

Skripsi Geofisika

**PERBANDINGAN METODE INVERSI DALAM MENKARAKTERISASI
RESERVOAR GAS PADA BLOK "AP"**

Oleh :

ASNUR PRATAMA

H 221 05 030



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2011

**PERBANDINGAN METODE INVERSI DALAM MENGGARAKTERISASI
RESERVOAR GAS PADA BLOK “AP”**

OLEH :

ASNUR PRATAMA

H 221 05 030

SKRIPSI

**Untuk melengkapi dan memenuhi syarat-syarat memperoleh gelar sarjana
Geofisika**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2011

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN METODE INVERSI DALAM MENGGARAKTERISASI
RESERVOAR GAS PADA BLOK "AP"**

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama,



Ir. Bambang Harimei, M.Si.
NIP. 19610501 1990031003

Pembimbing Pertama,



Sabrianto Aswad, S.Si., MT.
NIP. 197805242005011002

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan adalah perbandingan tiga metode Inversi dalam mengkarakterisasi reservoir gas pada blok "AP" Cekungan Jawa Timur dengan target reservoir sandstone pada Formasi Bulu dan Tawun. Tujuan yang hendak dicapai adalah mengaplikasikan dan membandingkan metode seismik inversi yaitu *Rekursif/Bandlimited*, *Model Based*, dan *Sparse-Spike Norm L1* dengan mengkarakterisasi reservoir. Hasil dari tiga metode inversi adalah Penampang Impedansi Akustik (IA), dan yang menggambarkan keadaan geologi yang mendekati keadaan sebenarnya adalah metode inversi *Model Based*. Dengan analisa *Crossplot* yang lebih rapat antara inversi Impedansi Akustik dengan Impedansi Sumur (*Petrophysics*) dibandingkan dengan kedua metode lainnya. Struktur lapisan batuan yang dihasilkan terdapat tiga jenis batuan yaitu *Shale*, *Limestone*, dan *Sandstone*.

Kata Kunci : *Rekursif/Bandlimited*, *Model Based*, *Sparse-Spike Norm L*, Impedansi Akustik (IA), *Shale*, *Limestone*, dan *Sandstone*.

ABSTRACT

The research conducted is a comparison of three methods of inversion in reservoir characterization of gas on the block "AP" with the East Java Basin, sandstone reservoir targets in Bulu and Tawun Formation. Goals to be achieved is to apply and compare the seismic inversion methods is Rekursif/Bandlimited, Model Based, and Sparse-Spike Norm L1 with reservoir characterization. Result of three methods of Acoustic Impedance (AI), and which describes the geological condition approaching the real situation is the inversion Model Based. With a more tightly crossplot analysis between Acoustic Impedance (AI) with Petrophysics Impedance compared with the two other methods. The resulting structure of rock layers there are three types of rock that is Shale, Limestone, and Sandstone.

Keywords : *Rekursif/Bandlimited, Model Based, Sparse-Spike, Acoustic Impedance (AI), Shale, Limestone, dan Sandstone.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim...

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang karena atas Rahmat dan Hidayah-Nyalah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Kami sangat menyadari bahwa pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir (TA) yang telah kami laksanakan di PT. Elnusa Tbk adalah berkat dukungan, motivasi serta bantuan dari berbagai pihak. Dan kebaikan mereka tak cukup jika hendak dinilai dengan materi atas partisipasinya dalam memberi peluang kepada penulis untuk lebih maju dan berkembang di bidang Ilmu Pengetahuan yang ditekuninya.

Untuk itu, pada kesempatan ini kami menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin serta selaku penguji skripsi yang telah memberikan masukan berupa kritik dan saran yang sangat membangun.
2. Bapak Ir. Bambang Harimei, M.Si selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan saran-saran yang bermanfaat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.

3. Bapak Sabrianto, S.Si, MT selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan saran-saran yang bermanfaat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Dr. Eng. Amiruddin dan Bapak Dr. Muhammad Hamzah, MT selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang bermanfaat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
5. Bapak Imam Setiadji, selaku pembimbing di PT. Elnusa Tbk, yang telah memberikan kesempatan melaksanakan penelitian, dan telah banyak memberikan arahan, nasihat, dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
6. Bapak Bambang Aviantara, selaku Manager Geodata Processing yang telah memberikan kesempatan melaksanakan penelitian, dan telah banyak memberikan arahan, nasihat, dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
7. Mas Karwin selaku pembimbing teknis selama penelitian ini berlangsung. Terima kasih atas waktu dan ilmu dalam membimbing penulis dalam melakukan penelitian.
8. Mas Rano terima kasih telah menemani penulis selama penelitian dan berbagi ilmu.
9. Karyawan dan karyawan beserta Staff Geodata Processing yang bisa menerima, memberikan semangat kepada penulis selama melakukan penelitian Tugas Akhir di PT. Elnusa Tbk.
10. Seluruh Staff Jurusan Fisika FMIPA Unhas Pak H. Ambo Tuwo, Kak Latif, Kak Salma yang telah banyak membantu penulis.

11. Seluruh Staff akademik FMIPA Unhas terima kasih atas kerjasamanya.
12. Keluarga dan Kak Algis terkhususnya terima kasih sedalam-dalamnya penulis ucapkan atas fasilitas, bantuan, waktu, semangat dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
13. Saudara/i Fisika dan Geofisika 2005 terima kasih atas dukungan dan semangatnya.
14. Rekan Kerja Tugas Akhir, Universitas Gajah Mada, Dimas terima kasih atas kebersamaan dan kerja samanya.
15. Kedua orangtua, ayahanda H. Asri Ahmad dan Ibunda Hj. Nurhayati yang senantiasa memberi yang terbaik untuk penulis.
16. Adik – adik dan seluruh keluarga yang selalu memberi doa dan dukungan untuk penulis.
17. Yang terkhusus penulis ucapkan kepada S. Asmaul Khair atas kesabarannya, bantuannya, waktunya, serta kerelaannya menunggu penulis.

Dan kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini. Insya Allah akan mendapat pahala yang berlipat ganda di Sisi-Nya. Akhirnya penulis berharap, Insya Allah Yang Maha Pengasih meridhai semua amal baik kita.

Makassar, Februari 2011

Penulis

PROFIL PT. ELNUSA Tbk,

Pada Tahun 1969 Perseroan didirikan di Jakarta dengan nama PT Elektronika Nusantara berdasarkan Akta Pendirian No. 18 tanggal 25 Januari 1969 jo Akta Perubahan Anggaran Dasar No.10 tanggal 13 Februari 1969 di hadapan Notaris Tan Thong Kie SH, yang kemudian diumumkan dalam Berita Negara Republik Indonesia No. 35, Tambahan No. 58 tanggal 2 Mei 1969. Pada awal berdirinya, Perseroan adalah sebagai Marine Electronics Workshop (pelayanan inspeksi, reparasi, instalasi dan perawatan peralatan komunikasi elektronik pelayaran).

Pada tahun 1971-1973 Perseroan mengawali kiprahnya sebagai pendukung operasi perusahaan induk, yaitu PT Pertamina, terutama memberikan pelayanan termasuk pemeliharaan dan perbaikan, di bidang peralatan komunikasi elektronik (cikal bakal PT Elnusa Rentrakom), peralatan navigasi dan system radar yang digunakan oleh kapal-kapal milik Pertamina maupun kapal-kapal minyak asing yang memiliki perjanjian kerjasama dengan BUMN Migas. Pada periode ini Perseroan melakukan pembangunan Integrated Oil Communication System (IOCS) Pertamina sebagai sistem jaringan komunikasi perminyakan terpadu.

Pada tahun 1972 Perseroan membentuk Divisi Seismic Data Processing (cikal bakal PT Elnusa Geosains) bermitra dengan Geophysical Service Inc. (GSI). Kemudian Pada tahun 1974 Perseroan membentuk Scientific Data Center yang memberikan jasa pelayanan simulasi reservoir dalam bidang perminyakan dan optimalisasi proses kilang. Kemudian pada tahun-tahun berikutnya mendirikan anak perusahaan lainnya.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACK	iv
KATA PENGANTAR	v
PROFIL PT. ELNUSA,Tbk	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Batasan Masalah	2
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1. Geologi Regional	4
II.1.2. Statigrafi	4
II.2. Teori Dasar Gelombang Seismik	11
II. 2.1. Hukum Snellius	11
II. 2.2. Prinsip Huygens	13
II. 2. 3. Prinsip Fermat	13
II. 3. Konsep Dasar Metoda Seismik Refleksi	14
II. 4. Model Seismik	17

II. 5. Wavelet	17
II. 6. Peran Seismik Refleksi Dalam Karakterisasi Reservoar	18
II. 7. Metode Seismik Inversi	21
II.8. Metode Inversi Rekursif	22
II.9. Metode Inversi Model Based	25
II. 10. Metode Inversi Sparse-spike Norm L1	28
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	31
III. 1. Alat dan Data	31
III. 1. 1. Alat	31
III. 1.2. Data	31
III. 2. Pengolahan Data	32
III. 2. 1. Pengolahan Data Sumur	32
III. 2. 2. Pengolahan Data Seismik	33
III. 2. 3. Ekstraksi Wavelet	33
III. 2. 4. Sintetik Seismogram	34
III. 2. 5. Pengikatan Data Sumber dan Data Seismik	34
III. 2. 6. Pembuatan Model Awal	34
III. 2.7. Melakukan Inversi Model Based	35
III. 2. 8. Melakukan Inversi Sparse-Spike Norm L1	36
III. 2. 9. Melakukan Inversi Rekursif	37
III. 3. Bagan Alir	38
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39

IV. 1. Hasil	39
IV. 2. Pembahasan	39
IV. 2. 1. Data Sumur	39
IV. 2. 2. Input Horizon	40
IV. 2. 3. <i>Well Seismik Tie</i>	40
IV. 2. 4. Analisa Dan Hasil Inversi Bandlimited	42
IV. 2. 5. Analisa Dan Hasil Inversi Model Based	44
IV. 2. 6. Analisa dan hasil Inversi Sparse-spike Norm L1	46
IV. 2. 7. Penampang Impedansi Akustik	38
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	44
V. 1. Kesimpulan	53
V. 2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar II.1 Stratigrafi daerah cekungan Jawa Timur.
- Gambar II.2 Stratigrafi Sumur “X”
- Gambar II.3 Prinsip Snellius
- Gambar II.4 Prinsip Huygens
- Gambar II.5 Perambatan Gelombang menurut Hukum Fermat
- Gambar II.6 Jejak seismik dari model lapisan geologi
- Gambar II.7 Konsep dasar metoda seismik refleksi
- Gambar II.8 Proses Konvolusi
- Gambar II.9 Skema pemodelan kedepan dan inversi
- Gambar II.10 Hubungan antara Seismik Inversi, IA, dan Karakterisasi
reservoar
- Gambar II.11 Macam-macam teknik inversi
- Gambar II.12 a.) Blok Model AI, b) Konversi IA, c) Tras Synthetik dengan
Tras sebenarnya, d) Update IA,

Gambar II. 13	Ilustrasi Sparse-spike menggunakan Norm L1
Gambar III.1	Bagan Alir Penelitian
Gambar IV. 1	Synthetic Seismogram
Gambar IV. 2	<i>Well Seismic Tie</i>
Gambar IV.3	Analisis Inversi (<i>Rekursif/Bandlimited</i>)
Gambar IV.4	Crossplot antara Impedansi Hasil Inversi dengan Impedansi Sumur (<i>Rekursif/Bandlimited</i>)
Gambar IV.5	Analisis Inversi (<i>Model Based</i>)
Gambar IV.6	Crossplot antara Impedansi Hasil Inversi dengan Impedansi Sumur (<i>Model Based</i>)
Gambar IV.7	Analisis Inversi (<i>Sparse-spike Norm L1</i>)
Gambar IV.8	Crossplot antara Impedansi Hasil Inversi dengan Impedansi Sumur (<i>Sparse-Spike Norm L1</i>)
Gambar IV.9	Penampang Impedansi Akustik Metode <i>Rekursif/Bandlimited</i>
Gambar IV.10	Penampang Impedansi Akustik Metode <i>Model Based</i>
Gambar IV.11	Penampang Impedansi Akustik Metode <i>Sparse-Spike Norm L1</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data seismic lintasan 4 dan 17
Lampiran 2	Data log sumur, informasi data sumur dan base map
Lampiran 3	Cross Plot
Lampiran 4	Model Awal

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Karakterisasi reservoir yang baik merupakan kunci untuk mencapai kesuksesan pengelolaan reservoir secara ekonomis. Untuk dapat mengkarakterisasi reservoir dengan baik, studi terpadu yang melibatkan data seismik dan data sumur perlu dilakukan, salah satunya dengan menggunakan metode Seismik Inversi. Integrasi data seismik dengan data sumur (data petrofisika) dapat meningkatkan gambaran karakterisasi reservoir.

Seismik Inversi adalah teknik untuk membuat model bawah permukaan bumi menggunakan data seismik sebagai input dan data sumur sebagai kontrol (Sukmono, 2000). Inversi Impedansi Akustik (IA) adalah salah satu metode seismik inversi setelah *stacking* (*post-stack inversion*). Pada seismik inversi terdapat 3 (tiga) metode yaitu *rekursif* atau *bandlimited*, *model based*, dan *sparse-spike*. Ketiga metode akan dicoba pada penelitian ini untuk membandingkan hasil inversi IA dari ketiga metode tersebut pada formasi Bulu dan Tawun pada blok "AP" yang terletak di Cekungan Jawa Timur agar dapat menggambarkan keadaan geologi yang mendekati keadaan sebenarnya pada daerah tersebut untuk mengkarakterisasi reservoir dalam mendeskripsikan sifat fisik batuan.

Penelitian metode seismik inversi telah dilakukan oleh Irnah Salahuddin (2008) melakukan pemetaan porositas reservoir karbonat yang berada pada formasi Tuban dengan menggunakan metode inversi *Model Based* menggunakan data seismik 3D yang dilakukan di daerah Tuban Jawa Timur. Metode Inversi *Constrained Sparse Spike* untuk menghasilkan Impedansi Akustik dan Impedansi Elastik, hasil inversi ini untuk mendapatkan bodi reservoir yang kemudian dipetakan porositasnya oleh Bintang Prakosa (2010) pada Cekungan Natuna Barat. Rahmat Agung Priambodo (2007) melakukan penelitian mengenai aplikasi seismik inversi IA dan EI untuk identifikasi penyebaran Reservoir Batu Pasir pada formasi Talang Akar di Cekungan Sumatera Selatan. Fitriyanda Herawan (2007) juga melakukan penelitian analisa multiatribut seismik untuk memetakan litologi dan porositas reservoir pada Cekungan Sumatera Tengah dengan melakukan tiga jenis inversi yang diterapkan pada model inisial yaitu a) Inversi *Bandlimited*, b) *Model Based* c) *Spars- spike Norm L1*

I.2 Batasan Masalah

Blok "AP" merupakan salah satu lapangan eksplorasi yang dikelola oleh PT. Pertamina Ep Randugunting. Lapangan ini terletak pada Cekungan Jawa Timur dengan target reservoir *sandstone* di dalam formasi Bulu dan formasi Tawun. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan hasil inversi IA dari metode seismik inversi yang dapat mengkarakterisasi reservoir dengan baik pada Blok "AP".

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1. Mengaplikasikan metode Inversi Seismik Impedansi Akustik (IA) pada daerah penelitian
2. Membandingkan hasil inversi Impedansi Akustik (IA) dari ketiga metode inversi seismik yaitu *Rekursif* atau *Bandlimited*, *Model Based*, dan *Spars- spike Norm L1*.
3. Mengkarakterisasi reservoir pada formasi Bulu dan Tawun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Geologi Regional

Blok "AP" secara regional terletak sebelah Barat Daya kota Rembang atau sebelah Barat Laut kota Blora, Jawa Tengah. Secara fisiografis Blok "AP" terletak di bagian tengah Sub Cekungan Rembang Utara, Cekungan Jawa Timur Utara yang berarah Barat – Timur dan merupakan kelanjutan dari Antiklinorium Rembang Utara.

II.1.2 Stratigrafi

Sumur "X" dibor dan mencapai kedalaman akhir 1200 mblb, menembus Formasi Mundu, Formasi Ledok, Formasi Wonocolo, Formasi Bulu, Anggota Ngrayong dan Formasi Tawun.

- Formasi Mundu (161 – permukaan)

Secara umum litologi penyusun Formasi Mundu di sumur "X" didominasi oleh batugamping dengan sisipan batulempung, batulanau, dan batupasir. Berdasarkan pemunculan dan penyebaran kandungan *Foraminifera planktonik* pada Formasi Mundu di bagian bawah (212 – 120 meter) ditandai dengan pemunculan awal dari *Globorotalia Tumida*, menunjukkan umur N19. Sedangkan bagian atas (120 – 60 meter) ditandai dengan pemunculan awal *Sphaerodinella dehiscens*, menunjukkan umur N18. Umur dari Formasi

Mundu ini setara dengan *Pliosen Bawah* (N18 - 19). Formasi Mundu diendapkan pada lingkungan *Middle – Outer Shelf*.

- **Formasi Ledok (320 – 161) m**

Secara umum litologi penyusun Formasi Ledok di sumur “X” didominasi oleh selang – seling batulanau dan batupasir dengan sisipan serpih dan batugamping. Berdasarkan pemunculan dan penyebaran kandungan *Foraminifera planktonik* pada Formasi Ledok ditandai dengan pemunculan awal dari *Globorotalia pleistumida* pada selang (300 – 360 meter), menunjukkan umur N17. Selang zonasi ini menunjukkan umur formasi Ledok setara dengan *Moisen Atas* bagian atas (N17). Formasi Ledok diendapkan pada lingkungan *Middle – Outer Shelf*.

- **Formasi Wonocolo (320 – 402) m**

Secara umum litologi penyusun Formasi Wonocolo di sumur “X” di dominasi oleh selang – seling batulanau dan batugamping dengan sisipan serpih. Berdasarkan pemunculan dan penyebaran kandungan foraminifera planktonik pada Formasi Wonocolo ini, pada selang (360 – 300 meter) ditandai dengan pemunculan awal *Globorotalia plesiotumida* di bagian atas zonasi ini. Formasi Wonocolo pada selang zonasi ini menunjukkan umur Miosen Atas bagian atas (N16). Formasi Wonocolo diendapkan pada lingkungan *Middle – Outer Shelf*.

- **Formasi Bulu**

Formasi Bulu di sumur "X" didominasi oleh batugamping dengan sisipan tipis di bagian atasnya. Berdasarkan pemunculan dan penyebaran kandungan *Foraminifera planktonik* pada Formasi Bulu ditandai dengan pemunculan akhir *Globorotalia subaquadatus* dan pemunculan awal dari *Globorotalia menardii* pada selang (467 -360 meter). Zonasi ini menunjukkan umur Miosen Atas bagian bawah (N15). Formasi bulu diendapkan pada lingkungan *Middle – Outer Shelf*.

- **Anggota Ngrayong (467 – 969) m**

Secara umum Anggota Ngrayong pada sumur "X" dibedakan menjadi 3 (tiga) bagian berdasarkan litologi penyusunnya, lingkungan pengendapan dan umur sedimentasinya. Masing-masing sekwen dibatasi oleh bidang ketidakselarasan (*sekwen boundary*) yang dapat dikorelasikan secara regional.

Litologi Penyusunnya :

- Sekwen I selang (960 - 770) m /(Anggota Ngrayong Bagian Bawah).
Sekwen dari Anggota Ngrayong ini didominasi oleh selang – seling serpih dan batu pasir dengan sisipan batu lanau dan batu gamping.
- Sekwen II selang (770 - 610) m /(Anggota Ngrayong Bagian Tengah)
Sekwen II dari Anggota Ngrayong ini didominasi oleh batupasir dengan sisipan serpih, batulanau, batubara dan batugamping.
- Sekwen III selang (610 - 467) m/(Anggota Ngrayong Bagian Atas)

Sekwen III dari Anggota Ngrayong ini didominasi oleh persilangan antara serpih dan batupasir dengan sisipan batulanau dan batu gamping.

Umur :

Berdasarkan pemunculan dan penyebaran kandungan *Foraminifera planktonik* pada Anggota Ngrayong ini dapat dibagi 4 (empat) zonasi *foraminifera* yang menunjukkan umur Anggota Ngrayong N9 – N14 atau *Miosen Tengah*.

Selang (960 -770) m / N9 – N10

Pada selang zonasi ini batas bawah ditandai dengan pemunculan awal dari *Orbulina suturalis* atau *Orbulina universa* dan batas atas ditunjukkan oleh pemunculan *Globorotalia lobata* yang merupakan penciri umur N9. Disamping itu ditemukan fosil *globorotalia peripheroacuta* yang merupakan fosil penciri umur N10.

