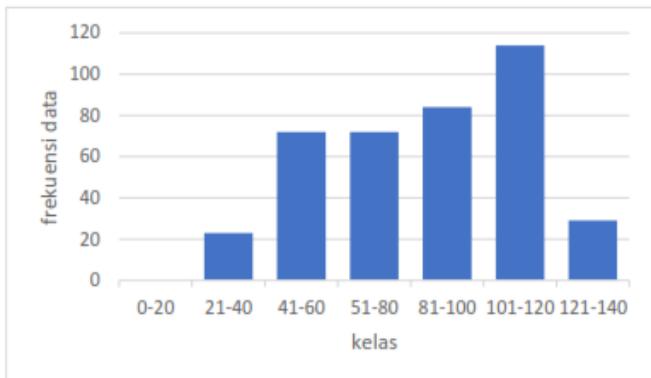
Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8 penampang diatas adalah penampang resistivitas masing masing lintasan magnetotellurik. Dengan interval waktu 0 - 10000 ms. Ketiga model resistivitas dihasilkan dari hasil inversi data magnetotellurik 1D mode *invarian* yang diikat dengan metode interpolasi *krigging*. Semua lintasan MT menunjukkan parameter resistivitas tinggi dengan nilai 5000 – 10000 ohm.m pada 2000 – 4000 ms. Anomali ini dianggap sebagai batuan dengan karakter batuan keras, hal ini mengindikasi seismik yang dihasilkan tidak memiliki imaging yang baik karena terdapat karakter batuan keras dekat permukaan.

### 4.3 Data Gravity



Gambar 4.9 Peta sebaran nilai Anomali Bougeur

Gambar 4.9 merupakan peta sebaran anomali bougeur menggunakan menggunakan metode krigging. Kontur yang digunakan adalah interval 10, dan nilai bougeur yang ditampilkan memiliki rentang nilai minimal 30 dan maksimal 170 mgal. Garis hitam menunjukan lintasan Magnetotellurik dan garis merah merupakan lintasan seismik.

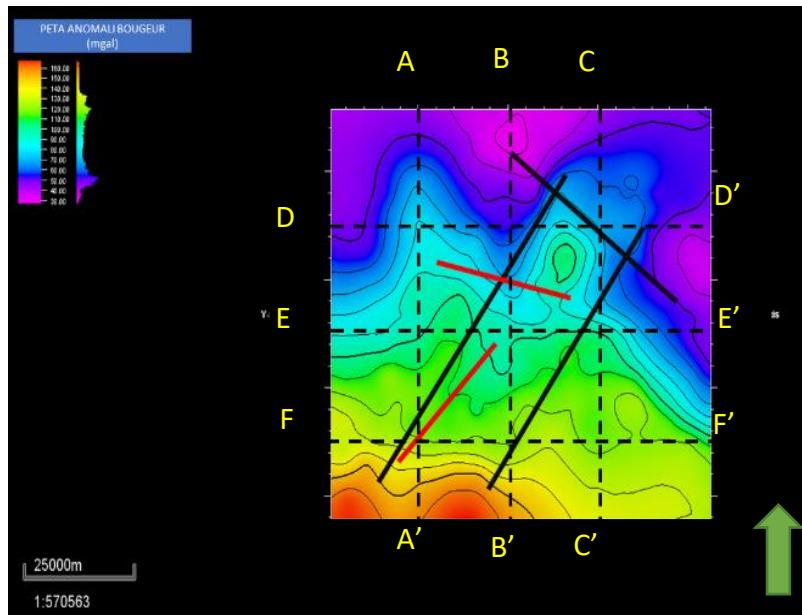


Gambar 4.10 Histogram sebaran data anomali bougeur

Gambar histogram menunjukkan data dianggap bersifat distribusi normal atau data *stasioner*, proses *krigging* memanfaatkan bentuk distribusi awal penggunaan metode gridding yang tepat. Metode krigging digunakan karena mengestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linier dari nilai conto yang terdapat disekitar titik yang akan diestimasi. Dengan asumsi blok yang digunakan bernilai 50m x 50 m, penelitian ini memanfaatkan sifat metode krigging ketika bentuk data teratur/stasioner metode ini akan memberikan data simetri disekitarnya.

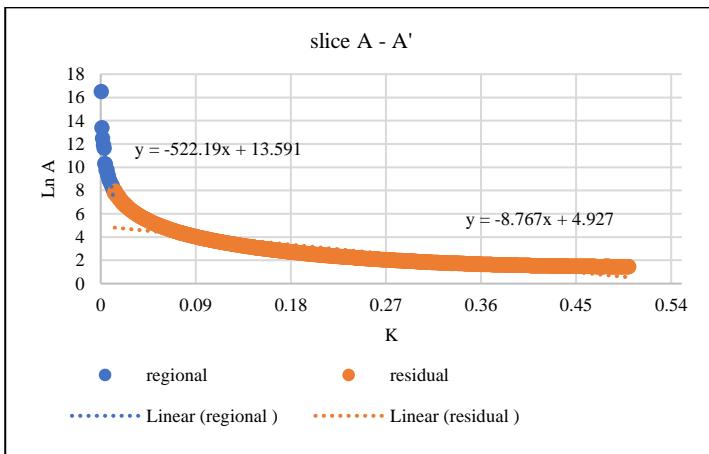
Hasil peta sebaran anomali bougeur (Gambar 4.9) menunjukkan nilai bougeur bernilai semakin kecil berarah Utara. Nilai regional Bougeur pada peta anomali bougeur yang dihasilkan akan menghasilkan data densitas absolute, sehingga perlu dilakukan pemisahan untuk mendapatkan nilai relatif densitasnya. Proses pemisahan data residual dan regional, dilakukan menggunakan metode filter metode *low pass filter moving average*. Pada metode *low pass moving average* membutuhkan masukan lebar jendela yang akan digunakan sebagai pencarian nilai rata-rata setiap lintasan yang digunakan sebagai analisis spektrum untuk data gravity. Dalam proses mendapatkan jendela yang sesuai dengan data diproses menggunakan kalkulasi nilai cut off frekuensi hasil pengolahan metode analisis spektrum, metode ini diharapkan dapat menjadi alternatif untuk mendapatkan nilai data bersifat regional.

#### 4.3.1.1 Analysis Spektrum



Gambar 4.11 Peta sebaran nilai Anomali Bougeur dengan 6 lintasan analisis spektrum

Tujuan analisis spektrum data gravity untuk mendapatkan peta sebaran sata residual data anomali bougeur. Proses ini dilakukan dengan membuat 6 slice lintasan saling tegak lurus. Pembuatan 6 lintasan yang saling tegak lurus diasumsikan mewakili sebaran peta, data anomaly bougeur dilakukan proses FFT, nilai komulatif yang digunakan adalah 50. Penentuan nilai komulatif diberikan berdasarkan lebar grid yang digunakan dalam proses *gridding*. Data *anomali bougeur* hasil *slice* diolah menggunakan metode FFT, dimana domain data dirubah menjadi domain frekuensi. Proses analisis spektrum digunakan untuk mencari nilai cutt off frekuensi regional dan residual yang akan digunakan untuk mengkalkulasi jendela pada proses filtering. Data regional dicirikan dengan data yang berasosiasi dengan frekuensi rendah.



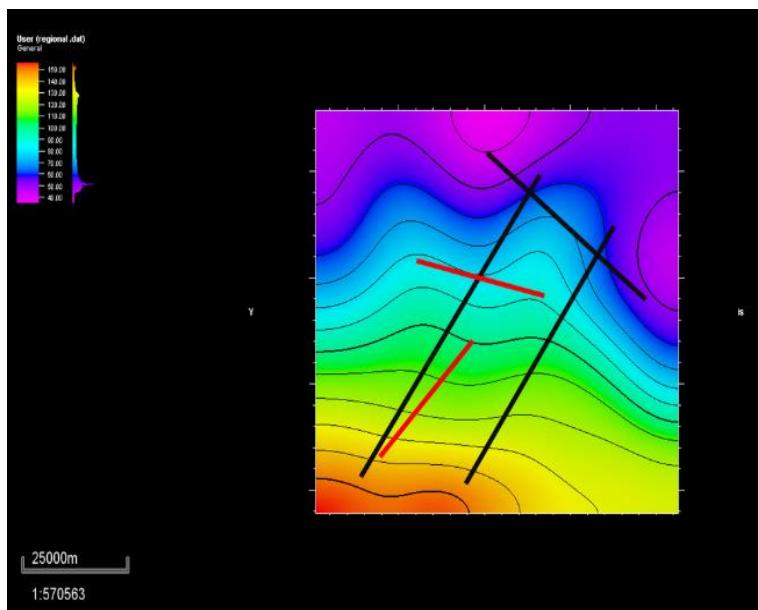
Gambar 4.12 Grafik hasil analisa spektral dekomposisi Lintasan A-A'

Gambar 4.12 menunjukkan grafik hasil pengolahan data gravity menggunakan analisis spektrum pada lintasan A-A', dimana sumbu x adalah nilai **frekuensi spasial** dan sumbu y adalah nilai **Ln Amplitudo**. Dari grafik tersebut dibagi menjadi 2 bentuk linear, data berwarna biru menunjukkan data yang berasosiasi dengan frekuensi rendah dan warna jingga data memiliki frekuensi tinggi dengan nilai amplitudo cenderung stabil. Data yang memiliki frekuensi rendah dianggap sebagai data regional dan data dengan frekuensi tinggi berasosiasi dengan data residual. Proses *cut off* data frekuensi pada masing masing lintasan ditampilkan pada tabel 4.1

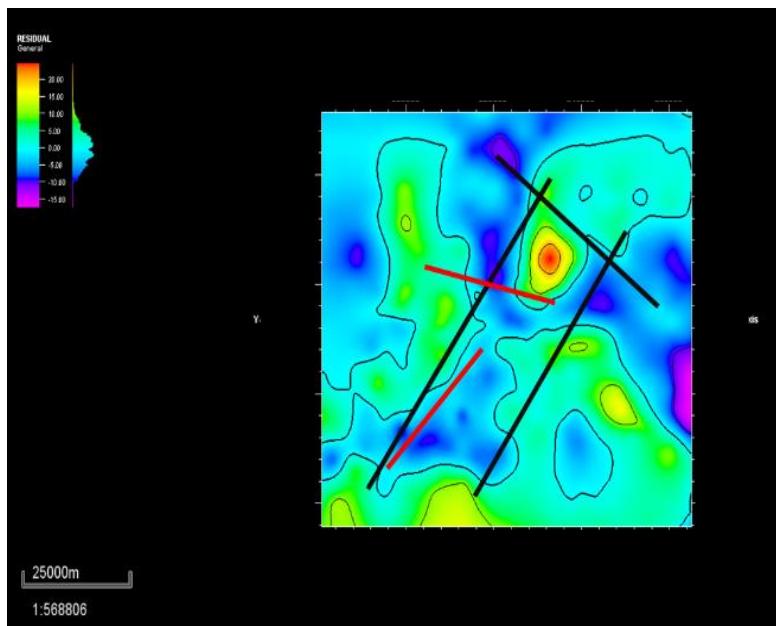
Tabel 4.1 *Cut off* hasil analisis spektrum data *gravity* dan perhitungan jendela low pass filter moving average

	lnA	k	spasi	n
slice 1	8.046501	0.0065	50	19.32308
slice 2	8.007793	0.0069	50	18.2029
slice 3	8.192821	0.009855	50	12.74421
slice 4	8.791756	0.003529	50	35.58667
slice 5	8.131375	0.005313	50	23.64071
slice 6	8.121249	0.00414	50	30.34137
			Rata rata	23.30649

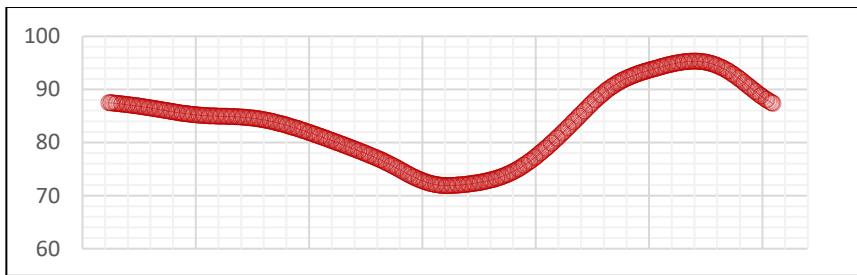
Tabel 4.1 menunjukkan nilai *cut off* frekuensi spasial dan amplitudo pada proses analisis spektrum. Dengan spasi komulatif bernilai 50 didapatkan jendela hasil masing-masing lintasan. Hasil jendela yang didapat setiap line berbeda, untuk mendapatkan nilai jendela dilakukan kalkulasi rata-rata dari semua lintasan. Nilai jendela *low pass moving average* harus bersifat ganjil sehingga data yang diambil nilai jendela sebesar 23. Proses ini akan menghasilkan peta sebaran data anomali bougeur regional pada (Gambar 4.13). Peta Anomali Bougeur Regional yang digunakan dalam kalkulasi untuk mendapatkan peta residual pada (Gambar 4.14). Setelah didapatkan peta anomaly *bougeur residual*, dilakukan *slice* peta pada lintasan seismik dilakukan untuk proses inversi yang akan digunakan dalam proses integrasi data untuk meningkatkan *imaging* seismik.



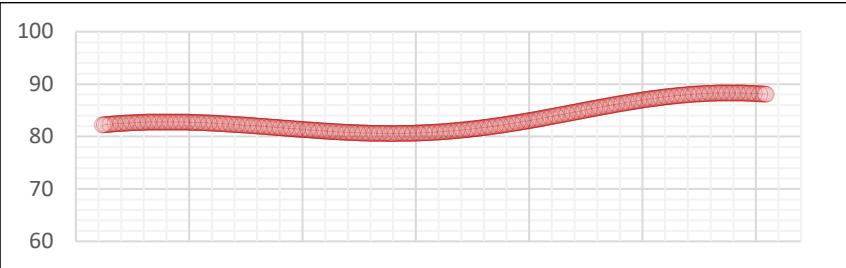
Gambar 4.13 Peta sebaran nilai Anomali Bougeur Regional hasil low filter Moving average



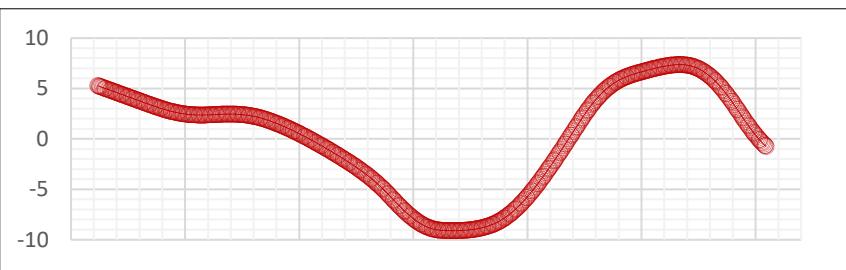
Gambar 4.14 Peta sebaran nilai Anomali Bougeur Residual



Gambar 4.15 Slice hasil pengolahan data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 05

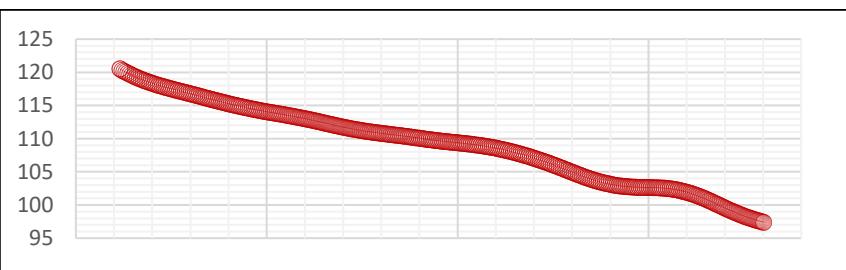


Gambar 4.16 Slice hasil peta regional data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 05

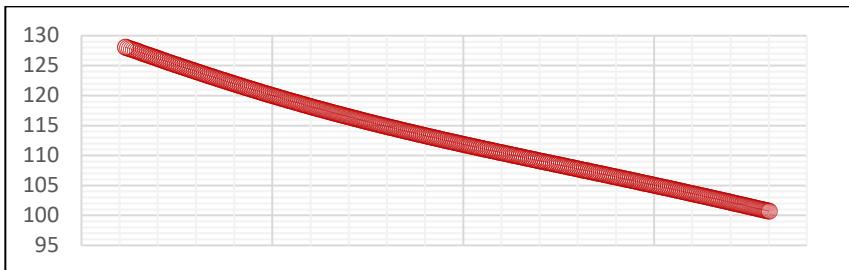


Gambar 4.17 Slice hasil peta residual data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 05

Gambar 4.15, 4.16 dan 4.17 merupakan grafik data hasil *slicing data anomaly bougeur*, *regional anomaly bougeur* dan *residual anomaly bougeur inline* dengan lintasan seismik 05.



