



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMODELAN KECEPATAN SEBAGAI TAKSIRAN
KETIDAKPASTIAN PADA KONVERSI KEDALAMAN**

BAYU SENO ADI

0305020195

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN FISIKA

PROGRAM STUDI GEOFISIKA

DEPOK

DESEMBER 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

Pemodelan Kecepatan sebagai Taksiran Ketidakpastian
pada Konversi Kedalaman

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Strata Satu Fisika

BAYU SENO ADI
0305020195

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN FISIKA

PROGRAM STUDI GEOFISIKA

DEPOK

DESEMBER

2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Bayu Seno Adi

NPM : 0305020195

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Desember 2010

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan Oleh : Bayu Seno Adi
N P M : 0305020195
Program Studi : Fisika
Peminatan : Geofisika
Judul Skripsi : Pemodelan Kecepatan sebagai Taksiran
Ketidakpastian pada Konversi Kedalaman

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.rer.nat Abdul Haris (.....)

Penguji I : Dr. Eng. Supriyanto, M.Sc (.....)

Penguji II : Dr. Waluyo (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 Desember 2010

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan hidayah, taufik dan keberkahan ilmu terhadap penulis karena dengan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **Pemodelan Kecepatan sebagai Taksiran Ketidakpastian pada Konversi Kedalaman** dimana ini disusun sebagai prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam program peminatan Geofisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah sangat membantu dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini, karena tanpa bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, sulit untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. Bapak Dr. rer. nat. Abdul Haris, selaku pembimbing yang disela-sela kesibukannya telah memberikan masukan serta bimbingan kepada penulis.
2. Bapak Dody Apriadi, M.Si, selaku pembimbing di Pertamina JOB-Talisman yang telah memberikan masukan dan pengarahan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Eng. Yunus Daud selaku Ketua Peminatan Geofisika yang telah memberikan arahan sejak awal masuk peminatan.
4. Bapak Tri Nugroho selaku manager subsurface Pertamina-JOB Talisman yang telah memberikan izin untuk mengerjakan tugas akhir serta teman-teman JOB, Mas Budi, A'la, Yoga, Mas Wandu, Mba Mici, Pak Adi, Brent serta teman-teman yang JOB yang lain.
5. Orang Tua yang telah mendidik dan membesarkan hingga sekarang serta saudara yang telah memberikan support yg besar kepada penulis.
6. Ng. Bei Berger S.Si, Arifin Aljufri S.Si, Abdul Affan S.Si, Ario Aviantoro S.Si, Amar, serta teman Fisika 05 Reguler yang telah memberikan dukungan moril dan spiritual serta informasi kepada penulis.

7. Prillia Aufa Adriani yang telah rela waktunya untuk menemani, memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. Mba Ratna, Mas Mardi serta jajaran karyawan Departemen Fisika UI atas bantuan teknis selama penulis menjadi mahasiswa fisika.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun atas laporan ini untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Depok, Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Bayu Seno Adi
NPM : 0305020195
Program Studi : Geofisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

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

Pemodelan Kecepatan sebagai Taksiran Ketidakpastian pada Konversi Kedalaman

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 8 Desember 2010

Yang menyatakan

(Bayu Seno Adi)

ABSTRAK

Nama : Bayu Seno Adi
Program Studi : Geofisika
Judul : Pemodelan Kecepatan sebagai Taksiran Ketidakpastian pada Konversi Kedalaman

Kualitas dari peta kedalaman yang didapat dari *time to depth conversion*, tergantung dari model kecepatan yang di gunakan. Beberapa model kecepatan diperoleh dari pendekatan yang berbeda digunakan untuk penilaian kuantitatif ketidakpastian dalam pemodelan kecepatan. Studi ini menggunakan 3 jenis pendekatan kecepatan yang berbeda dan pengukuran dari data Lapangan Jambi Merang yaitu kecepatan konstan, kecepatan stack dan sonik. Fokus dari studi ini pada reservoir karbonat pada formasi Baturaja dengan kedalaman 6500 – 7500 feet pada area sumur S-1, S-3, dan S-5 serta kedalaman 5500 – 6000 feet pada sumur P-1, P-1ST1, dan P-3. Hasil pemodelan kecepatan dengan menggunakan kecepatan sonic menunjukkan error yang kecil pada peta kedalaman hasil prediksi.

Kata kunci : Model kecepatan, kecepatan sonik, kecepatan stack

ABSTRACT

Name : Bayu Seno Adi
Program Study : Geophysics
Title : Velocity Model as an Uncertainty Assesment in Time to
Depth Convection

The accuracy of depth structure, which is calculated by using time to depth conversion, is depent on velocity model. Several velocity model, which is approached from different model, is applied to asses the uncertainty in velocity modeling. In this study, we use 3 velocity model i.e constant, stacking, and sonic velocity to estimate the depth structure in the interest area of Baturaja Formation in Jambimerang field. Our analysis shows that the sonic velocity result is less error than the two other velocities.

Keyword : Velocity, Stack, Sonic

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metode Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN UMUM KONDISI GEOLOGI	
2.1 Geologi Regional	5
2.1.1 Geologi Cekungan Sumatra Selatan	5
2.1.2 Tektonik Regional	6
2.1.3 Stratigrafi Regional	7
2.1.4 Stratigrafi Lapangan Jambi Merang	8
2.2 Petroleum Sistem	9
2.2.1 Batuan Sumber dan Migrasi Hidrokarbon	9

BAB 3. TEORI DASAR

3.1 Konsep Dasar Seismik Refleksi	11
3.2 Komponen Seismik Refleksi	13
3.2.1 Impedansi Akustik	13
3.2.2 <i>Wavelet</i>	14
3.2.3 Seismogram Sintetik	15
3.2.4 Polaritas	16
3.3 Well Log	17
3.4 Kecepatan	19
3.5 Pendekatan Geostatistik	20
3.5.1 Kriging	21

BAB 4. DATA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Persiapan Data	21
4.1.1 Data Seismik	21
4.1.2 Velocity Stack	22
4.1.3 Data Sumur	23
4.2 Pengolahan Data	24
4.2.1 Pengikatan Data Sumur Terhadap Seismik	24
4.2.2 Interpretasi Seismik	25
4.2.3 Pemodelan Stratigrafi.....	26
4.2.4 Pemodelan Kecepatan	27

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pemodelan Kecepatan	29
5.1.1 Hasil Pemodelan Kecepatan <i>Case 1</i>	29
5.1.2 Hasil Pemodelan Kecepatan <i>Case 2</i>	32
5.1.3 Hasil Pemodelan Kecepatan <i>Case 3</i>	35
5.2 Analisa Petrophysics	40

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	42
6.2 Saran.....	42
DAFTAR ACUAN	43



DAFTAR GAMBAR

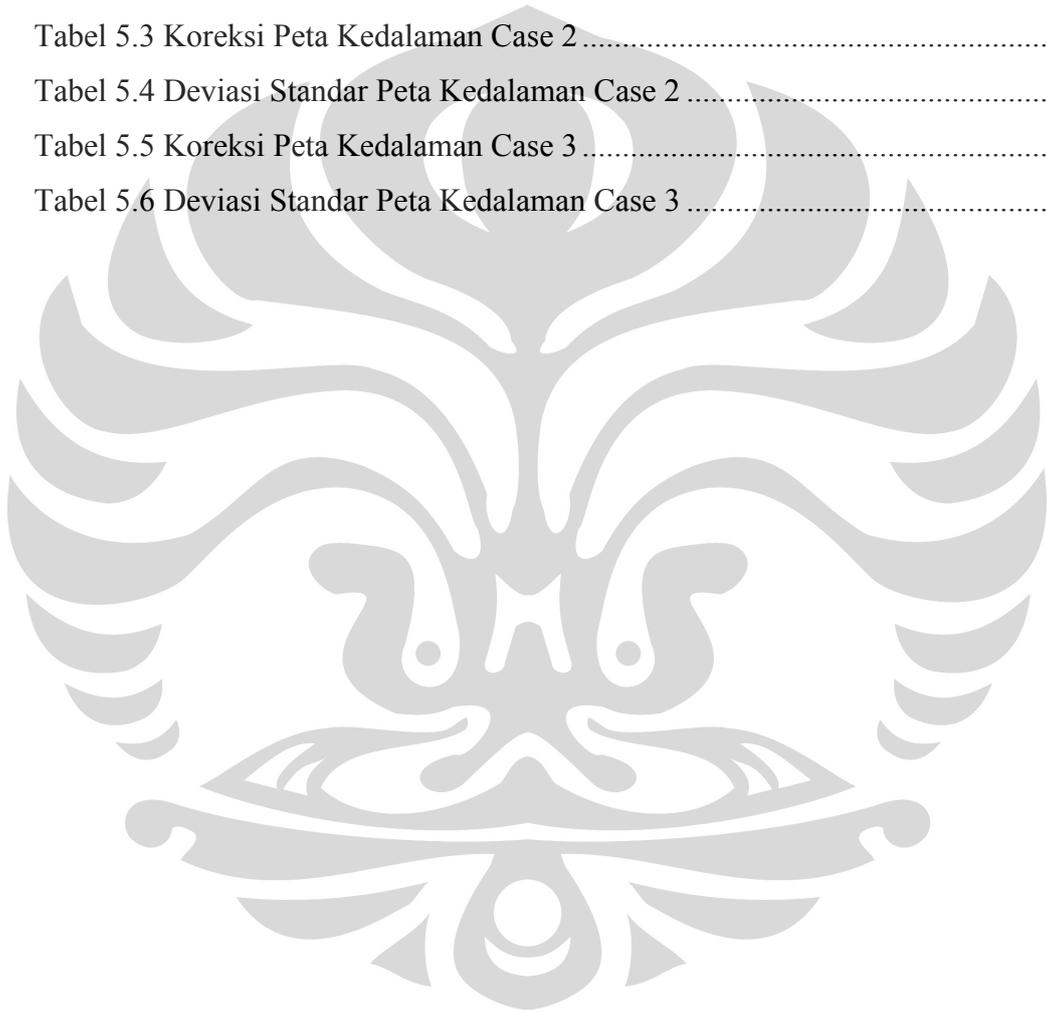
Gambar 1.1 Diagram Alir	2
Gambar 2.1 Daerah Cekungan Sumatera Selatan	5
Gambar 2.2 Diagram Penampang Daerah Cekungan Sumatra Selatan	8
Gambar 2.3 Kolom Stratigrafi Blok Jambi Merang	10
Gambar 3.1 Proses Akuisi Seismik Refleksi	11
Gambar 3.2 Pemantulan dan Pembiasan pada Bidang Batas.....	12
Gambar 3.3 Seismogram Sintetik.....	16
Gambar 3.4 Polaritas SEG dan Polaritas European	17
Gambar 3.5 Kurva Kecepatan Interval dan RMS	20
Gambar 4.1 Data Seismik 2D Derah Penelitian.....	21
Gambar 4.2 Penampang Seismik	22
Gambar 4.3 Data Velocity Stack.....	23
Gambar 4.4 Basemap Posisi Sumur.....	24
Gambar 4.5 Pengikatan Data Sumur Terhadap Seismik.....	25
Gambar 4.6 Hasil Interpretasi dari Penampang Seismik	26
Gambar 4.7 Hasil Korelasi Sumur Arah Barat Daya – Timur Laut	27
Gambar 5.1 Koreksi Peta Kedalaman Case 1	30
Gambar 5.2 Peta Struktur Waktu Top Formasi Baturaja.....	31
Gambar 5.3 Peta Struktur Waktu Top Formasi Pendopo.....	31
Gambar 5.4 Velocity Homogeneous Layer	31
Gambar 5.5 Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Baturaja (Case 1).....	31
Gambar 5.6 Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Pendopo (Case 1).....	31
Gambar 5.7 Koreksi Peta Kedalaman Case 2	33
Gambar 5.8 Hasil Interpolasi dari Kecepatan Stacking	34
Gambar 5.9 Peta Struktur Kedalaman Top ormasi Baturaja (Case 2).....	34
Gambar 5.10 Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Pendopo (Case 2).....	34
Gambar 5.11 Koreksi Peta Kedalaman Case 3	36
Gambar 5.12 Top Formasi Baturaja pada sumur S-3.....	37