Selang (770 - 620) m / N11

Pada selang zonasi ini ditunjukkan dengan hadirnya *Globorotalia Lobata* di bagian bawah dan *Globorotalia foshi-foshi* di bagian atas menunjukkan umur setara dengan N11 (equivalen dengan *Miosen Tengah* bagian bawah)

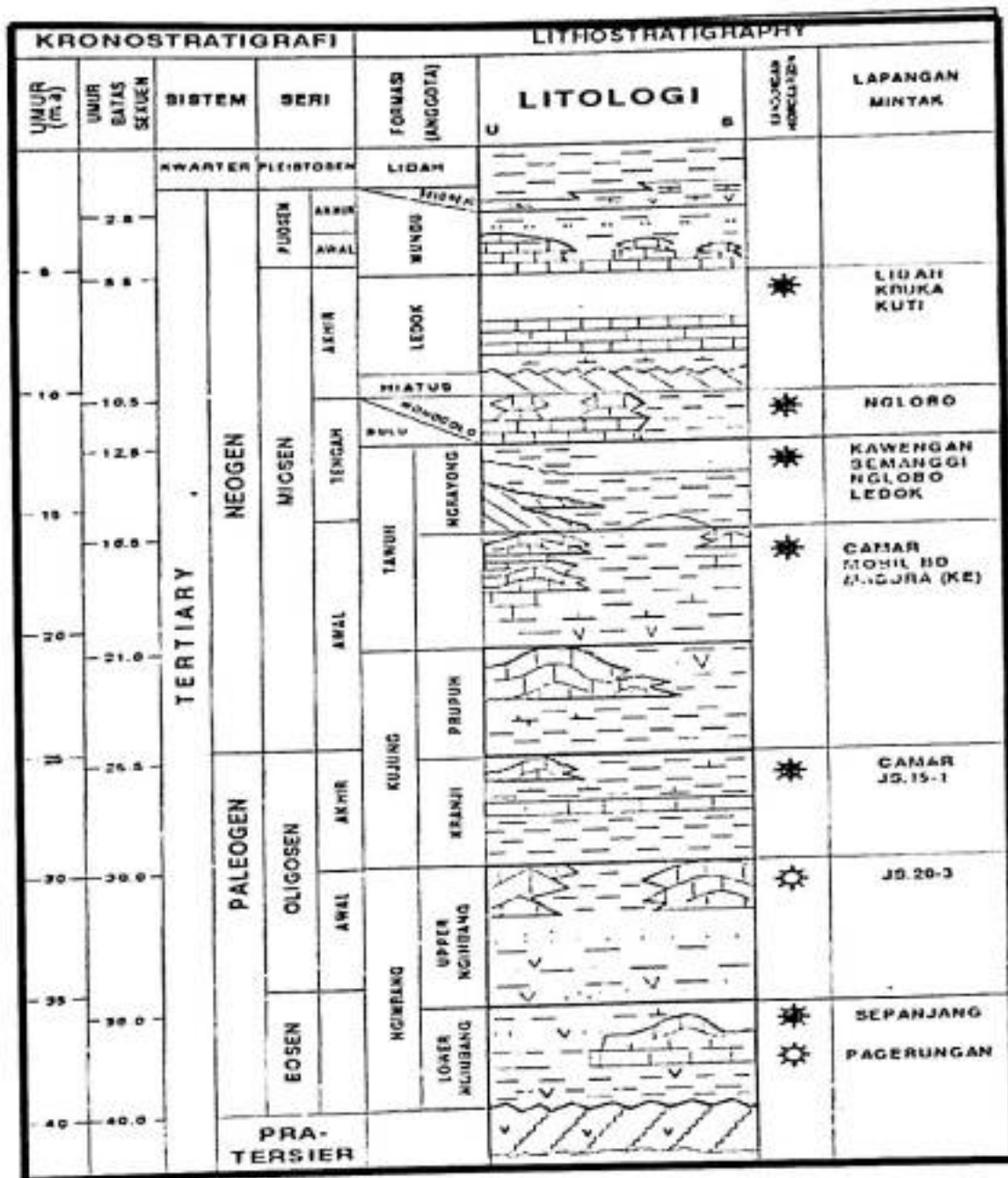
Selang (620 - 550) m / N12

Pada selang zonasi ditandai dengan pemunculan species *Globorotalia foshi-foshi* pada bagian bawah dan pemunculan fosil *Sphaerodinelopsis subdehiscens* di bagian atas. Zona ini setara dengan umur N12.

Berdasarkan atas foraminifera Benthos pada anggota ngrayong diendapkan pada lingkungan Litoral – Inner Shelf.

- **Formasi Tawun (969 - 1200) m**

Secara umum litologi penyusun formasi Tawun di sumur “X” didominasi serpih dengan sisipan batupasir dan batugamping. Berdasarkan pemunculan dan penyebaran kandungan fosil *Foraminifera planktonik* pada Formasi Tawun dijumpai fosil *Globigerinoides diminutus* dan *Globigerinoides sicamus* yang merupakan spesies- spesies penciri umur N8. Pemunculan terakhir *Globigerinoides sicamus* dideteksi pada kedalaman 960 meter. Batas bawah dari zona (N7/N8) ini tidak dapat ditentukan, sedangkan pemunculan pertama *Orbulina Suturalis* dan *Orbulina universa* pada kedalaman 960 meter merupakan penciri batas atas Zona N8. Formasi Tawun pada zona ini menunjukkan umur N8 atau *Miosen Tengah Bagian Bawah*.



Sumber : PT. Pertamina EP Randugunting

Gambar (II.1) Stratigrafi Daerah Cekungan Jawa Timur.

KRONOSTRATIGRAFI										LITOSTRATIGRAFI					
PLANOLOGI PT (M5M)	MANO (TBBP)	UMUR (MYA)	UMUR BATAS SEKREN	SISTEM	PERIODE	FORMASI (ANGGOTA)	LITOLOGI	SEDILUWAI ZONA MENDAKAR	DISKRIPSI LITOLOGI	UNGKAPAN PENGENDAPAN					
N19		5		NEOGEN	PLIOSEN	MUNDU		160-182 m	Batugamping sipan batuleneu dan serpih	MIDDLE - OUTER SHELF					
N18						BAWAH									
N17					ATAS	LEDOK		220-263 m	selang-seling batuleneu dan batupasir, sipan serpih dan batugamping						
N16		10				WONOCOLO		472-353 m	selang-seling batugamping dan batuleneu						
N15					MIOSEN	BULU		467-418 m	Batugamping	MIDDLE - INNER SHELF					
N14		10,5													
N13-12						TENGGAH	TAWUN		SERKEN III	Selang-seling serpih, batupasir sipan batugamping	NEAR SHORE - DELTAIC				
N11		12,5										SERKEN II		Batupasir sipan serpih, batubara dan batugamping	LITORAL - INNER SHELF
N10		13,8													
N9		15				SERKEN I		Batupasir sipan serpih, sipan batuleneu dan batugamping	OPEN MARINE - DELTAIC						
N8		15,5									Serpih dengan sipan batuleneu, batupasir, batugamping	INNER-MIDDLE SHELF			

Sumber :PT.Pertamina Randugunting

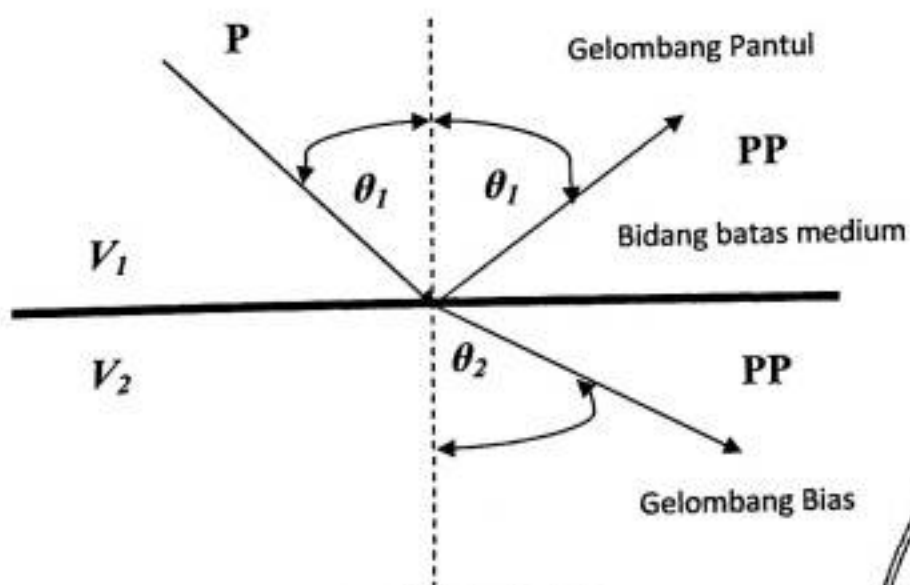
Gambar (II.2) Stratigrafi Sumur "X"

II.2 Teori Dasar Gelombang Seismik

Metode seismik refleksi merupakan salah satu dari metode geofisika yang digunakan untuk memetakan struktur bawah permukaan, metode seismik refleksi ini sangat populer digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon di mana metode ini menerapkan prinsip penjalaran gelombang. Beberapa azas sifat penjalaran gelombang yang digunakan, antara lain (Munadi S., 2000) :

II.2.1 Hukum Snellius

Hukum Snellius menjelaskan bahwa perilaku gelombang seismik ketika menembus bidang batas antara lapisan sebagian akan terpantulkan sebagian lagi akan terbiaskan.



Sumber : <http://www.google.co.id/imglanding?q=prinsip>

Gambar II.3 Prinsip Snellius



Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dari Hukum Snellius, yaitu :

- ✓ Sudut Kritis merupakan sudut datang yang menghasilkan sudut bias 90^0
Sehingga jika sudut datang lebih besar dari sudut kritis maka akan terjadi pemantulan yang sempurna.
- ✓ Arah-arrah gelombang datang, bias dan pantul semua berada dalam satu bidang yang normal terhadap bidang batas.
- ✓ Sudut pantul adalah sama dengan sudut datang.
- ✓ Perbandingan sinus sudut datang dan sinus sudut bias adalah constant.

Persaman matematika Hukum Snellius ini adalah :

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (II.1)$$

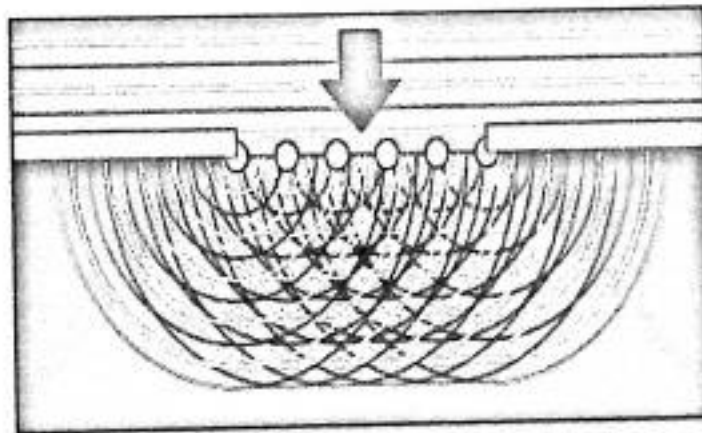
Keterangan :

- θ_1 = sudut datang pada lapisan pertama (derajat)
- θ_2 = sudut bias pada lapisan kedua (derajat)
- v_1 = kecepatan pada lapisan pertama (m/s)
- v_2 = kecepatan pada lapisan kedua (m/s)
- n_1 = indeks bias pada lapisan pertama

n_2 = indeks bias pada lapisan kedua

II.2.2 Prinsip Huygens

Prinsip Huygens mengatakan bahwa setiap titik-titik yang berada di depan muka gelombang utama akan menjadi sumber bagi terbentuknya deretan gelombang baru. Di mana jumlah dari energi total gelombang yang baru sama dengan energi utama. Ilustrasi dari prinsip Huygens dapat dilihat pada gambar berikut ini :

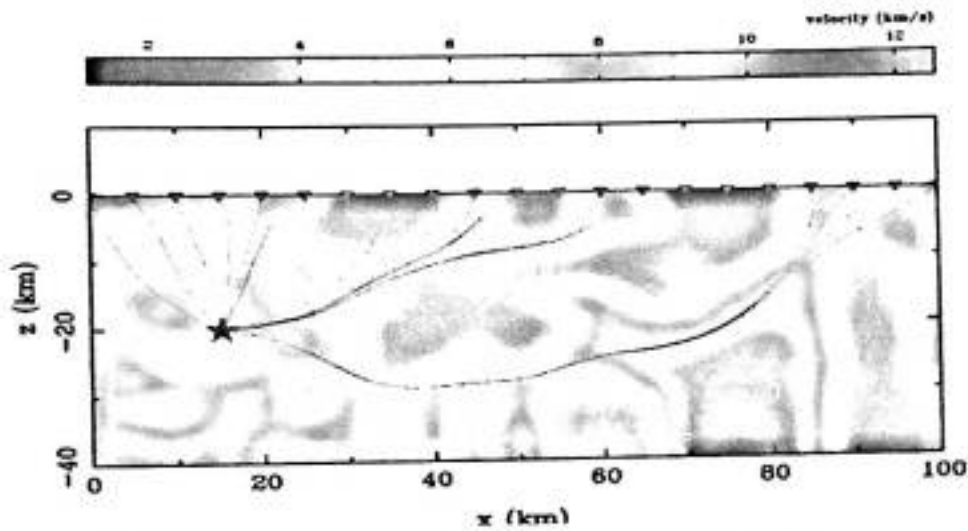


Sumber : http://ensiklopediseismik.blogspot.com/2007/03/prinsip-huygens-huygens-principle_01.html

Gambar II.4 Prinsip Huygens

II.2.3 Prinsip Fermat

Prinsip Fermat mengatakan bahwa gelombang menjalar dari satu titik ke titik lain melalui jalan yang tersingkat waktu penjarannya. Sehingga gelombang seismik akan memilih daerah-daerah yang memiliki kecepatan yang tinggi dan akan menghindari daerah-daerah yang memiliki kecepatan yang rendah. Berikut ini adalah penggambaran dari prinsip Fermat. (Abdullah A., 2007)



Sumber : <http://ensiklopediaumik.blogspot.com/2007/07/prinsip-fermat-fermat-principle.html>

Gambar II.5 Perambatan Gelombang menurut Hukum Fermat

II.3 Konsep Dasar Metoda Seismik Refleksi

Model dasar yang sering digunakan dalam pemodelan tras seismik satu dimensi mengacu pada model konvolusi sederhana dari reflektifitas bumi dengan fungsi sumber seismik ditambah dengan noise (Russel, 1996) dalam bentuk persamaan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$S(t) = W(t) * r(t) + n(t) \dots \dots \dots (II.2)$$

S(t) = tras seismik

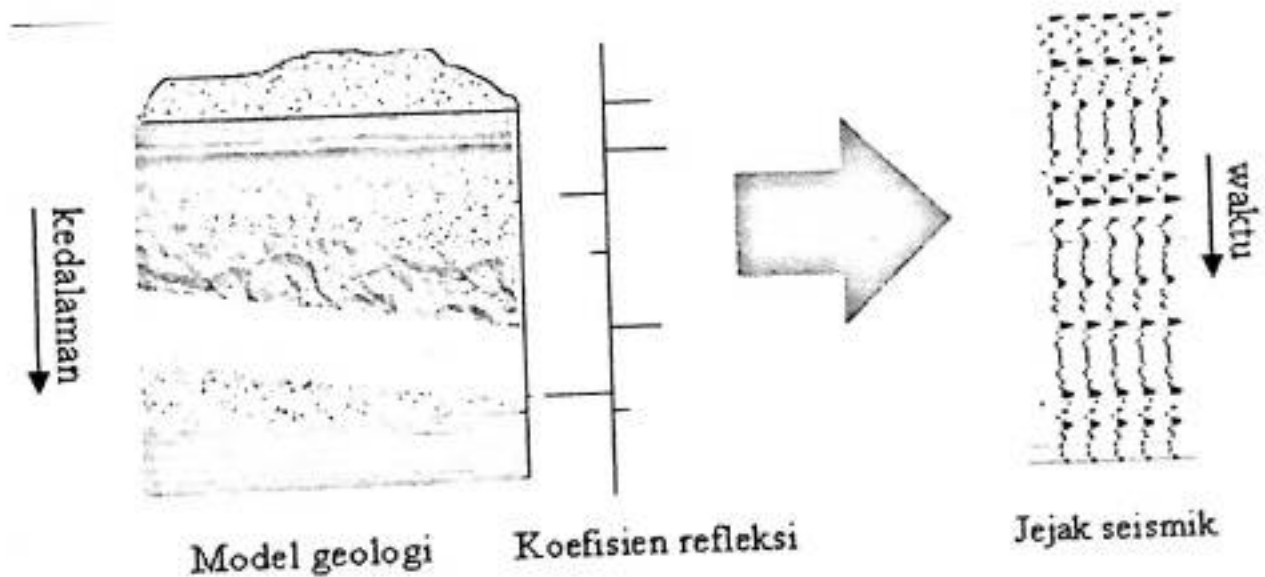
n (t) = noise

W(t) = wavelet seismik

* = operator konvolusi

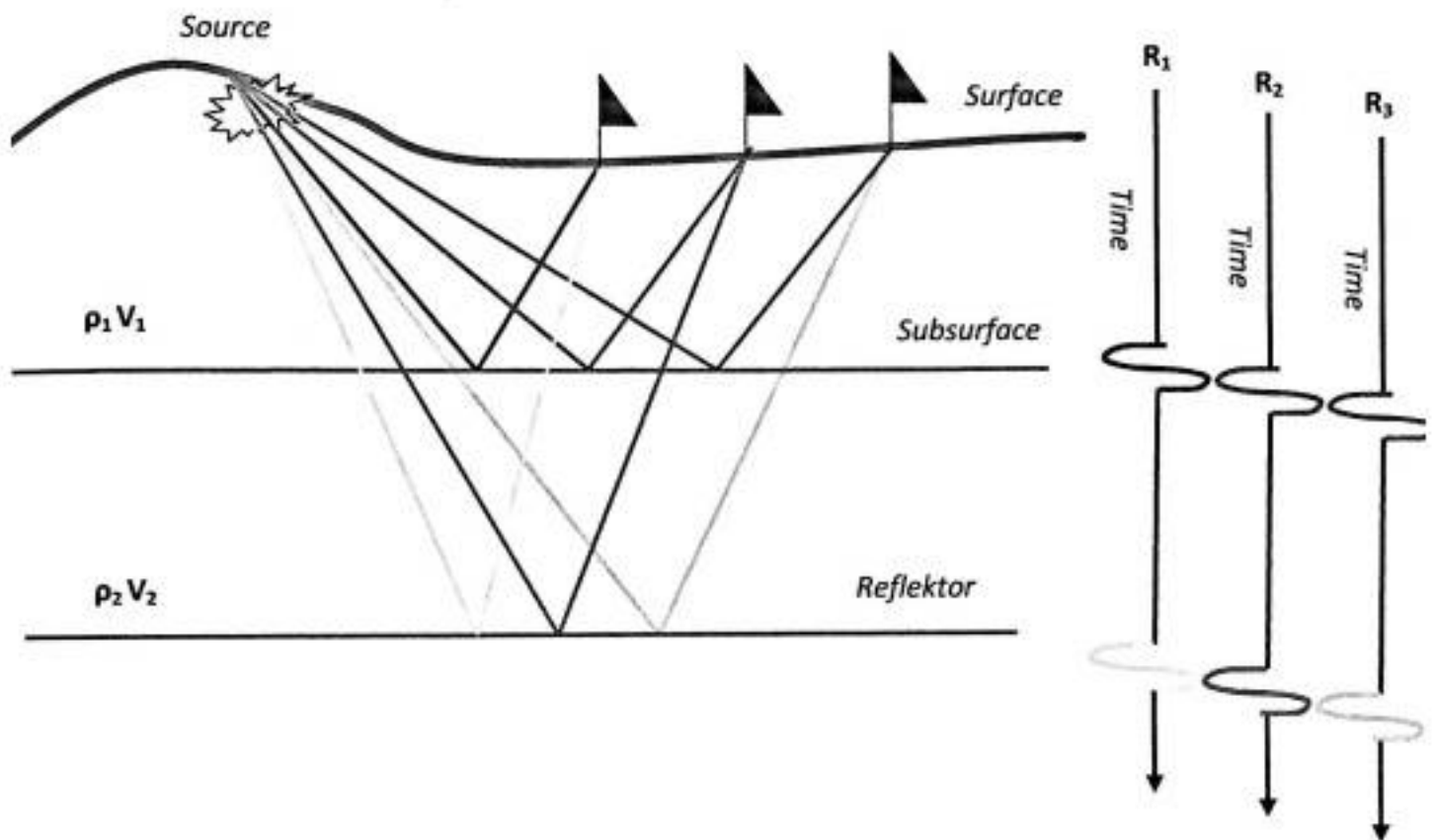
r (t) = reflektifitas bumi

Metode seismik refleksi memanfaatkan sinyal-sinyal refleksi dengan sumber gelombang batuan. Selang waktu rambat gelombang yang direfleksikan kembali akan memiliki perubahan amplitudo yang merupakan gambaran bawah permukaan bumi. Refleksi gelombang seismik yang diterima pada penerima (*geophone*) akan menunjukkan variasi amplitudo sebagai respon dari berbagai perlapisan di bawah permukaan bumi seperti yang di tunjukkan gambar di bawah.



Gambar II.6 Jejak seismik dari model lapisan geologi

Nilai kecepatan dari masing-masing lapisan dapat dihitung dari waktu pantul yang terekam dengan menggunakan hubungan jarak dan waktu sehingga kedalaman masing-masing lapisan dapat dihitung. Prinsip sederhana dari seismik refleksi dapat dilihat pada gambar di bawah.



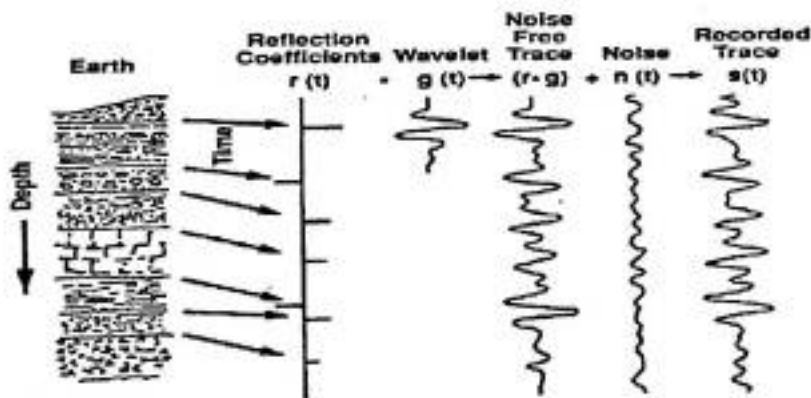
Gambar II.7 Konsep dasar metoda seismik refleksi (Sukmono S, 1999)

Salah satu sifat akustik batuan adalah Impedansi Akustik (IA) yang merupakan hasil perkalian antara densitas (ρ) dan kecepatan (v). Kecepatan merupakan parameter penting pada impedansi akustik daripada densitas karena porositas atau mineral pengisi pori batuan (air, minyak, dan gas) sangat mempengaruhi perubahan nilai kecepatan daripada densitas. Batuan yang keras (*hard rock*) yang sukar dimampatkan seperti batu gamping dan granit memiliki Impedansi Akustik yang besar, sedangkan batuan yang lunak seperti lempung dengan sifat mudah dimampatkan akan memiliki Impedansi Akustik yang kecil.