Gambar 4.18 Slice hasil pengolahan data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 21



Gambar 4.19 Slice hasil peta regional data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 21

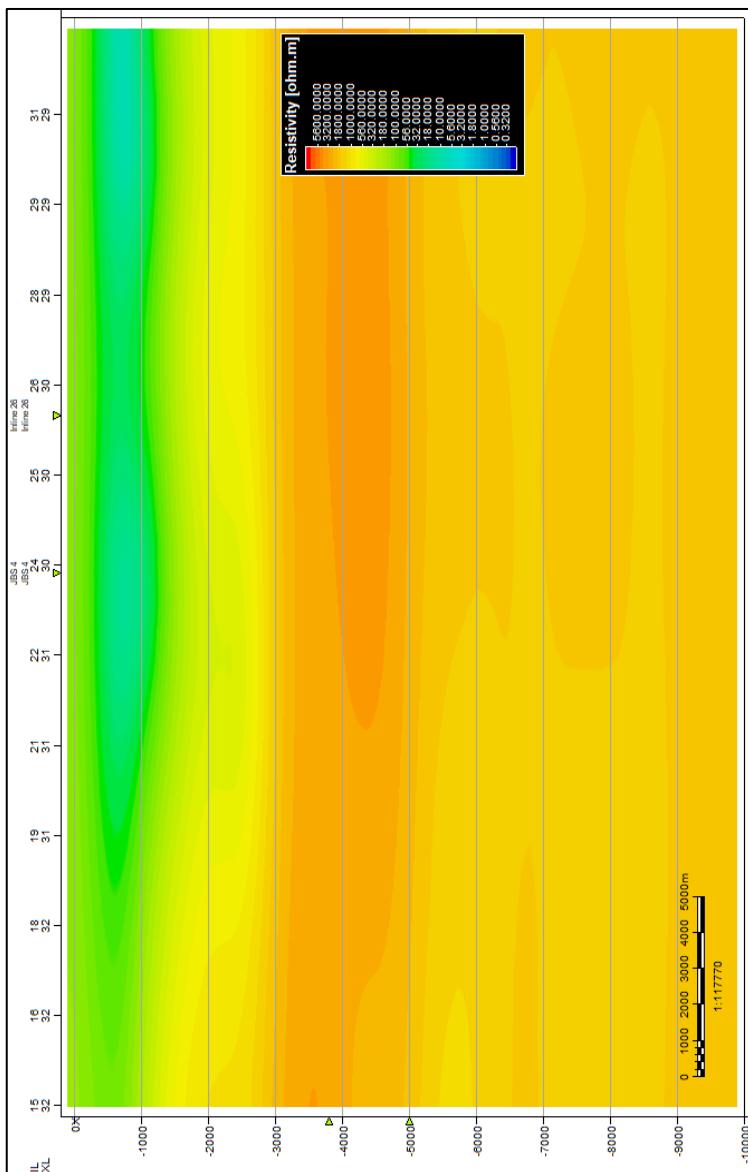


Gambar 4.20 Slice hasil peta residual data anomali bougeur lintasan inline seismik FL 21

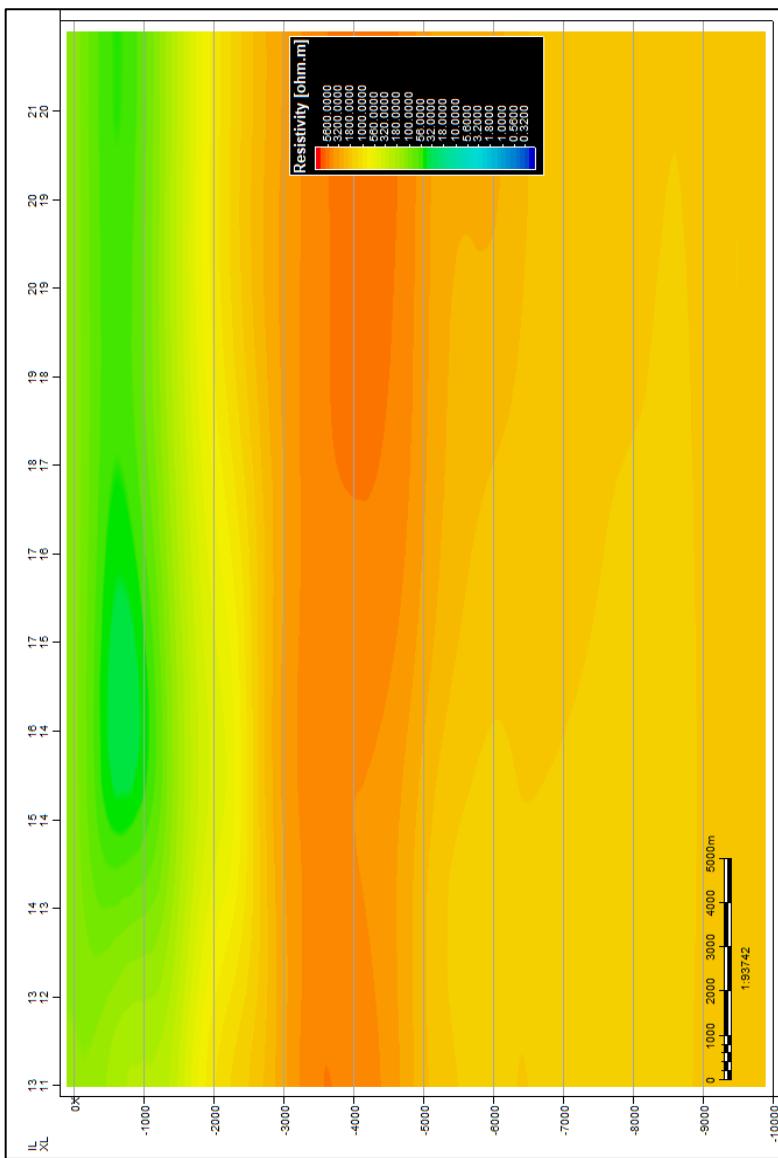
#### 4.4 Pengolahan Integrasi Non Seismik

Pengolahan data integrasi dilakukan dengan pembuatan volume parameter hasil konversi dari data resistivity data MT, konversi dilakukan dengan memanfaatkan korelasi parameter pada sumur. Setelah itu dilakukan *slice* pada lintasan seismik. Parameter ini yang akan memperkaya informasi dalam integrasi untuk meningkatkan resolusi seismik dan acuan perencanaan pengambilan data pada eksplorasi kembali.

#### 4.4.1 Penampang Resistivitas

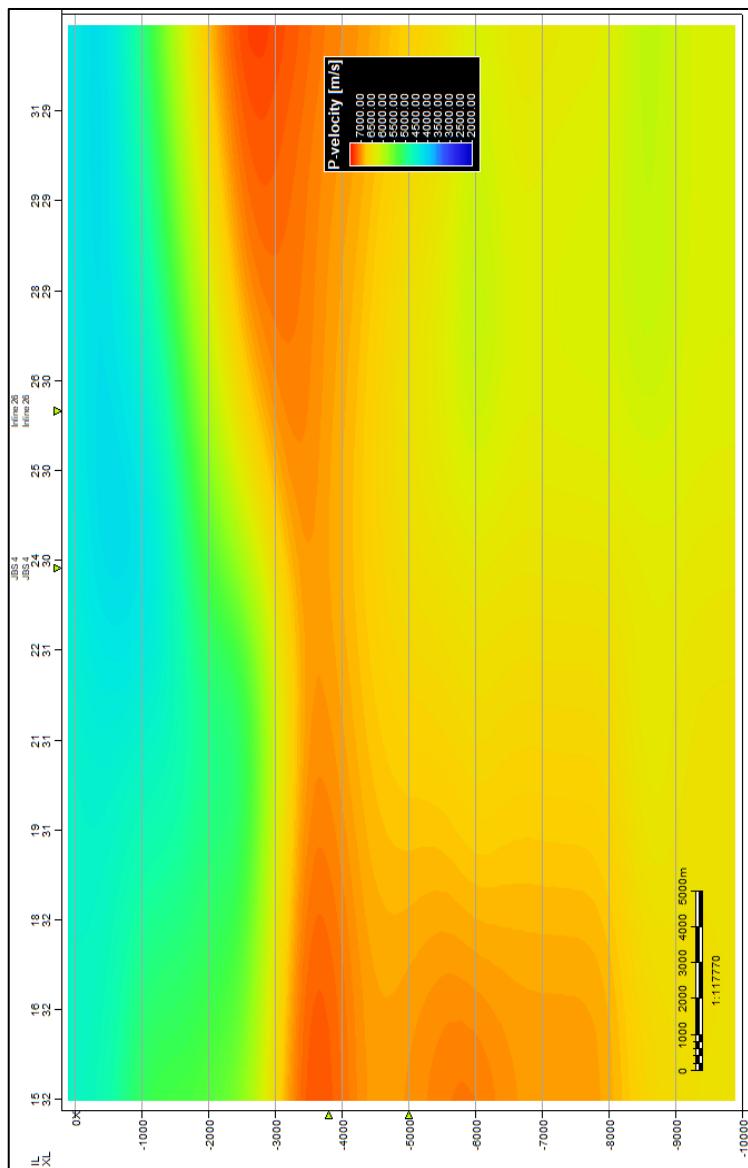


Gambar 4.21 Penampang 2D Resistivitas hasil inversi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 05 (Barat-Timur)

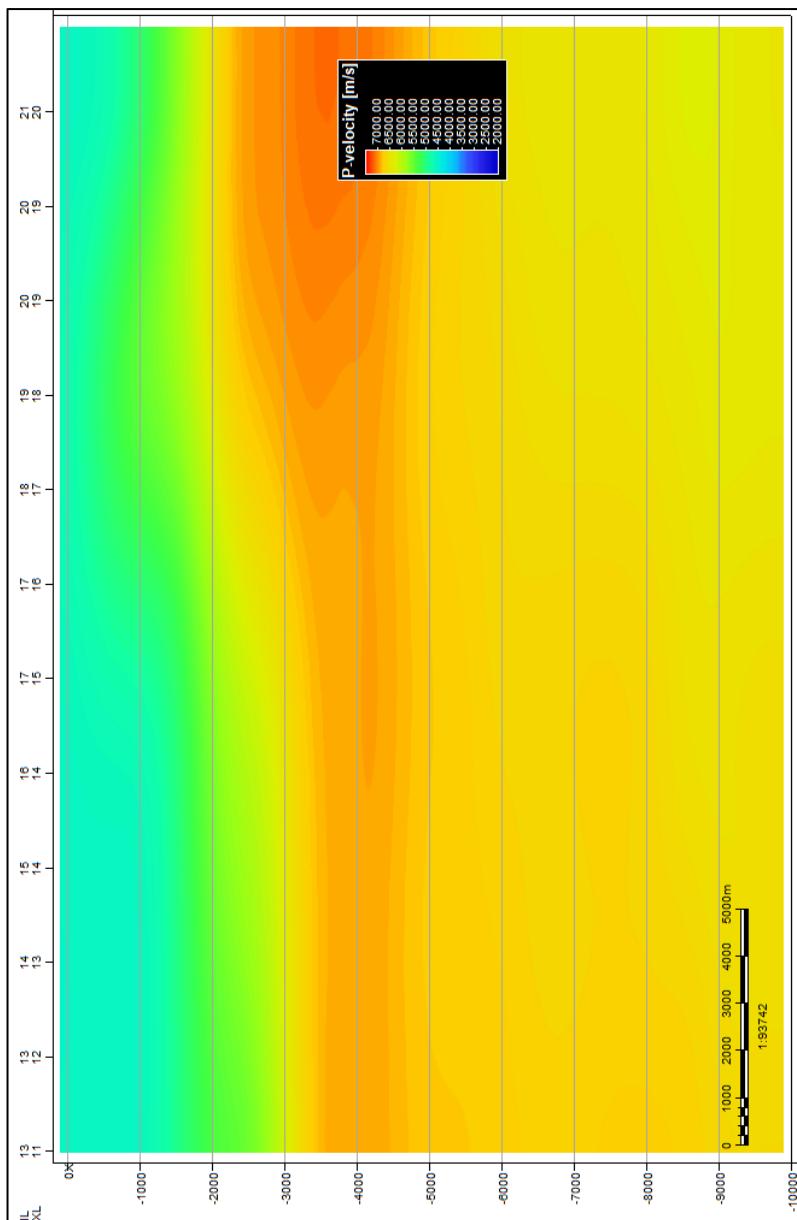


Gambar 4.22 Penampang 2D Resistivity hasil inversi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 21(Selatan – Utara)

#### 4.4.2 Penampang kecepatan inline lintasan seismik



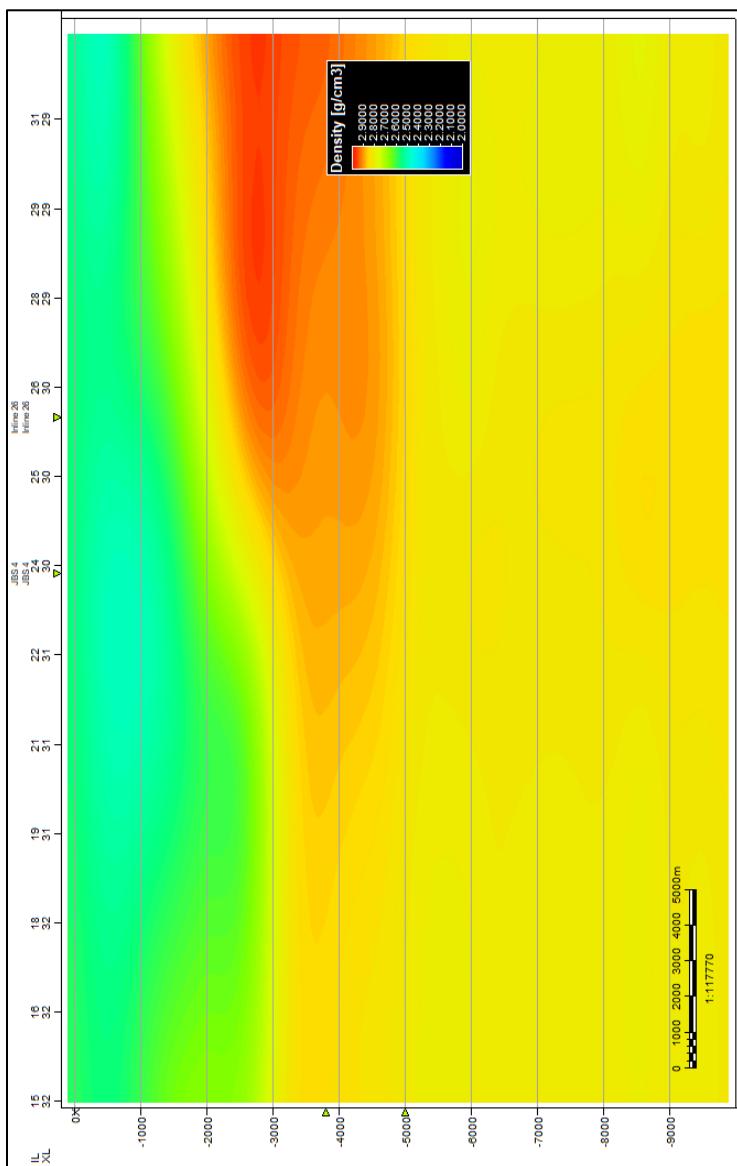
Gambar 4.23 Penampang 2D kecepatan hasil integrasi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 05 (Barat-Timur)



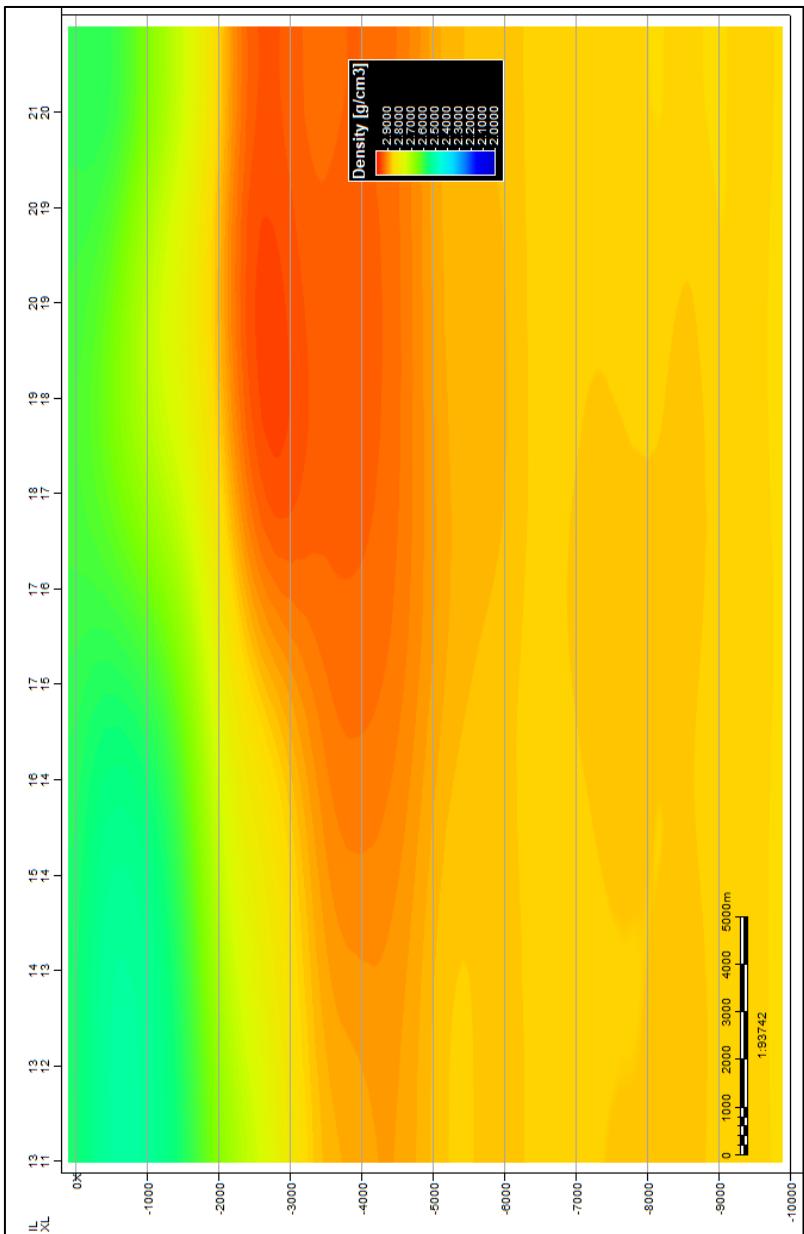
Gambar 4.24 Penampang 2D kecepatan hasil integrasi data magnetotellurik inline lintasan seismik FL 21 (Selatan – Utara)

Model kecepatan hasil integrasi menggunakan persamaan linear antara parameter kecepatan dan resistivitas sumur FL 01, pada penampang kecepatan lintasan seismik FL 05 dan FL 21 pada data 2000-3000 ms terdapat kecepatan dengan nilai  $>6000$  m/s. Model kecepatan yang dihasilkan memberikan informasi terhadap model seismik yang akan dihasilkan terdapat reflektor kuat pada 2000 ms. Hal menarik ketika terdapat nilai kecepatan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan diatasnya pada lintasan FL 05 pada  $>4000$  ms berarah Timur lintasan seismik. Hal menjadi hipotesis awal karakteristik geologi dan parameter batuan kawasan penelitian terdapat batuan penutup dengan karakter lebih keras, yang meungkinkan akan mengakibatkan absorpsi energi gelombang pada data seismik. Model kecepatan ini akan djadikan masukkan dalam proses analisis kecepatan pada pengolahan data seismik.