Gambar 5.13 Top Formasi Pendopo pada Sumur P-3	37
Gambar 5.14 Model kecepatan Top Baturaja (case 3).....	38
Gambar 5.15 Model kecepatan Top PDP (case 3).....	39
Gambar 5.16 Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Baturaja (case 3).....	38
Gambar 5.17 Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Pendopo (case 3).....	39
Gambar 5.18 Penampang sumur S-1	40
Gambar 5.19 Crossplot S-1 antara porosity vs velocity.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Ketersediaan Data Sumur di Daerah Penelitian.....	2
Tabel 5.1 Koreksi Peta Kedalaman Case 1	30
Tabel 5.2 Deviasi Standar Peta Kedalaman Case 1	30
Tabel 5.3 Koreksi Peta Kedalaman Case 2	33
Tabel 5.4 Deviasi Standar Peta Kedalaman Case 2	33
Tabel 5.5 Koreksi Peta Kedalaman Case 3	36
Tabel 5.6 Deviasi Standar Peta Kedalaman Case 3	36



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hasil interpretasi, atribut, AVO, dan lain-lain tidaklah cukup untuk sebuah eksplorasi atau pun pengembangan lapangan. Semua hasil pengolahan seismik ini haruslah diikat dengan data sumur dan *depth conversion* sangatlah dibutuhkan. *Depth conversion* ini merupakan salah satu penghubung dalam sebuah studi GGR sehingga dibutuhkan suatu analisis yang terpercaya. Suatu hal yang sangat penting kenapa kita harus mengubah domain waktu ke domain kedalaman karena kondisi fisik objek dibawah permukaan berada pada domain kedalaman, sehingga hasil akhirnya harus diubah kembali kedalam domain kedalaman. Data seismik refleksi di rekam dalam domain waktu (TWT), interpretasi seismik baik struktural maupun stratigrafi dilakukan dalam domain waktu. Hal ini memperlihatkan adanya suatu resiko berkaitan dengan kecepatan. Sebagai contoh interpretasi struktur dalam waktu dapat menjebak kita jikalau ada suatu anomali kecepatan sehingga gambaran struktur dalam waktu dapat menghasilkan struktur yang berbeda dalam domain kedalaman.

Kualitas dari semua hasil akhir yang di peroleh tergantung dari model kecepatan dan mungkin mempengaruhi pada hasil perhitungan volume dari hidrokarbon yang diproduksi. Pemodelan kecepatan dilakukan dengan terperinci yang mewakili nilai dari distribusi kecepatan secara lateral dan vertikal pada bawah permukaan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, model kecepatan untuk konversi waktu ke kedalaman haru terintegrasi dengan semua informasi data geologi dan geofisika (stratigrafi marker, log, kerangka geologi, VSP, seismik horison, velocity RMS).

Dengan demikian *depth conversion* merupakan suatu jalan untuk menghilangkan suatu ambiguiti mengenai keadaan struktur yang sebenarnya. Dengan mengetahui

kondisi struktur yang benar maka para *explorasionist* dapat mengetahui kehadiran jebakan, *spill point*, ketebalan *gross* dari suatu prospek sehingga dapat dihitung volumenya dan dapat diketahui keekonomiannya.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan variasi model kecepatan berdasarkan pendekatan-pendekatan dari data seismik maupun data sumur yang akan digunakan sebagai pedoman pembuatan peta dengan domain kedalaman.

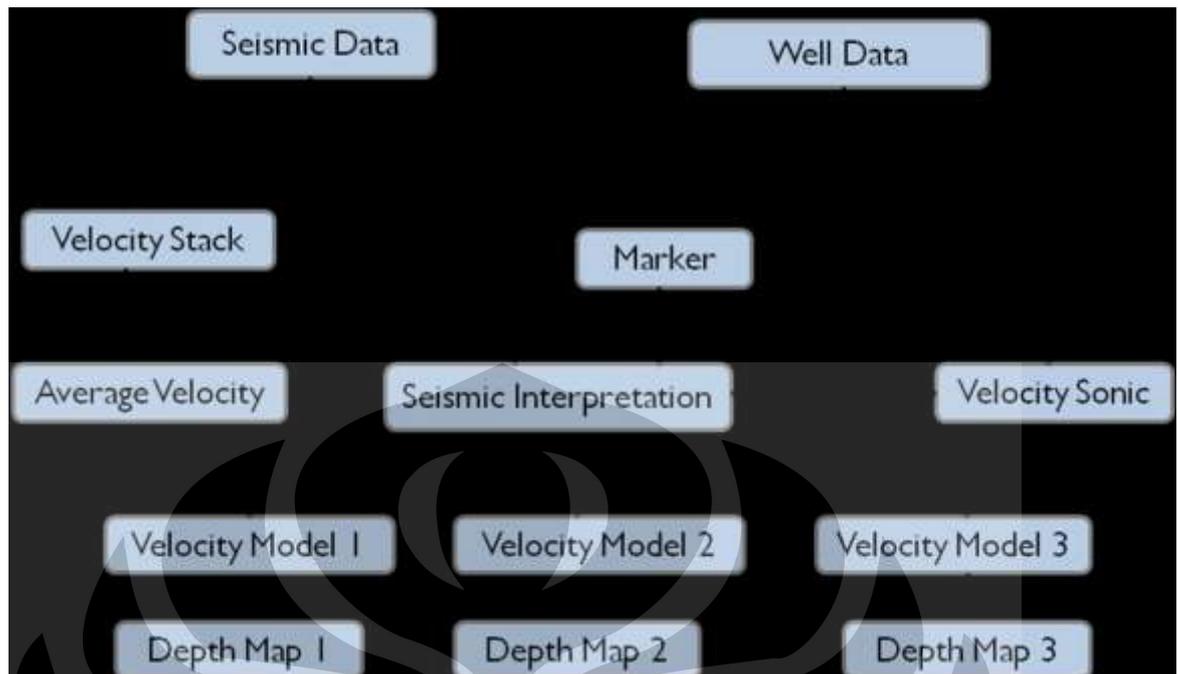
1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan pada studi ini meliputi :

1. Data yang digunakan merupakan data seismik 2-D Post Stack dengan jumlah 41 line, data sumur sebanyak 6 buah pada Lapangan Jambi Merang, Provinsi Jambi, Indonesia.
2. Data sumur yang digunakan meliputi data log yang tersedia yaitu gamma ray, sonik, resistivity, dan density.
3. Fokus studi dilakukan pada Formasi Baturaja dan Formasi Pendopo

1.4. Metoda Penelitian

1. Studi literatur terkait dengan kondisi geologi regional dan local lapangan penelitian
2. Mengaplikasikan konsep dari metoda geostatistik dan teori lain yang terkait dalam pembuatan velocity model.
3. Melakukan tahapan proses awal yang meliputi Loading Data, Well Tie, Picking Horizon, dan Well Correlation.
4. Membuat velocity model dengan beberapa variasi yang dipengaruhi oleh hasil interpretasi dan teori dasar.
5. Analisa dan interpretasi hasil penelitian
6. Penarikan kesimpulan hasil penelitian dan saran



Gambar 1.1. Diagram alir yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi terdiri atas enam bab yang diuraikan sebagai berikut:

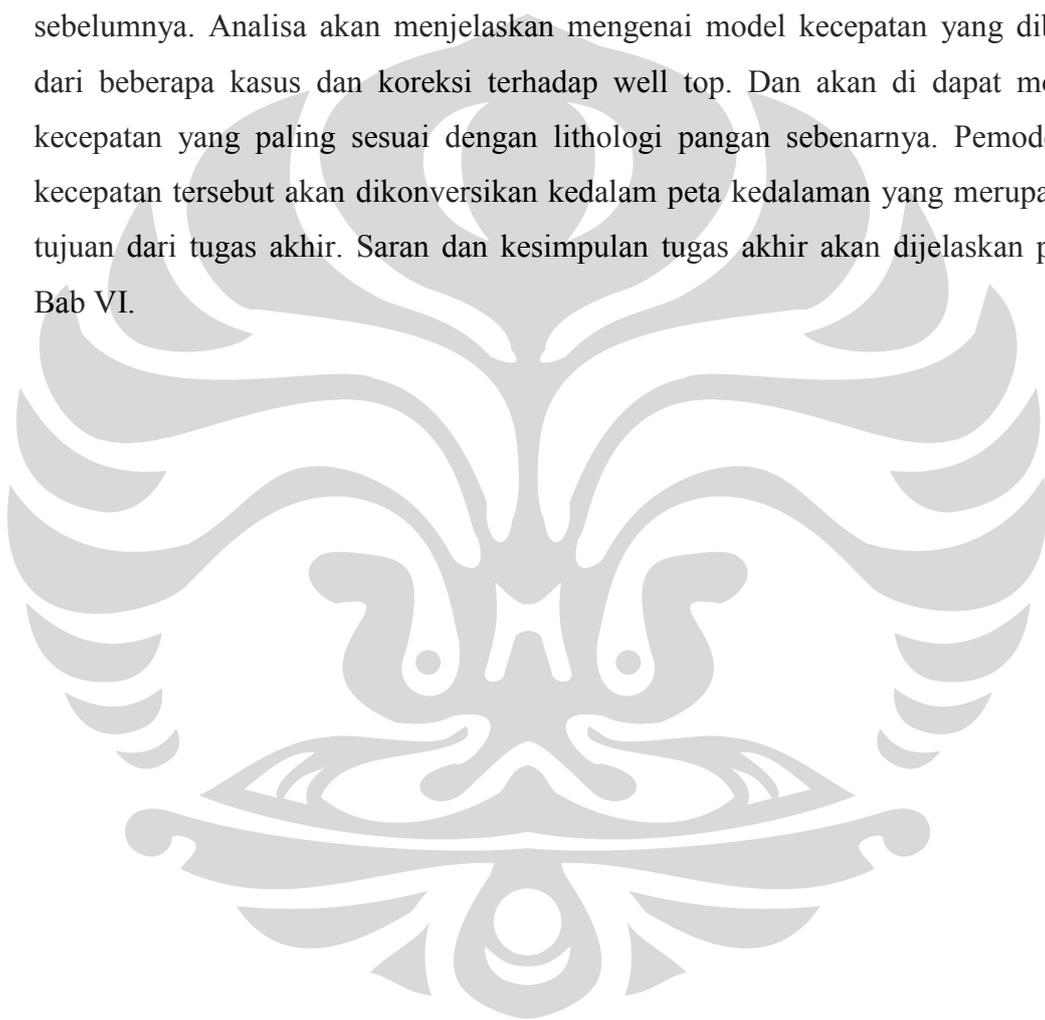
Bagian pertama dalam skripsi ini terangkum dalam Bab I yang membahas mengenai latar belakang penulisan studi ini, tujuan melakukan studi, perumusan masalah, serta metoda-metoda yang digunakan dalam penulisan pada studi ini.

Bagian kedua yang ditunjukkan dalam Bab II menjelaskan mengenai kondisi geologi regional cekungan Sumatera Selatan, geologi daerah lapangan Jambi Merang, serta stratigrafi dan petroleum system dari lapangan tersebut.

Bab III yang membahas mengenai teori-teori dasar yang menjadi landasan dalam studi, menjeaskan mengenai konsep perambatan gelombang seismik, metoda Geostatistik serta pemodelan kecepatan yang dipengaruhi oleh beberapa aspek.

Proses pengolahan data seismik, pemodelan kecepatan serta konversi waktu ke kedalaman akan dijelaskan pada Bab IV yang meliputi pengikatan data seismik terhadap sumur, korelasi sumur, picking horizon, dan pemodelan kecepatan dengan menggunakan metode Geostatistik dan pembuatan variasi peta kedalaman terhadap waktu.

Bab V menjelaskan hasil akhir dari tahapan-tahapan yang telah dilalui pada bab sebelumnya. Analisa akan menjelaskan mengenai model kecepatan yang dibuat dari beberapa kasus dan koreksi terhadap well top. Dan akan di dapat model kecepatan yang paling sesuai dengan lithologi pangan sebenarnya. Pemodelan kecepatan tersebut akan dikonversikan kedalam peta kedalaman yang merupakan tujuan dari tugas akhir. Saran dan kesimpulan tugas akhir akan dijelaskan pada Bab VI.

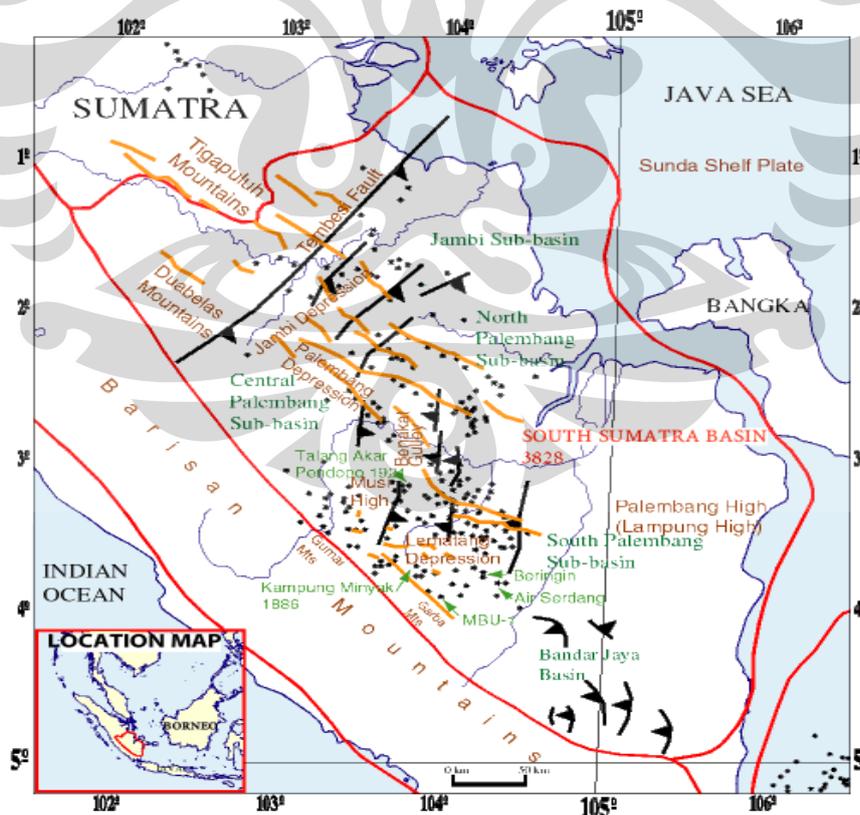


BAB II TINJAUAN UMUM GEOLOGI

2.1 Geologi Regional

2.1.1 Geologi Cekungan Sumatra Selatan

Dilihat dari sisi fisiografisnya, cekungan Sumatra Selatan adalah cekungan Tersier yang memiliki arah barat laut – tenggara, dimana dibatasi oleh Sesar Semangko dan Bukit Barisan pada arah barat daya dan Paparan Sunda di sebelah timur laut, serta Tinggian Lampung pada arah tenggara yang memisahkan cekungan tersebut dengan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di sebelah barat laut sebagai pemisah antara Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatera Tengah.



Gambar.2.1 Daerah Cekungan Sumatra Selatan (Bishop, 2000)

2.1.2 Tektonik Regional

Kerangka tektonik cekungan Sumatra Selatan terdiri dari Paparan Sunda di sebelah timur dan jalur tektonik Bukit Barisan di sebelah barat. Daerah cekungan ini dibatasi dari cekungan Jawa Barat oleh daerah Tinggi Lampung.

Di dalam daerah cekungan terdapat daerah peninggian batuan dasar pra-Tersier dan berbagai depresi. Perbedaan relief dalam batuan dasar ini diperkirakan karena pematahan dasar dalam bongkah-bongkah (Gambar 2.2). Hal ini ditunjukkan oleh depresi-Lematang di cekungan Palembang yang jelas dibatasi oleh jalur patahan Lematang dari Pendopo-Antiklinorium dan oleh patahan Lahat di sebelah barat laut dari Paparan Kikim. Gerakan diferensial dari blok-blok patahan ini mengendalikan sedimentasi, fasies serta pelipatan pada lapisan Tersier di atasnya, sehingga dapat mengendalikan terdapatnya minyak (Koesoemadinata, 1978).

Pada umumnya daerah cekungan ini dapat dibagi menjadi 3 cekungan :

- a. Cekungan Jambi atau Palembang Utara yang menjorok ke selatan.
- b. Cekungan Palembang Tengah
- c. Cekungan Palembang Selatan atau juga disebut Kompleks Palembang Selatan

Struktur utama dari Jambi sub-basin adalah *horst* dan *graben* yang terbentuk pada zaman Palaeogene, yang memiliki arah utara-timur ke selatan-barat, berpotongan dengan arah utara-selatan dari Cekungan Sumatra Selatan. Pada area Jambi Merang, *Merang High* dan *Ketaling High* adalah *horsts* dan *rift* diantara kedua tersebut membentuk area *East Ketaling depocenter*.

2.1.3 Stratigrafi Regional

Formasi yang terbentuk dalam fase transgresi dikelompokkan menjadi Kelompok Telisa (Formasi Lahat, Formasi Batu Raja dan Formasi Gumai). Sedangkan yang terbentuk dalam formasi regresi dikelompokkan menjadi Kelompok Palembang (Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai).