II.4 Model Seismik

Dalam penerapannya, metode seismik selalu didukung oleh data sumur. Hal ini dimaksudkan untuk mengontrol interpretasi seismik dengan data sebenarnya yang diperoleh dari data sumur. Pada dasarnya data sumur adalah data parameter-parameter fisis batuan yang diukur dalam fungsi kedalaman pada sebuah sumur.

Data sumur dapat dipercaya kebenarannya karena diukur langsung. Dengan mengkonvolusikan wavelet yang tepat, diharapkan kita bisa mendapatkan jejak sintetik yang sama dengan jejak yang terekam pada seismik. Seismogram sintetik adalah jejak seismik buatan hasil konvolusi antara reflektifitas dengan yang diperoleh dari data sumur dengan wavelet tertentu. (Sukmono, 2000)



Gambar II.8 Proses Konvolusi (Sukmono, 2000)

II.5 Wavelet

Wavelet adalah sinyal *transient* yang mempunyai interval waktu dan amplitudo yang terbatas. Ledakan sumber gelombang menggambarkan suatu *wavelet*, karena saat

ledakan terjadi ($t > 0$), energi yang dibebaskan cukup besar dan dalam selang waktu tertentu energi tersebut akan habis.

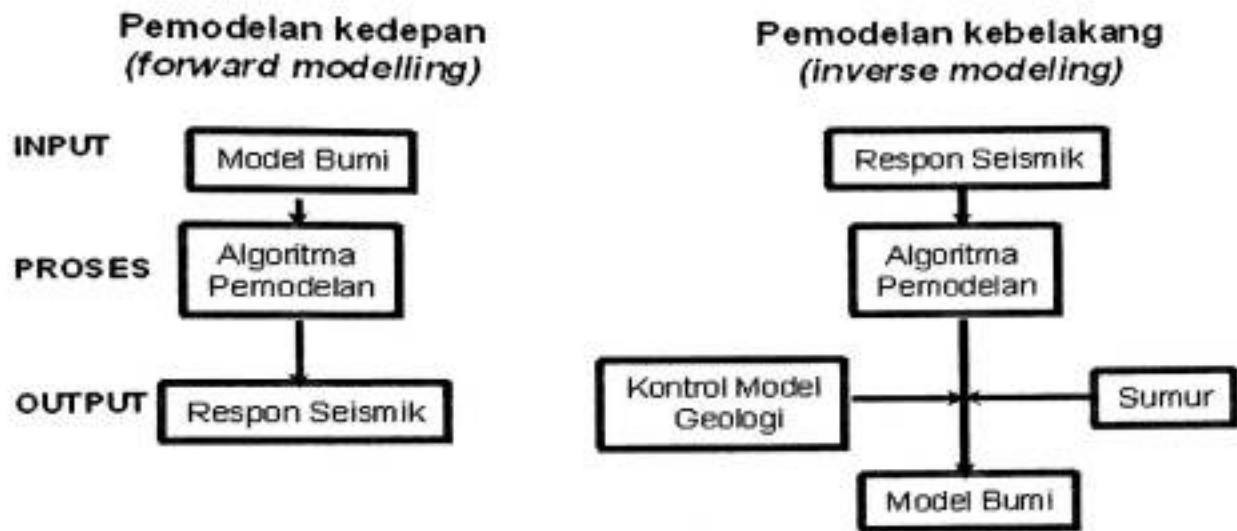
Ada empat jenis wavelet yang umum diketahui yaitu, *zero phase*, *minimum phase*, *maximum phase* dan *mixed phase*. Dalam eksplorasi seismik *wavelet* yang umum dipakai adalah *zero phase* dan *minimum phase* (Russel.,1991).

Perbedaan keempat *wavelet* tersebut terletak pada konsentrasi energinya. *Wavelet* yang berfase nol (*zero phase wavelet*) mempunyai konsentrasi energi maksimum di tengah dan waktu tunda nol, sehingga *wavelet* ini mempunyai resolusi dan *standout* yang maksimum. *Wavelet* berfase nol (disebut juga *wavelet* simetris) merupakan *wavelet* yang lebih baik dari semua jenis *wavelet* yang mempunyai spektrum amplitudo yang sama. *Wavelet* berfase minimum memiliki waktu tunda terkecil dari energinya. *Wavelet* berfase maksimum (*maximum phase wavelet*) memiliki energi yang terpusat secara maksimal di bagian akhir dari *wavelet* tersebut. *Wavelet* berfase campuran (*mixed wavelet phase*) merupakan *wavelet* yang energinya tidak terkonsentrasi di depan maupun belakang.

II.6 Peran Seismik Inversi Dalam Karakterisasi Reservoir

Seismik inversi adalah suatu teknik untuk membuat model bawah permukaan dengan menggunakan data seismik sebagai input dan data sumur sebagai kontrol (Sukmono, 2000). Berdasarkan definisi di atas maka teknik ini dapat dianggap sebagai kebalikan teknik pemodelan ke depan di mana dihasilkan penampang seismik sintetik

berdasarkan model bumi. Perbedaan antara kedua teknik pemodelan tersebut ditunjukkan pada Gambar (II.6).



Gambar II.9 Skema pemodelan kedepan dan inversi (Sukmono, 2000)

Secara matematis Impedansi Akustik batuan adalah hasil perkalian antara kecepatan dengan nilai densitas suatu batuan IA dirumuskan sebagai :

$$IA = V \cdot \rho \dots\dots\dots(II.3)$$

Dimana ρ = densitas, dan V = kecepatan gelombang seismik

Pantulan gelombang seismik terjadi disebabkan oleh perubahan IA lapisan. Perbandingan antara energi yang dipantulkan dengan energi datang pada keadaan normal adalah :

$$E(\text{pantul})/E(\text{datang}) = KR \times KR \dots\dots\dots(II.4)$$

$$KR = (IA_2 - IA_1) / (IA_1 + IA_2) \dots\dots\dots(II.5)$$

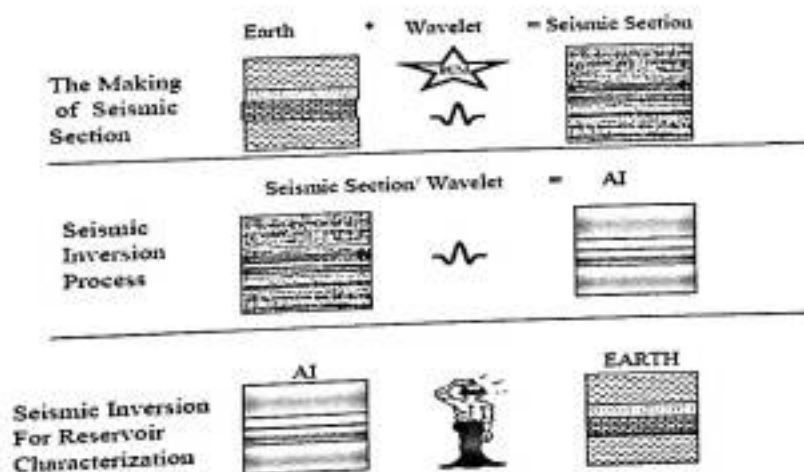
Dimana : $E = \text{Energi}$

$KR = \text{Koefisien refleksi}$

$IA1 = \text{Impedansi Akustik lapisan atas}$

$IA2 = \text{Impedansi Akustik lapisan bawah}$

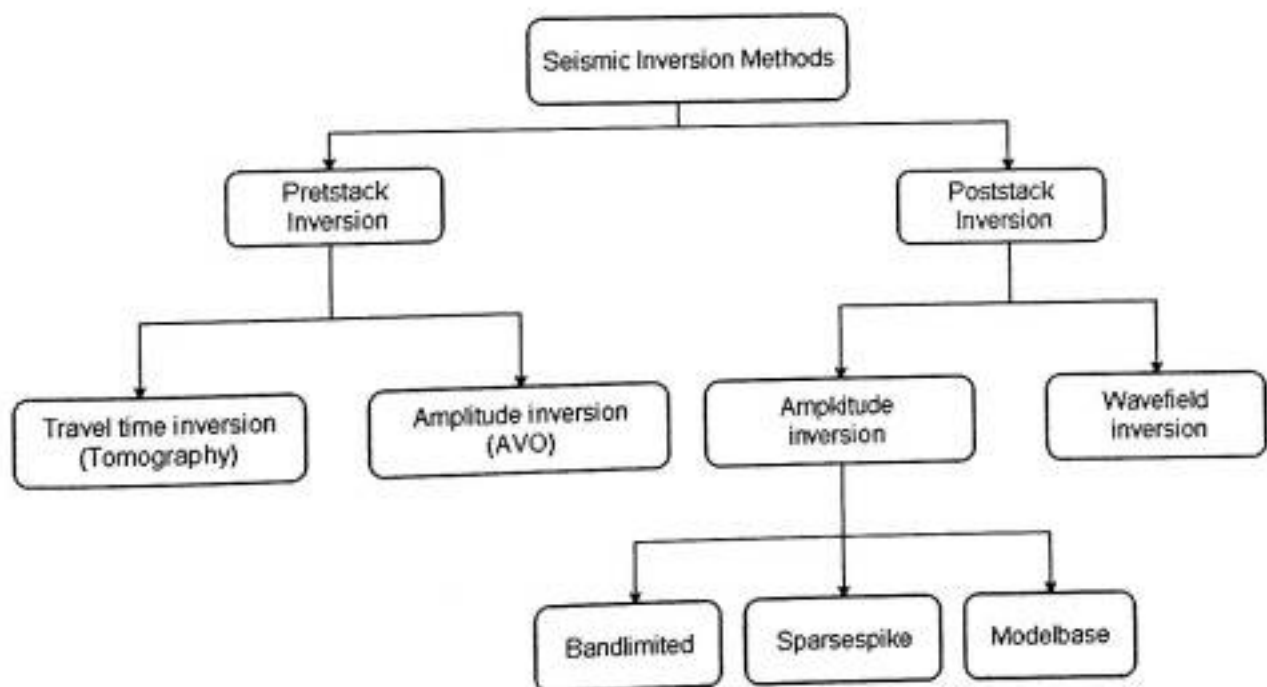
Untuk mendapatkan hasil inversi yang optimum maka dibutuhkan kontrol data sumur dan biasanya disebut IA sumur. IA sumur didapatkan dari perkalian log densitas dan log kecepatan. IA sumur memberikan resolusi vertikal yang sangat baik tapi resolusi lateral yang buruk, sebaliknya IA seismik memberikan resolusi lateral yang baik tapi resolusi vertikal relatif buruk. Oleh karena itu integrasi keduanya akan menghasilkan alat yang sangat efektif dan efisien untuk kharakterisasi reservoir.



Gambar (II.10) Hubungan antara Seismik Inversi, Impedansi Akustik, dan Karakterisasi Reservoir

II.7 Metode Seismik Inversi

Secara garis besar inversi seismik dapat dipisahkan menjadi dua jenis yaitu *inversi pre-stack* dan *inversi post-stack* (Gambar II.11). *Inversi pre-stack* dilakukan pada data seismik yang belum di- *stack* (*CDP gather*). Inversi ini bertujuan untuk menurunkan parameter elastik untuk penentuan karakter batuan. *Inversi seismik post-stack* merupakan teknik untuk mendapatkan kembali nilai koefisien refleksi dari rekaman seismik yang selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai Impedansi Akustik lapisan batuan. *Inversi post-stack* inilah yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar II.11 Macam-macam teknik inversi (Russel, 1988)

Inversi seismik adalah suatu proses untuk menghitung model impedansi bawah permukaan yang sesuai dengan penampang seismik. Pada data seismik itu sendiri

mengalami kehilangan frekuensi rendah dan frekuensi tinggi, maka informasi yang dibutuhkan untuk pembuatan profil impedansi ini tidak bisa hanya didapatkan dari penampang seismik saja. Dua tipe data yang diperlukan untuk input dalam proses inversi adalah data seismik dan data model inisial yang dibuat pada tahap pembuatan model. Model ini menggambarkan model awal dari struktur kecepatan yang akan digunakan untuk membatasi inversi, di mana hasil akhir pada model impedansi dibatasi hanya dapat bergeser sekian persen dari model awalnya. Hasil akhir adalah profil impedansi yang berubah sekecil mungkin dari model inisial namun juga semirip mungkin dalam memodelkan data sebenarnya.

II.8 Metoda Inversi Rekursif (*Bandlimited*)

Inversi Rekursif (*Bandlimited*) adalah algoritma inversi yang mengabaikan efek *wavelet* seismik dan memperlakukan seolah-olah tras seismik merupakan kumpulan koefisien refleksi yang telah difilter oleh *wavelet* fasa nol. Metoda ini paling awal digunakan untuk menginversi data seismik dengan persamaan dasar:

$$r_i = \frac{\rho_{i+1} V_{i+1} - \rho_i V_i}{\rho_{i+1} V_{i+1} + \rho_i V_i} = \frac{Z_{i+1} - Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} \dots\dots\dots(II.6)$$

Dengan r_i = koefisien refleksi, V = kecepatan gelombang

ρ = densitas, Z = Impedansi Akustik).

Dari persamaan (5) tersebut dapat diturunkan :

$$1 + r_i = \frac{Z_{i+1} + Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} + \frac{Z_{i+1} - Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} = \frac{2Z_{i+1}}{Z_{i+1} + Z_i} \dots\dots\dots(\text{II.7})$$

Dan

$$1 - r_i = \frac{Z_{i+1} + Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} - \frac{Z_{i+1} - Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} = \frac{2Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} \dots\dots\dots(\text{II.8})$$

Sehingga akan diperoleh perumusan rekursif yaitu :

$$\frac{Z_{i+1}}{Z_i} = \frac{1+r_i}{1-r_i} \dots\dots\dots(\text{II.9})$$

atau $Z_{i+1} = Z_i \left[\frac{1+r_i}{1-r_i} \right] \dots\dots\dots(\text{II.10})$

Dari Persamaan (II.10) dapat ditentukan setiap lapisannya :

$$Z_2 = Z_1 \left[\frac{1+r_1}{1-r_1} \right], \quad Z_3 = Z_2 \left[\frac{1+r_2}{1-r_2} \right] \dots\dots\dots(\text{II.11})$$

$$\rho_2 V_2 = \rho_1 V_1 * \left[\frac{1 + \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}}{1 - \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}} \right] \dots\dots\dots(\text{II.12})$$

$$\rho_2 V_2 = \rho_1 V_1 * \left[\frac{\frac{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1} + \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}}{\frac{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1} - \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}} \right] \dots\dots\dots(\text{II.13})$$

$$\rho_2 V_2 = \rho_1 V_1 * \frac{2\rho_2 V_2}{2\rho_1 V_1} \dots\dots\dots(II.14)$$

$$\rho_2 V_2 = \rho_2 V_2 \dots\dots\dots(II.15)$$

mulai dari lapisan pertama, impedansi lapisan berikutnya ditentukan secara rekursif dan tergantung nilai impedansi akustik lapisan di atasnya dengan perumusan sebagai berikut :

$$Z_{i+1} = Z_i * \Pi \left[\frac{1+r_i}{1-r_i} \right] \dots\dots\dots(II.16)$$

Dimana Z_{i+1} = Impedansi untuk lapisan berikutnya

Z_i = Impedansi untuk lapisan sebelumnya

Π = Operasi *Rekursif*

Masalah pada Inversi *Rekursif/Bandlimited* :

- Karena persamaan dipakai secara rekursif dari atas sampai ke bawah dari atas, efek dari error menjadi kumulatif.
- Efek paling besar dari error kumulatif ini adalah *trend* atau komponen frekuensi rendah. Pendefinisian *trend* ini sangat buruk sehingga digantikan dengan *trend* dari model *initial guess*. Hal ini adalah strategi yang diadopsi oleh STRATA.

- Sebuah parameter tunggal pada pilihan inversi rekursif mendefinisikan apa arti dari frekuensi rendah.
- Rekursif disebut bandlimited karena Impedansi akhir digambarkan frekuensi band yang sama seperti masukan data seismik.

II.9 Metoda *Inversi Model Based*

Pada metoda Inversi Rekursif yang dibahas sebelumnya, hasilnya sangat dipengaruhi oleh bising, perolehan amplitude yang buruk, dan keterbatasan band seismik. Artinya, semua masalah yang terdapat dalam data itu sendiri akan terikutkan pada hasil akhir inversi.

Prinsip metoda *model based* adalah membuat model geologi dan membandingkannya dengan data riil seismik. Hasil perbandingan tersebut digunakan secara iteratif memperbaharui model untuk menyesuaikan dengan data seismik. Metoda ini dikembangkan untuk mengatasi masalah yang tidak dapat dipecahkan menggunakan metode rekursif. Diantara ketiga jenis metode inversi amplitude, metode inversi berbasis model dengan menggunakan teknik *inversi GLI (Generalized Linear Inversion)* memiliki hasil dengan ralat kecil.

Proses inversi linear umum (*GLI*) merupakan proses untuk menghasilkan model Impedansi Akustik yang paling cocok dengan data hasil pengukuran berdasarkan nilai rata-rata kesalahan terkecil/*least square* (Russel, 1991).



Secara matematis, model dan data pengukuran dapat dirumuskan sebagai vector :

$$M = (m_1, m_2, \dots, m_k)^T = \text{vector model dengan parameter } -k \dots \dots \dots (II.17)$$

$$T = (t_1, t_1 \dots \dots \dots, t_n)^T = \text{vector data observasi } - n \dots \dots \dots (II.18)$$

Hubungan antara model dan data pengukuran dinyatakan dengan persamaan :

$$t_i = F(m_1, m_2, \dots, m_k), i = 1, 2, 3, \dots, n \dots \dots \dots (II.19)$$

Dengan F adalah suatu fungsi hubungan antara model dan data pengukuran. Secara matematis F dituliskan sebagai berikut :

$$F(M) = F(M_0) + \frac{\partial F(M_0)}{\partial M} (\Delta M) \dots \dots \dots (II.20)$$

$F(M)$ = observasi tras seismik

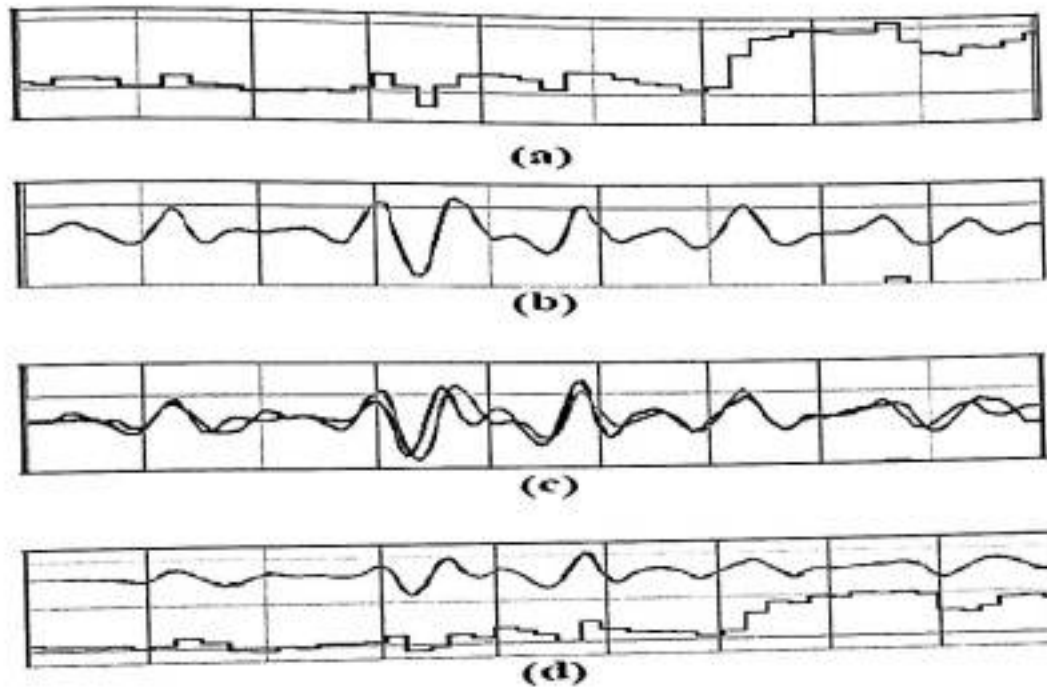
M_0 = model inisial (tebakan awal koefisien refleksi)

M = model sebenarnya (koefisien refleksi sebenarnya/yang dicari)

ΔM = selisih antara model inisial dan model sebenarnya

$F(M_0)$ = Synthetic seismic trace hasil perhitungan dari model inisial

$\frac{\partial F(M_0)}{\partial M}$ = derivatif parsial terhadap model sebenarnya



Gambar (II.12)

a) Blok model IA awal

b) Konversi IA $\rightarrow KR_t * W_t = \text{Tras Model}$

c) Membandingkan antara *Tras Synthetic* dengan *Tras sebenarnya*

d) *Update* model IA hingga diperoleh error terkecil

Kelebihan *Model Based* :

- Selama wavelet diketahui, efek dihilangkan dari seismik. Selama wavelet mempunyai fasa yang sama seperti seismik, maka seismik tidak perlu *zero phase*.
- Wavelet dapat memasukkan error yang signifikan.