#### 4.4.3 Penampang Densitas Inline lintasan seismik



Gambar 4.25 Penampang 2D Densitas inline lintasan seismik FL 05 (Timur-Barat)



Gambar 4.26 Penampang 2D Densitas inline lintasan seismik FL 21 (Selatan-Utara)

Model densitas (Gambar 4.25 dan Gambar 4.26) yang dihasilkan menggunakan persamaan *Gardner* untuk karakter sedimen dan *mooney* untuk karekteristik batuan vulkanik/keras, menunjukan adanya karakteristik lapisan batuan keras pada kedalaman 3000 ms yang cukup tebal menutupi karakteristik batuan dengan densitas lebih rendah dibawahnya, meninjau geologi regional daerah penelitian adanya perselingan batuan kalkarenit dengan batuan pasir yang tertutup oleh batuan vulkanik, memberikan informasi adanya pengaruh batuan volcano-clastic bernilai 2.6 -2.7 g/cc.

Model densitas yang dihasilkan dinterpretasikan dengan data gravity regional. Data gravity yang dihasilkan menunjukan bahwa data regional yang digunakan sebagai acuan nilai absolute densitas. Model yang dihasilkan memiliki rentang nilai 2.6 - 3 g/cc. oleh karena itu model ini merupakan asumsi nilai densitas absolute yang menggambarkan bentuk model densitas bawah permukaan. Dalam mengetahui detail nilai bentuk model perlu dilakukan *forward modeling* terhadap data *residual bouguer* untuk mendapatkan nilai relatif densitas sehingga model dapat didetailkan nilainya.

## 4.5 Pengolahan Data Seismik

### 4.5.1 Pre-Processing

#### 4.5.1.1 Geometri

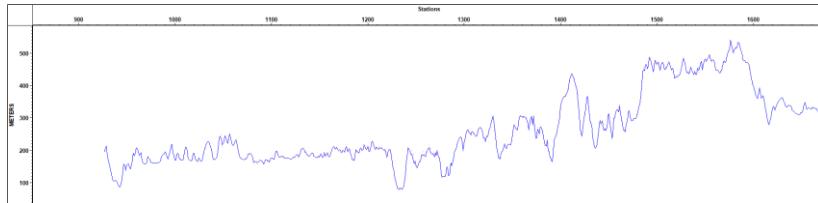
Proses memberikan informasi pada data seismik yang didefinisikan pada bentuk *trace* seismik. Proses ini penting dilakukan karena pada pengolahan data seismik tahap selanjutnya memerlukan tipe *sorting data* untuk meningkatkan *imaging* data seismik .

RECORD #	FIELD #	SHOT #	FIRST CHAN#	LAST CHAN#	BEFORE GAP FROM	BEFORE GAP TO	AFTER GAP FROM	AFTER GAP TO	SHOT BULK	SHOT DEPTH	SHOT UPHOLE	SHOT ELEV	SHOT X.CORD	SHOT Y.CORD	SKID (+/-)	OFFSET	BEARING
DEF.INCR			1	1.00	1	1.00	1.00	1.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1[2]00	1529	[C]	1515.50	1	300	1366.00	1665.50	0.00	0.000	0.000	0.000	449.000	217016.500	9167266.000	0.000	0.000	0.000
2[2]00	1527	[C]	1517.50	1	300	1358.00	1667.50	0.00	0.000	0.000	0.000	423.000	217087.000	9167337.600	0.000	0.000	0.000
3[2]00	1524	[C]	1509.50	1	300	1375.00	1674.50	0.00	0.000	0.000	0.000	407.000	217092.700	9176230.300	0.000	0.000	0.000
4[2]00	1575	[C]	1597.50	1	300	1375.00	1674.50	0.00	0.000	0.000	0.000	426.000	217091.200	9170159.700	0.000	0.000	0.000
5[2]00	1576	[C]	1513.50	1	300	1364.00	1663.50	0.00	0.000	0.000	0.000	461.000	216945.600	9167196.200	0.000	0.000	0.000
6[2]00	1577	[C]	1480.50	1	300	1331.00	1630.50	0.00	0.000	0.000	0.000	326.000	215776.800	9166032.200	0.000	0.000	0.000
7[2]00	1578	[C]	1479.50	1	300	1330.00	1629.50	0.00	0.000	0.000	0.000	312.000	215748.500	9159595.700	0.000	0.000	0.000
8[2]00	1579	[C]	1508.50	1	300	1331.00	1630.50	0.00	0.000	0.000	0.000	433.000	215749.000	9167196.200	0.000	0.000	0.000
9[2]00	1580	[C]	1508.50	1	300	1329.00	1630.50	0.00	0.000	0.000	0.000	433.000	215750.500	9167196.200	0.000	0.000	0.000
10[2]00	1581	[C]	1511.50	1	300	1352.00	1661.50	0.00	0.000	0.000	0.000	471.000	215855.700	9167144.200	0.000	0.000	0.000
11[2]00	1582	[C]	1519.50	1	300	1370.00	1669.50	0.00	0.000	0.000	0.000	452.000	216839.100	9167090.700	0.000	0.000	0.000
12[2]00	1583	[C]	1521.50	1	300	1372.00	1671.50	0.00	0.000	0.000	0.000	431.000	217158.000	9167408.100	0.000	0.000	0.000
13[2]00	1584	[C]	1478.50	1	300	1329.00	1628.50	0.00	0.000	0.000	0.000	301.000	215705.100	9165961.700	0.000	0.000	0.000

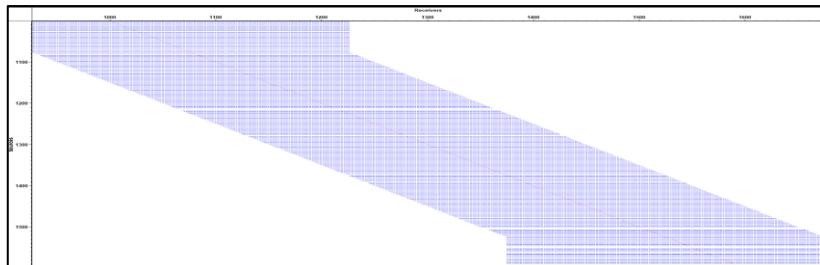
Gambar 4.27 Cuplikan tabel *Shot* yang berisikan informasi yang diperlukan untuk memberikan identitas pada bagian shot (*source*). FL 21

RECORD #	RECEIVER #	DEA STN	STN BULK	WEATH. VELOCITY	REPL. VELOCITY	FLOATING DATUM	STN ELEV	STN X.COORD	STN Y.COORD	TURN POINT	TURN ANGLE	
DEF. INCN	1.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1 32.74	927.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	196.200	196171.800	9146522.700	0.000	0.000	
2 32.74	928.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	206.500	196197.600	9146543.600	0.000	0.000	
3 50.49	929.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	214.000	196232.800	9146579.200	0.000	0.000	
4 49.64	930.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	187.000	196268.200	9146614.000	0.000	0.000
5 50.20	931.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	172.700	196303.700	9146649.500	0.000	0.000	
6 49.63	932.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	166.000	196339.100	9146684.100	0.000	0.000	
7 50.00	933.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	142.100	196374.400	9146720.500	0.000	0.000	
8 52.47	934.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	130.900	196411.100	9146757.500	0.000	0.000	
9 47.87	935.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	117.800	196445.300	9146790.900	0.000	0.000	
10 50.21	936.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	107.500	196481.200	9146826.000	0.000	0.000	
11 49.85	937.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	104.100	196516.500	9146861.200	0.000	0.000	
12 49.57	938.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	106.700	196551.800	9146896.000	0.000	0.000	
13 52.86	939.00	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	106.600	196599.500	9146932.000	0.000	0.000	

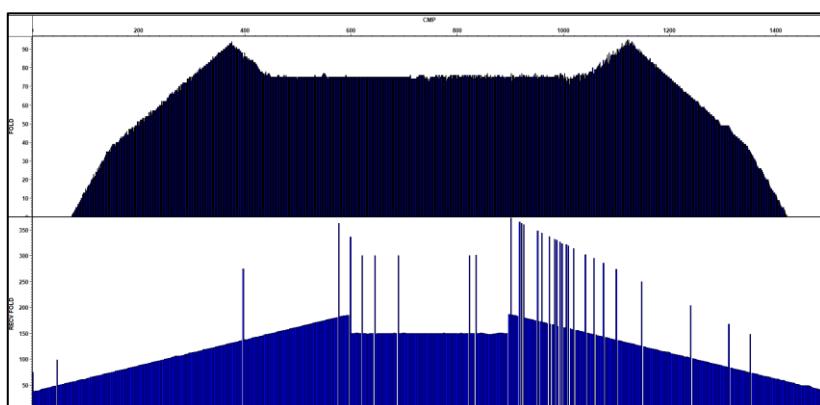
Gambar 4.28 Cuplikan tabel *Receiver* yang berisikan informasi tiap *geophone* FL 21



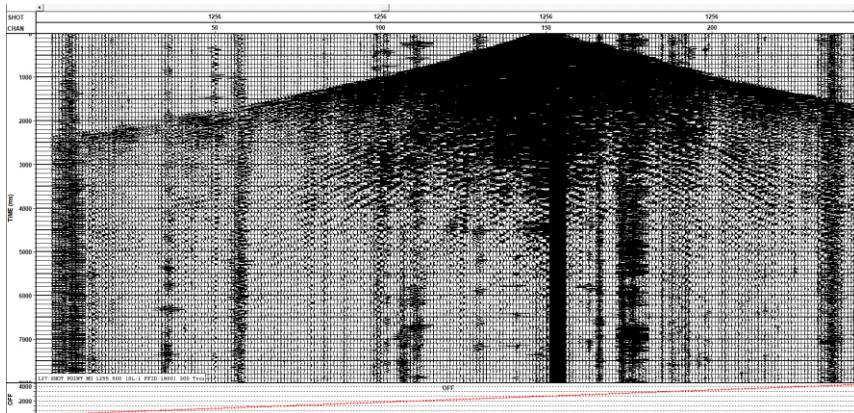
Gambar 4.29 Elevasi posisi *shot* dan *receiver* yang telah diinput FL 21



Gambar 4.30 *Stacking chart* dari konfigurasi akuisisi, Kotak merah adalah *shot* dan tanda plus adalah *geophone*. lintasan FL 21



Gambar 4.31 Fold coverage lintasan FL 21



Gambar 4.32 Shot point 1255 lintasan seismik FL 21

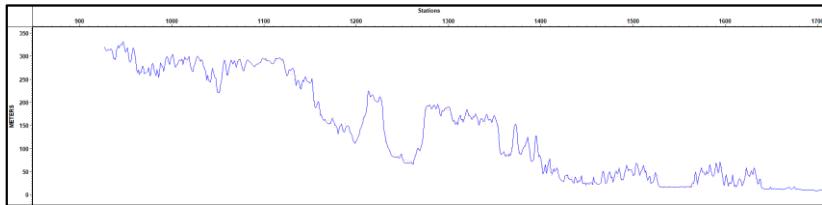
Grafik elevasi menunjukkan adanya perbedaan tinggian berarah Selatan Utara dari kiri ke kanan. Data elevasi akan digunakan dalam proses koreksi static pada tahap pengolahan data.

RECORD	FIELD	SHOT	FIRST CHANNEL	LAST CHANNEL	BEFORE GAP FROM	BEFORE GAP TO	AFTER GAP FROM	AFTER GAP TO	SHOT BULK	SHOT DEPTH	SHOT UPHOLE	SHOT ELEV	SHOT X-COORD	SHOT Y-COORD	SNO (+/-)	OFFSET	BEARING
DEFINCR		1,000	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1[1]00	164	1001,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	300,200	204166,200	918297,300	0,000	0,000	0,000
2[1]00	165	1002,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	281,400	204234,400	918297,400	0,000	0,000	0,000
3[1]00	166	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	280,400	204234,500	918297,500	0,000	0,000	0,000
4[1]00	167	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	296,400	205454,700	918274,400	0,000	0,000	0,000
5[1]00	168	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	293,500	205454,700	918274,500	0,000	0,000	0,000
6[1]00	169	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	291,000	207377,500	918291,500	0,000	0,000	0,000
7[1]00	170	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	286,000	205733,200	918274,700	0,000	0,000	0,000
8[1]00	171	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	274,200	205311,000	918254,800	0,000	0,000	0,000
9[1]00	172	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	272,200	205311,000	918254,900	0,000	0,000	0,000
10[1]00	173	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	272,200	205311,000	918254,900	0,000	0,000	0,000
11[1]00	174	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	288,700	207394,000	918291,600	0,000	0,000	0,000
12[1]00	175	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	278,000	207344,000	918291,400	0,000	0,000	0,000
13[1]00	176	1003,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	245,400	205329,100	918234,400	0,000	0,000	0,000
14[1]00	177	1011,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	296,500	204555,600	918296,700	0,000	0,000	0,000
15[1]00	178	1012,50	1	300	927,00	1226,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	284,000	204794,700	918286,700	0,000	0,000	0,000

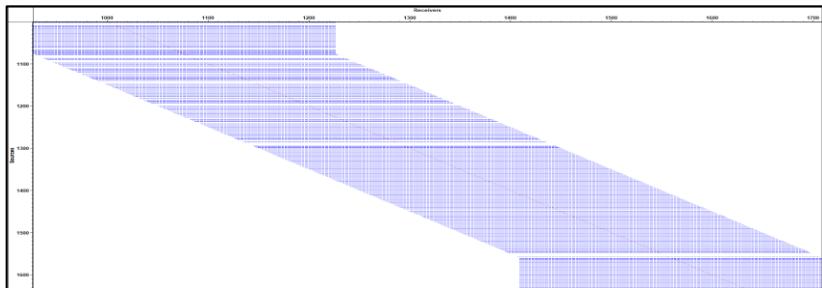
Gambar 4.33 Cuplikan tabel *Shott* yang berisikan informasi yang diperlukan untuk memberikan identitas pada bagian shot (*source*). FL 05

RECORD #	RECEIVER #	DEA STN	STN BULK	WEATH. VELOCITY	REFL. VELOCITY	FLOATING DATUM	STN ELEV	STN X-COORD	STN Y-COORD	TURN POINT	TURN ANGLE
DEFINCR	1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1[50,36]	927,00	0,000	0,000	0,000	0,000	319,600	200517,500	9183748,600	0,000	0,000	
2[50,36]	928,00	0,000	0,000	0,000	0,000	315,700	200566,600	9183737,400	0,000	0,000	
3[50,36]	929,00	0,000	0,000	0,000	0,000	312,800	200615,600	9183726,200	0,000	0,000	
4[50,36]	930,00	0,000	0,000	0,000	0,000	311,700	200654,500	918371,900	0,000	0,000	
5[49,81]	931,00	0,000	0,000	0,000	0,000	314,800	200713,300	918370,700	0,000	0,000	
6[50,19]	932,00	0,000	0,000	0,000	0,000	314,500	200762,500	9183698,000	0,000	0,000	
7[43,30]	933,00	0,000	0,000	0,000	0,000	313,300	200804,500	9183689,200	0,000	0,000	
8[58,88]	934,00	0,000	0,000	0,000	0,000	315,800	200860,100	9183668,700	0,000	0,000	
9[49,41]	935,00	0,000	0,000	0,000	0,000	315,100	200909,500	9183667,500	0,000	0,000	
10[49,84]	936,00	0,000	0,000	0,000	0,000	304,700	200957,900	9183655,600	0,000	0,000	
11[50,19]	937,00	0,000	0,000	0,000	0,000	293,800	201017,400	9183645,600	0,000	0,000	
12[50,19]	938,00	0,000	0,000	0,000	0,000	286,600	201057,400	9183637,400	0,000	0,000	
13[48,39]	939,00	0,000	0,000	0,000	0,000	293,100	201105,100	9183627,200	0,000	0,000	