Pembentukan cekungan tersebut terdiri atas 3 fase yaitu :

Syn-Rift Megasequence (c. 40 - c. 29 Ma)

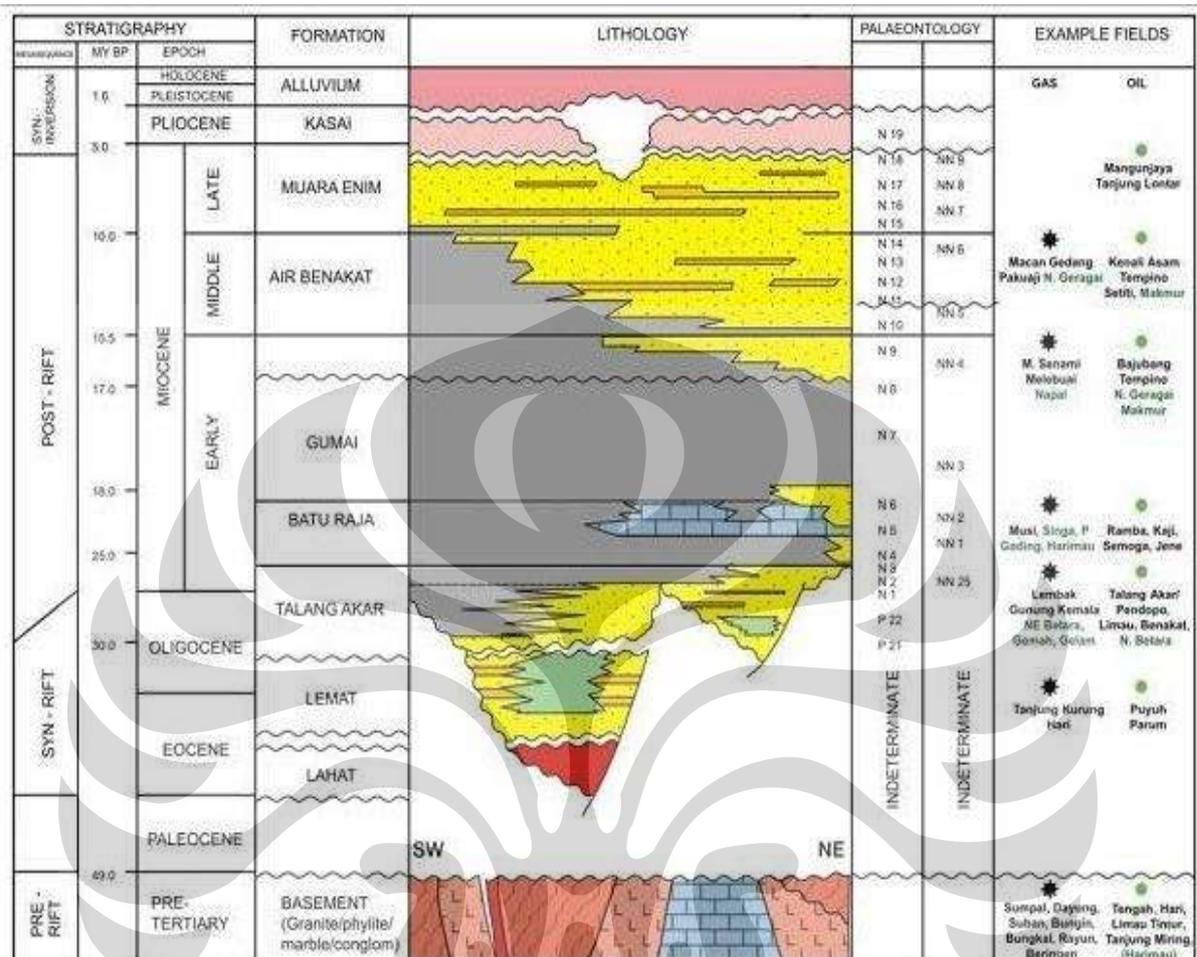
Hasil dari poses subduksi sepanjang Sumatra Barat, menghasilkan suatu fenomena dimana kerak continental bereperan sebagai sasaran dari kegiatan ekstensional utama pada zaman Eocene ke awal Oligocene. Gaya ekstensi yang berasal dari arah timur-barat membuat membukanya half dan graben yang tersusun pada arah utara-selatan yang memiliki arah putar sekitar 15 derajat searah jarum jam sejak zaman Miocene (Hall, 1995)

Post Rift Megasequence (c. 29 - c. 5 Ma)

Fase *Post rift* terbentuk sekitar 29 Ma lalu, dimana ditunjukkan oleh munculnya formasi Talang Akar dan ketebalan dari Megasequence ini berkisar hingga 13.000 ft. Penurunan air laut yang cukup tinggi menghasilkan pada cekungan tersebut dan diperkirakan hingga 16 Ma. Dan kebalikannya, pada 16 Ma hingga 5 Ma regresi terjadi yang menghasilkan peningkatan endapan pada cekungan.

Syn-Orogenic/Inversion Megasequence (c. 5 Ma - Sekarang)

Fase Inversion pada daerah Sumatra Selatan hingga saat ini terjadi perluasan yang dibuktikan dengan pengangkatan local pada 10Ma (Chalik, 2004). Lipatan transpresional yang terbentuk pada seluruh cekungan terjadi pada arah baratlaut-tenggara dimana memiliki variasi besar lipatan. Penurunan cekungan yang terjadi menghasilkan akumulasi sedimen yang terendapkan dan erosi yang dibawa dari pegunungan Bukit Barisan pada arah selatan dan barat.



Gambar 2.2 Kolom stratigrafi cekungan Sumatra Selatan

2.1.4 Stratigrafi Lapangan Jambi Merang

Batuan sedimen yang pertama pada Jambi sub-basin terbentuk pada jaman Oligocene yaitu Formasi Talang Akar, yang merupakan *fluvial channel sands*. Peningkatan muka air laut cenderung membuat daerah tersebut memiliki deposit air yang tinggi sehingga memunculkan lapisan karbonat. *Shale* pada Formasi Talang Akar berfungsi sebagai *seal* untuk *channel sands* namun juga terlapisan oleh batu pasir. Karbonat awal yang terbentuk bercampur dengan lempung, dan terbentuk *buildup* pada *platform* karbonat. Karbonat mulai tertutup dan digantikan oleh Formasi Gumai sebagai *seal* karbonat. Formasi Gumai terdapat

event downlap yang mengandung batu pasir dimana sebagai batuan reservoir yang baik.

Formasi Air Benakat berada pada area Jambi bagian utara. Dominasi batu pasir pada formasi ini lebih dominan dan bersifat *argillaceous* dan meliputi hanya beberapa bagian cekungan Sumatra Selatan. Terdapat *unconformity* pada Formasi Muara Enim dimana jelas terlihat pada seismik section yang ditunjukkan oleh indikasi batu bara dengan adanya amplitudo yang kuat.

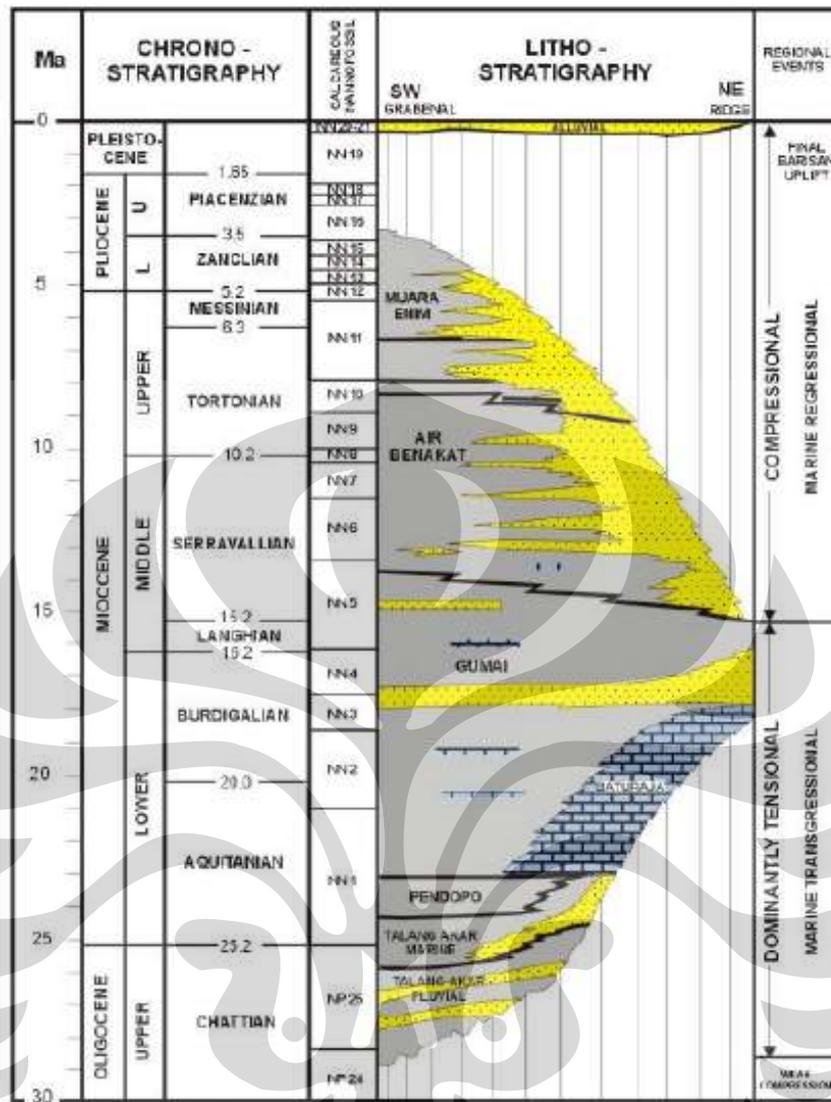
2.2 Petroleum Sistem

2.2.1 Batuan Sumber dan Migrasi Hidrokarbon

Batu bara pada Formasi Muara Enim memungkinkan menghasilkan gas namun dengan jumlah yang sedikit. Formasi Gumai juga memiliki potensial namun naya dalam segi kematangan bukan dalam hal jumlah hidrokarbon yang dihasilkan. Formasi Baturaja telah ditemukan potensi gas dan tergolong dalam Kerogen Type III/II.