- Metode ini mempunyai resolusi yang baik dibandingkan dengan metoda-metoda yang lain
- Hasil bergantung pada initial model guess. Model dapat di filter untuk mengurangi efek.

II.10 Metoda *Inversi Sparse-Spike Norm L1*

Metode inverse *Sparse-spike* linear programming merupakan inversi *rekursif* yang menggunakan asumsi *sparse-spike*. Jika dekonvolusi dengan resolusi tinggi dilakukan untuk jejak seismik maka reflektivitas rata-rata ini kehilangan komponen frekuensi rendahnya. Dengan memasukkan informasi frekuensi rendah berupa model bumi berlapis, kekurangan ini dapat dikurangi (Diadaptasi oleh Russel, 1991 dari Oldenburg, 1963) :

$$KR(t) = \sum_{j=1}^N KR_j \delta(t - \tau_j) \dots \dots \dots (II.21)$$

Dimana $\delta = 0$ bila $t \neq \tau_j$

dan $\delta = 1$ bila $t = \tau_j$

Model bumi berlapis akan identik dengan fungsi impedansi *blocky* yang juga identik dengan fungsi reflektivitas *Sparse-spike*. Pengontrol tersebut kemudian akan membatasi hasil inversi menjadi struktur yang sangat halus dengan koefisien refleksi yang sangat kecil tidak akan diinversikan secara penuh.

Metode *Norm L1* didefinisikan sebagai jumlah absolut dari jejak seismik :

$$X_1 = \sum_{i=1}^n X_i \quad \dots\dots\dots(II.22)$$

dan

$$X_2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \quad \dots\dots\dots(II.23)$$

Dengan : X_1 = norm L1 jejak seismik X_i

X_i = jejak seismik.

Kelebihan inversi *Sparse-Spike* :

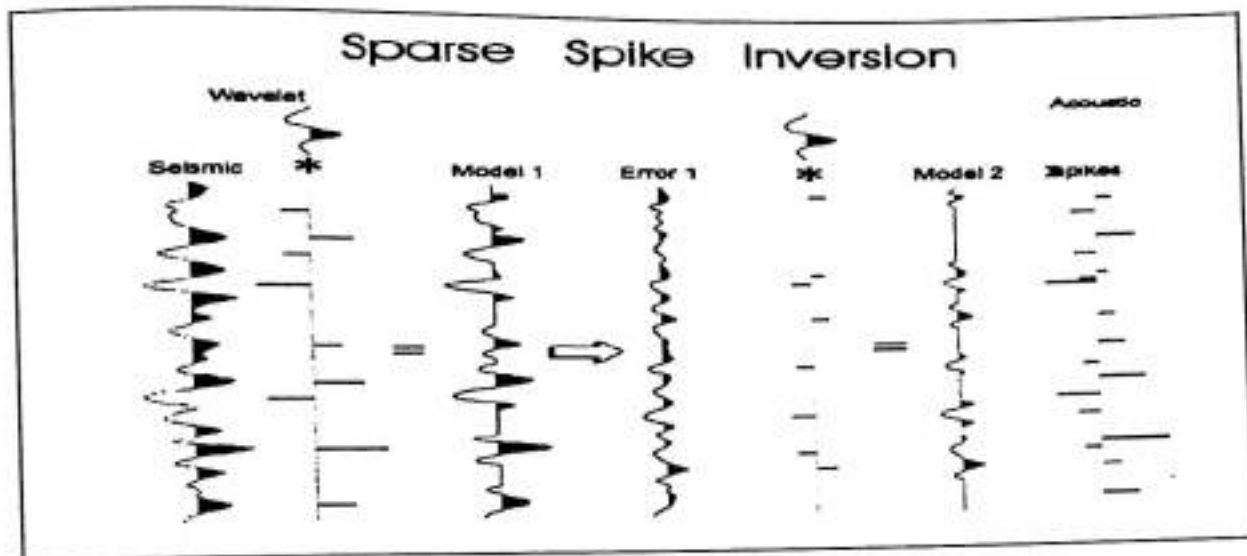
- Informasi komponen low frekuensi dimasukkan dalam solusi
- Wavelet dapat berubah secara otomatis saat iterasi sehingga akan mempengaruhi

Resolusi.

- Estimasi dengan penuh *Bandwidth*.

Kerugian inversi *sparse-spike* :

- Perhitungan *sparse spike* tidak cocok digunakan untuk data yang banyak noisanya.
- Output final akan menghilangkan detail-detail kecil (hanya komponen yang diblock yang diinversi).



Gambar II.13 Ilustrasi *Sparse-spike* menggunakan *norm L1* yang meng-*update* reflektifitas sehingga dicapai kemiripan antara seismik dengan model

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Alat dan Data

III.1.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Hardware

Komputer dengan spesifikasi :

Processor : Intel(R) Pentium(R) 1.70 GHz

Kapasitas Hardisk : 60 Gigabyte

Memori : 1270 RAM

Sistem Operasi ; Microsoft Windows XP Professional (5.1, Build 2600)

2. Software

Hampson Russel versi CE8/R2.1

III.1.2 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa data seismik 2D *Pre Stack Time Migration* (PSTM) dengan persilangan 2 lintasan yaitu lintasan 4 dan lintasan 17 (**Lampiran 1**). *Common Depth Point* (CDP) lintasan 4 adalah 2062 – 3539 dan lintasan 17 CDP nya adalah 2062 - 4339. Selain itu juga digunakan 1 data sumur yang terletak pada lintasan 17 (**Lampiran 2**).

III.2 Pengolahan Data

III.2.1 Pengolahan Data Sumur

Pada pengolahan data sumur langkah – langkah yang dilakukan diantaranya :

1. *Loading data*

Mengumpulkan serta memeriksa kelengkapan serta *positioning* di mulai dari elevasi, penempatan posisi sumur pada seismik, serta penentuan satuannya. Penentuan satuan parameter sangat penting agar pada proses selanjutnya perbedaan satuan tidak menjadi masalah.

2. *Input log*

Log yang digunakan adalah data log yang berasal dari sumur antara lain : log Sonik (Vp), log Densitas (RHOB), log *Gamma Ray* (GR), log *checkshot*, Log Neutron Porositas (**Lampiran 2**).

3. *Penentuan marker*

Marker yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan marker yang telah di interpretasi oleh studi sebelumnya.

4. *Analisa crossplot*

Analisa crossplot (**Lampiran 3**) dilakukan untuk menguji sensitifitas dari parameter – parameter yang ada dalam membedakan litologi dan identifikasi keberadaan kandungan fluida yang terdapat pada sumur. *Cross plot*

memanfaatkan beberapa data dari log sumur seperti log sonic (V_p), log densitas (RHOB), log *gamma ray* (GR), dan log porositas neutron.

III.2.2 Pengolahan Data Seismik

Pada pengolahan data seismik langkah – langkah yang dilakukan diantaranya :

1. *Loading data seismik*

Data seismik yang digunakan adalah data seismic 2D *Pre Stack Time Migration* (PSTM) dengan 2 lintasan yang saling bersilangan yaitu lintasan 17 dan lintasan 4 (**Lampiran 1**).

2. Input Horizon

Untuk melakukan inversi juga diperlukan horizon sebagai batas penentuan daerah target yang akan di evalusasi. Horizon tersebut merupakan hasil interpretasi studi sebelumnya yaitu horizon Top Bulu dan Top Tawun (**Lampiran 1**).

III.2.3 Ekstraksi *Wavelet*

Ekstraksi *wavelet* merupakan proses yang dilakukan untuk mengestimasi bentuk gelombang dari sumber getar yang telah terkonvolusi kedalam jejak seismik. *Wavelet* ini akan dikonvolusikan dengan reflektifitas dari data sumur sehingga menghasilkan sintetik yang akan digunakan untuk proses korelasi dengan data seismik. Ekstraksi *wavelet* dilakukan dengan menggunakan informasi dari data sumur yang ada untuk mengekstraksi komponen amplitudo dan fasa.

III.2.4 Sintetik Seismogram

Sintetik Seismogram diperoleh dari konvolusi deret koefisien refleksi dengan *wavelet*. Deret koefisien refleksi ini menggunakan data Impedansi Akustik yang diperoleh dari log sumur (log densitas dan log sonik/kecepatan).

III.2.5 Pengikatan Data Sumur dan Data Seismik (*Well Seismic Tie*)

Pengikatan sumur dan data seismik dilakukan antara lain dengan cara *stretching* data seismik berupa *composite trace* dengan sintetik seismogram yang dibuat dari data log sumur yaitu log sonik dan densitas. Sebelum *seismic well tie* dilakukan, data log *P-wave* dikoreksi dengan data *checkshot* terlebih dahulu untuk menyamakan domain sumur (kedalaman) dan dengan domain seismik (waktu). Kesesuaian sumur dengan *well -seismic – tie* ditunjukkan secara kuantitatif dengan nilai korelasi.

III.2.6 Pembuatan Model Awal

Setelah melakukan pengikatan data sumur dengan data seismik (*well seismic tie*), terlebih dahulu dilakukan pembuatan *earth model* atau model awal bumi sebelum melakukan analisa dan proses inversi. Dalam melakukan analisa inversi diperlukan adanya model awal sebagai acuan atau dasar untuk melakukan analisa dan proses inversi. Kegunaan *earth model* pada setiap analisa dan proses inversi berbeda – beda. Pada analisa dan inversi *model based* kegunaan model awal adalah suatu gambaran awal model bumi untuk mendekati keadaan geologi yang sebenarnya. Untuk analisa dan inversi *bandlimited* atau rekursif kegunaan dari *earth model* adalah menganggap

bahwa model bumi merupakan deret – deret dari trace seismik untuk mendekati keadaan geologi yang sebenarnya. Sedangkan untuk analisa dan inversi *sparse-spike* menganggap bahwa model bumi adalah suatu tahapan untuk mendekati keadaan yang sebenarnya dengan memodelkan *spike – spike* yang besar.

III.2.7 Melakukan Inversi *Model Based*

Proses inversi berbasis model dilakukan dengan menggunakan pilihan parameter-parameter sebagai berikut :

- ***Hard Constraint***

Parameter ini menetapkan deviasi maksimum yang diperbolehkan di dalam impedansi, persen dari rata-rata impedansi dari data sumur.

- ***Soft Constraint***

Parameter ini merupakan suatu penyeimbang antara data seismik dan model awal. Parameter ini mempunyai nilai range dari 0 sampai 1. Jika nilai yang dipakai adalah nol artinya model awal diabaikan sehingga hasil akhir yang diperoleh benar-benar murni dari data seismik, sedangkan nilai satu menyatakan bahwa data seismik tidak digunakan tetapi hasil akhirnya berdasarkan model awal yang telah dibuat sebelumnya.

- ***Prewhitening***

Parameter digunakan untuk menjaga wavelet agar tetap stabil.

- ***Iterasi***

Parameter ini digunakan agar hasil inversi yang dihasilkan dapat mendekati keadaan geologi yang sebenarnya.

III.2.8 Melakukan Inversi *Sparse Spike Norm L1*

Proses inversi *sparse-spike* metode *Norm L1* dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter sebagai berikut :

- ***Sparsenes***

Merupakan parameter kontrol pada metode *Sparse-spike Norm L1* dengan pembatas (constraint) nilai Koefisien Refleksi (KR) yang diperkecil.

- ***Maximum Constrain Frequency*** :

Merupakan parameter yang mengatur atau menetapkan filter (penyaring) yang diaplikasikan pada tebakan model awal (*Initial Guess*) untuk menyediakan frekuensi rendah pada hasil inversi.

- ***Impedance Output Option***

• ***Full Spektrum (standar)***

Parameter ini merupakan keluaran Impedansi spektrum yang penuh dengan komponen-komponen frekuensi rendah yang diperoleh dari model yang awal.

• ***High Frequency Residual Only***

Parameter ini merupakan keluaran Impedansi spectrum tanpa menambahkan komponen-komponen frekuensi rendah dari model awal.

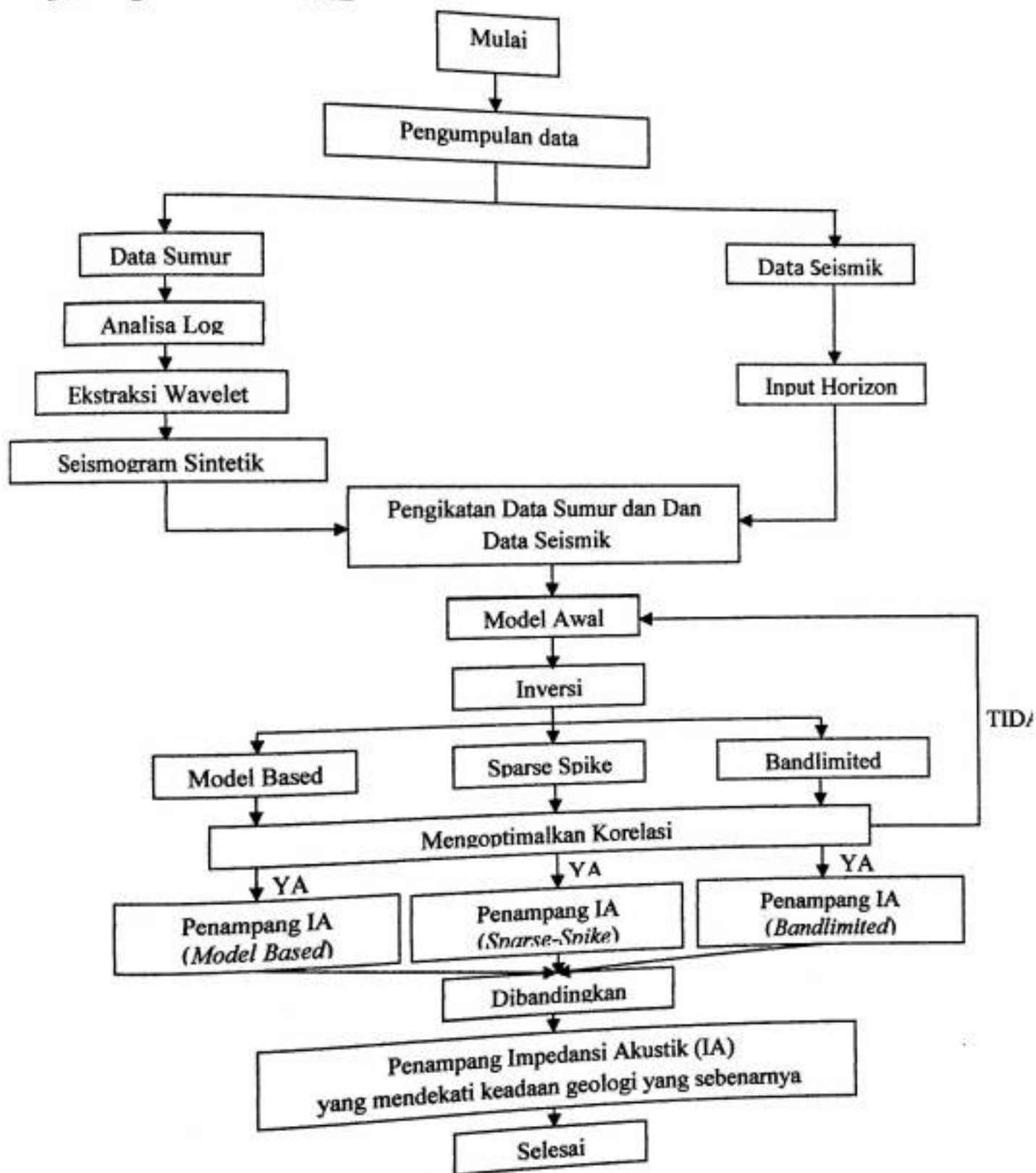
III.2.9 Melakukan Inversi Rekursif (*Bandlimited*)

Proses Inversi Rekursif (*Bandlimited*) dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter sebagai berikut :

- *Constraint High-Cut Frequency*

Parameter pada Inversi Rekursif (*Bandlimited*) mengasumsikan komponen frekuensi rendah dari Impedansi Akustik menjadi sama sekali hilang dari data seismik.

III.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar III.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah berupa penampang Impedansi Akustik (IA) yang dibandingkan dengan menggunakan tiga metode inversi yaitu *Rekursif/Bandlimited*, *Model Based*, dan *Sparse-Spike Norm L1*.

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Data Sumur

Data sumur (**Lampiran 2**) yang digunakan berasal dari Pertamina Randugunting yang telah disurvei sebelumnya. Data sumur ini yang dikorelasikan dengan hasil inversi dari data seismik. Data sumur yang digunakan telah ditentukan kedalaman, ketebalan (*Thickness*), porositas, saturasi air (SW), *volume of clay (Vcl)*, dan jenis litologi yang mengandung reservoir dan tidak mengandung reservoir (**Lampiran 2**). Sehingga kita dapat dengan mudah mendeskripsikan jenis batuan hasil inversi seismik yang menghasilkan penampang Impedansi Akustik (IA) dengan acuan informasi data sumur (*petrophysics*) (**Lampiran 2**) yang ada. Data sumur lain yang digunakan adalah log Sonik (V_p), log Densitas (RHOB), log *Gamma Ray* (GR), log *checkshot*, Log Neutron Porositas (**Lampiran 2**). Dari data log sumur ini

dilakukan analisa *crossplot* (**Lampiran 3**) untuk menguji sensitifitas dari parameter-parameter yang ada dalam membedakan litologi.

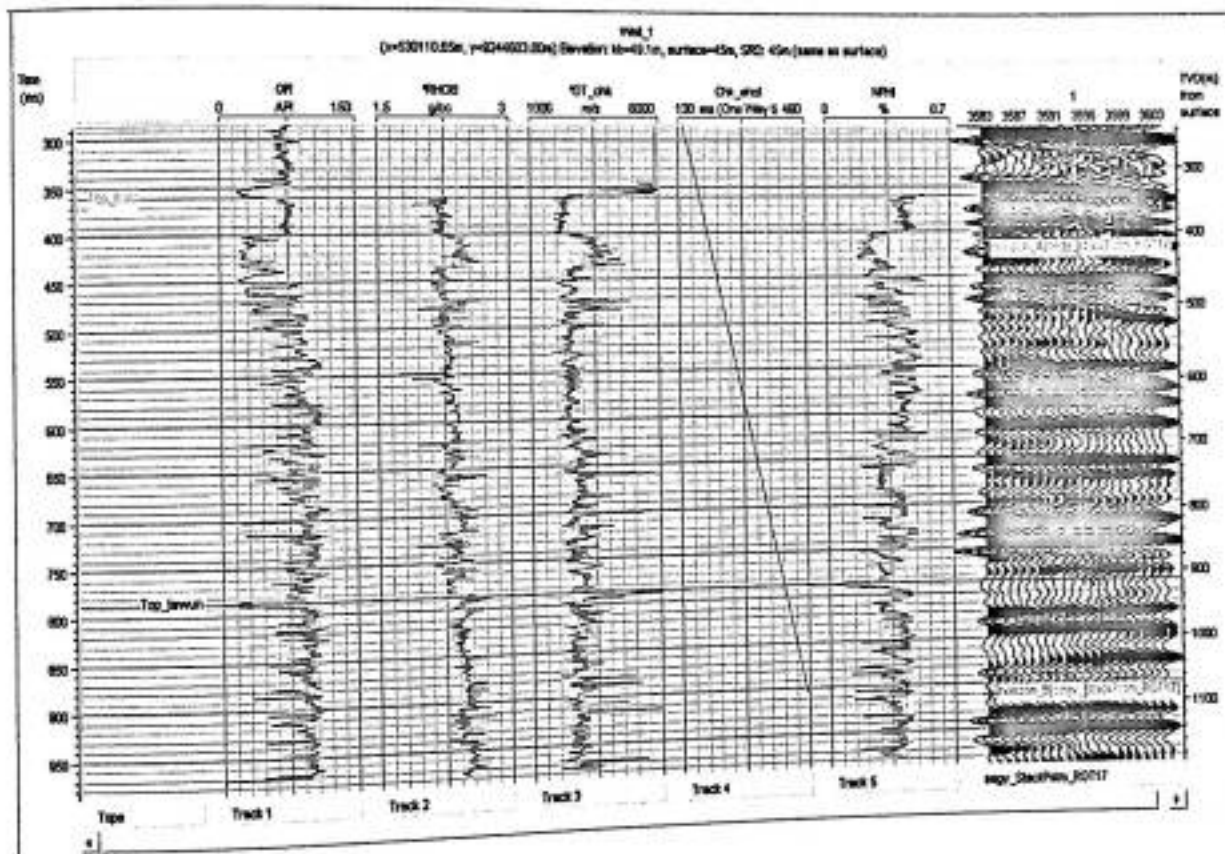
IV.2.2 Input Horizon

Input Horizon (**Lampiran 1**) dilakukan untuk mengetahui penanda daerah target yang pada time window. Horizon ini telah di-*picking* oleh pihak perusahaan. Terdapat dua Horizon yang diinput pada data seismik lintasan 4 dan lintasan 17 yaitu Top Bulu dan Top Tawun (**Lampiran 1**). Horizon yang pertama (Top Bulu) terletak pada kedalaman 485 m atau pada time 414.16 ms. Sedangkan pada Horizon yang kedua (Top Tawun) pada kedalaman 1129 m atau pada time 909.86 ms.