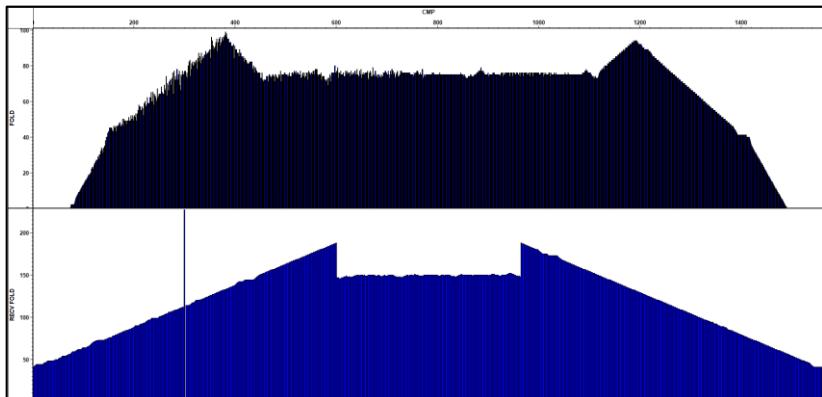
Gambar 4.34 Cuplikan tabel *Receiver* yang berisikan informasi tiap *geophone* FL 05



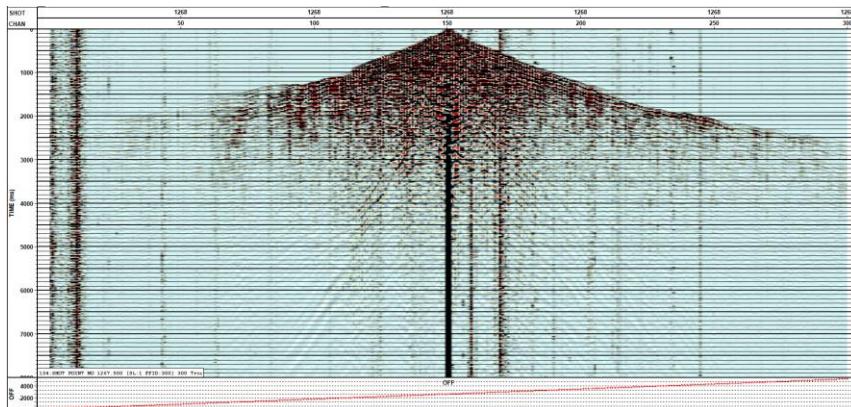
Gambar 4.35 Elevasi posisi *shot* dan *receiver* yang telah diinput FL 05



Gambar 4.36 *Stacking chart* dari konfigurasi akuisisi, Kotak merah adalah *shot* dan tanda plus adalah *geophone*.lintasan FL 05



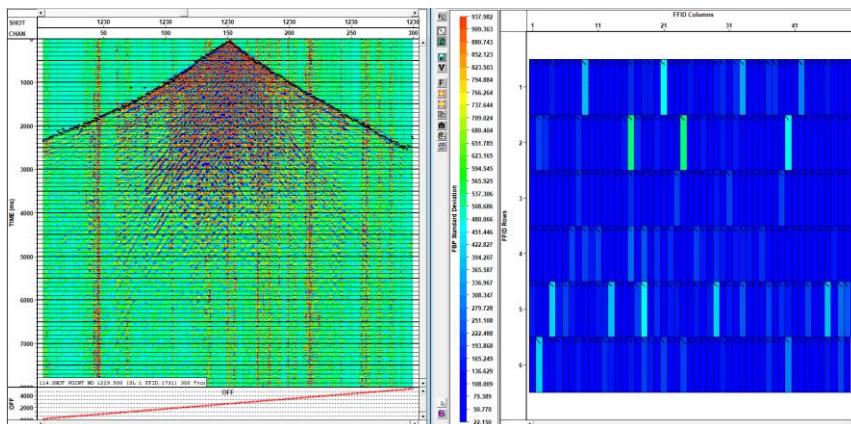
Gambar 4.37 Fold coverage lintasan FL 05



Gambar 4.38 Shot point 1267 lintasan seismik FL 05

#### 4.5.1.2 Koreksi Statik

Pengolahan koreksi statik dilakukan karena terdapat pengaruh topografi dengan variasi 100 – 500 m, untuk lintasan FL 21 dan 0-350 m untuk lintasan seismik FL 05. Tujuan dilakukan koreksi statik adalah membentuk posisi *shot* dan *receiver* dalam nilai yang sama, sehingga dapat meminimalisir *delay time* akibat kondisi topografi yang berbeda dan adanya lapisan lapuk dekat permukaan.

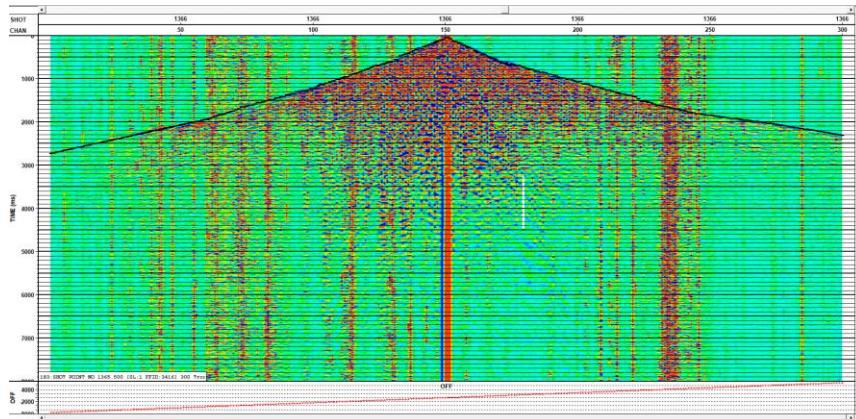


(a)

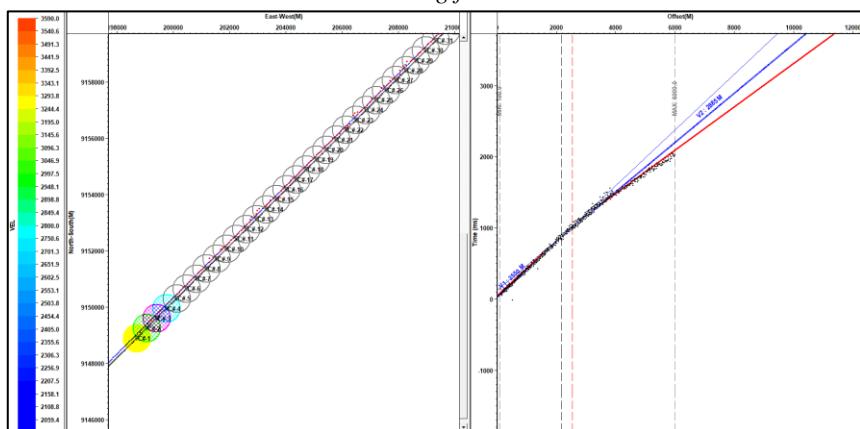
(b)

Gambar 4.39 (a) *Picking First Break* (b) hasil QC *first break Shot gather* lintasan seismik FL 21

Picking *first break* dilakukan untuk mendefinisikan gelombang awal, hasil *pick first break* ini akan digunakan untuk membuat struktur lapisan lapuk sesuai kecepatan dekat permukaan. Model kecepatan yang didapat akan digunakan dalam koreksi statik untuk mendekati ketinggian dengan topografi sebenarnya.



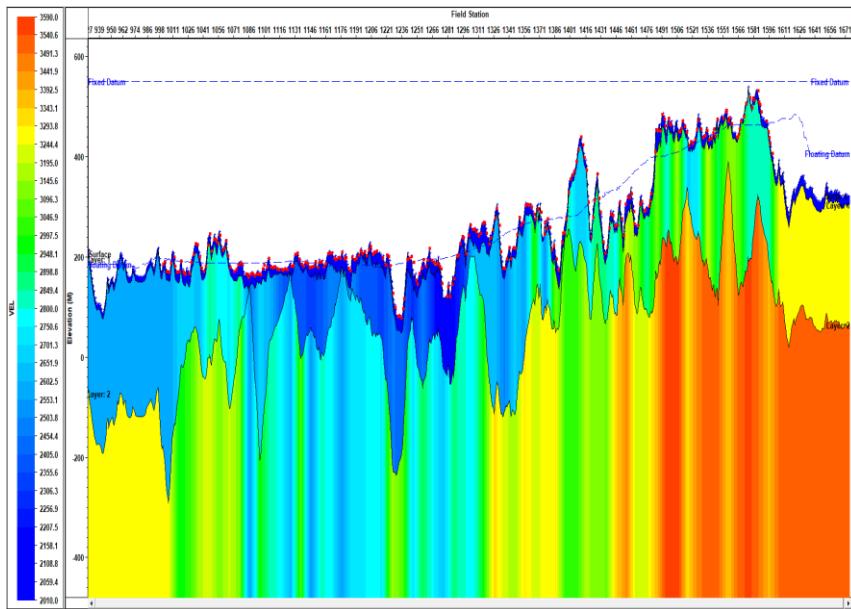
Gambar 4.40 *Picking first Break FL 05*



(a)

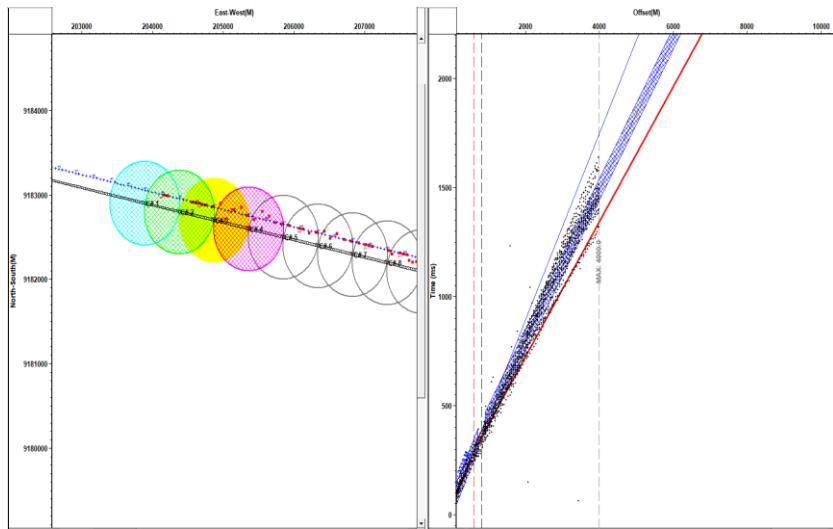
(b)

Gambar 4.41 (a) *Control point* (b) *Picking* kecepatan lintasan seismik FL 21

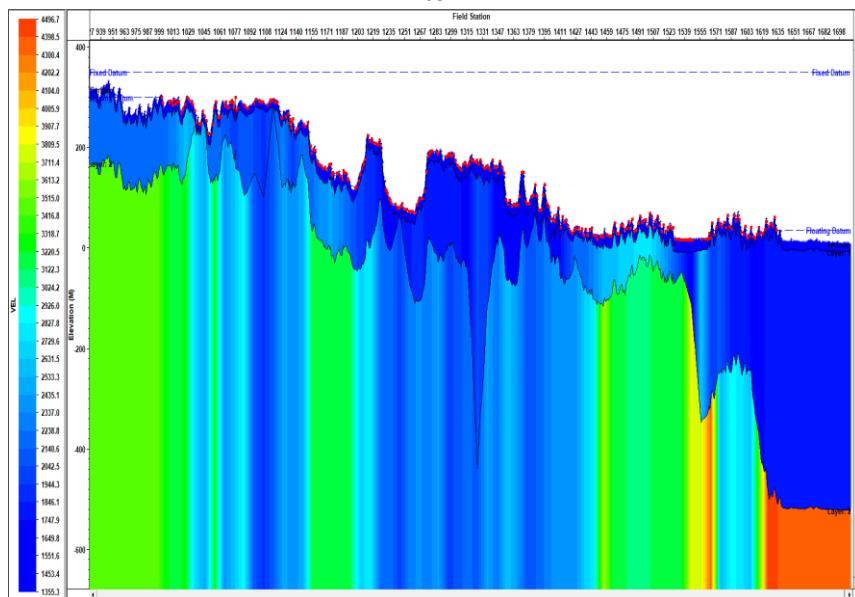


Gambar 4.42 Model statik seismik FL 21

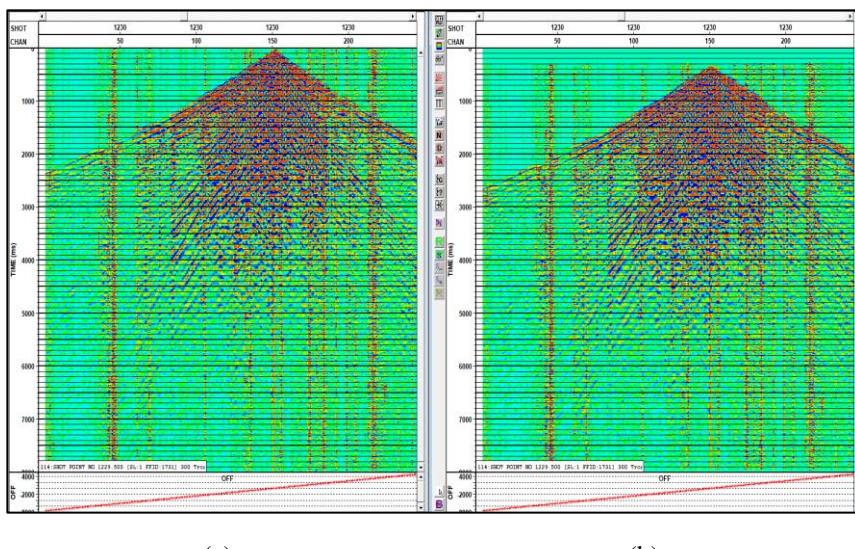
Model kecepatan didefinisikan menggunakan data *first break* pada setiap *control point*. Pada lintasan FL 21 digunakan *control point* setiap 500 m. Dengan memebrikan nilai *fix datum* 550m. Gambar 4.42 merupakan model statik lintasan seismik FL 21, pada gambar lapisan pertama sudah menyerupai bentuk elevasi. Data statik ini kemudian dimasukan kedalam header seismik dalam proses koreksi statik.



Gambar 4.43 (a) *Control point* dan (b) *Picking* kecepatan Lintasan seismik FL 05



Gambar 4.44 Model statik FL 05

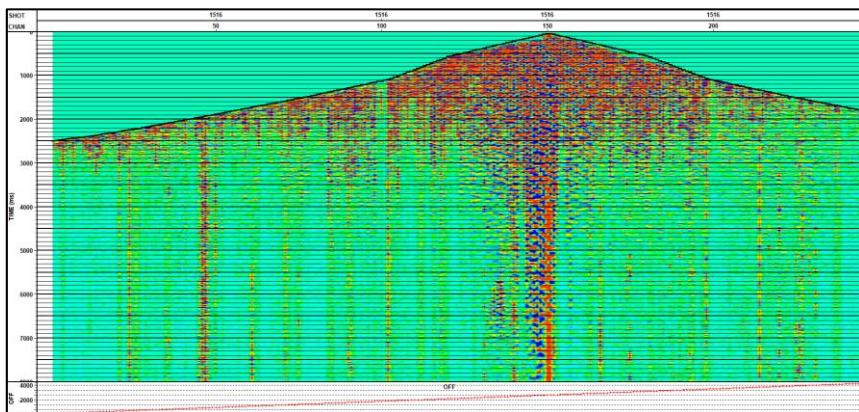


Gambar 4.45 (a) *Shot gather* sebelum dilakukan koreksi statik (b) *Shot gather* setelah dilakukan statik.

Koreksi statik menghasilkan data memiliki ketinggian tertentu sesuai topografi yang dihasilkan. Pada gambar 4.45 menunjukkan adanya perbandingan antara *raw seismic* sesudah dan sebelum koreksi statik, dimana pada (gambar 4.45 (b)) menunjukkan *shot gather* turun, dikarenakan seismic dibentuk sesuai dengan topografi.