Lempung pada Pendopo menunjukkan rendahnya indikasi potensial hidrokarbon, berbeda dengan Talang Akar yang memiliki tingginya indikasi potensial hidrokarbon. Hidrocarbon pada Formasi Talang Akar bermula pada *Late Middle Miocene*. Minyak pada Formasi Talang Akar umumnya terdapat di tepi Paparan Sunda dan daerah peninggian batuan dasar, sedangkan dalam Formasi Air Benakat pada bagian-bagiab dalam air cekungan, seperti di Jambi. *Top oil window* bervariasi sesuai dengan pengangkatan dan erosi juga dipengaruhi oleh intrusi batuan zaman Plio-Pleistosen.

Perangkap minyak berupa struktur antiklin. Selain itu dalam Formasi Talang Akar, minyak terjebak dalam perangkapstratigrafi seperti pembajian yang naik dari lapisa pasir, terutama terhadap daerah yang tinggi. Terumbu dari Formasi Baturaja dapat merupakan perangkap.



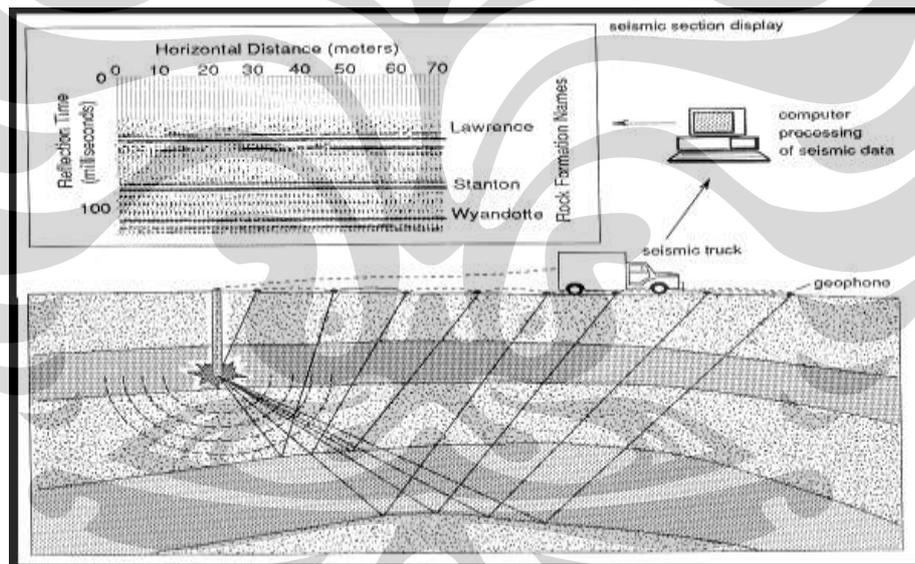
Gambar. 2.3. Kolom Stratigrafi Blok Jambi Merang (John Clure, 2001)

BAB III

TEORI DASAR

3.1 Konsep Dasar Seismik Refleksi

Seismik refleksi adalah salah satu metoda geofisika yang bekerja dengan prinsip penggunaan gelombang elastis yang dipancarkan dari suatu sumber getar dimana kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang elastic disebut sebagai impedansi akustik.. Gelombang bunyi yang dihasilkan dari ledakan tersebut akan menembus lapisan batuan dibawah permukaan yang selanjutnya akan dipantulkan kembali keatas permukaan melalui bidang reflector yang berupa batas lapisan batuan, (Badley, 1985).

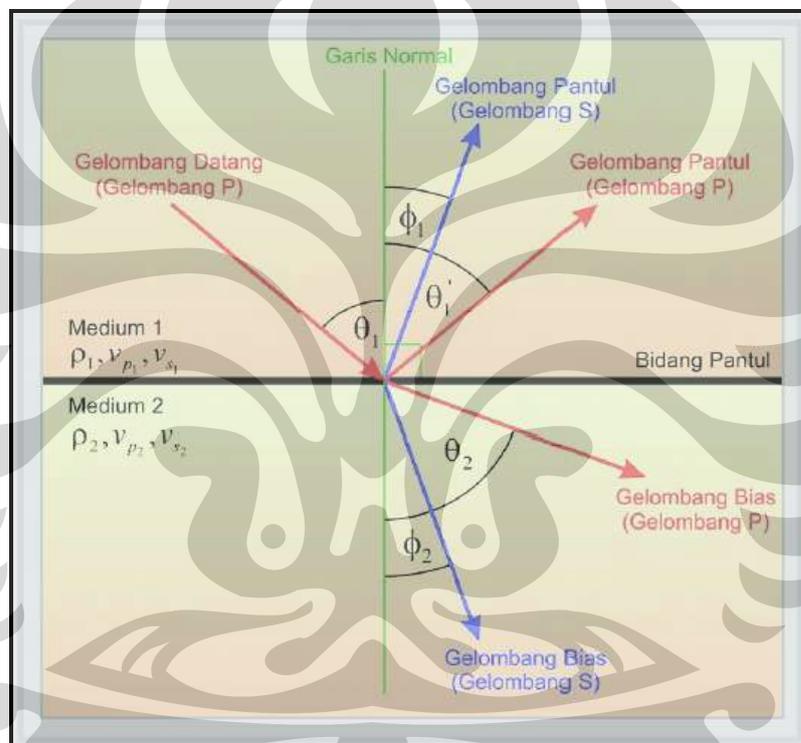


Gambar 3.1. Proses Akuisisi Seismik Refleksi

Bumi sebagai medium gelombang terdiri dari beberapa lapisan lain yang mempunyai sifat fisis berbeda misalnya : densitas, kecepatan medium. Ketidakkontinyuan medium ini menyebabkan gelombang seismik yang merambat sebagian dari energi akan dipantulkan ke permukaan. Gelombang seismik dalam penjarannya mengalami perubahan seperti kecepatan, fase, energi, amplitude.

Penjalaran gelombang seismik selalu bersesuaian dengan prinsip Hukum Snellius yang dikembangkan dari Prinsip Huygens yang menyatakan bahwa sudut pantul dan sudut bias merupakan fungsi dari sudut datang dan kecepatan gelombang. Saat gelombang P datang mengenai bidang batas antara 2 medium yang berbeda, maka akan timbul gelombang refleksi dan refraksi.

$$\frac{\sin \theta_1}{V_{P1}} = \frac{\sin \theta'}{V_{P1}} = \frac{\sin \theta_2}{V_{P2}} = \frac{\sin \phi_1}{V_{S1}} = \frac{\sin \phi_2}{V_{S2}} = P \quad (3.1)$$



Gambar.3.2 Pemantulan dan pembiasan pada bidang batas.(Bhatia,1986)

Apabila gelombang P pada medium pertama lebih kecil daripada kecepatan gelombang P pada medium kedua, maka ada sudut kritis pertama θ_p . Apabila sudut datang gelombang P $\geq \theta_p$, maka tidak ada gelombang P yang masuk ke medium kedua. Besar sudut kritis ini memenuhi persamaan (3.2).

$$\theta_p = \arcsin \frac{V_{P1}}{V_{P2}} \quad (3.2)$$

Jika kecepatan gelombang P pada medium pertama lebih kecil dari kecepatan gelombang S pada medium kedua, maka akan ada sudut kritis kedua θ_s yang apabila sudut datang gelombang $P \geq \theta_s$

Maka tidak ada gelombang S yang masuk ke medium kedua. Sudut tersebut didapatkan jika $\Phi=90^\circ$, sehingga besar sudut kritis pada persamaan (3.3):

$$\theta_p = \arcsin \frac{V_{P1}}{V_{S2}} \quad (3.3)$$

Gelombang seismik yang dipantulkan, memberikan informasi litologi dan fluida bawah permukaan bumi dalam bentuk waktu tempuh (travel time), amplitude refleksi, frekuensi, dan variasi fasa gelombang. Melalui pengolahan data seismik dan teknik interpretasi, perpaduan antara data seismik dan data log dapat diproses dan dianalisa untuk deliniasi sifat fisika batuan, distribusi litologi dan fluida, nilai porositas dan densitas

3.2 Komponen Seismik Refleksi

3.2.1 Impedansi Akustik

Kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang seismik yang melaluinya didefinisikan sebagai impedansi akustik, yang dijelaskan pada persamaan (3.4) dimana secara matematis merupakan hasil perkalian antara densitas media rambat dan kecepatan media rambat.

$$IA = \rho V \quad (3.4)$$

Persamaan tersebut merepresentasikan nilai Impedansi Akustik semakin tinggi maka semakin keras suatu batuan dan kecepatan rambat pada batuan semakin tinggi.

Ketika gelombang seismik merambat dan mencapai batas antara dua material dengan impedansi yang berbeda, beberapa energy pada gelombang akan terpantulkan pada batas sedangkan sebagian energy akan terus berlanjut hingga sampai ke batas lapisan berikutnya.

$$R = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \quad (3.5)$$

dengan R = koefisien refleksi sudut datang nol

A_1 = amplitude gelombang pantul

A_0 = amplitude gelombang datang

ρ_1 = densitas medium 1

ρ_2 = densitas medium 2

V_{p1} = kecepatan gelombang P pada medium 1

V_{p2} = kecepatan gelombang P pada medium 2

Z = impedansi akustik

Nilai pada koefisien refleksi berkisar antara -1 dan +1. Apabila impedansi akustik pada Z_2 lebih besar dibandingkan Z_1 maka nilai koefisien refleksi akan positif.