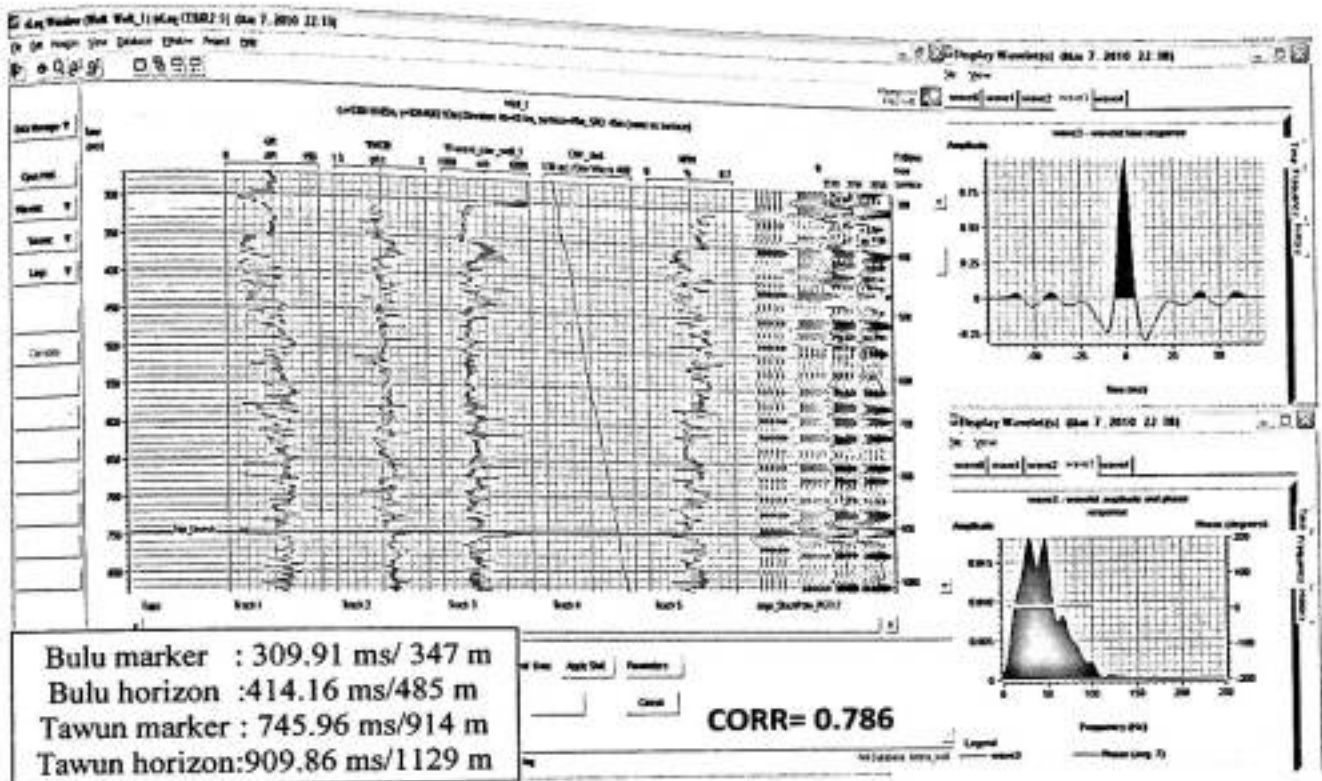
IV.2.3 Pengikatan Data Sumur dengan Data Seismik (*Well Seismic Tie*)

Sebelum melakukan Inversi untuk menghasilkan penampang Impedansi Akustik terlebih dahulu perlu dilakukan *Well Seismic Tie* (**Gambar IV.2**). *Well Seismic Tie* dilakukan dengan mengekstraksi *wavelet* (**Gambar IV.2**) data seismik untuk mengestimasi bentuk *wavelet* gelombang sumber getar yang terkonvolusi ke dalam trace seismik. *Wavelet* yang dihasilkan dari ekstraksi akan dikonvolusikan dengan koefisien refleksi yang diperoleh dari data sumur sehingga menghasilkan *Seismogram Sintetik* (**Gambar IV.1**). *Wavelet* yang digunakan adalah *wavelet* yang memiliki nilai korelasi terbaik antara data seismik dengan *Sintetik* hasil *konvolusi* relektifitas sumur dan *wavelet*. *Ekstraksi wavelet* dilakukan terhadap satu sumur yaitu sumur "X", diperoleh *wavelet* dengan informasi dari data sumur yang ada. *Well Seismic Tie* yang

dilakukan pada sumur "X" memperoleh nilai korelasi **0,786**. Setelah melakukan pengikatan data sumur dan data seismik (*well seismic tie*) terlebih dahulu dilakukan pembuatan *earth model* atau model awal bumi (**Lampiran 4**) yang diperlukan sebagai acuan atau dasar untuk melakukan analisa dan proses inversi di mana kegunaan model awal bumi berbeda – beda pada setiap analisa dan proses inversi.



Gambar IV.1 Synthetic Seismogram

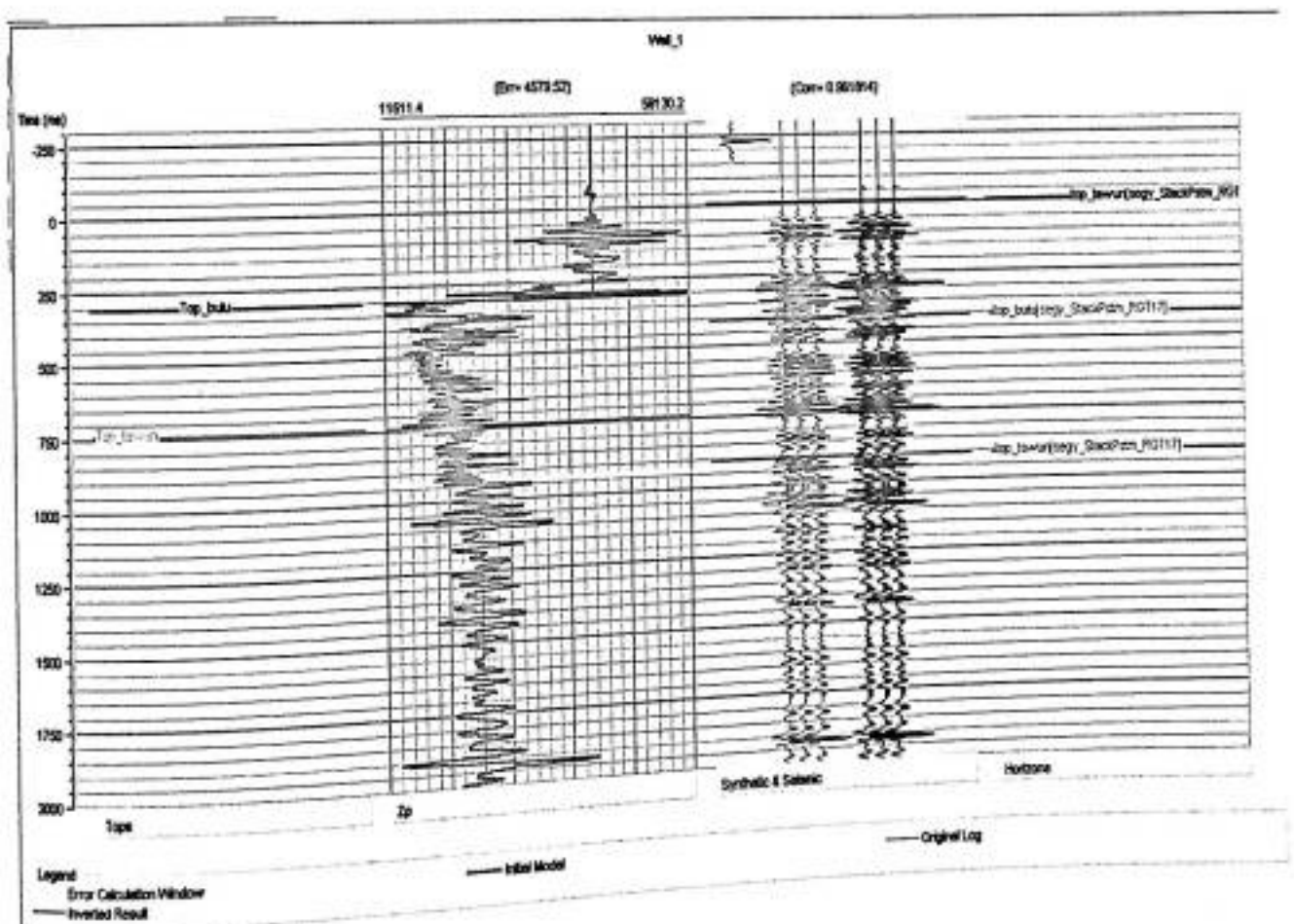


Gambar IV.2 Well Seismik Tie

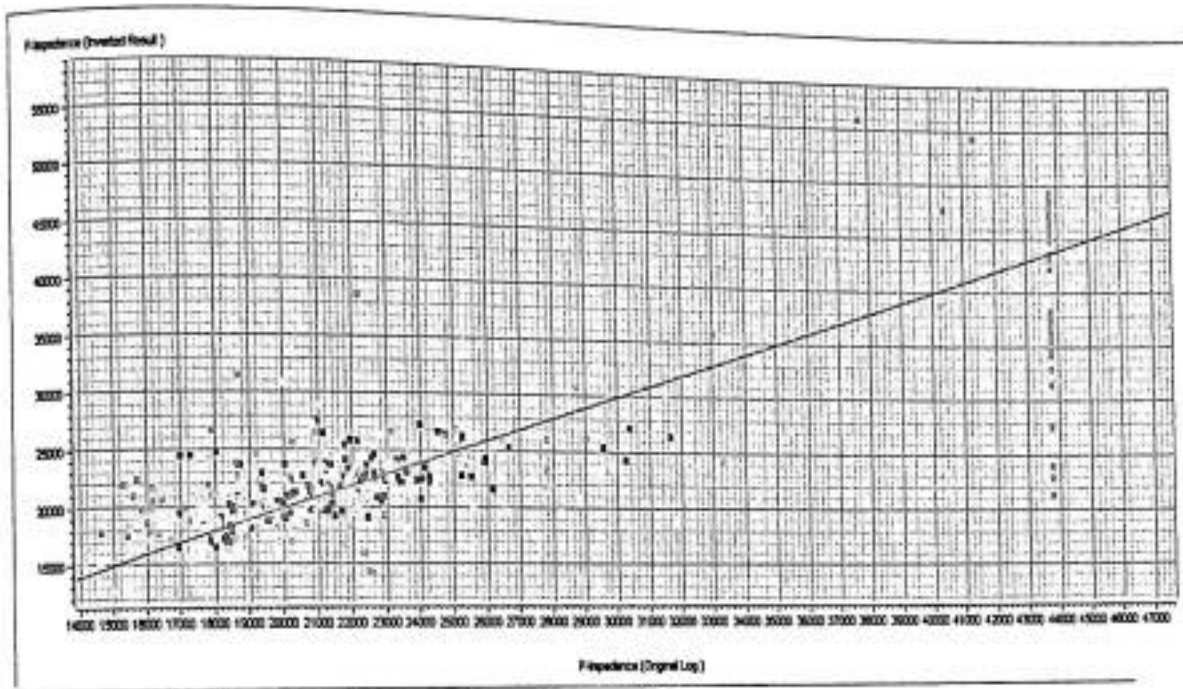
IV.2.4 Analisa dan Hasil Inversi Bandlimited (rekursif)

Penampang Impedansi Akustik yang dihasilkan dari metode *Inversi Rekursif (Bandlimited)* dengan menggunakan parameter tunggal *Counstrain High-Cut Frekuensi = 15 Hz* belum dapat menggambarkan keadaan geologi yang detail antara data sumur (petrophysics) dengan data seismik. Dapat dilihat dari *Inversion Analysis Cross Plot* antara Impedansi Akustik yang dihasilkan dengan Impedansi Sumur yang menunjukkan hubungan linear tidak terlalu rapat (gambar IV.4). Pada Inversi *Bandlimited (rekursif)* menganggap bahwa antara real seismik dan *syntetik* tidak memiliki *error*, dapat dilihat pada (gambar IV.4) sedangkan untuk antara data sumur dengan hasil inversi menunjukkan *error* dengan nilai 4579,52 dari batasan 11611,4

sampai 59130,2. Namun optimal korelasi yang dihasilkan antara *syntetik* dan seismik cukup baik yaitu 0,961814. Resolusi yang dihasilkan kurang baik karena Impedansi akhir yang digambarkan seperti masukan data seismik dan hanya memiliki parameter tunggal. Hasil inversi data seismik menunjukkan bahwa nilai atau harga Impedansi Akustik yang bervariasi untuk litologi yang berbeda. Harga Impedansi Akustik yang relatif tinggi ditunjukkan dengan indeks warna ungu dengan nilai 28000 (gr/cc*ft/s) sedangkan impedasni akustik yang rendah ditunjukkan dengan indeks warna hijau dengan nilai 15306 (gr/cc*ft/s).



Gambar IV.3 Analisis Inversi (Rekursif/Bandlimited)

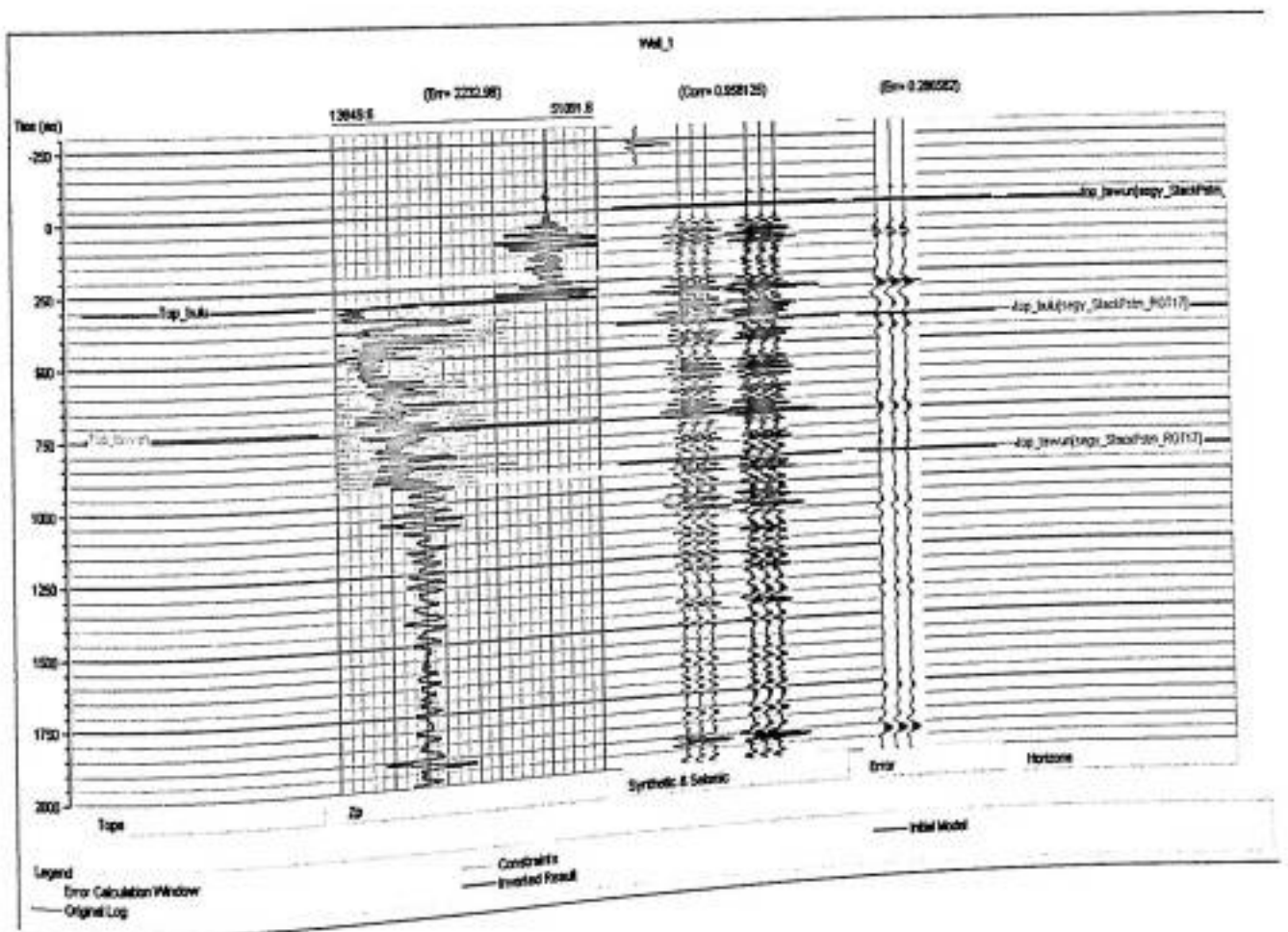


**Gambar IV.4 Crossplot antara Impedansi Hasil Inversi dengan Impedansi Sumur
(Rekursif/Bandlimited)**

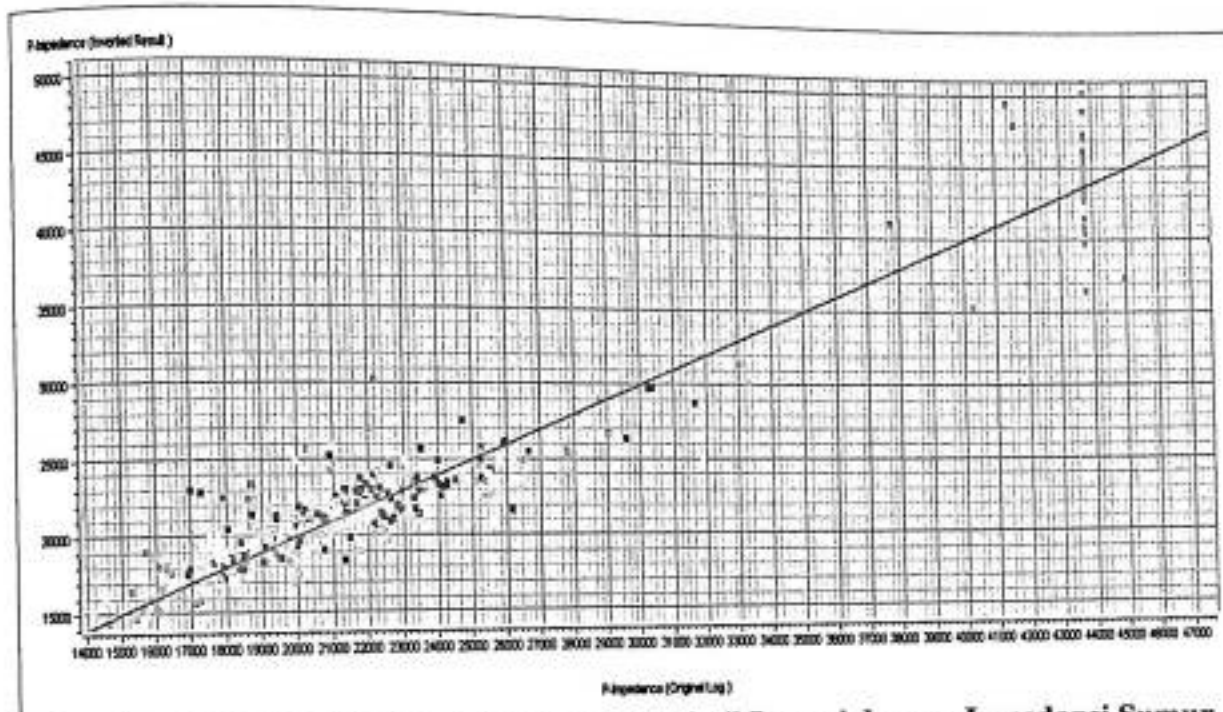
IV. 2. 5 Analisa dan Hasil *Inversi Model Based*

Parameter yang digunakan pada inversi model based adalah Hard Constraint = 25%, Average Block Size = 2 ms, Prewhitening = 1%, Iterasi = 10, dan Processing sample rate = 2.0 ms. Error antara sintetik dengan data seismik adalah 0.286582 dengan korelasi 0.958125 dan RMS Error antara hasil inversi dengan data sumur adalah 2232.98. Penampang Impedansi Akustik yang dihasilkan sudah menggambarkan keadaan geologi yang mendekati keadaan yang sebenarnya dengan resolusi yang cukup baik karena memiliki lebih dari satu parameter (lampiran 4). Dapat dilihat dari *Inversion Analysis Cross Plot* antara Impedansi Akustik yang dihasilkan dengan Impedansi Sumur yang menunjukkan hubungan linear yang lebih rapat (gambar

IV.6) Sama dengan *Inversi Bandlimited* Inversi Model Based memiliki harga impedansi akustik yang relatif tinggi ditunjukkan dengan indeks warna ungu dengan nilai 28000 (gr/cc*ft/s) sedangkan impedasni akustik yang rendah ditunjukkan dengan indeks warna hijau dengan nilai 15306 (gr/cc*ft/s). Pada metode *Inversi Model Based* memiliki hasil dengan ralat yang lebih kecil karena menggunakan teknik inversi GLI (*Generalized Linear Inversion*) yaitu menghasilkan model Impedansi akustik yang paling cocok dengan data hasil pengukuran berdasarkan rata-rata kesalahan terkecil.