#### 4.5.1.3 Mutting

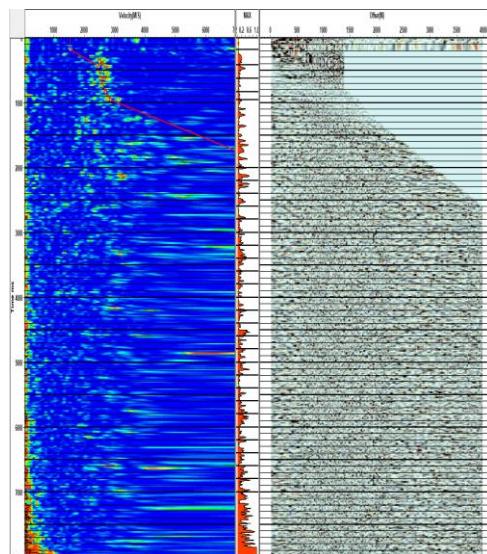
*Mutting* adalah proses pemotongan data *shot gather* yang bertujuan untuk display data yang lebih baik. Hal dilakukan dengan membuat geometri pemotongan yang diinginkan, pada penelitian ini dilakukan *mutting* dibagian *top*, sehingga tidak merubah informasi asli dari pengukuran



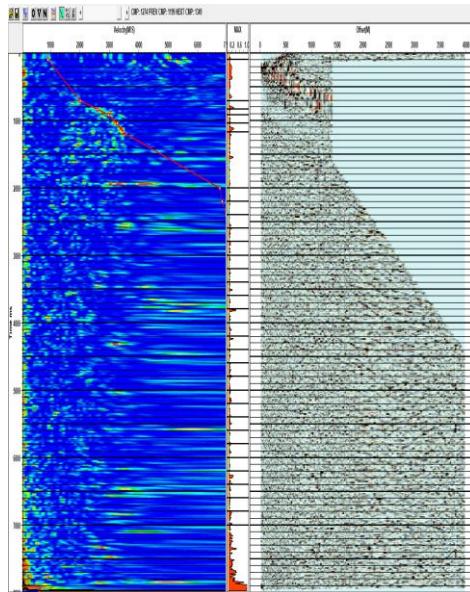
Gambar 4.46 Desain mute shot gather

#### 4.5.2 Processing

##### 4.5.2.1 Analisa Kecepatan Pertama



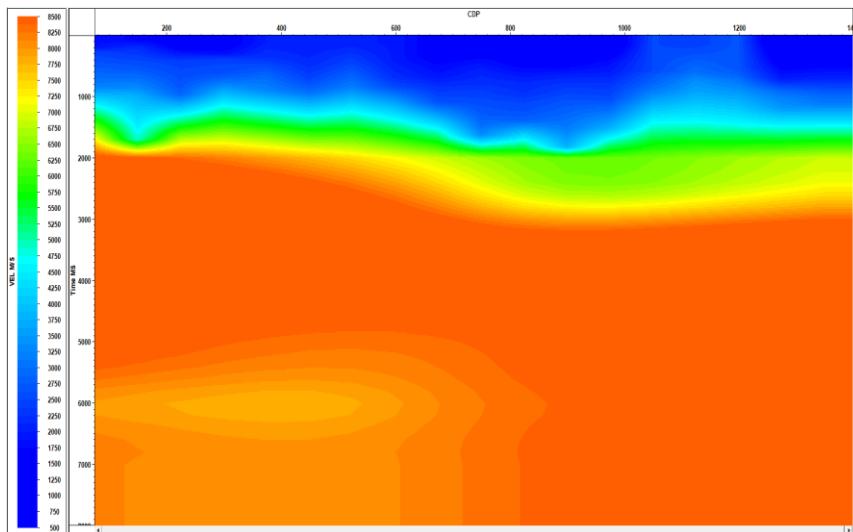
Gambar 4.47 Semblance dan Gather sesudah dilakukan picking kecepatan  
CMP 224 lintasan FL 05



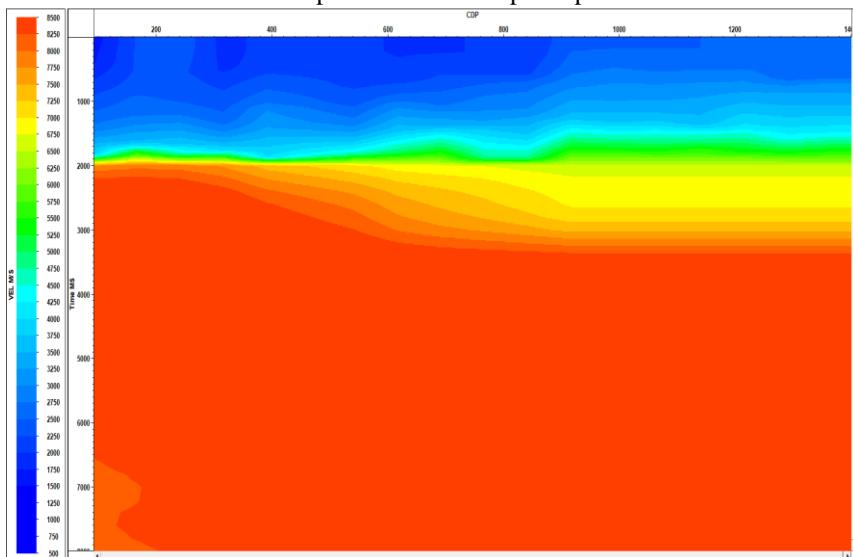
Gambar 4.48 *Semblance* dan *Gather* sesudah dilakukan picking kecepatan  
CMP 1274 lintasan FL 05

Data *picking* kecepatan yang digunakan, merupakan model kecepatan yang dihasilkan dari integrasi data parameter batuan pada (Gambar 4.23) untuk lintasan seismik FL 05 dan (Gambar 4.24) untuk lintasan FL 21. Pada data *gather* terlihat hasil *picking velocity* menunjukan pada time 0-1000 ms gather menjadi lurus, hal dapat diasumsikan kecepatan pada waktu yang didefinisikan sudah tepat.

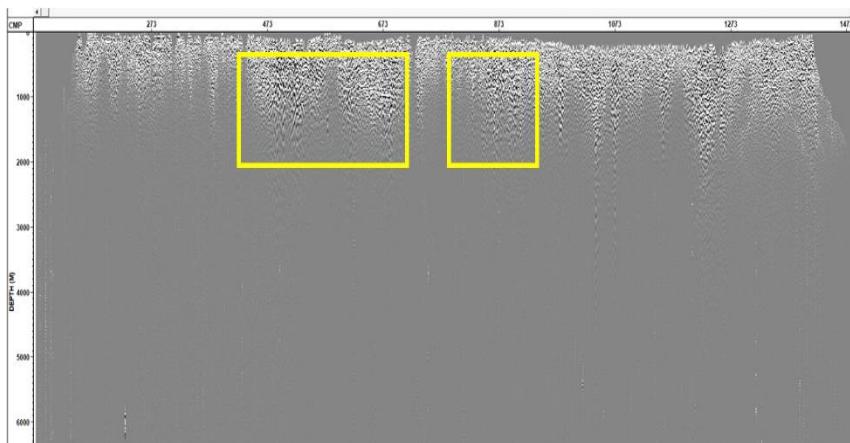
Data *picking* ini disimpan sebagai analisis kecepatan awal untuk dilakukan QC dalam bentuk *stacking* pada setiap tahap pengolahan. Gambar 4.49 menunjukkan model kecepatan hasil *picking* kecepatan lintasan F05 dan Gambar 4.50 model kecepatan lintasan F21, kontras kecepatan yang dihasilkan mendekati dengan model kecepatan hasil integrasi perameter batuan pengolahan Magnetotellurik dengan sumur. Kontras model kecepatan pada 2000 ms diasumsikan akan menghadai *event* reflektor kuat karena perbedaan nilai kecepatan yang cukup tinggi, karakteristik kedua model pada lintasan FL 05 dan FL 21 mengasilkan data terdapatnya even reflektor pada rentang 2000 – 2500 ms, dengan nilai 6500 - 7000 m/s, kontras dengan 0-1000 ms memiliki nilai 1000-2000 m/s



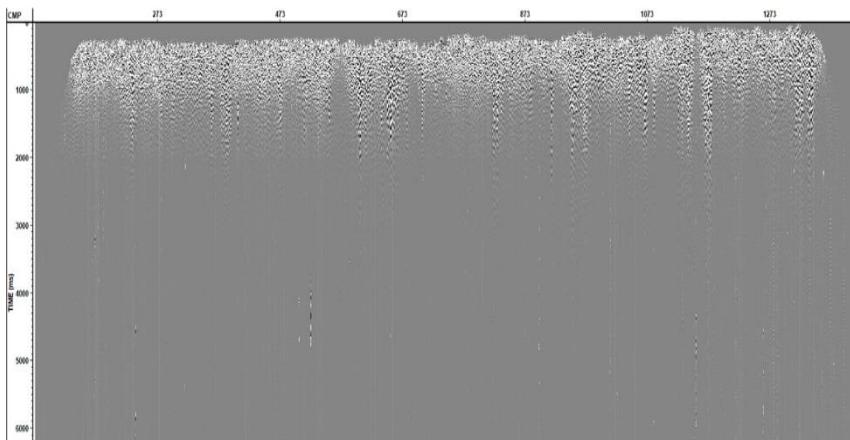
Gambar 4.49 Model kecepatan analisa kecepatan pertama lintasan FL 05



Gambar 4.50 Model kecepatan, analisa kecepatan pertama lintasan FL 21



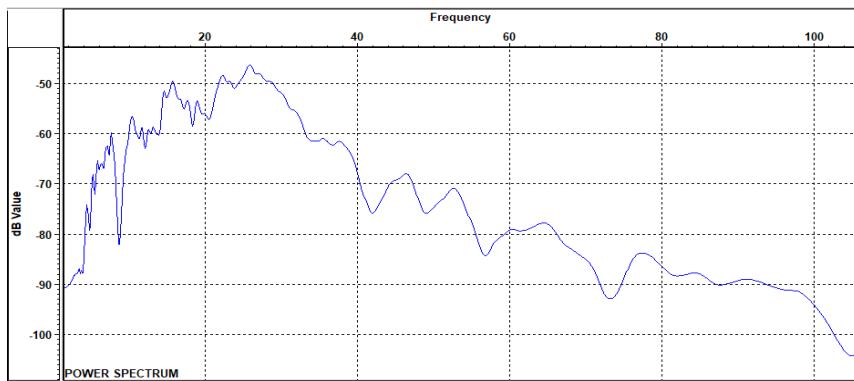
Gambar 4.51 Stack hasil raw data + koreksi static lintasan seismik FL 05



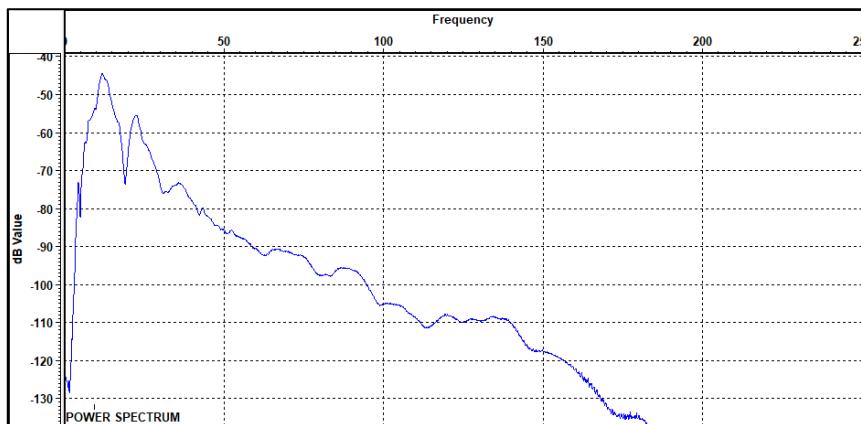
Gambar 4.52 Stack hasil raw data + koreksi static lintasan seismik FL 21

Setelah didapatkan model kecepatan, data seismik dapat dilakukan QC menggunakan *stacking*. (Gambar 4.51) dan (Gambar 4.52) menunjukan stacking data seismik yang sudah terkoreksi statik. Dimana pada FL 05 terlihat adanya beberapa event reflektor dekat permukaan pada 500 – 1500 ms yang ditandai warna kuning. Sedangkan pada FL 21 tidak didapatkan *event* reflektor yang kuat. Perlu adanya pengolahan lebih lanjut pada tahap *processing* untuk menghilangkan efek noise dan meningkatkan *event* reflektor

#### 4.5.2.2 Filter Frekuensi

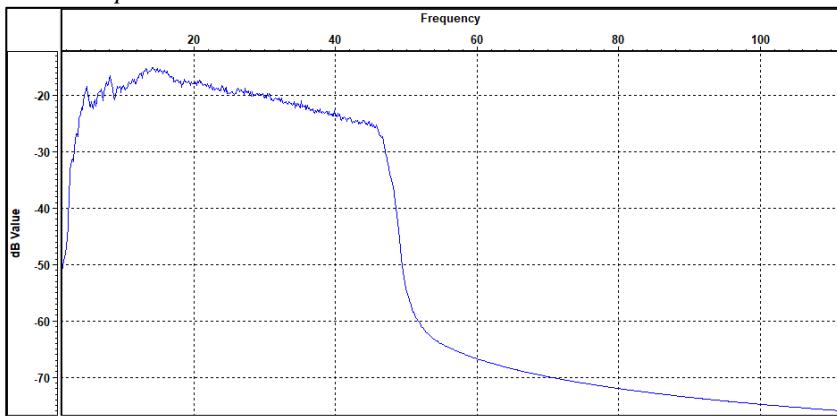


Gambar 4.53 Analisa spectral filter data FL 21 seismik sebelum dilakukan Bandpass filter

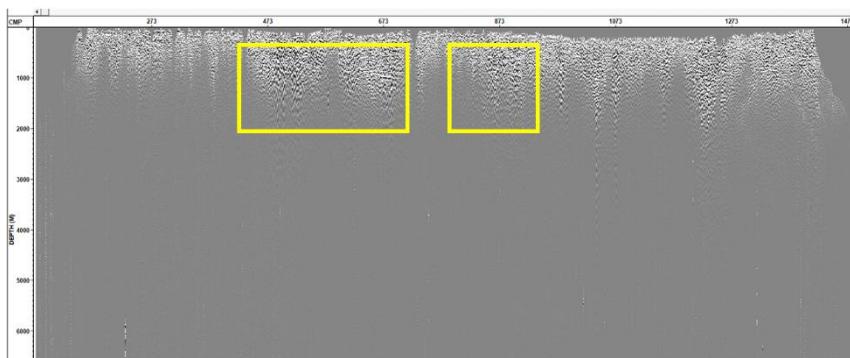


Gambar 4.54 Analisa spectral filter data FL 5 seismik sebelum dilakukan Bandpass filter

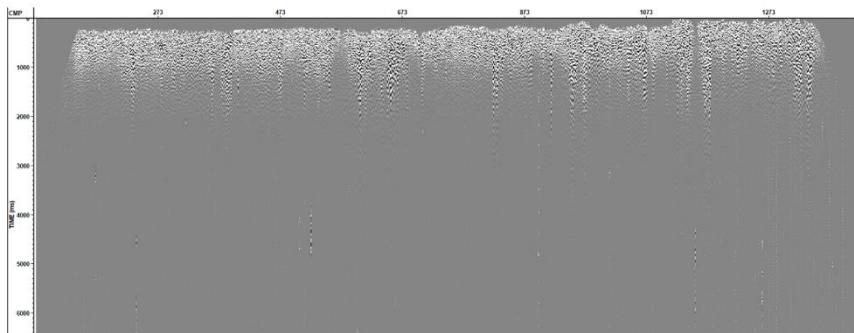
Pada tahap *filtering* digunakan metode *bandpass filter*, metode ini bertujuan untuk menghilangkan efek *noise low* frekuensi dan *high* frekuensi tinggi pada proses akusisi. Pada penelitian ini digunakan parameter berdasarkan analisis spektrum, dihasilkan nilai 1 Hz-5 Hz-45 Hz-50 Hz sebagai parameter filter *bandpass*



Gambar 4.55 Analisa spectral setelah dilakukan filter band pass 1/5/45/50



Gambar 4.56 Stack dengan parameter fiter frekuensi 1Hz – 5Hz – 45Hz - 60Hz  
lintasan seismik FL 05

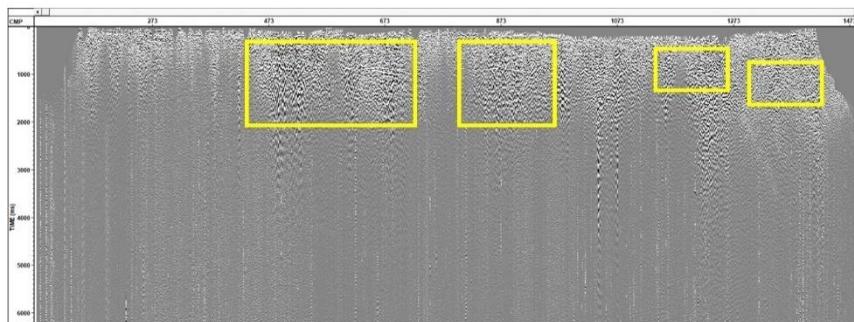


Gambar 4.57 Stack dengan parameter fiter frekuensi 1 Hz – 5Hz – 45Hz - 50Hz lintasan seismik FL 21

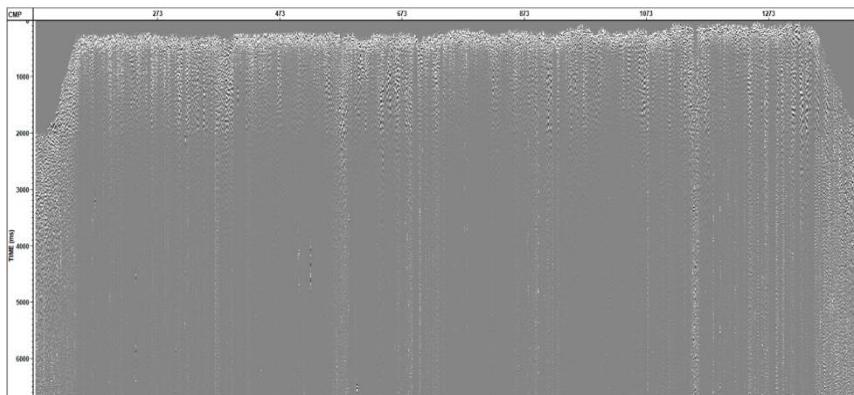
Hasil QC menggunakan *stacking* data hasil *filtering* menggunakan *bandpass* frekuensi 1Hz – 5 Hz – 45Hz - 50Hz menunjukkan data FL 05 menguatkan *event* reflektor, dan pada FL 21 belum menunjukkan *event* reflektor yang terbentuk.