Koefisien transmisi adalah perbandingan antara amplitude gelombang bias dengan gelombang datang. Dimana ditunjukkan dengan persamaan :

$$T = \frac{2Z_1}{Z_1 + Z_0} \quad (3.6)$$

dengan :

T_0 = koefisien transmisi sudut datang nol

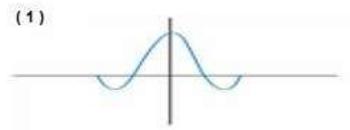
Z = impedansi akustik

3.2.2 Wavelet

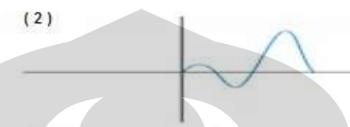
Wavelet merupakan sinyal transien yang memiliki interval waktu dan amplitudo yang terbatas. Berdasarkan konsentrasi energinya *wavelet* dapat dibagi atas beberapa jenis (Sismanto, 1999):

1. Wavelet fase nol (zero phase) memiliki konsentrasi yang maksimum pada bagian tengah dan waktu tunda nol, sehingga wavelet tersebut memiliki resolusi

yang maksimum. Wavelet tersebut adalah wavelet yang lebih baik dari semua jenis wavelet dimana memiliki spektrum amplitudo yang sama.



2. Wavelet dengan fase yang maksimum memiliki waktu tunda terkecil dari energinya dan energinya terkonsentrasi di titik referensi nol.



3. Wavelet fase minimum mempunyai energi yang terpusat pada bagian akhir wavelet



4. Wavelet fase campuran (mixed phase) energinya tidak terkonsentrasi di depan maupun dibelakang

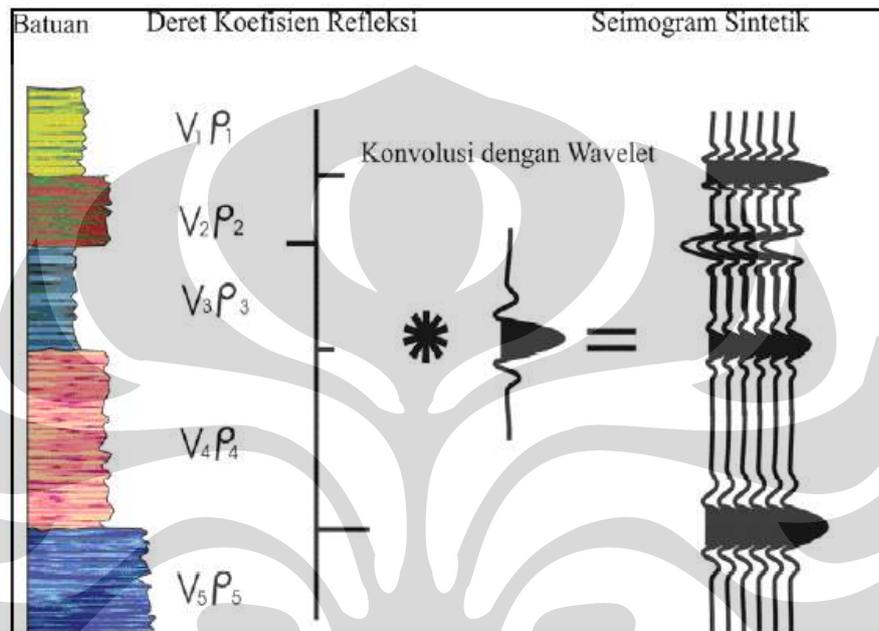


3.2.3 Seismogram Sintetik

Seismogram sintetik adalah suatu respon seismik yang dihasilkan dari data log kecepatan dan densitas dimana akan dikonvolusikan dengan wavelet. Seismogram sintetik tersebut selanjutnya akan dikorelasikan dengan data sumur (litologi, umur dan sifat fisis lainnya) untuk mendapatkan hasil yang lengkap dan komperhensif.

3.2.4 Polaritas

Polaritas merupakan suatu nilai koefisien yang bernilai positif atau negatif. Perbedaan nilai positif atau negatif berdasarkan dari nilai impedansi akustik batuan.



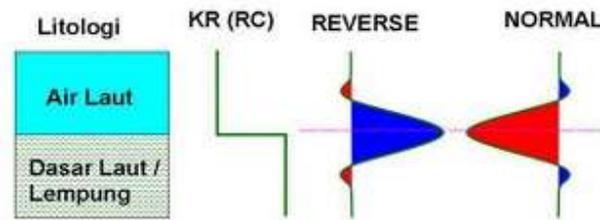
Gambar 3.3 Seismogram sintetik yang diperoleh dari konvolusi RC dan wavelet. (Sukmono, 2000)

Terdapat dua jenis konvensi polaritas, yaitu SEG polarity dan European polarity, dimana kedua polarity tersebut saling berkebalikan dalam menjelaskan koefisien refleksi. Pada polaritas SEG, signal positif menunjukkan nilai $AI_1 > AI_2$ dan ditunjukkan dengan *peak*. Sedangkan pada signal negatif menunjukkan bahwa $AI_2 > AI_1$ dan ditunjukkan dengan *through*.

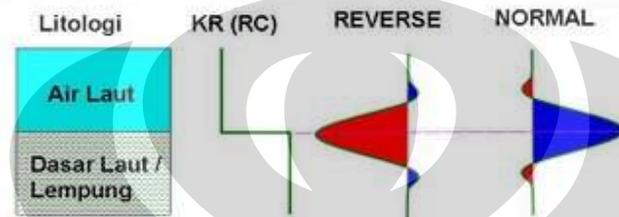
Seismik dipengaruhi oleh macam fluida pori dimana tergantung pada impedansi akustik reservoir dan litologinya diantaranya adalah:

1. Bright spot terjadi apabila $AI_{Reservoir} < AI_{litologi\ sekitar}$
2. Dim spot terjadi apabila $AI_{reservoir} > AI_{litologi\ sekitar}$
3. Flat spot terjadi apabila ada kontak antara *oil-gas*.

STANDAR SEG (ZERO PHASE)



STANDAR EROPA (ZERO PHASE)



Gambar 3.4 : Polaritas SEG dan Polaritas Eropaan

3.3 Well log

Dalam kegiatan eksplorasi, sumber informasi yang didapat selain data seismik adalah data sumur. Data sumur memberikan informasi yang akurat mengenai keadaan lapisan bawah permukaan karena proses pengambilan data yang dilakukan dengan memasukan alat ke dalam bawah permukaan. Informasi yang didapat dari well log meberikan suatu analisa mengenai keberadaan fluida serta sifat fisik batuan sehingga integrasi antara data seismik serta sumur membantu interpreter dalam lead and prospect suatu lapangan eksplorasi.

Log Gama Ray

Log Gamma Ray adalah log yang bekerja dengan menerapkan prinsip pancaran radioaktif dari suatu batuan dimana radioaktif yang terekam terdiri atas potasium, uranium dan thorium. Tinggi rendahnya nilai dari Gamma Ray dapat menjadi indikator suatu perbedaan lithologi. Selain itu dapat juga sebagai indikator lapisan tersebut shale atau non-shale dimana shale memiliki nilai gamma ray yang lebih bear dibanding non-shale.

Log SP

Kurva SP merupakan rekaman perbedaan potensial antara elektroda yang bergerak di dalam lubang bor dengan elektroda di permukaan dengan satuan milivolt. Kurva SP berupa garis lurus yang disebut garis dasar serpih, sedangkan pada formasi permeabel kurva SP menyimpang dari garis dasar serpih. Penyimpangan SP dapat ke kiri atau ke kanan tergantung pada kadar garam dari air formasi dan filtrasi lumpur.

Log Resistivitas

Resistivitas dari formasi adalah salah satu parameter utama yang diperlukan untuk menentukan saturasi hidrokarbon. Aliran arus listrik pada batuan disebabkan konduktivitas dari air yang dikandungnya. Sehingga nilai resistivitas akan semakin besar ketinggian arus tidak dapat mengalir di batuan tersebut. Namun akan semakin kecil apabila batuan tersebut bersifat konduktif terhadap arus listrik.

Log RHOB

Log density berfungsi sebagai evaluasi formasi pada parameter densitas yang berkaitan dengan porositas formasi di sepanjang lubang bor. Densitas yang diukur adalah densitas keseluruhan dari matrix batuan dan fluida yang terdapat pada pori. Alat ini bekerja dengan prinsip hamburan elektron dengan memancarkan gamma ray dan ditangkap pada reflektor. Semakin padat batuan, semakin sulit sinar radioaktif tersebut ter-emisi dan semakin sedikit emisi radioaktif yang terhitung oleh penerima (counter).

Penentuan nilai porositas juga dapat dihitung dari nilai RHOB dengan menggunakan persamaan ;

$$\rho_b = \rho_f \Phi + \rho_{ma} (1 - \Phi) \quad (3-7)$$

dimana

ρ_b = Densitas Log (Bulk)

ρ_f = Densitas fluida

Φ = Porosity

ρ_{ma} = Densitas Matrik batuan

3.4 Kecepatan

Dalam hal seismologi, jenis-jenis kecepatan sangat beragam seperti kecepatan sonik, kecepatan interval, kecepatan rata-rata, kecepatan stacking, dll. Namun dari sekian banyak jenis kecepatan dapat di kelompokkan secara umum yaitu kecepatan fisis (physical velocities) dan kecepatan pengukuran (velocity measures).