Gambar IV.5 Analisis Inversi (Model Based)

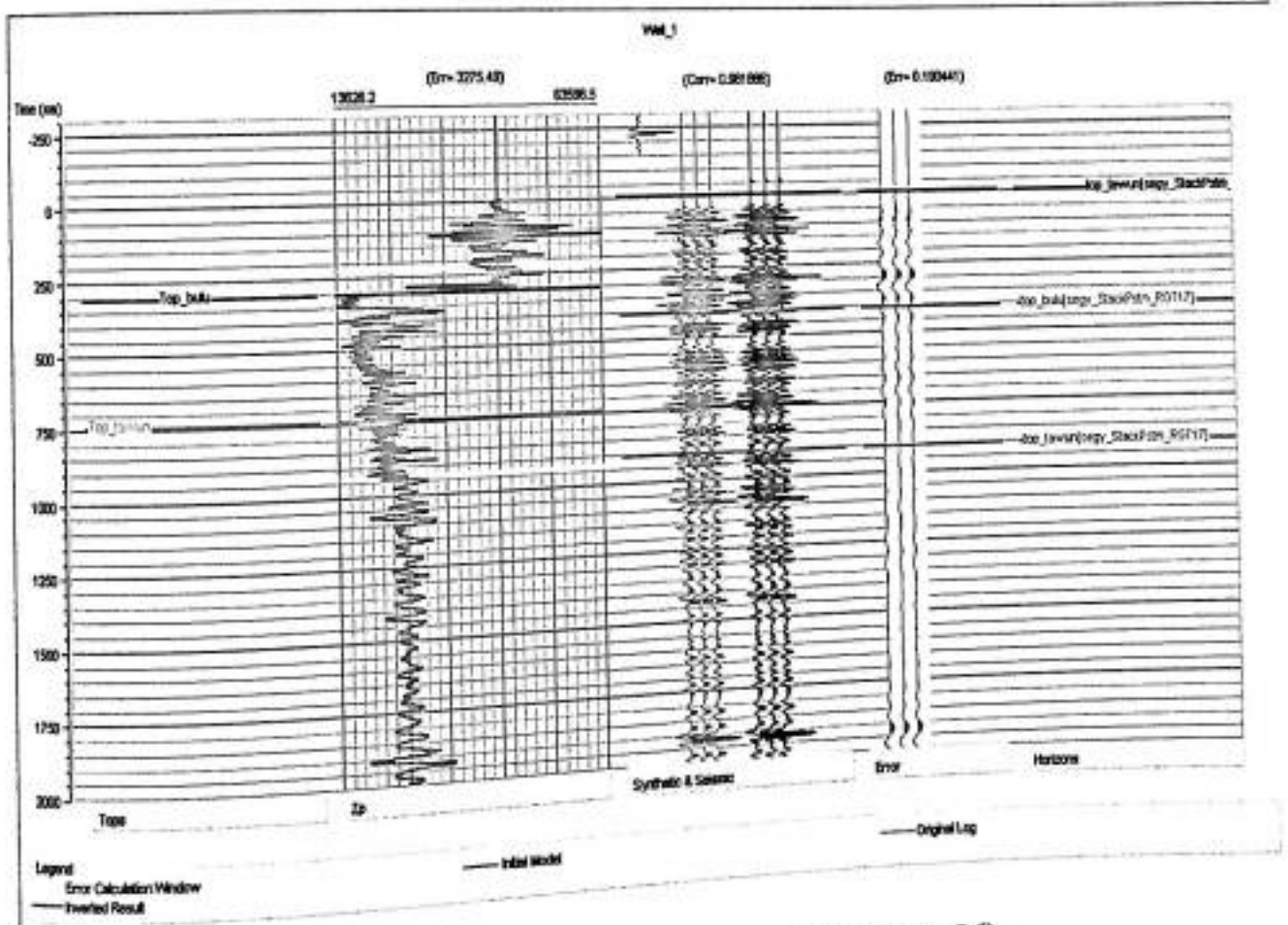


Gambar IV.6 Crossplot antara Impedansi Hasil Inversi dengan Impedansi Sumur (Model Based)

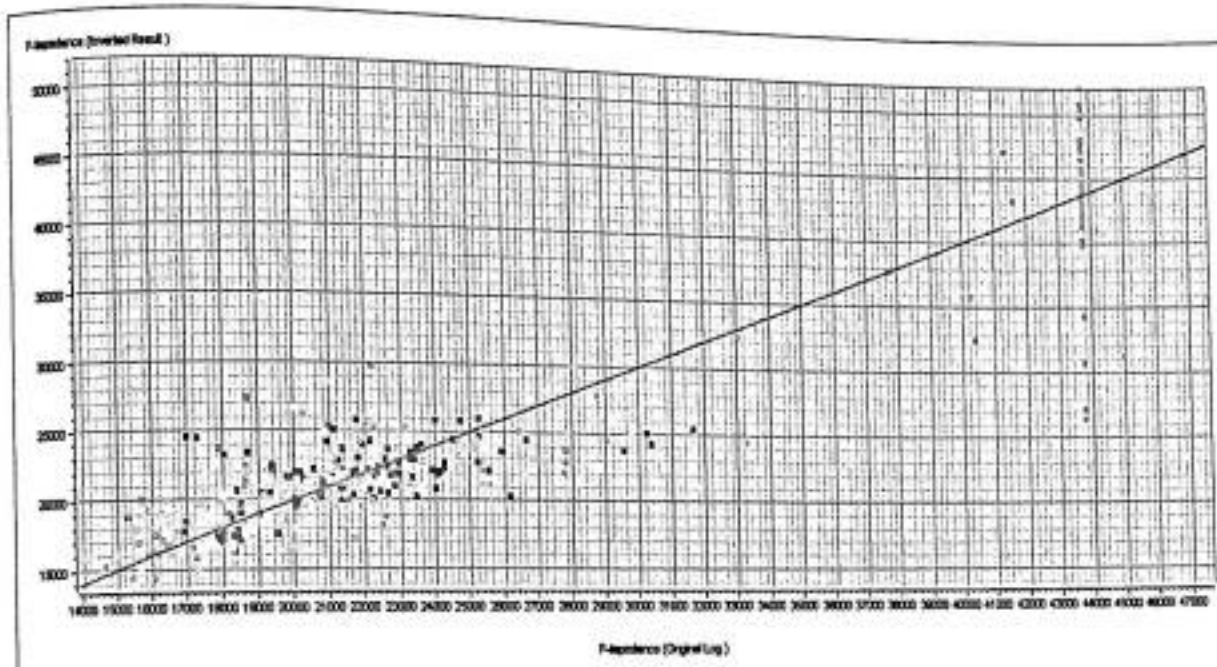
IV. 2. 6. Analisa dan Hasil Inversi *Sparse – Spike Norm L1*

Hasil Impedansi Akustik (IA) yang dihasilkan dari metode *Inversi Sparse-Spike Norm L1* dengan menggunakan parameter sparseness = 15% dan Maximum Constraint Frequency = 10 Hz, sudah memiliki resolusi yang cukup baik namun belum dapat menggambarkan keadaan geologi yang mendekati keadaan yang sebenarnya karena *Inversion Analysis Cross Plot* antara Impedansi Akustik (IA) yang dihasilkan dengan Impedansi Sumur yang menunjukkan hubungan linear tidak terlalu rapat (**gambar IV.8**). Pada metode *Inversi Sparse-Spike* keluaran akhirnya akan menghilangkan detail-detail kecilnya hanya yang memiliki spike yang besar atau

hanya komponen yang diblock yang akan diinversi. Metode Sparse-Spike juga tidak cocok digunakan pada data seismik yang memiliki *noise* yang besar. Sama dengan kedua metode sebelumnya metode *Inversi Sparse-Spike* memiliki harga Impedansi Akustik yang relatif tinggi ditunjukkan dengan indeks warna ungu dengan nilai 28000 (gr/cc*ft/s) sedangkan Impedansi Akustik yang rendah ditunjukkan dengan indeks warna hijau dengan nilai 15306 (gr/cc*ft/s).



Gambar IV.7 Analisis Inversi (Sparse-spike Norm L1)



Gambar IV.8 Crossplot antara Impedansi Hasil Inversi dengan Impedansi Sumur
(Sparse-Spike Norm L1)

IV. 2. 7 Penampang Impedansi Akustik

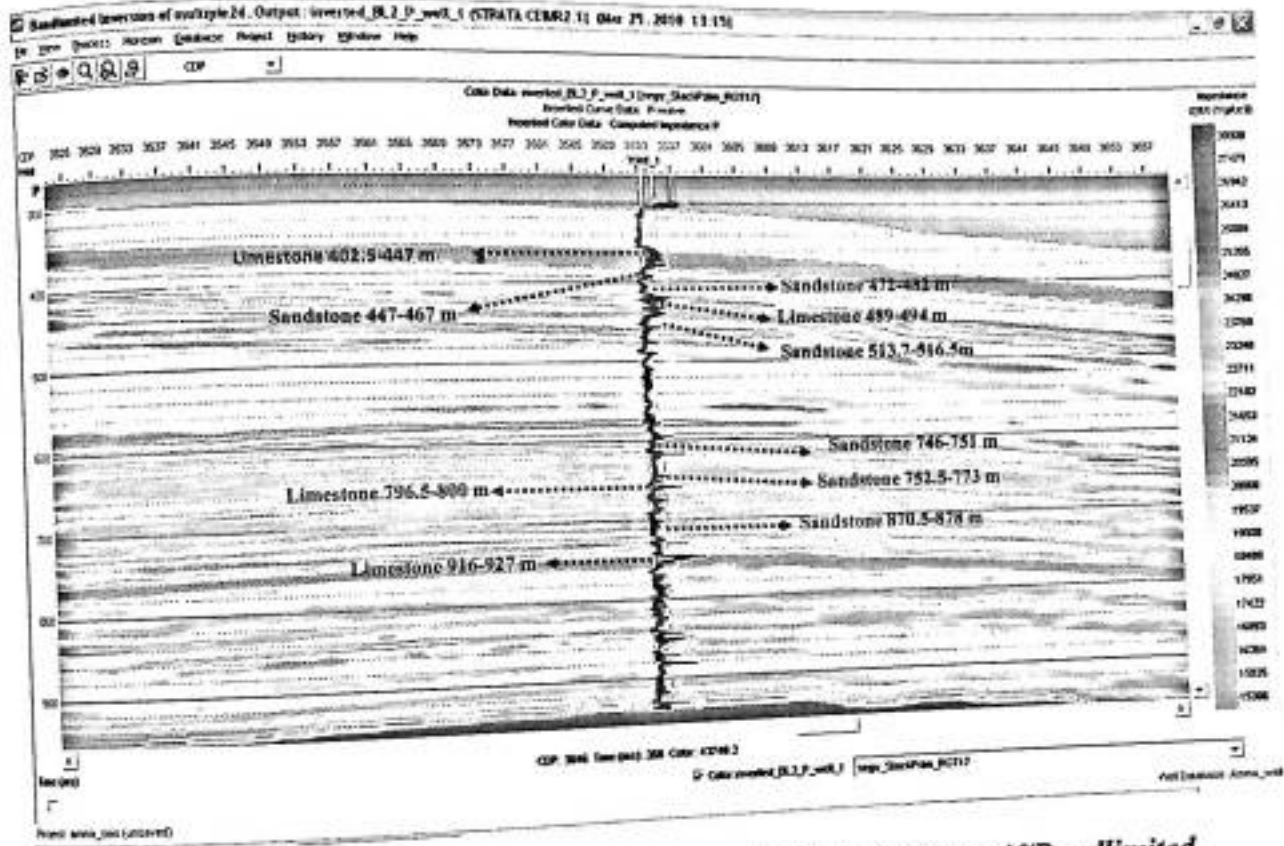
Penampang Impedansi Akustik (IA) (Lampiran 5) yang dihasilkan dari metode seismik inversi adalah korelasi antara data seismik dengan data sumur (*petrophysics*). Inversi melakukan pemodelan terbalik dari penampang seismik untuk mendapatkan sifat-sifat batuan sehingga dapat menentukan jenis batuan yang mengandung reservoir. Setelah melakukan inversi dengan mengacu pada data sumur (*petrophysics*) yang didapatkan dari survei sebelumnya maka didapatkan daerah-daerah target yang diinginkan. Dapat dilihat dari Penampang Impedansi (Lampiran 5) yang dihasilkan dengan menggunakan ketiga metode *Inversi Rekursif (Bandlimited)*, *Model Based*, dan *Sparse-Spike Norm L1*. Pada kedalaman 402.5 –

447 m pada data sumur atau sekitar 357 - 382 m/s untuk ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan indeks warna yang sama antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks warna yang dihasilkan berkisar 26942-28000 ($\text{gr/cc}\cdot\text{ft/s}$) = $80,826 \times 10^5 - 84 \times 10^5$ ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}$) yang diperkirakan adalah jenis batuan **Limestone** (batuan yang tidak mengandung reservoir). Pada kedalaman 447 - 467 m pada data sumur atau sekitar 382 - 400 m/s pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan dilihat dari indeks warna yang sama antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks yang dihasilkan berkisar 18480-19008 ($\text{gr/cc}\cdot\text{ft/s}$) = $55,44 \times 10^5 - 57,024 \times 10^5$ ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}$) yang diperkirakan adalah jenis batuan **Sandstone** (batuan yang mengandung reservoir). Pada kedalaman 472 - 482 m pada data sumur atau sekitar 405 - 411 m/s pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dilihat dari indeks warna yang antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks yang dihasilkan berkisar 16893-17951 ($\text{gr/cc}\cdot\text{ft/s}$) = $50.679 \times 10^5 - 53.853 \times 10^5$ ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}$) yang diperkirakan adalah jenis batuan **Sandstone** (batuan yang mengandung reservoir). Pada kedalaman 489 - 494 m pada data sumur atau sekitar 420 - 429 m/s pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan dilihat dari indeks warna yang sama antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik yang sama dilihat dari indeks yang dihasilkan berkisar 23240-25884 ($\text{gr/cc}\cdot\text{ft/s}$) = $69.72 \times 10^5 - 77.652 \times 10^5$ ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}$) yang diperkirakan adalah jenis batuan **Limestone** (batuan yang tidak mengandung reservoir). Pada kedalaman 513.7 - 516.5 m pada data sumur atau sekitar 452 - 454 m/s pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan dilihat dari indeks warna yang sama

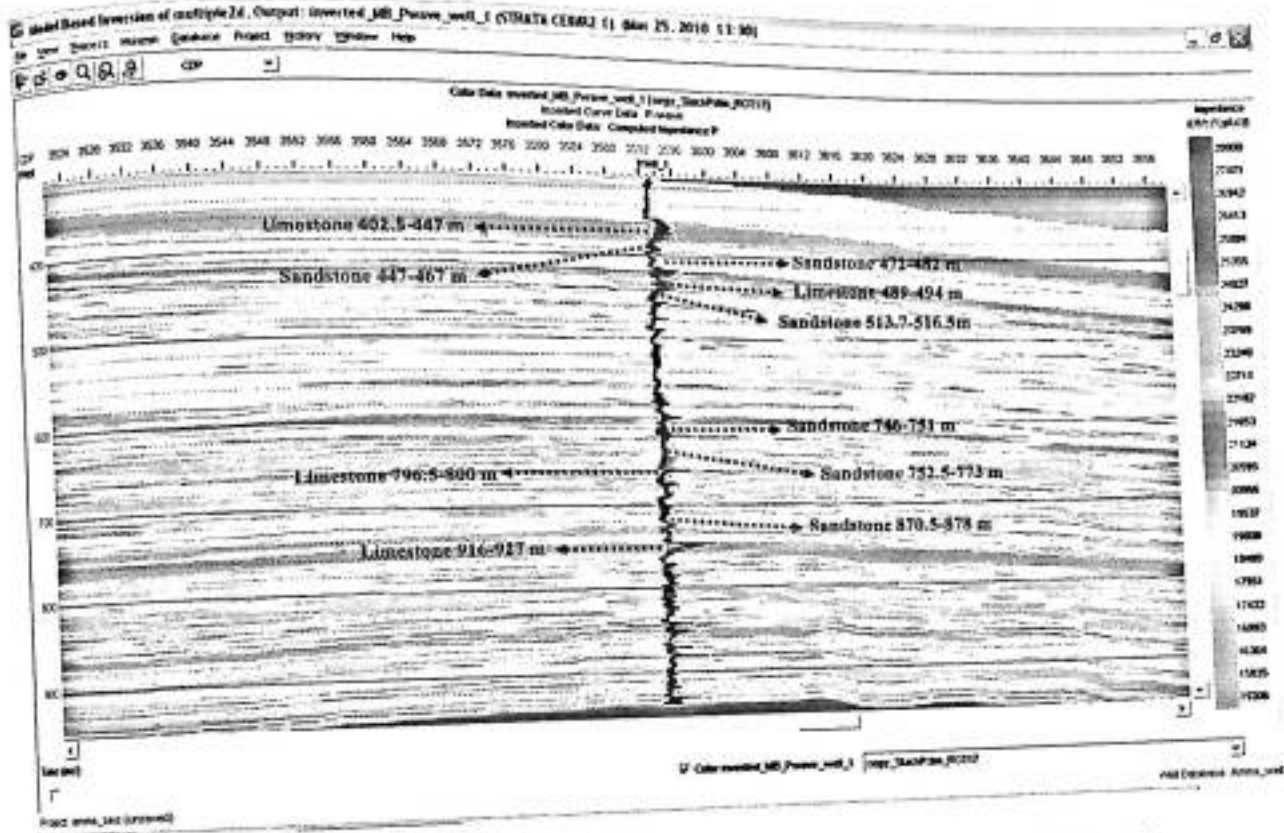
antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks yang dihasilkan berkisar $16893-17951 \text{ (gr/cc}\cdot\text{ft/s)} = 50.679 \times 10^5 - 53.853 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3\cdot\text{m/s)}$ yang diperkirakan adalah jenis batuan **Sandstone** (batuan yang mengandung reservoir). Pada kedalaman **746 - 751 m** pada data sumur atau sekitar **625 - 630 m/s** pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan dilihat dari indeks warna yang sama antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks yang dihasilkan berkisar $19537-21124 \text{ (gr/cc}\cdot\text{ft/s)} = 58.661 \times 10^5 - 63.372 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3\cdot\text{m/s)}$ yang diperkirakan adalah jenis batuan **Sandstone** (batuan yang mengandung reservoir). Pada kedalaman **752.5 - 773 m** pada data sumur atau sekitar **631 - 648 m/s** pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan dilihat dari indeks warna yang sama antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks yang dihasilkan berkisar $20066-21124 \text{ (gr/cc}\cdot\text{ft/s)} = 60.198 \times 10^5 - 63.372 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3\cdot\text{m/s)}$ yang diperkirakan adalah jenis batuan **Sandstone** (batuan yang mengandung reservoir). Pada kedalaman **796.5 - 800 m** pada data sumur atau sekitar **660 - 663 m/s** pada ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) menghasilkan indeks warna yang berbeda antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik untuk penampang Impedansi Akustik yang menggunakan metode inversi *Rekursif/Bandlimited* dilihat dari indeks warna dihasilkan berkisar $23769-24298 \text{ (gr/cc}\cdot\text{ft/s)} = 71.388 \times 10^5 - 72.894 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3\cdot\text{m/s)}$, untuk penampang Impedansi Akustik yang menggunakan metode inversi *Model Based* dilihat dari indeks warna dihasilkan berkisar $24298-26942 \text{ (gr/cc}\cdot\text{ft/s)} = 72.894 \times 10^5 - 80.826 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3\cdot\text{m/s)}$, untuk penampang Impedansi Akustik yang menggunakan metode *Sparse-Spike Norm*

Li dilihat dari indeks warna dihasilkan berkisar $24298-26413 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 72.894 \times 10^5 - 79.239 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$ yang diperkirakan adalah jenis batuan **Limestone** (Batuan yang tidak mengandung reservoir). Pada kedalaman **870.5 - 878 m** pada data sumur atau sekitar **716 - 724 m/s** pada ketiga penampang Impedansi Akustik menghasilkan dari indeks warna yang berbeda antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik untuk metode inversi *Rekursif/Bandlimited* pada IA sumur menghasilkan indeks warna berkisar $16364-16893 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 49.092 \times 10^5 - 50.679 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$ sedangkan pada IA penampang seismik menghasilkan indeks warna berkisar $17951-18480 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 53853 \times 10^5 - 55.440 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$, sedangkan untuk metode inversi *Model Based* pada IA sumur menghasilkan indeks warna berkisar $16364-16893 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 49.092 \times 10^5 - 50.679 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$ sedangkan pada IA penampang seismik menghasilkan indeks warna berkisar $16364-17422 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 49.092 \times 10^5 - 52.266 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$, dan untuk metode inverse *Sparse-spike* pada IA sumur menghasilkan indeks warna berkisar $16364-16893 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 49.092 \times 10^5 - 50.679 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$ sedangkan pada IA penampang seismik menghasilkan indeks warna berkisar $16893-17951 \text{ (gr/cc*ft/s)} = 50.679 \times 10^5 - 53.853 \times 10^5 \text{ (kg/m}^3 \cdot \text{m/s)}$ yang diperkirakan adalah jenis batuan **Sandstone** (Batuan yang mengandung reservoir). Pada kedalaman **916 - 927 m** pada data sumur atau sekitar **746 - 758 m/s** untuk ketiga penampang Impedansi Akustik (IA) dengan indeks warna yang sama antara IA sumur dengan IA pada penampang seismik dilihat dari indeks warna yang dihasilkan berkisar $26942-28000 \text{ (gr/cc*ft/s)}$

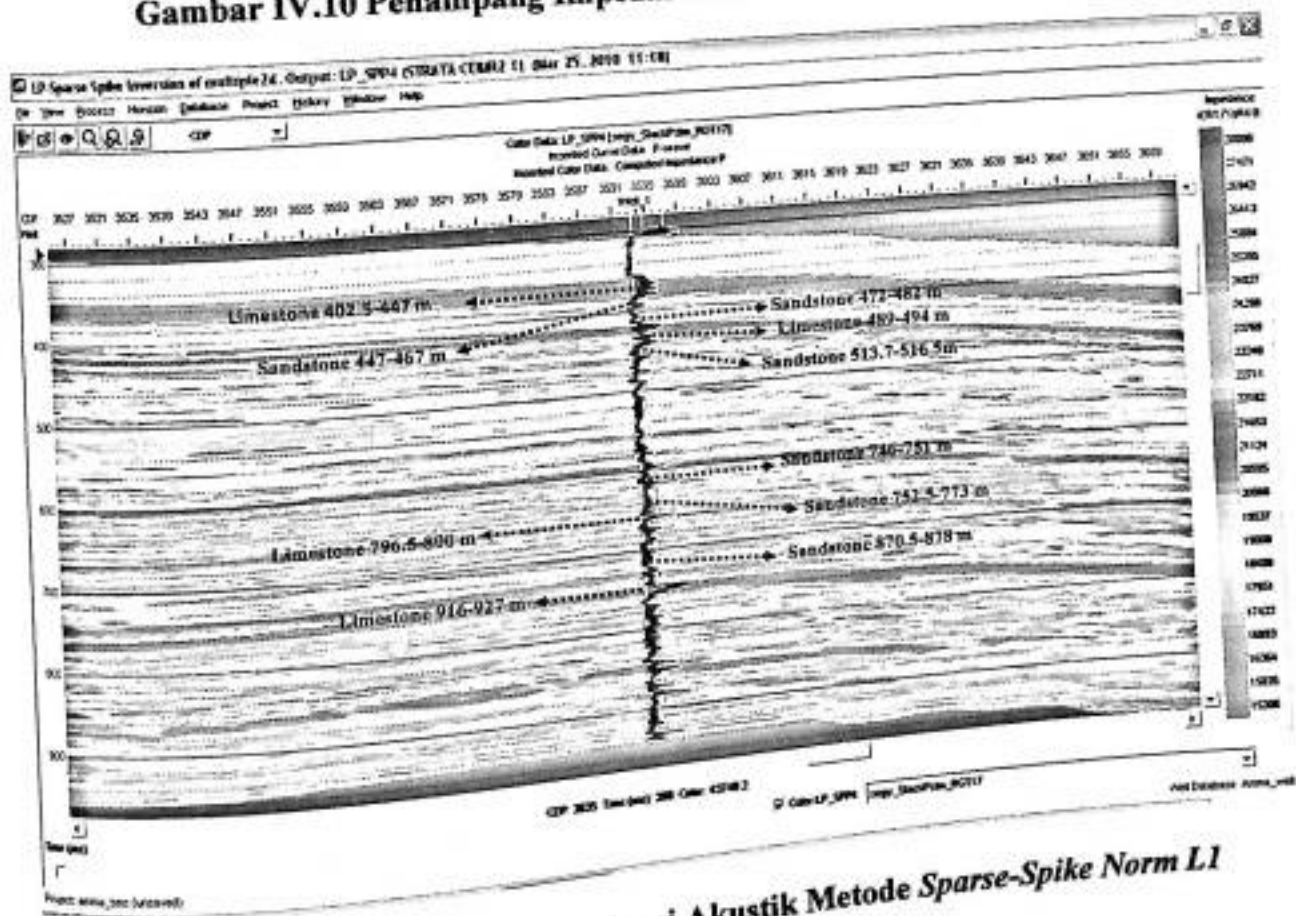
$= 80,826 \times 10^5 = 84 \times 10^5$ (kg/m³*m/s) yang diperkirakan adalah jenis batuan Limestone (batuan yang tidak mengandung reservoir).