#### 4.5.2.3 Sperical Divergence

Proses ini bertujuan untuk mengembalikan energi gelombang yang hilang karenapengaruh geometri dan mengalami peredaman. Parameter yang digunakan nilai analisis kecepatan pertama kemudian dikalkulasikan untuk menguatkan data seismik. parameter yang digunakan adalah perbandingan waktu dan kecepatan 0.2:1.2. Parameter yang digunakan menunjukan akan memulihkan 1.2 lebih besar sebelumnya kecepatan yang hilang sesuai bertambahnya 0.2 waktu.



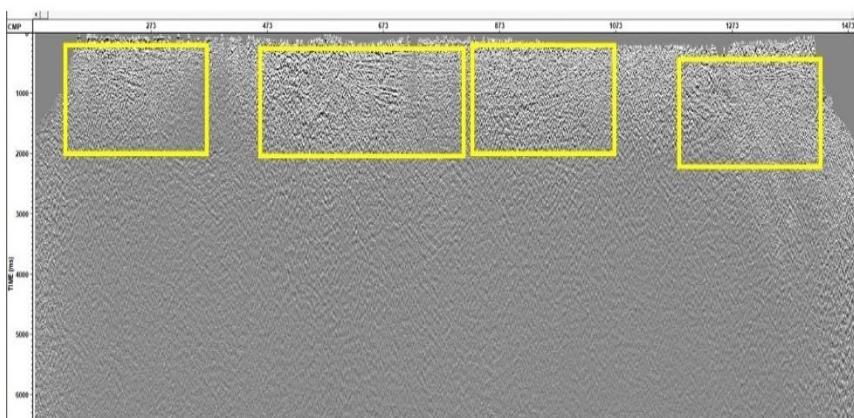
Gambar 4.58 Stack spherical Divergence lintasan seismik FL 05



Gambar 4.59 Stack spherical Divergence lintasan seismik FL 21

Pada (Gambar 4.59) ditunjukan pada kotak berwarna kuning indikasi terjadi penguatan *event* reflektor pada time 750-1000 ms, pada CMP 473-690, 800-900 dan 1073–1402 pada lintasan seismik FL 05. Sedangkan pada Lintasan FL 21 terdapat dugaan even reflektor pada 500-1000 ms tetapi resolusinya tidak sebaik lintasan FL 05, sehingga belum dapat diasumsikan sebagai *event* reflektor.

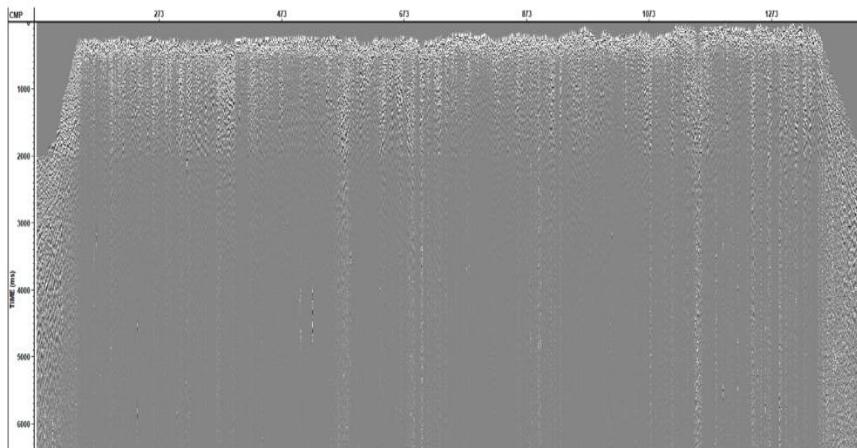
#### 4.5.2.4 Dekonvolusi



Gambar 4.60 Stack setelah dilakukan dekonvolusi dengan parameter OPL 60 ms Lag 20 lintasan seismik FL 05

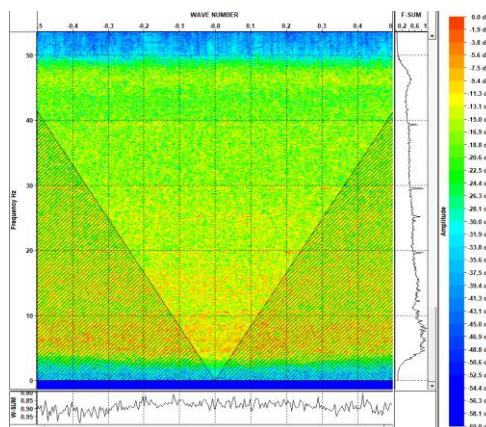
Data seismik perlu dilakukan perbaikan pada resolusi vertikal. Pada penelitian ini dilakukan dekonvolusi menggunakan metode *predictive*

*deconvolution*, dimana parameter masukan yang diperlukan adalah *gap length* dan *operator length*. Penelitian ini digunakan parameter *Operator length* sebesar 60 ms dan Lag 20. Operator length digunakan dalam menentukan jarak data yang akan diproses dekonvolusi. Sedangkan lag digunakan untuk menentukan tingkat akurasi dalam proses dekonvolusi.



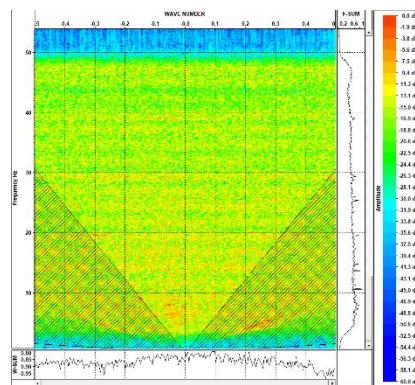
Stack setelah dilakukan dekonvolusi dengan parameter OPL 60 ms Lag 20  
lintasan seismik FL 21

#### 4.5.2.5 FK filtering

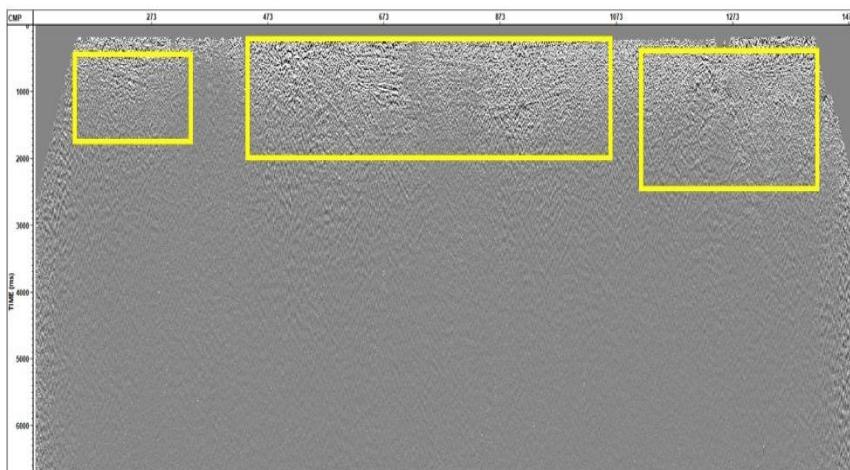


Gambar 4.61 Desain FK filter lintasan seismik FL 05

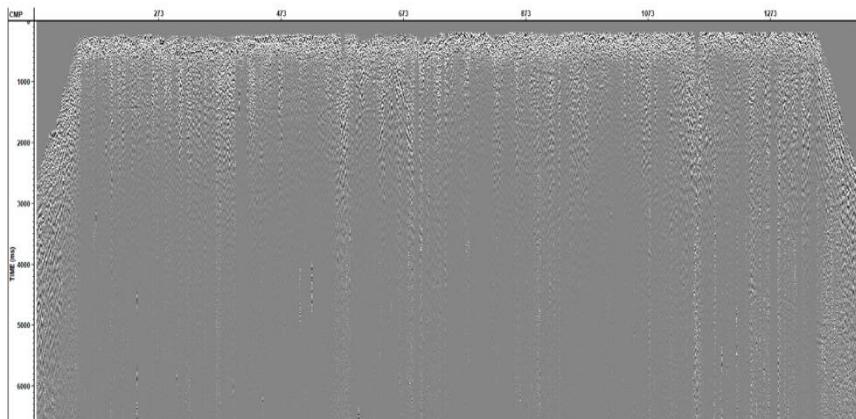
Proses filtering menggunakan metode FK filter dilakukan untuk menghilangkan noise yang tersisa. Pada metode perlu membuat desain parameter muting, dengan tujuan meningkatkan kualitas data dengan menyeleksi frekuensi data. Gambar 4.63 dan 4.64 merupakan desain muting proses FK filter untuk FL 05 dan FL 21



Gambar 4.62 Desain FK filter seismik FL 21



Gambar 4.63 Stack setelah dilakukan F-K filter lintasan seismik FL 05



Gambar 4.64 Stack setelah dilakukan F-K filter lintasan seismik FL 05

Gambar 4.63 merupakan hasil stack data seismik setelah dilakukan filtering menggunakan metode FK filter, pada FL 05 metode ini berguna untuk menghilangkan efek linear noise yang masih tersisa. Hasil stack menunjukkan event reflektor semakin jelas pada rentang 500 -2000 ms.

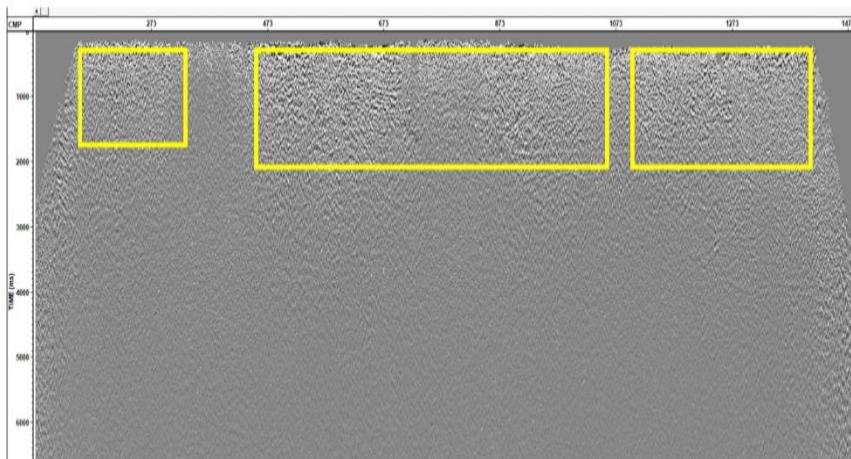
Gambar 4.64 merupakan hasil stack data FL 21, menunjukkan ada beberapa reflektor yang muncul pada rentang 1000-1500 ms. Karena *event* yang dihasilkan tidak terlalu kuat maka dalam penelitian ini perlu dilakukan proses *pre conditioning* untuk meningkatkan event yang dapat diasumsikan sebagai reflektor

#### 4.5.3 Pre conditioning

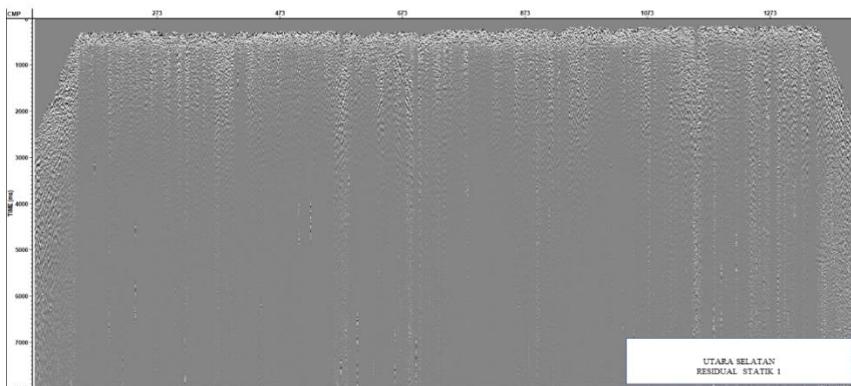
Setelah dilakukan tahapan *processing* maka dilakukan proses *pre-conditioning*. Tahapan ini bertujuan untuk menyiapkan data seismik sehingga siap untuk dilakukan migrasi. Tahap ini dianggap data sudah tidak memiliki data *noise*. Tahap yang dilakukan adalah frekuensi balancing dan residual statik.

##### 4.5.3.1 Residual statik 1

Proses ini bertujuan mengoreksi kembali statik menggunakan data setelah NMO (*Normal Move Out*). Pada proses residual statik 1 digunakan model kecepatan 1 sebagai koreksi NMO. Proses yang dilakukan adalah melakukan meningkatkan event reflektor dengan memperkecil *error* statiknya.



Gambar 4.65 Stack seismik FL 05 hasil residual statik 1

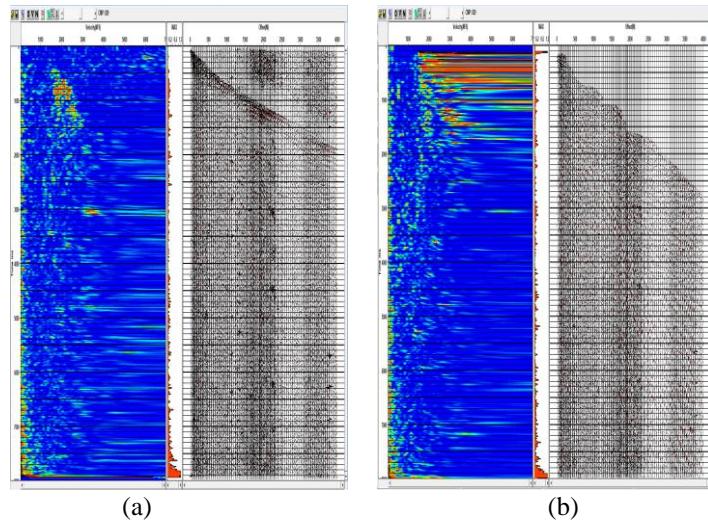


Gambar 4.66 Stack seismik FL 21 hasil residual statik 1

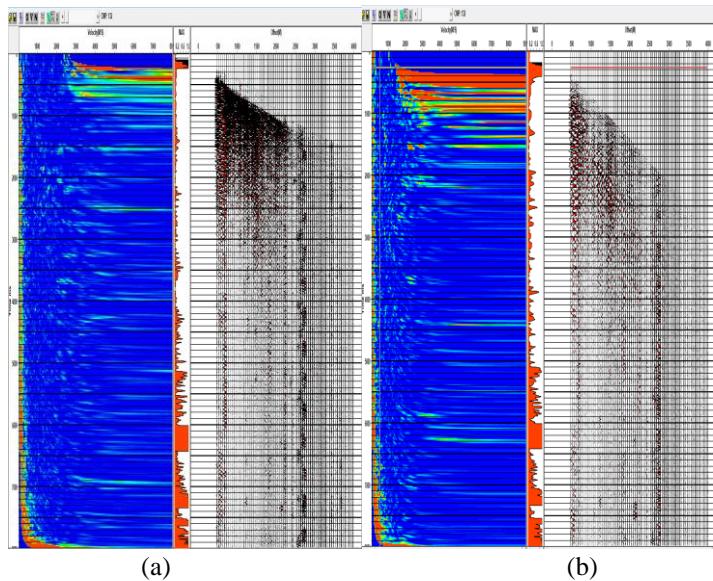
Gambar 4.65 dan Gambar 4.66 menunjukkan bahwa beberapa *event* reflektor seismik muncul pada time 500 -2000 ms rentang CMP 473-873 pada lintasan FL 05 (diperjelas dengan warna kotak kuning). Hasil residual statik 1 ini memunculkan dugaan terdapat *event* reflektor dibawah time 2000 ms sehingga ditinjau kembali menggunakan tahapan residual statik 2 setelah dilakukan analisis kecepatan kedua.

Pada lintasan seismik FL 21 terlihat event reflektor yang kontinuitas pada rentang CMP 273 – 673 time 1500 ms *event* tersebut tidak begitu kuat sehingga hanya sebagai indikasi bentuk event reflektor.