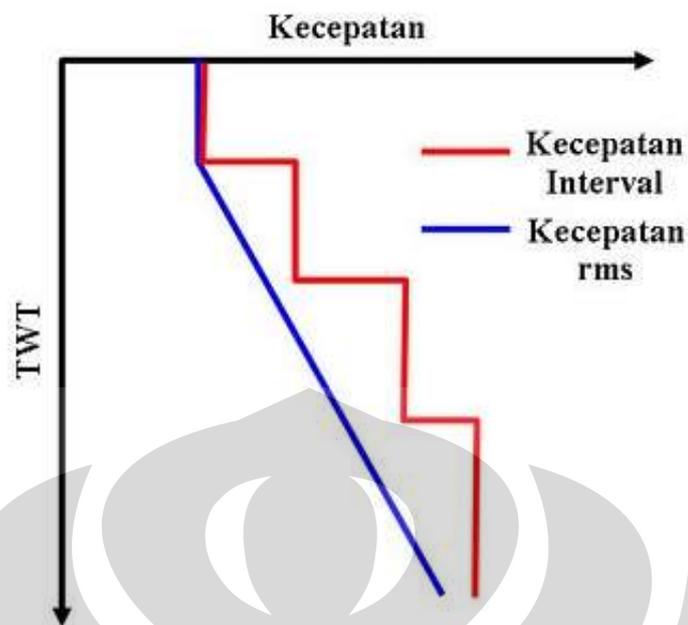
Pengertian dari kecepatan fisis adalah kecepatan aktual perambatan gelombang, seperti contoh : kecepatan P dan S serta kecepatan sesaat. Sedangkan kecepatan pengukuran didapatkan dari analisa data seismik yang memprediksi kecepatan fisis.

Kecepatan Sonik

Kecepatan Sonic didapat dari pengukuran secara langsung pada lubang bor. Signal akustik merambat ke dalam formasi batuan di sekitarnya, lalu ditangkap oleh receiver yang berada di antara pemancar atas dan bawah.

Kecepatan Interval

Laju rata-rata antara dua titik yang diukur tegak lurus terhadap kecepatan lapisan yang dianggap sejajar, yaitu dengan Δt adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan penjalaran sejauh Δz . Jika jenis batuan seragam pada suatu interval kedalaman, maka V_{int} sama dengan kecepatan pada formasi. Namun jika interval kedalaman meliputi lapisan batuan yang berbeda maka interval sama dengan kecepatan rata-rata dihitung dari jarak z .



Gambar 3.5 Kurva Kecepatan interval dan Kecepatan RMS

Kecepatan Stacking

Hubungan jarak-waktu dari analisis pengukuran NMO dari CDP gather pada data seismik. Kecepatan stacking digunakan untuk mengoreksi waktu kedatangan dari event pada trace seismik pada jarak offset yang berbeda. Untuk jarak offset yang kecil dan lapisan horizontal, nilai $V_{rms} = V_{stack}$. Namun untuk lapisan yang memiliki sudut tertentu maka $V_{stack} = V_{rms}/\cos(\text{dip})$.

3.5 Pendekatan Geostatistik

Pada umumnya konsep geostatistika muncul dari sebuah pengertian yang umum digunakan yaitu segala sesuatu relatif terhadap yang lain. Pendekatan dari sesuatu yang masih belum diketahui berdasarkan sesuatu yang telah diketahui dicari tingkat kebenarannya berdasarkan suatu perhitungan statistik, maka dari itu geostatistik merupakan bagian dari ilmu statistik yang mempelajari hubungan keruangan antara dua atau lebih titik yang diobservasi. Sehingga semakin banyak

titik sampel maka gambaran suatu ruang akan mendekati kondisi yang sebenarnya dan juga dipengaruhi oleh penyebaran data.

Metode geostatistik dari penggabungan data seismik yang memiliki resolusi lateral yang baik dan data sumur yang memiliki resolusi vertikal yang bagus dapat dibuat persebaran nilai petrofisika. Namun pemilihan sampel statistik seperti jumlah data dan persebaran data menjadi salah satu pertimbangan karena semakin dekat jarak dengan variabel maka akan menghasilkan kesamaan yang tinggi dan semakin jauh jarak antar variabel, kesamaan tersebut akan berkurang. Maka dari itu pada geostatistika terdapat metode yang berbeda sesuai dengan data dari variabel yang berbeda dan berubah sesuai dengan fungsi jarak akan dihubungkan dengan menggunakan fungsi korelasi.

3.5.1 Kriging

Kriging merupakan teknik linear regresi yang dilakukan untuk mengestimasi nilai di suatu titik yang terdistribusi secara spatial dengan memberikan faktor pembobot tertentu pada masing-masing titik data (A. Haris, 2009). Pengambilan suatu sample umumnya dilakukan secara acak (random) dalam suatu grid buatan yang melingkupi titik sample tersebut. Sehingga terdapat titik sample yang tepat berada pada titik potong antar grid namun juga banya titik grid yang tidak memiliki sample. Maka dari itu kriging melakukan suatu estimasi besar nilai yang merepresentasikan kondisi sebenarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang terdapat pada sampel tersebut.

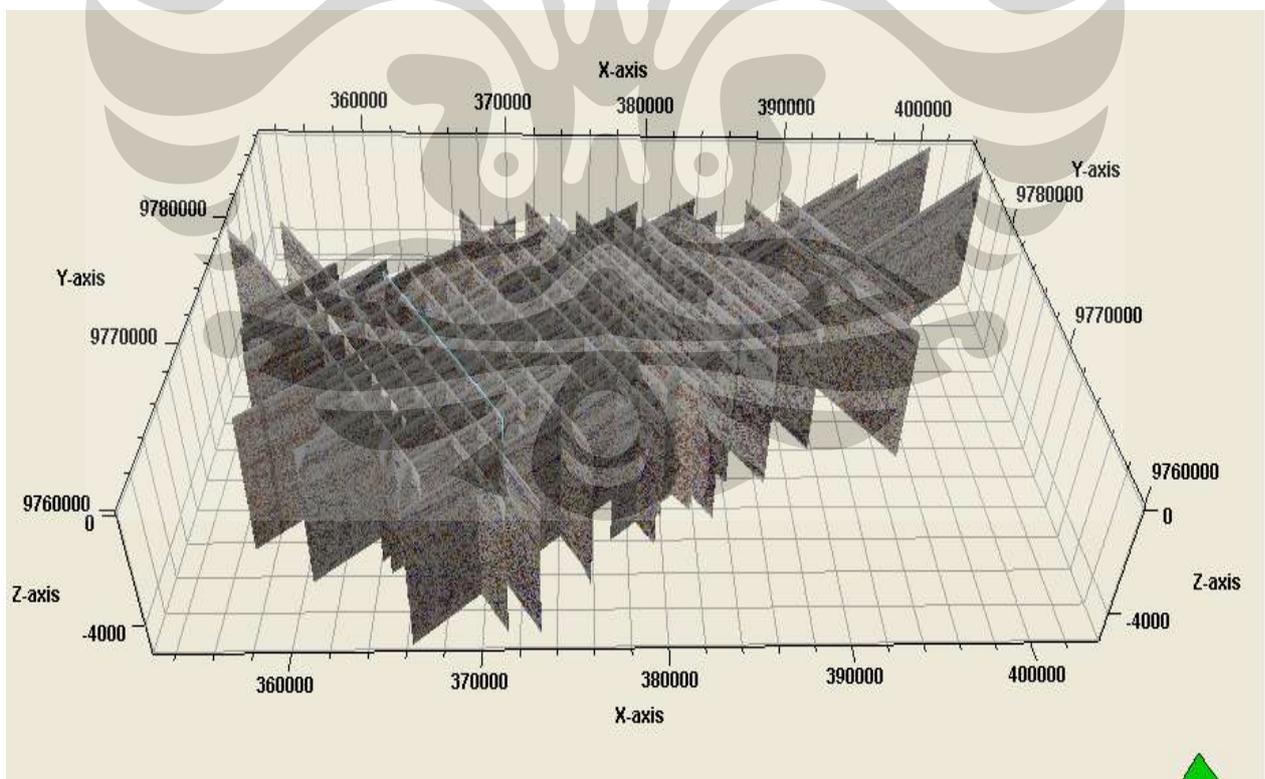
BAB IV DATA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Persiapan Data

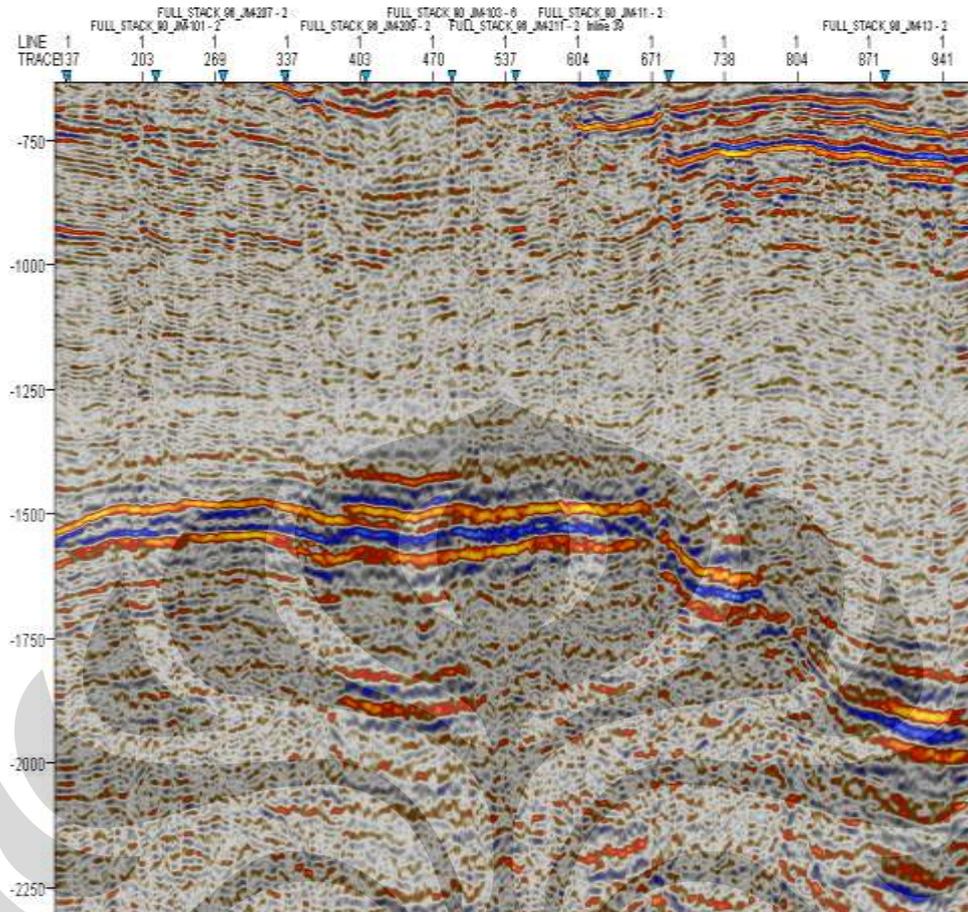
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data seismik 2D, data sumur dengan kelengkapannya, data checkshot, marker geologi, serta *velocity stack*. Pada bab ini akan dijelaskan masing-masing data serta fungsinya dalam pengolahan untuk mendapatkan hasil akhir penelitian.