Gambar IV.9 Penampang Impedansi Akustik Metode *Rekursif/Bandlimited*



Gambar IV.10 Penampang Impedansi Akustik Metode Model Based



Gambar IV.11 Penampang Impedansi Akustik Metode Sparse-Spike Norm L1

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Aplikasi dari metode inversi seismik berupa Penampang Impedansi Akustik (IA) yang dihasilkan dari indeks warna berkisar 16364-17951 ($\text{gr/cc}\cdot\text{ft/s}$) = 50.679×10^5 - 53.853×10^5 ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{m/s}$) pada kedalaman 870.5-878 m adalah *sandstone* (batuan yang mengandung reservoir).
2. Dari ketiga metode inversi yaitu *Bandlimited (rekursif)*, *Model Based*, dan *Sparse-Spike* yang menggambarkan keadaan geologi yang mendekati keadaan yang sebenarnya adalah metode *Inversi Model Based* dengan korelasi sintetik dan seismik = 0.958125 dan *Error* antara hasil inversi dan data sumur adalah 0.286582 dengan analisa *cross plot* yang lebih rapat antara inversi Impedansi Akustik (IA) dengan Impedansi Sumur (*Petrophysics*) dibandingkan dengan kedua metode lainnya.
3. Struktur lapisan batuan dari Formasi Bulu sampai Formasi Tawun yang dihasilkan karakterisasi reservoir dari penampang Impedansi Akustik (IA) berdasarkan indeks warna 15306-28000 ($\text{gr/cc}\cdot\text{ft/s}$) = 45.918×10^5 - 84×10^5 terdapat tiga jenis batuan yaitu *shale, limestone, dan sandstone*.

V.2. Saran

Pada penelitian ini menggunakan metode *Post-Stack Inversion* dengan menggunakan tiga metode yaitu *Bandlimited*, *Model Based*, dan *Sparse-Spike*. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan inversi seismik dengan menggunakan *Pre-Stack Inversion* dengan metode AVO (*Amplitudo Variant Offset*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. *Ensiklopedia Seismik Online*. 2007, Juli, 1. Available from : <http://ensiklopediseismik.blogspot.com/2007/07/.html>.
- Herawan, F., 2007. *Skripsi Geofisika Analisa Multiatribut Seismik untuk memetakan Litologi dan Porositas Reservoir "X" dan Lapangan "FY"*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Koesoemadinata R.P., 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Institut Teknik Bandung. Bandung.
- Munadi, S., 2000. *Aspek Fisis Seimologi Eksplorasi*. Program Studi Geofisika Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Prakosa, B., 2010. *Skripsi Geofisika Penentuan Penyebaran Reservoir Gas Menggunakan Constrained Sprase Spike Inversion (CSSI)*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Priambodo, R.A., 2007. *Skripsi Geofisika Aplikasi Metode Seismik Inversi AI dan EEI untuk Identifikasi Penyebaran Reservoir Batu Pasir di Lapangan "X"*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Russel, B. H., 1988. *Strata Theory*. Hampson-Russel Software Services Ltd. Calgary, Alberta.
- Russel, B. H., 1991. *Introduction to Seismic Inversion Methods*, Hampson-Russel Software Services Ltd. Calgary, Alberta.
- Salahuddin, I., 2009. *Skripsi Geofisika Inversi Seismik Berbasiskan Model Untuk Identifikasi Reservoir Karbonat*. Univeristas Hasanuddin. Makassar.
- Sukmono, S., 1999. *Interpretasi Seismik Refleksi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sukmono, S., 2000. *Seismik Inversi untuk Karakterisasi Reservoir*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

<http://www.google.co.id/imglanding?q=prinsip>

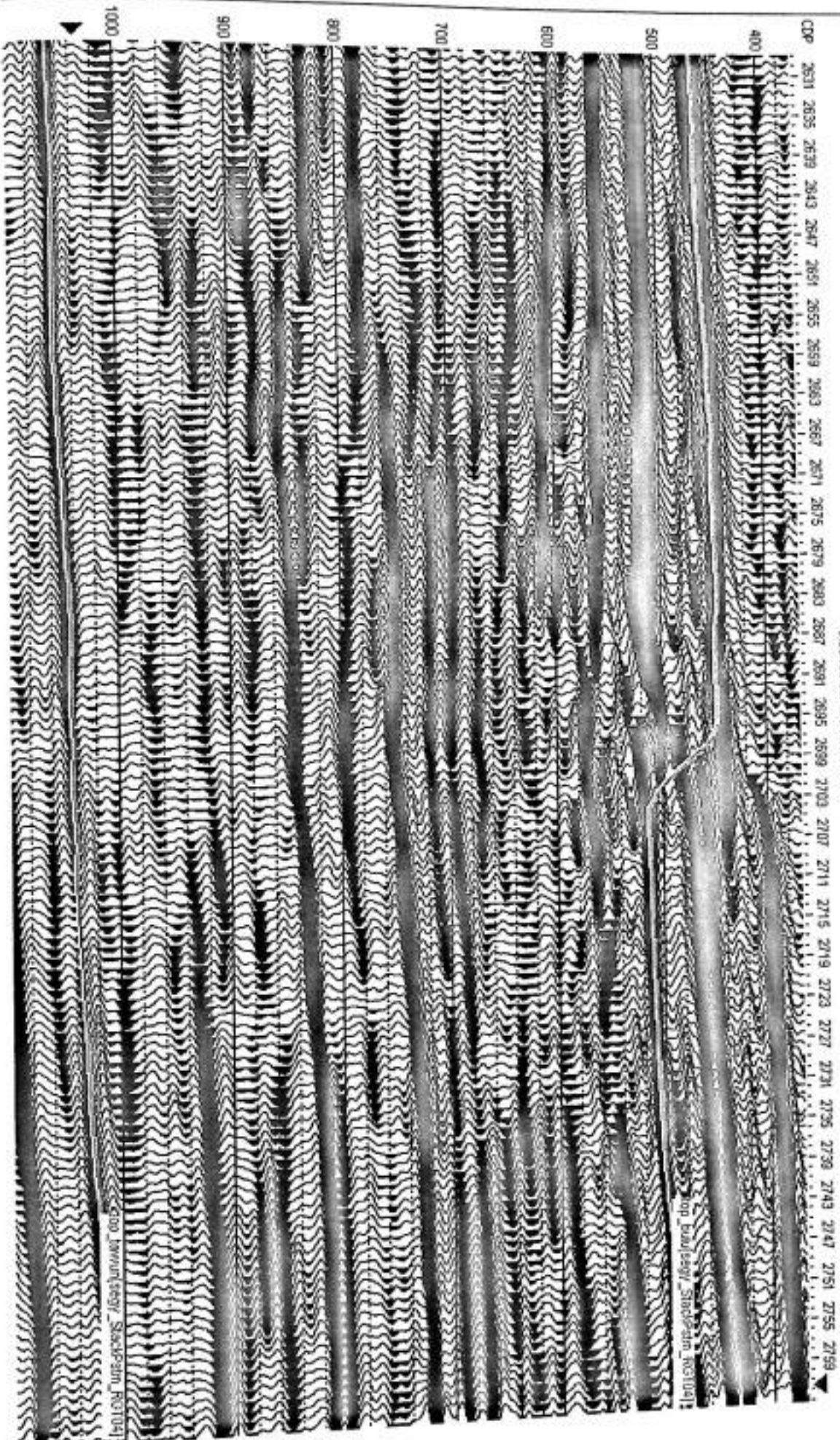
http://ensiklopediseismik.blogspot.com/2007/07/prinsip-huygens-huygens-principle_01.html

<http://ensiklopediseismik.blogspot.com/2007/07/prinsip-fermat-fermats-principle.html>

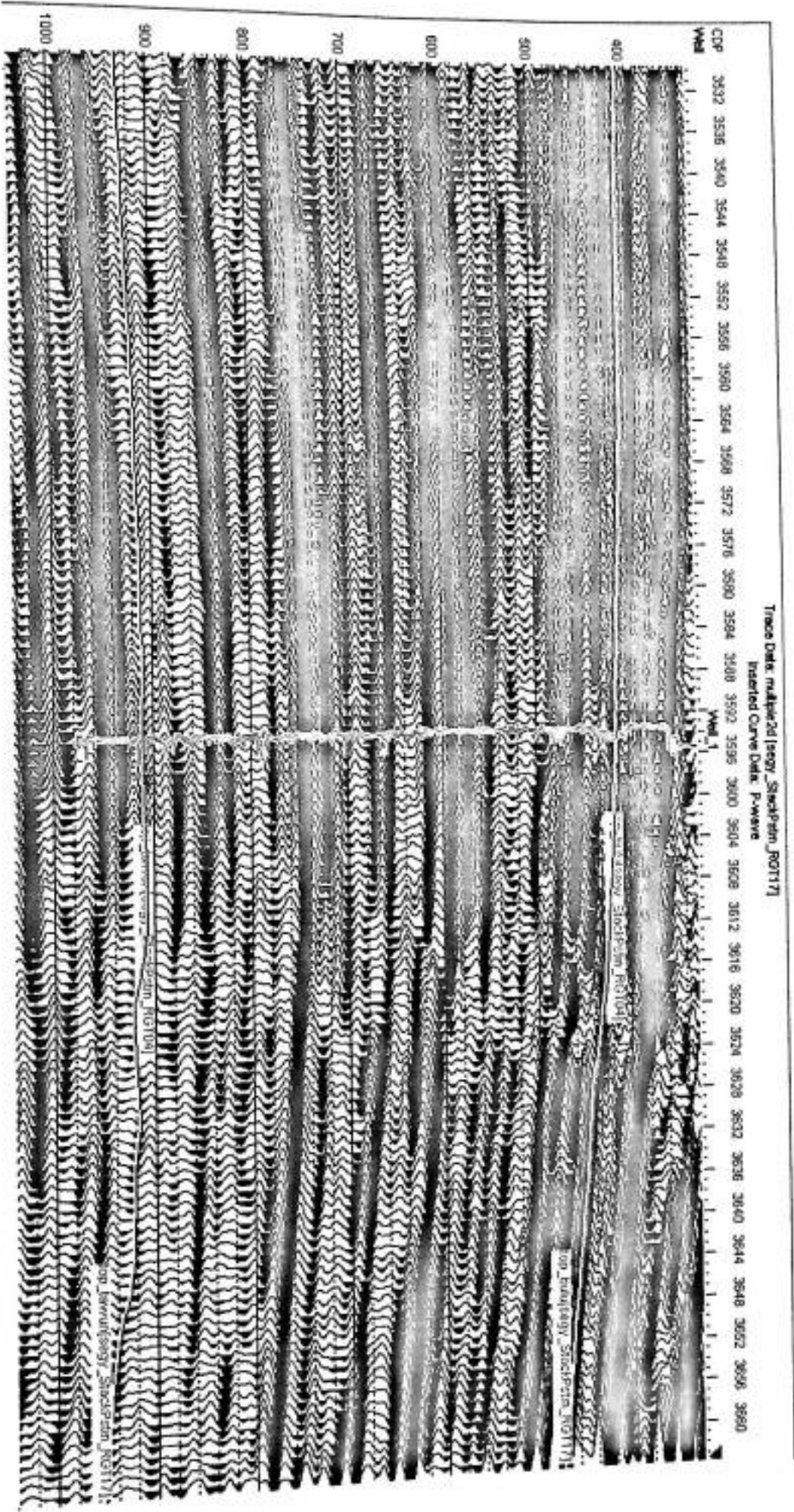
www.ensiklopediseismik.com

LAMPPIRAN 1

Trace Data multiple[segy_SacpStrm_R0104]
Horizontal Curve Data: P-wave

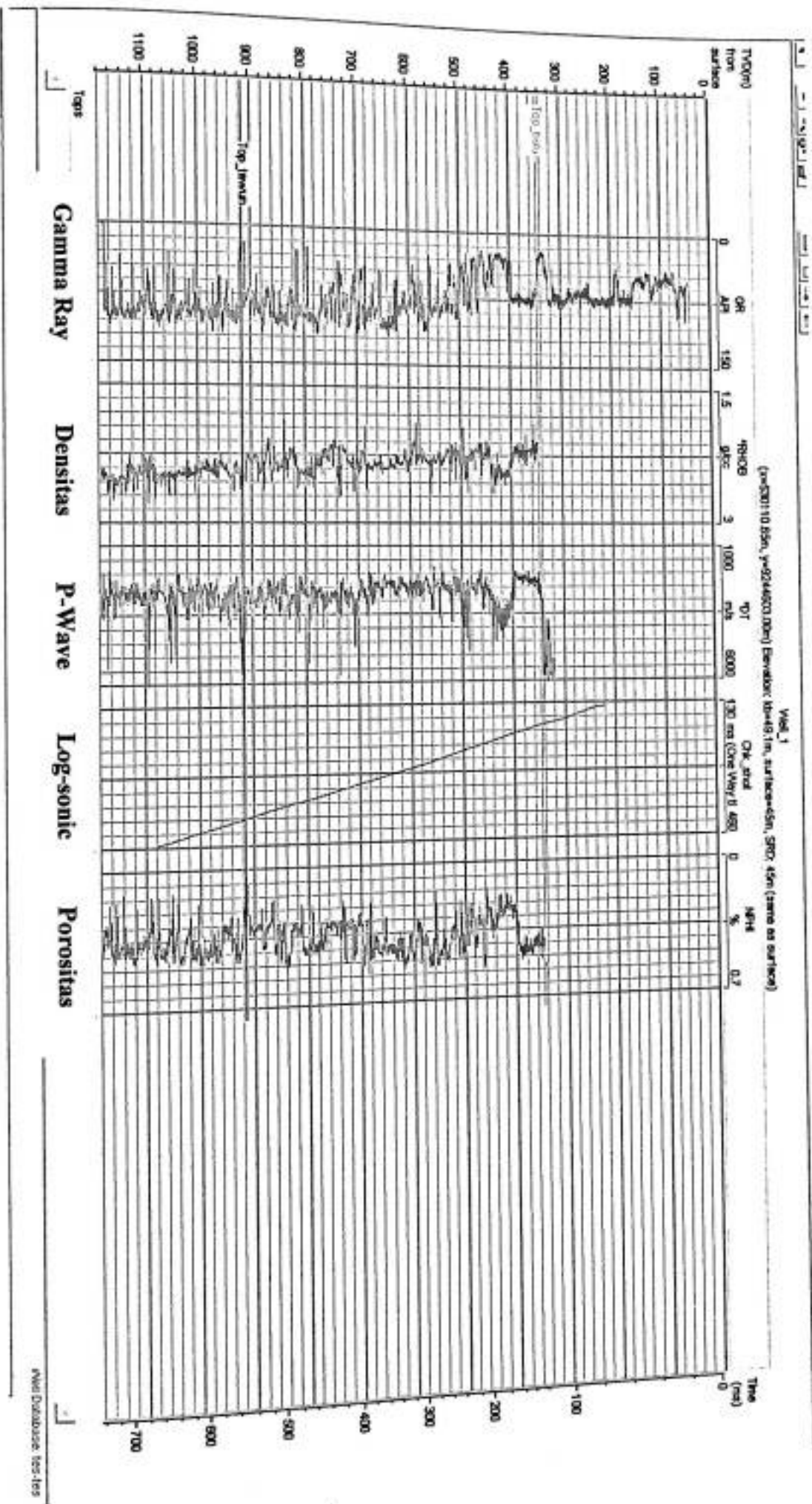


Data seismic Lintasan 4



Data seismik Lintasan 17

LAMPPIRAN 2

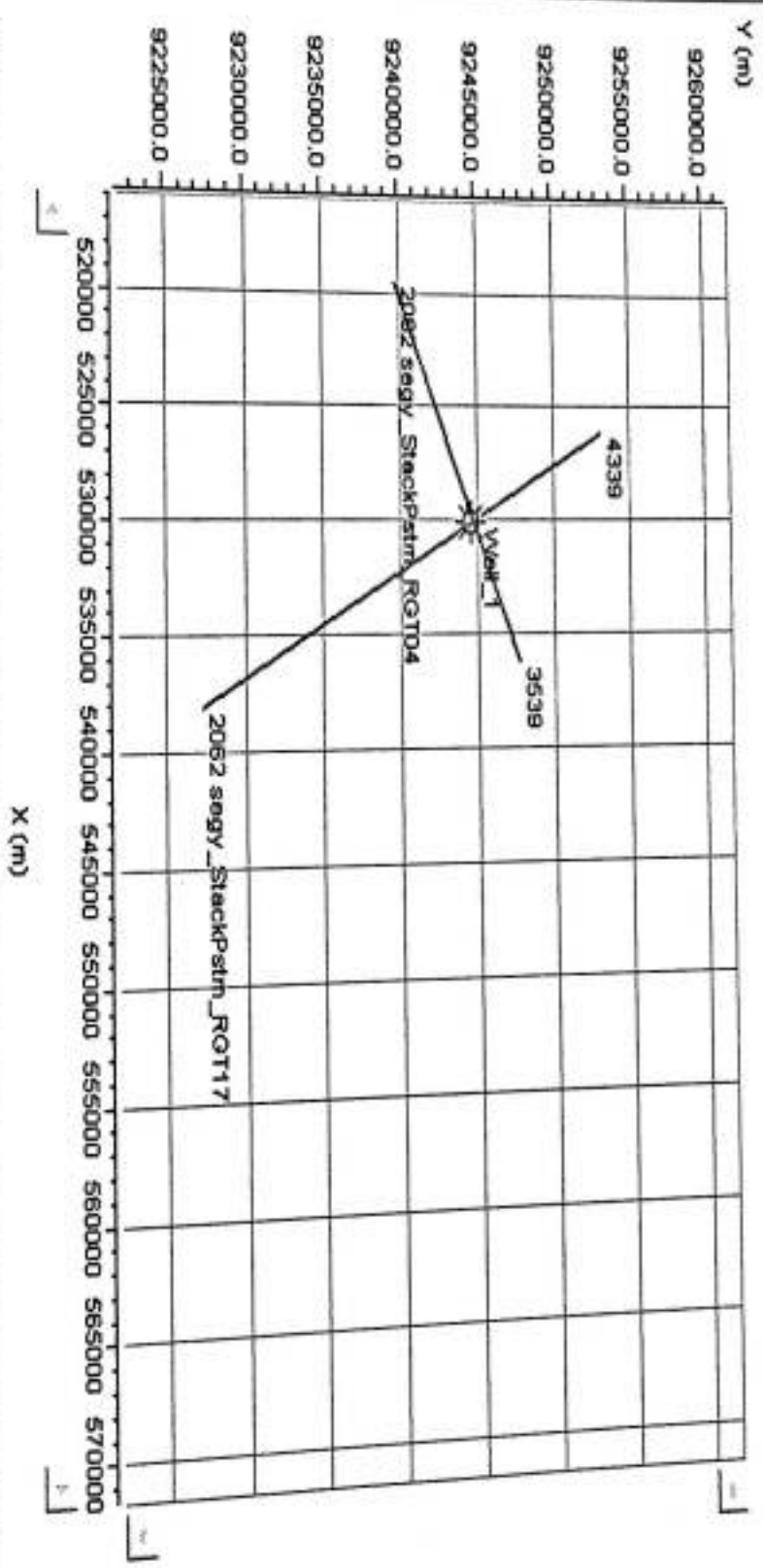


Data Log Sumur

Interval (mMD)	Thickness (m)	Avg Φ (%)	Avg Sw (%)	Vcl (%)	Lithology
402.5 – 447.0	44.5	20.2	100	16.4	Limestone
447 – 467	20	27.5	85	16.1	Sandstone
472 – 482	10	28.1	94	15.2	Sandstone
489 – 494	5	20.1	90	27.4	Limestone
513.7 – 516.5	2.8	26.4	93	34.5	Sandstone
746 – 751	5	27.5	92	35	Sandstone
752.5 – 773	19.5	24.5	83	45	Sandstone
796.5 – 800	3.5	19.2	96	23.3	Limestone
870.5 – 878	7.5	23.3	52.5	37	Sandstone
916 – 927	11	12.8	100	11.3	Limestone