#### 4.5.3.2 Analisis kecepatan kedua

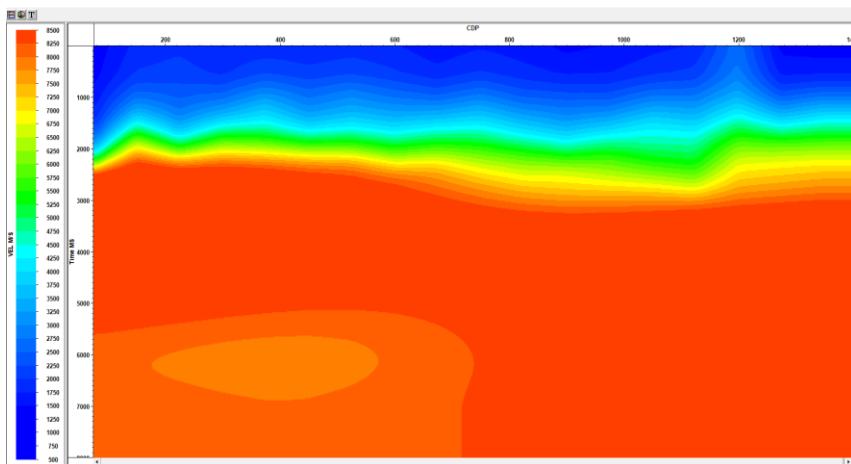


Gambar 4.67 (a) *Sembalance + gather* analisa kecepatan pertama (b)  
*Semblance +gather* analisa kecepatan kedua CMP 827 FL 05

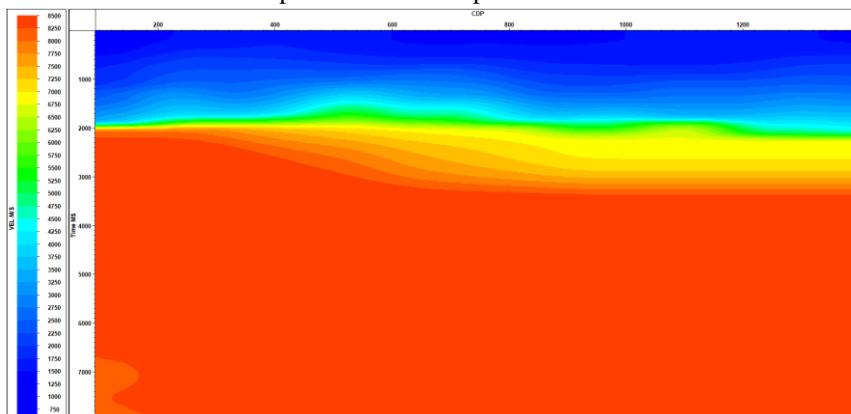


Gambar 4.68 (a) *Sembalance + gather* analisa kecepatan pertama (b)  
*Semblance +gather* analisa kecepatan kedua CMP 132 FL 21

Gambar 4.67 da Gambar 4.68 menunjukan perbedaan bentuk samblace antara analisis kecepatan 1 dan analisis kecepatan ke 2. Pada analisis kecepatan kedua diasumsikan noise pada data seismik sudah tereduksi dan terlihat adanya resolusi lebih baik untuk pengambilan titik kecepatan.



Gambar 4.69 Model kecepatan analisa kecepatan kedua lintasan seismik FL 05

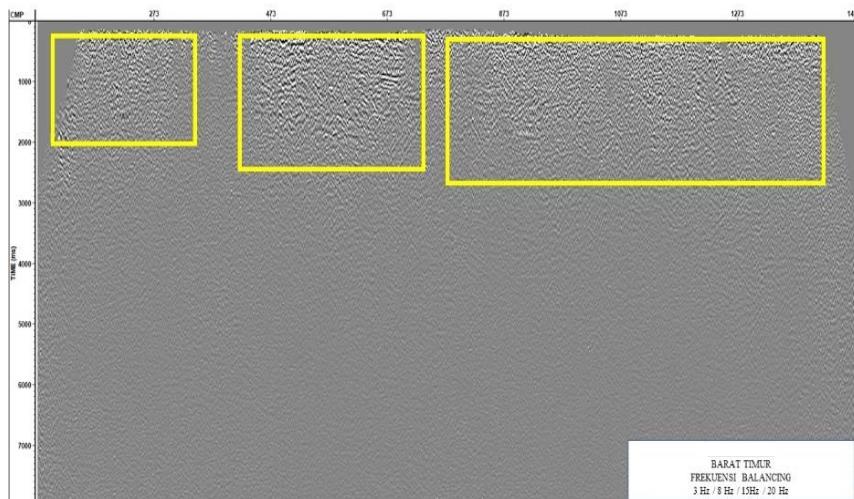


Gambar 4.70 Model kecepatan analisa kecepatan kedua lintasan seismik FL 21

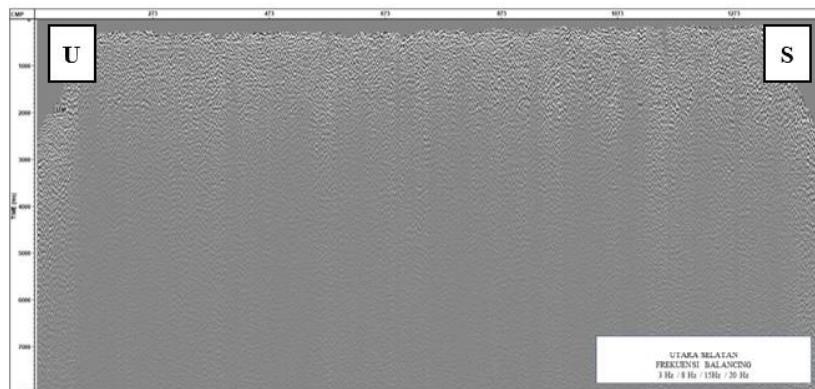
Model kecepatan yang dighasilkan menunjukkan adanya perubahan nilai kecepatan pada waktu 2000 ms pada rentang CDP 800 – 1200 lintasan seismik FL 05. Sedangkan pada FL 21 tidak terjadi perubahan signifikan hanya terjadi penurunan kecepatan pada rentang CDP 400 – 1200 *time* 1500 – 2000 ms.

#### 4.5.3.3 Frekuensi Balancing

Data seismik memiliki 2 karakter frekuensi dimana terdapat *low* frekuensi dan *high* frekuensi. Pada penelitian batuan memiliki karakter vulkanik dimana gelombang *high* frekuensi akan terpantulkan oleh reflektor. Dan karakter gelombang *low* frekuensi akan diteruskan, proses frekuensi *balancing* ini bertujuan untuk meningkatkan *event* seismik. Tujuan proses ini adalah mencari *event* dibawah reflektor kuat. Dari model kecepatan yang telah dibentuk terdapat indikasi reflektor kuat pada time 2000 ms baik pada lintasan FL 05 maupun FL 21. Hasil *pre conditioning* pada lintasan FL 05 menguatkan indikasi terdapatnya event reflektor di bawah time 2000 ms terlihat pada gambar 4.71 menunjukkan pada rentang CMP 873 -1273 terdapat *event* reflektor. Sedangkan pada lintasan seismik FL 21 indikasi reflektor pada lapisan time 2000 ms pada rentang CMP 673- 1073 semakin kuat.

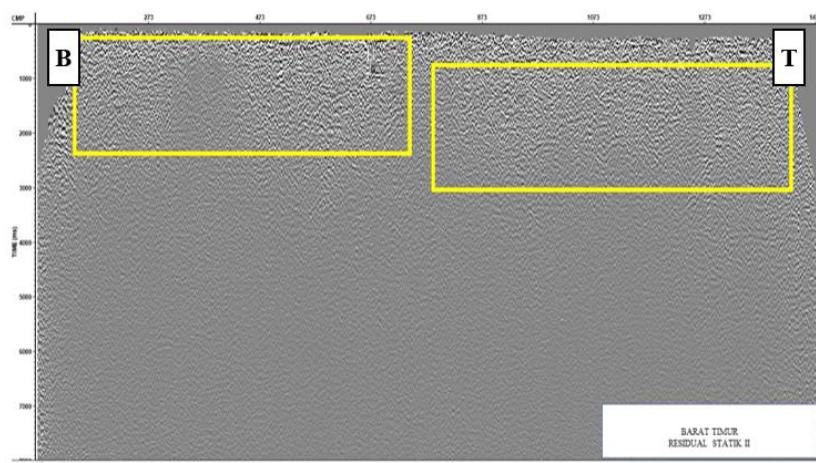


Gambar 4.71 Stack seismik FL 05 hasil frekuensi balancing 3 Hz – 8 Hz – 15 Hz – 20 Hz



Gambar 4.72 Stack seismik FL 21 hasil frekuensi balancing 3 Hz – 8 Hz – 15 Hz – 20 Hz

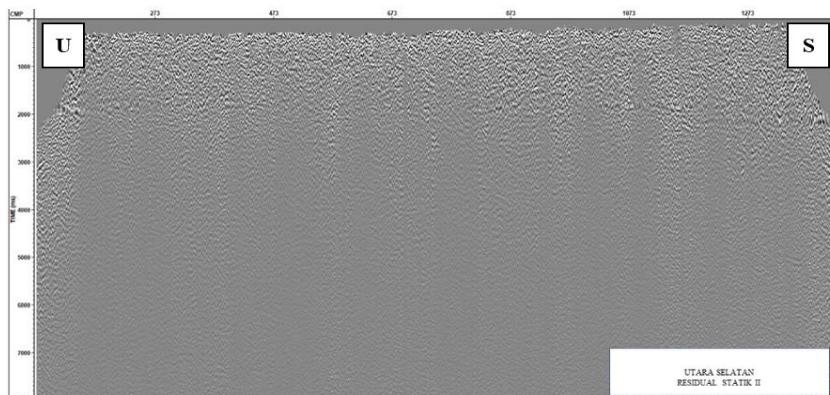
#### 4.5.3.4 Residual statistik II



Gambar 4.73 Stack seismik FL 05 hasil residual statistik II

Prinsip yang digunakan dalam proses residual statik II hampir sama dengan proses residual statik I, yaitu mengeluarkan statik power untuk mengoreksi atau memperkecil nilai error statik. Proses ini memanfaatkan nilai residual statik I dan residual statik II menggunakan koreksi NMO hasil analisis kecepatan kedua. Dilakukan perbandingan antara hasil residual I dan II

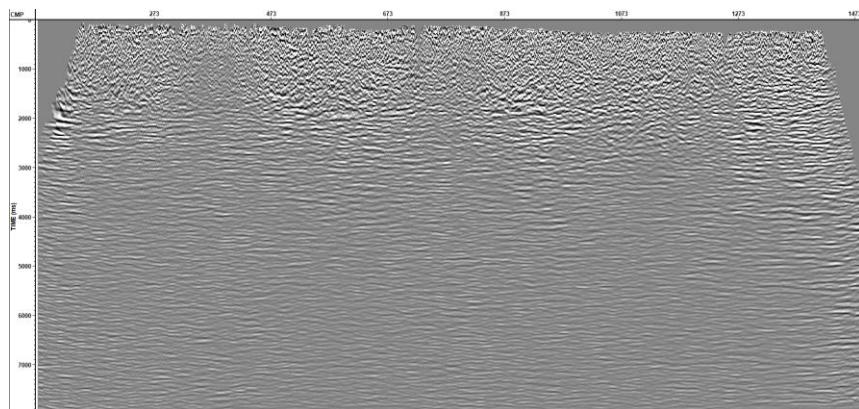
terlihat bahwa reflektor kuat terlihat lebih rapih dibandingkan hasil residual statik I.



Gambar 4.74 Stack seismik FL 21 hasil residual statik II

#### 4.5.3.5 Migrasi

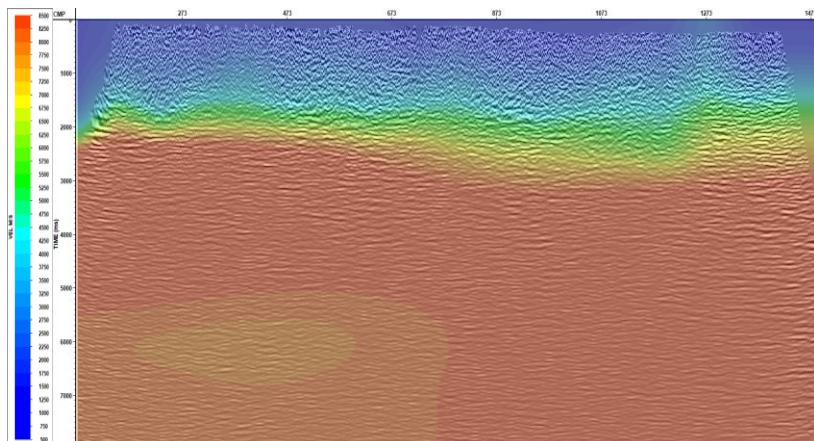
Proses migrasi yaitu mengembalikan reflektor kedalam posisi semua. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah poststack *FK migration*, metode ini dipilih karena memiliki hasil yang cukup akurat dan membutuhkan waktu yang cukup cepat.



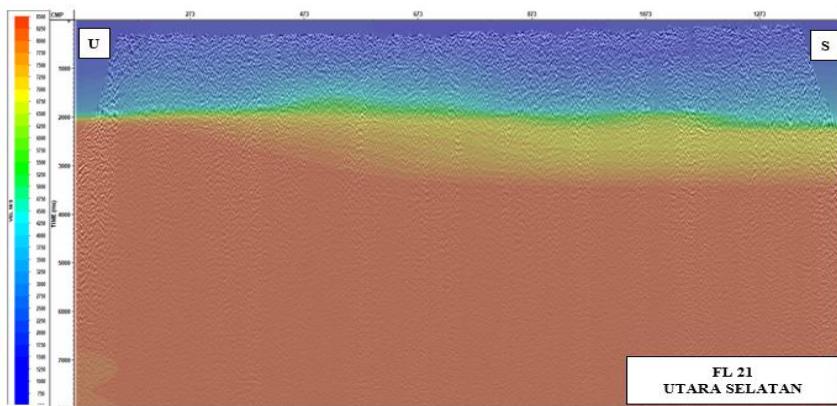
Gambar 4.75 Stack seismik FL 05 hasil FK migrasi

Hasil *FK migration* terlihat beberapa reflektor seismik menebal, dibandingkan hasil stack dari proses residual statik. Hasil ini dapat ditarik kesimpulan berupa adanya event reflektor dekat permukaan pada waktu 0 – 1000 ms sepanjang data seismik FL 05 dan dapat ditarik kontinuinas *event* reflektor pada 1700 – 2000 ms dan terdapat event reflektor dibawah 2000 ms pada CMP 873-1470.

#### 4.6 Integrasi Seismik dan Non Seismik



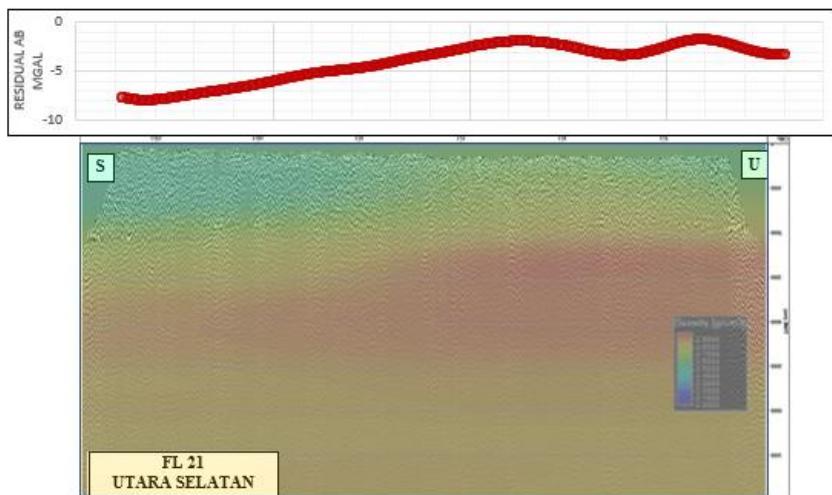
Gambar 4.76 Interpretasi lintasan seismik FL 05 hasil integrasi dengan metode magnetotellurik



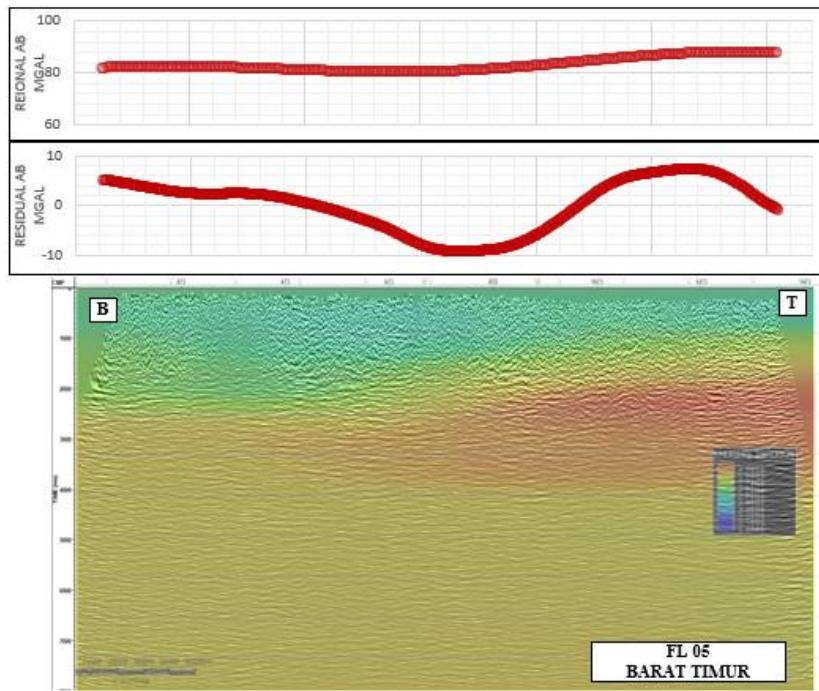
Gambar 4.77 Interpretasi lintasan seismik FL 21 hasil integrasi dengan metode magnetotellurik

Gambar 4.76 dan gambar 4.77 merupakan hasil interpretasi *event* reflektor hasil peningkatan resolusi reflektor pada lintasan FL 05 dan FL 21 menggunakan pengolahan metode konvensional hasil integrasi hasil pengolahan metode magnetotellurik, terdapat 3 event reflektor yang digambarkan dimana sesuai dengan bentuk *velocity model* hasil integrasi data magnetotellurik untuk meningkatkan event seismik pada vulkanik area. Pada rentang waktu 0-2000 ms masih adanya bentuk event reflektor.

Analisis yang dihasilkan berupa korelasi dengan geologi regional bahwa terdapatnya pengaruh batuan keras lainnya seperti karakter batuan *volcano-clastic* yang mempengaruhi *imaging* seismik daerah penelitian. Pada lapangan seismik karater vulkanik dihasilkan dari endapan batu beku pada bagian barat lintasan seismik dan pada bagian timur adalah batuan *volcano-clastic* (seismik FL 05). Dari hasil yang didapatkan hasil pengolahan data integrasi belum menunjukkan adanya peningkatan event reflektor di bawah batuan beku. akan tetapi dapat diasumsikan bahwa adanya karakter basement pada kedalaman waktu > 2000 ms. Sehingga memungkinkan adanya karakter bantuan induk kayak organik yang memungkinkan terpendam di bawah batuan beku. Selain itu kesimpulan ini didukung dengan hasil integrasi seismik dan metode *gravity*.



Gambar 4.78 Interpretasi lintasan seismik FL 21 hasil integrasi dengan metode *gravity*



Gambar 4.79 Interpretasi lintasan seismik FL 21 hasil integrasi dengan metode gravity

Dari bentuk hasil model densitas hasil integrasi metode magnetotellurik gravity, ketika ditempelkan dengan hasil seismik (Gambar 4.78) dan (Gambar 4.79), mengindikasi lapisan keras berada pada kedalaman waktu 2000 ms pada lintasan FL 05 sedangkan berbeda dengan lintasan FL 21 menunjukkan sudah terdapat batuan keras semakin tebal berarah utara. Hal ini menunjukkan adanya efek batuan beku tersebut yang mengakibatkan seismik tidak dapat memberikan imaging yang baik. Cara pengolahan dan akuisisi konvensional dianggap tidak efektif dalam metode sismik pada lingkungan vulkanik. Hasil integasi beberapa metode ini hanya dapat meningkatkan event seismik dekat permukaan, akan tetapi belum dapat memberikan imaging terbaik dibawah batuan beku. Akan tetapi indikasi bahwa adanya reservoir di bawah batuan beku dapat ditingkatkan dari hasil pengolahan magnetotellurik dan gravity. Dimana pada lintasan FL 05 model densitas menunjukkan adanya kontras densitas pada kedalaman waktu >4000 ms.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah :

1. Metode magnetotellurik memiliki resolusi vertikal cukup baik dengan hasil inversi Occam memiliki rentang nilai resistivitas  $10 - 10^4$  ohm.m, dimana pada 1000 – 4000 ms diindikasi batuan keras dengan nilai resistivitas bernilai  $10^3 - 10^4$  ohm.m. Sehingga dapat dikorelasikan dengan kondisi geologi regional pada lintasan FL 01 bagian barat merupakan batuan vulkanik berumur quarter dan semakin ke timur batuan *voulcano-clastic* berseling batuan vulkanik dengan ketebalan 1000 ms atau rata rata 750 m – 1000 m.
2. Hasil integrasi metode Magnetotellurik dan gravity menunjukkan adanya perlapisan batuan keras dekat permukaan. Lapisan batuan keras dindikasi batuan *volcano-clastic* dan batuan beku pada bagian Barat. Dengan nilai densitas absolute  $2.6 - 3$  g/cc hasil integrasi trend regional data anomali bougeur dan model densitas inline dengan data seismik FL05 dan FL21. Perlu adanya analisis densitas relatif dengan menggunakan trend residual *anomaly bougeur*.
3. Pengaruh nilai elevasi sangat penting dalam pengolahan data seismik. Dikarenakan posisi stasiun sumber dan receiver tidak sama pada seluruh lintasan. Sehingga diperlukan koreksi statik. Khususnya pada kawasan vulkanik memiliki nilai elevasi yang tinggi
4. Hasil pengolahan data menunjukkan, data seismik menghasilkan reflektor dekat pemukaan pada lintasan FL 05 dan FL 21. Hal ini mengindikasi bahwa terdapat pengaruh batuan *volcano-clastic* dengan besar densitas  $2.71 \text{ g/cm}^3 - 3 \text{ g/cm}^3$  dan kecepatan  $5500 \text{ m/s} - 8500 \text{ m/s}$  pada waktu  $0 - 2500$  ms mempengaruhi imaging seismik pada daerah penelitian. Hasil pengolahan data seismik FL 05 menunjukkan terdapat event reflektor pada waktu 1000 ms, 2000 ms dan 2300 ms. Event waktu 2300 ms hilang pada CMP 273 – 873 yang diindikasi merupakan lapisan vulkanik. Dan hasil pengolahan seismik lintasan FL 21 diindikasi terdapat event reflektor pada waktu 2000 ms. Dapat disimpulkan bahwa gelombang frekuensi tinggi tidak dapat menembus lapisan vulkanik

## **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil dan kesimpulan untuk memberikan hipotesa selanjutnya adalah :

1. Penelitian lebih lanjut dilakukan metode koreksi statik yang lebih akurat, dengan adanya data gravity memungkinkan koreksi statik dilakukan menggunakan *jonit inversion* antara metode gravity dan seismik refraksi
2. Pengambilan kesimpulan bahwa perlu adanya desain akuisisi seismik yang berbeda dengan desain akuisisi data seismik bersifat konvensional pada karakter lingkungan vulkanik. Hal ini dikarenakan posisi penembakan sejajar dengan bidang reflektor, mengakibatkan gelombang terpantulkan. Pelakukan desain akuisisi *far offset* mungkin dapat digunakan karena sumber gelombang tidak tepat berada di bidang reflektor sehingga dapat mencapai target dibawah refektor tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Colombo, D., and M. De Stefano, 2007, Geophysical modeling via simultaneous joint inversion of seismic, gravity, and electromagnetic data: Application to prestack depth imaging: The Leading Edge, 26, 326–331, doi: [10.1190/1.2715057](https://doi.org/10.1190/1.2715057)
- Daud, Yunus. 2010. "Diktat Kuliah : Metode Magnetotellurik (MT)". Laboratorium Geofisika, FMIPA Universitas Indonesia. Grandis, H.
2009. "Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika". Himpunan Ahli Geofisika Indonesia: Jakarta
- Heincke, B., M. Jegen, M. Moorkamp, and R. W. Hobbs, 2014, Joint-inversion of magnetotelluric, gravity and seismic data to image sub-basalt sediments offshore the Faroe-Islands: 84th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 770–775.
- Huijun, H., dan A. Pal, 2009, *Evaluating Volcanic Reservoirs*. Oilfield Review Spring, Schlumberger.
- Indriana, R. D. 2008. Estimasi Ketebalan Sedimen dan Kedalaman Diskontinuitas Mohorovicic Daerah Jawa Timur dengan Analisis Power Spectrum Data Anomlai Gravitasi. Berkala Fisika, Vol. 11 No. 2:67-74.
- Oskooi, B. 2006. "1D Interpretation of The Magnetotelluric Data from Travale Geothermal Field in Italy". Jurnal of The Earth & Space Physics. Vol. 32, No. 2
- Panzner, Martin, Jan Petter Morten,Wiktor Waldemar Weibull and Børge Arntsen, 2016. Integrated seismic and electromagnetic model building applied to improve subbasalt depth imaging in the Faroe-Shetland Basin. GEOPHYSICS, VOL. 81, NO. 1 (JANUARY-FEBRUARY 2016); P. E57–E68, 15 FIGS. 10.1190/GEO2015-0137.1
- Prakoso, P. 2009. Migrasi data seismik 3D menggunakan metode *Kirchoff Pre-Stack Depth Migration* (Kirchoff PSDM) pada lapangan Nirmala cekungan Jawa Barat bagian Utara. 2009. Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- Rateau, R., Schofield, N. & Smith, M., 2013. *The Potential Role of Igneous Intrusions on Hydrocarbon Migration*, West of Shetland, Petroleum Geoscience, in press.
- Satyana, A.H., 2015, *Subvolcanic Hydrocarbon Prospectivity of Java: Opportunities and Challenges*, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 39th Annual Convention and Exhibition, Jakarta, May 2015.
- Sheriff, Robert E., 2001. Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics. Cambridge University Press.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., and Keys, D.A., 1976. Applied Geophysics, Cambridge University Press.

Unsworth, Martyn, 2006, Electromagnetic and Potential Field Methods  
Yilmaz, O., 2001, Seismik Data Processing, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Script FFT gravity

```
clear all;
clc;

% Input data

data = dlmread('slice5.dat');
BA = data(:,3);
x = data(:,4);
N = length(x);
z=(BA);

% proses FFT
f = fft(z);
f = f(1:N/2+1);
dx = 50;
k = (2*pi()/dx).*[1/N : 1/N : 1/2];
k = k';
% pengolahan data amplitudo
psdzo = abs(f).^2;
psdz = (psdzo).^0.5;
psdz(2:end-1) = 2*psdz(2:end-1);
A = log10( psdz ) ./log10(exp(1));

figure(1);clf
semilogx(k,A(1:end-1),'k*');hold on
hold on;grid on
 xlabel('k')
 ylabel('ln A')

figure(2);clf
plot(k,A(1:end-1),'k*');hold on
hold on;grid on
 xlabel('k')
 ylabel('ln A')
```

## Lampiran 2. Data Analisis Spektrum setiap hasil slicing

A-A'		B-B'		C-C'		D-D'		E-E'		F-F'	
Ln A	k										
16.50139	0.00066	16.22008	0.00066	16.32751	0.000657	15.69719	0.000588	16.42118	0.00059	17.04767	0.000591
13.41429	0.001319	14.0807	0.001319	13.56988	0.001314	11.27226	0.001176	12.59334	0.001181	8.121138	0.001183
12.49706	0.001979	12.62064	0.001979	11.47974	0.001971	11.77276	0.001765	11.73571	0.001771	9.589452	0.001774
11.91333	0.002639	12.11274	0.002639	11.74815	0.002628	10.12682	0.002353	10.22856	0.002361	8.088319	0.002365
11.63039	0.003298	11.63933	0.003298	10.36174	0.003285	7.691641	0.002941	9.504975	0.002952	9.282047	0.002957
10.31236	0.003958	11.23463	0.003958	10.81569	0.003942	8.791756	0.003529	8.533123	0.003542	4.640663	0.003548
10.2552	0.004617	10.21516	0.004617	9.244029	0.004599	7.091038	0.004118	8.448641	0.004132	8.121249	0.00414
9.782365	0.005277	9.895901	0.005277	9.926476	0.005256	5.962072	0.004706	8.447052	0.004723	7.533923	0.004731
9.76322	0.005937	9.896752	0.005937	9.367722	0.005913	3.927031	0.005294	8.131375	0.005313	7.289811	0.005322
9.367821	0.006596	9.553684	0.006596	8.813259	0.00657	5.550512	0.005882	7.434525	0.005903	6.576704	0.005914
9.288754	0.007256	9.471573	0.007256	8.989141	0.007227	3.840383	0.006471	6.617981	0.006494	6.175192	0.006505
8.984076	0.007916	9.221911	0.007916	8.691519	0.007884	4.324057	0.007059	7.406534	0.007084	6.23969	0.007096
8.862541	0.008575	8.937248	0.008575	8.374188	0.008541	4.65203	0.007647	7.414024	0.007674	6.075436	0.007688
8.714412	0.009235	8.920843	0.009235	8.377295	0.009198	0.55332	0.008235	6.701357	0.008264	5.963936	0.008279
8.534105	0.009894	8.653479	0.009894	8.192821	0.009855	4.179221	0.008824	6.422147	0.008855	6.669418	0.00887
8.415503	0.010554	8.665277	0.010554	7.97621	0.010512	3.49425	0.009412	6.443679	0.009445	5.732411	0.009462
8.376374	0.011214	8.431749	0.011214	7.84196	0.01117	2.435731	0.01	6.292124	0.010035	5.886575	0.010053
8.127939	0.011873	8.322114	0.011873	7.787489	0.011827	4.351431	0.010588	6.345951	0.010626	5.583555	0.010645
8.046501	0.012533	8.157959	0.012533	7.608882	0.012484	3.636942	0.011176	5.992975	0.011216	5.211149	0.011236
7.800555	0.013193	8.125665	0.013193	7.563733	0.013141	3.553467	0.011765	6.16892	0.011806	5.093016	0.011827
7.941813	0.013852	8.007793	0.013852	7.368558	0.013798	3.751101	0.012353	5.943316	0.012397	5.136262	0.012419
7.778736	0.014512	7.937358	0.014512	7.379535	0.014455	2.584426	0.012941	5.942636	0.012987	4.786449	0.01301
7.577578	0.015172	7.82695	0.015172	7.253143	0.015112	3.453639	0.013529	5.684258	0.013577	4.988916	0.013601
7.506183	0.015831	7.711248	0.015831	7.113074	0.015769	3.869279	0.014118	5.855886	0.014168	5.033831	0.014193
7.491746	0.016491	7.626415	0.016491	7.10804	0.016426	3.541528	0.014706	5.628779	0.014758	5.077179	0.014784
7.494747	0.01715	7.562411	0.01715	6.970279	0.017083	3.468774	0.015294	5.24726	0.015348	5.040008	0.015376
7.246839	0.01781	7.47303	0.01781	6.898887	0.01774	3.297225	0.015882	5.697256	0.015939	4.834274	0.015967
7.202305	0.01847	7.428737	0.01847	6.845815	0.018397	3.015956	0.016471	5.397091	0.016529	4.834369	0.016558
7.1772	0.019129	7.314916	0.019129	6.756635	0.019054	3.518598	0.017059	5.251595	0.017119	4.69394	0.01715
7.160618	0.019789	7.256869	0.019789	6.645007	0.019711	3.659328	0.017647	5.302564	0.01771	4.758912	0.017741
6.972769	0.020449	7.187813	0.020449	6.654921	0.020368	3.268936	0.018235	5.113325	0.0183	4.616045	0.018332
6.926961	0.021108	7.141792	0.021108	6.517587	0.021025	3.408009	0.018824	5.101118	0.01889	4.707457	0.018924

## **PROFIL PENULIS**



Muhammad Fikri Putra Pramata. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal pada SDN Pondok Rumput I, SMP Negeri 5 Bogor dan SMA Negeri 1 Bogor. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan jenjang yang lebih tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Departemen Teknik Geofisika. Dalam proses pendidikan penulis aktif mengikuti organisasi mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika sebagai staff keprofesian dan keilmiahinan periode 2015/2016 serta Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia Regional 4 periode 2015/2016. Dalam penunjang profesional dibidang geofisika penulis mengikuti kegiatan : Learning day with student site visit, Exxon Mobil Cepu Limited, East Java (2014), Training petrophysics training Geophysical Engineering Department (2015) dan Training paradigm, jakarta (2017). Selain itu penulis aktif mengikuti kegiatan luar kampus, sebagai menjadi delegasi ITS beberapa kompetisi dan mendapatkan penghargaan sebagai, Finalis poster TRANSPOT UNPAD (2014), PKM P didanai Dikti pada tahun 2015 dan 2016, juara 5 *Survey Design Indonesian Undergraduate Geophysics Competition* (2015), juara 3 *Mitigation of Disaster Trough Sudent Competition* (2016) dan juara 3 Design Survey Geoscience Atmosphere (2107). Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di Badan Operasional Bersama (PT Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu Energi) selama 1.5 bulan dengan topik ***Identification of Lithology Reservoir characterization Bekasap Formation Using Seismik Inversion and Multi-Attribute, case study Plan of Development ZENI field, Central Sumatera Basin***. Pengalaman profesional bidang geofisika lain, penulis termasuk dalam tim survey geologi karst dalam penegembangan potensi wisata daerah Pamekasan, Pulau Madura (2014), tim penelitian pemetaan mud volcanic Gunung Anyar, Surabaya (2016) dan tim pengukuran VES dan resis 2D untuk penentuan posisi grounding PT Petrogas (2016).

Jika ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir penulis, dapat menghubungi. [fikriptrap@gmail.com](mailto:fikriptrap@gmail.com).