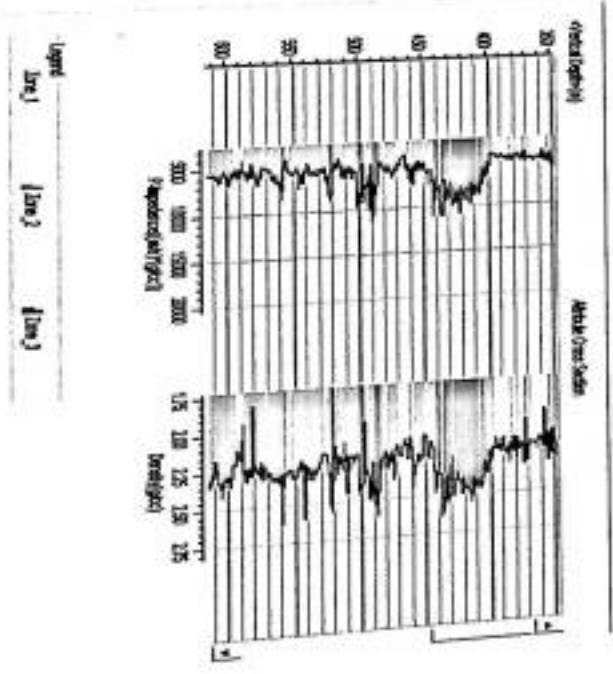
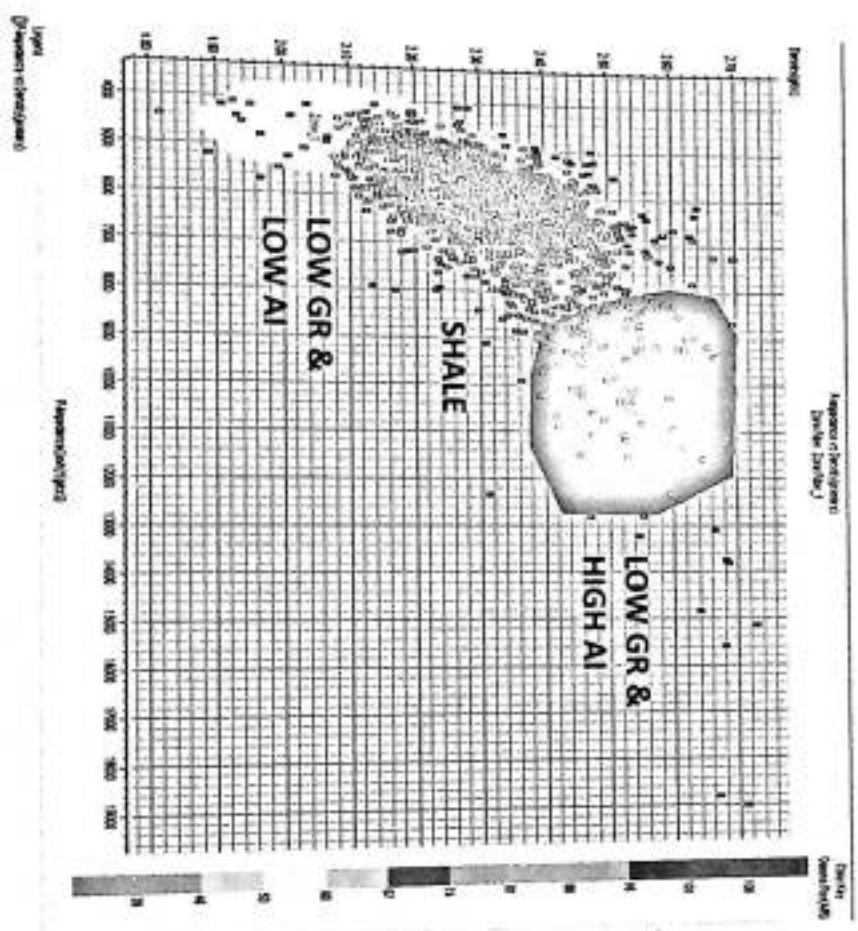
Tabel Informasi Data Sumur

Base Map of Survey Area

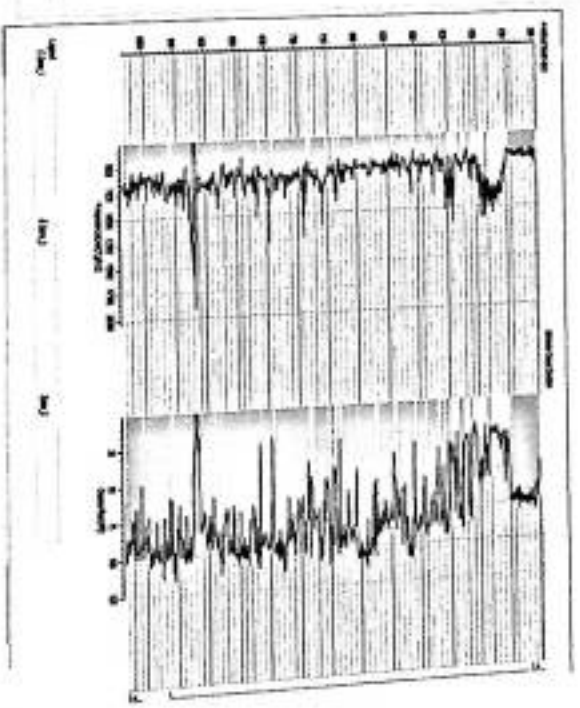
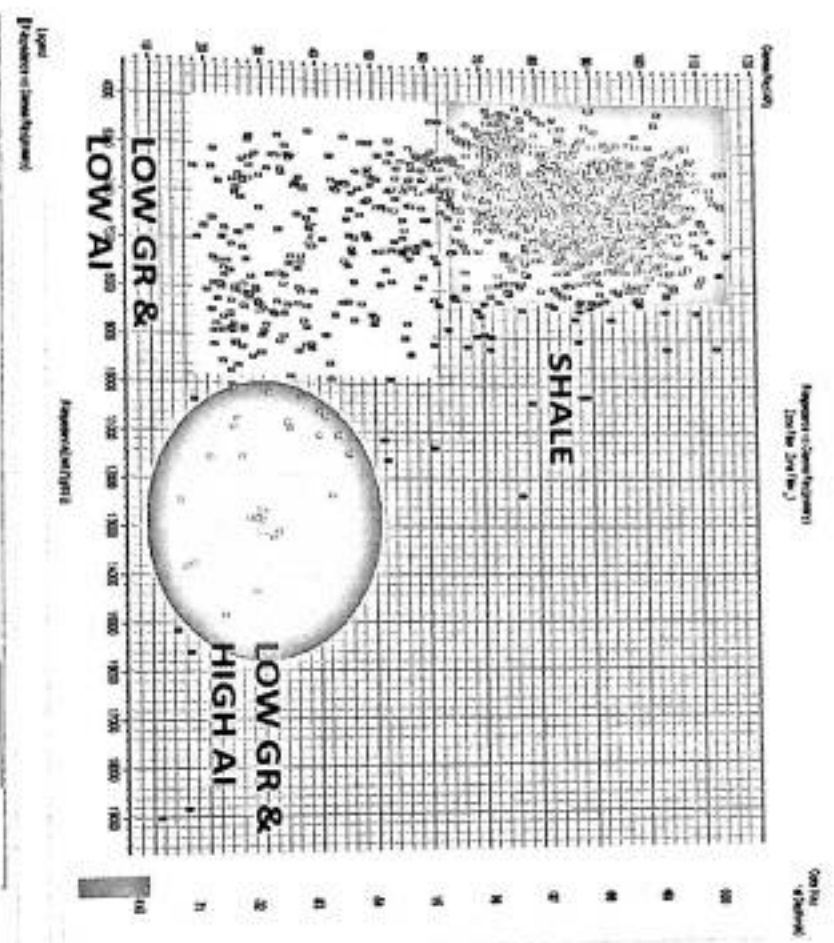


Base Map

LAMPPIRAIN 3

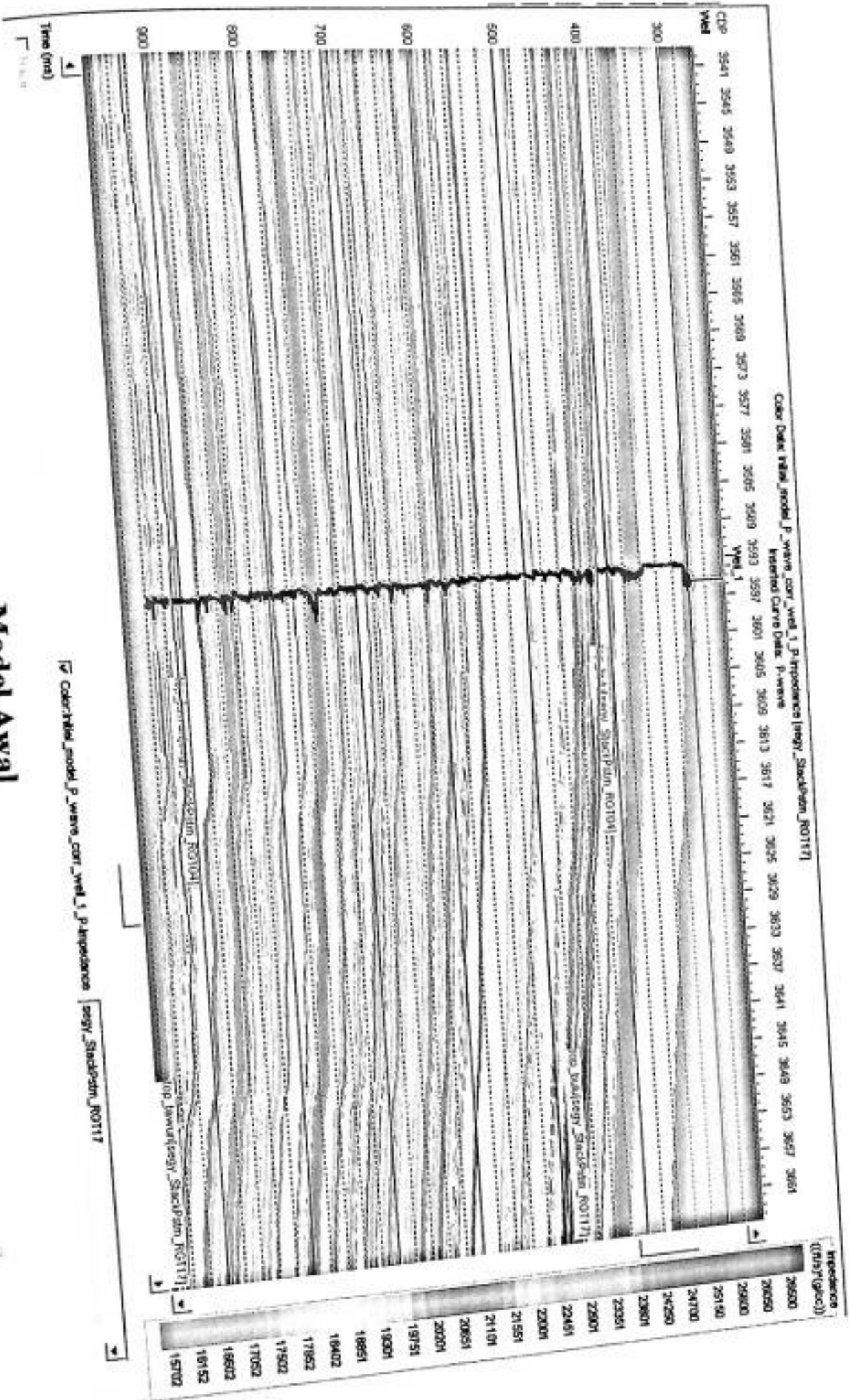


Crossplot : P-Impedansi versus Density



Crossplot : P-Impedansi versus Gamma Ray

LAMPPIRAN 4





**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

KAMPUS TAMALANREA JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR, 90245
Telp. (0411) 586200 psw. (2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2615) 587634 FAX. 0411 588551

**KARTU KONTROL
SEMINAR TUGAS AKHIR MAHASISWA**

KOK : ASMUR PRATAMA
 WAM STUDI : H 22105030
 PEMBIMBING T.A. : GEOTSIKA
 : - W. BAMBANG HARIMEI M.Si
 : SABRIANTO ASWAD, S.H, M.I

Hari/ Tanggal	PEMATERI SEMINAR		Paraf Pimp.Sida Pembimt
	Nama/ No. Pokok	Judul seminar I/II	
Rabu 30/05/09	GEMINTUN	ANALISIS KINERJA akustik AUNG AUDITORIUM RRI MAKZ/R < I >	
Rabu 06 Mei 09	Kostia H 221 05019	Analisis Intensitas Medan Listrik pada persilangan sury 150 kv dan 70 kv dengan menggunakan Metode bayangan.	
Rabu 16 Mei 09	Sriyanti H 22105032	Analisis kapasitas arus hubungan singkat saluran kabel bawah tanah 20 kv berisolasi XLPE	
Jum 10/05/09	ANWIKA PUTRA H 22105029	Dampak Lingkungan Terhadap Karakter Pelayanan PDAM Kota Makassar	
Jenis	Yokemi N.K H 22103017	Pengolahan Sampah Generation Source (produsen sampah) Perumahan di kota Makassar	
Rabu 06/05/09	Bunga Pr. Makassar H 21103007	Evaluasi tingkat kebisingan di Aung Kos	
Rabu 04/06/09	Harniah H 221 05 026	Pemodelan Intensitas Sengatan terna & Penyakit trombon Kota berbasis data curah hujan & erosi (studi kasus 2008)	
Rabu 20/06/09	Fibrianti H 221 05 018	Studi Perambatan panas dalam media homogen	
Rabu 04/06/09	Pofifa ENIK F H 21106039	Analisis tiered dan pemodelan pengaruh Reg pada suhu udara permukaan bandara st Mandan	
Jum 13-01-09	A. RIO WITA H 221 05 002	PEMODELAN PRODUKTIVITAS TANAMAN MODEL PERAMBATAN PERDUKTIVITAS JAGUNG (Zea mays L.) BERSAMA IKUM DI KABUPATEN MAPIKA	
Jum 13-11-09	MERY ALIOTAR H 221 05 014	PEMODELAN PRODUKTIVITAS TANAMAN MAPIKA (Pennisetum edule) TERHADAP PENGARUH IKLIM LOKAL DI KABUPATEN TANA TORAJA	
Jum 13-11-09	NURLINAT H 221 05 018	PEMODELAN PRODUKTIVITAS TANAMAN KAPAS ARIBAT PENGARUH IKLIM LOKAL	
Rabu 18 NOV 09	Cordarius Bayu H 211 05 031	Pambuatan & Karakterisasi Ion Sulfida	
Paman H 14/11/09	Rabu 18 NOV 09	Studi Perambatan Panas Dalam medium Homogen Benaris Dua Dimensi	
Ra Yunda 14/11/09	Rabu 18 NOV 09	Analisis Posisi Lokal energi Fermi (ef), Semikonduktor oksistrik (S, tipe n) terhadap konsentrasi. Papan Dapur (No)	
RABU 10 Des 09	RABU 10 Des 09	PERBANDINGAN KARAKTERISTIK TPE IKLIM MENURUT METODE DENDR SCHMIDT DAN PERBEDAAN DI MARIATR	
RABU 10 Des 09	ANWAR MUDA H 221 04 025	KARAKTERISTIK PERUBAHAN DENGAN MENGGUNAKAN POSITION RATIO	

STAN
 Perolehkan melaksanakan seminar 1/2
 dan mengikuti seminar minimal 10 kali

Makassar.....20
 Sekretaris Jurusan Fisika



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

KAMPUS TAMALANREA JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR, 90245
Telp. (0411) 586200 psw. (2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2615) 587634 FAX. 0411 588551

**KARTU KONTROL
BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

NAMA : ASNUR PRATAMA
NO. POKOK : H201 05 03 0
PROGRAM STUDI : GEOFISIKA
NAMA PEMBIMBING T.A. : Ir. BAMBANG HARJIMEI M.Si
- SABRIANTO ASWAD S.Gi, M.Gi

NO	Hari/ Tanggal	KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR
		MATERI KONSULTASI
1	30/8/2010	ASISTENSI: TEMA DAN JUDUL PENELITIAN
2	3/9/2010	Asistensi BAB I PENDAHULUAN (Latar belakang & Tujuan Riset)
3	8/9/2010	Asistensi BAB II (Tinjauan Pustaka)
4	14/9/2010	ASISTENSI BAB I PENDAHULUAN (Latar belakang & Tujuan Riset)
5	11/9/2010	Asistensi BAB II (Tinjauan Pustaka)
6	15/9/2010	Asistensi BAB III (Metode Logis Penelitian)
7	20/9/2010	Asistensi BAB III (Metode Logis Penelitian)
8	27/10/2010	Asistensi BAB I, II, & III (Penelitian)
9	3/10/2010	Asistensi BAB I, II, & III (Penelitian)
10	10/10/2010	Asistensi BAB I, II, & III (Penelitian)
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

CATATAN

Diperbolehkan melaksanakan seminar I/II
Jika mengikuti seminar minimal 10 kali

Makassar.....20
Sekretaris Jurusan Fisika



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

KAMPUS TAMALANREA JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR, 90245
Telp. (0411) 586200 psw. (2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2615) 587634 FAX. 0411 588551

**KARTU KONTROL
SEMINAR TUGAS AKHIR MAHASISWA**

KOK
NAM STUDI
PEMBIMBING T.A.

: ASNUR PRATAMA
: H 201 05 030
: GEOPHYSIKA
: - Ir. BAMBANG HARIMETI, M.G.
- SABRIANTO ASWAD, S.G., MT

Hari/ Tanggal No	PEMATERI SEMINAR		Paraf Pimp. Sidi Pembimt
	Nama/ No. Pokok	Judul seminar I/II	
Des 09 1008	SRI HARTATI H 22105020	Pengaruh curah hujan terhadap produktivitas kopi di kab. Gowa (S)	[Signature]
Des 09 1008	Azwari M. H221 05 026	Pengaruh permeabilitas media berpori (Tanah) terhadap potensial elektrokinetik.	[Signature]
Jan 2010 1010	Yudhi Lesmana H221 04 012	Studi Penyebaran Gelombang Seismik pd Struktur Geologi dengan Pemodelan Atmosfer dan Elastis Isotropik	[Signature]
Jan 2010 1010	Rais H 221 04 016	Rancangan sistem Peringatan Dini Epidemi Demam Berdarah Dengue	[Signature]
Jan 2010 1010	A. Gafur H 201 03 026	Analisis Potensi Bahan Bakar Gel.C di Kab. Gendureang Sul-Sel menggunakan SIG	[Signature]
Jan 2010 1010	RAIS H221 04 016	Rancangan sistem peringatan dini Epidemi Demam Berdarah Dengue (DBD) (studi kasus kotamadya Makassar)	[Signature]
Jan 2010 1010	A. Subhan H221 05 019	Korelasi statistik Data seismik 2D menggunakan Partial stack Decomposition (PFD).	[Signature]
Jan 2010 1010	Mirza H221 05 003	Studi Persebaran bawah permukaan bumi dengan metode Pre-stack depth migration (PSDM)	[Signature]
Jan 2010 1010	Birhan P.R H221 05 001	Penentuan Perkiraan Reservoar Gas Menggunakan Constrained sparse Spike Inversion (CSFI).	[Signature]

Makassar20
Sekretaris Jurusan Fisika

harus melaksanakan seminar 1/2 mengikuti seminar minimal 10 kali



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

KAMPUS TAMALANREA JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR, 90245
Telp. (0411) 586200 psw. (2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2615) 587634 FAX. 0411 588551

**KARTU KONTROL
BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

NAMA : **ASNUR PRATAMA**
NO. POKOK : **H22105030**
PROGRAM STUDI : **GEOFISIKA**
NAMA PEMBIMBING T.A. : **Dr. BAMBANG HARIMET M.Si
SABRIANTO AJWAD S.Fi, M.Si**

NO	Hari/ Tanggal	KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR
		MATERI KONSULTASI
1	8/11/2010	Asistensi BAB IV (Hasil dan Pembahasan)
2	12/11/2010	Asistensi BAB IV (Data dan Hasil penelitian)
3	15/11/2010	Asistensi BAB IV (Hasil dan Pembahasan)
4	17/11/2010	Asistensi BAB IV (Saran dan Kesimpulan)
5	18/11/2010	Asistensi BAB IV (Data dan Hasil penelitian)
6	21/11/2010	Asistensi BAB IV & V (Penelitian)
7	1/12/2010	Asistensi BAB I, II, III, IV, V (SKRIPSI)
8	15/12/2010	Asistensi BAB IV (Hasil dan Pembahasan)
9	1/01/2011	Asistensi BAB IV (Saran dan Kesimpulan)
10	5/01/2011	Asistensi BAB IV & V (Penelitian)
11	10/01/2011	Asistensi BAB I, II, III, IV, V (SKRIPSI)
12		
13		
14		
15		
16		
17		

CATATAN
Diperbolehkan melaksanakan seminar I/II
jika mengikuti seminar minimal 10 kali