4.1.1 Data Seismik

Data seismik yang digunakan adalah data seismik 2D dengan jumlah line sebanyak 41. Wilayah data seismik ditunjukkan dalam **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Data seismik 2D daerah penelitian

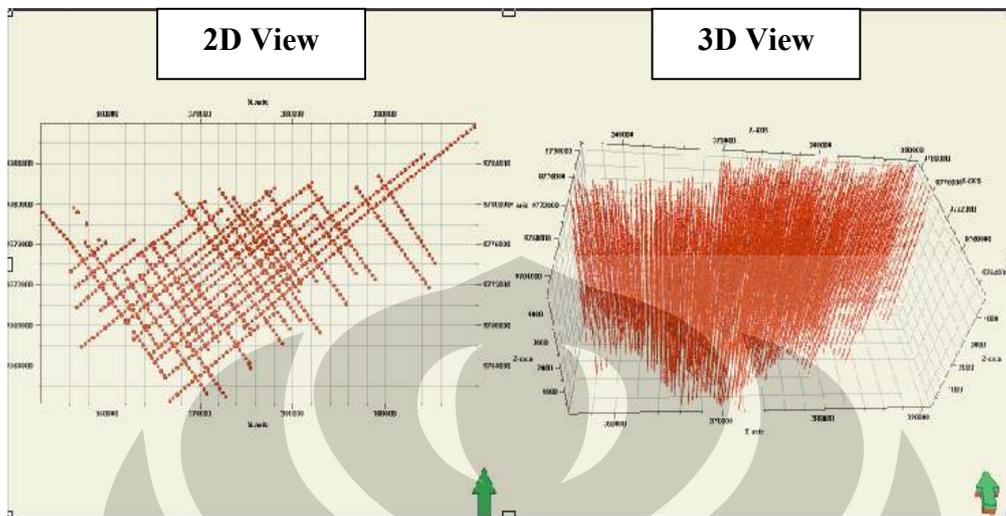


Gambar 4.2 Penampang seismik

Gambar 4.2 adalah contoh dari penampang seismik pada tampilan 2D secara vertical.

4.1.2 Velocity Stack

Salah satu data kecepatan yang akan digunakan pada pengolahan data didapat dari dari seismik. Informasi ini didapat berdasarkan perhitungan antara jarak offset dengan waktu pemantulan dari masing-masing CDP. Velocity stack memiliki nilai yang berbeda sesuai dengan fungsi kedalaman dan pada interval waktu tertentu.



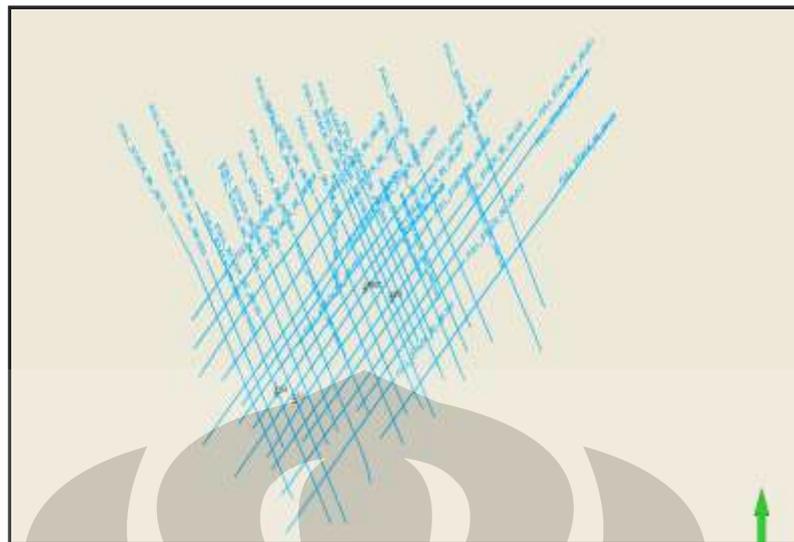
Gambar 4.3 Data Velocity Stack. Jarak antar CDP sebesar 50x50m. Kenampakan dari atas (kiri) dan Kenampakan secara vertical (kanan).

4.1.3 Data Sumur

Penelitian menggunakan data sumur sebanyak 7 sumur ketersediaan log densitas (RHOB), log Gamma Ray (GR), log Sonic (DT), log neutron-porosity (NPHI), log resistivity (LLD). Data log tersebut akan digunakan sebagai penentu indicator fluida dan litologi serta dalam koreksi pemodelan kecepatan. Berikut adalah tabel kelengkapan data log yang digunakan. :

Tabel 4.1 Ketersediaan data sumur di daerah penelitian

Sumur	x	y	KB (feet)	Depth	Cal	DT	GR	RHOB	LLD	NPHI
S-1	365265.49	9768616.78	58	v	v	v	v	v	v	v
S-3	367258.08	9768189.39	68	v	v	v	v	v	v	v
S-5	365269.84	9768610.6	59	v	v	v	v	v	v	v
P-1	375264.37	9774982.94	38.51	v	v	v	v	v	v	v
P-1 ST1	375264.37	9774982.94	38.51	v	v	v	v	X	v	v
P-3	378324.66	9774427.36	50	v	v	X	v	v	v	X



Gambar 4.4 Basemap posisi sumur dalam lungkup seismik

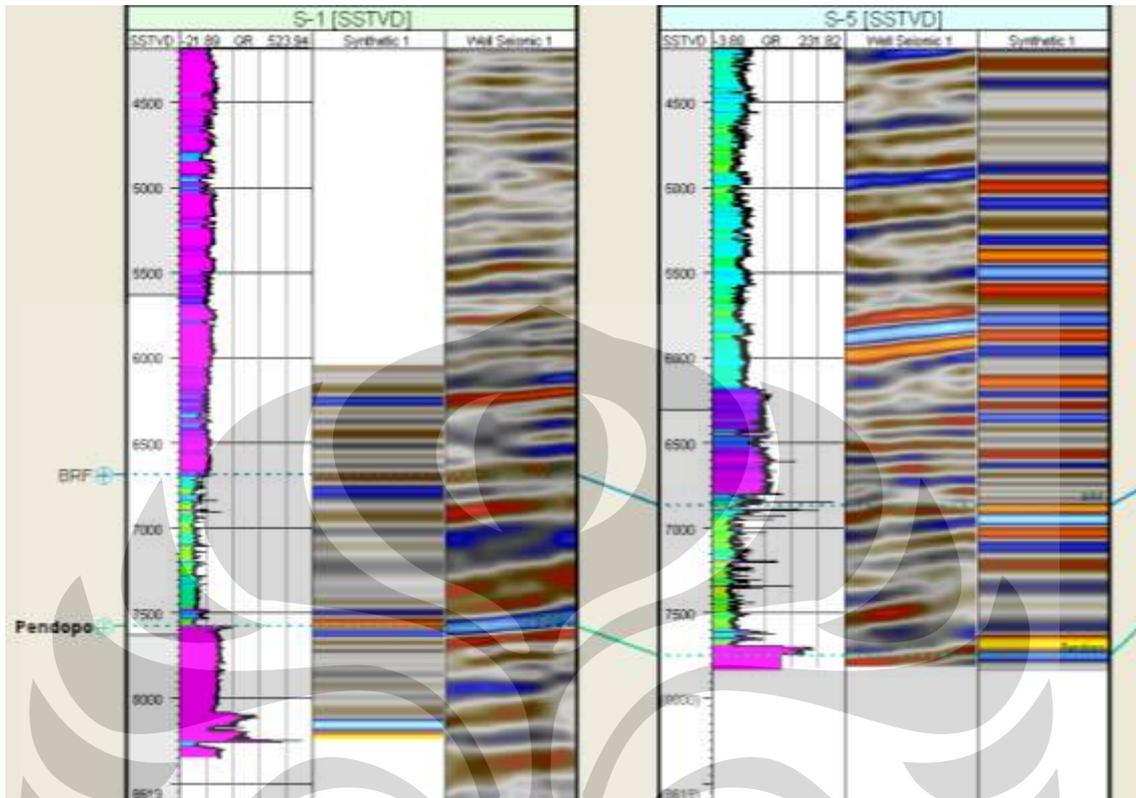
4.2. Pengolahan Data

4.2.1 Pengikatan Data Sumur dan Data Seismik

Pengikatan data sumur dan data seismik atau lebih dikenal dengan well-seismik tie adalah proses dalam pencocokan data sumur pada domain kedalaman (m) dengan data seismik (t) sehingga cocok dengan data marker geologi yang akan membantu pada tahapan interpretasi seismik. Proses pengikatan data sumur dan data seismik dilakukan pada masing-masing sumur.

Data sumur yang digunakan adalah sonic (DT), density (RHOB), dan checkshot. Berikutnya adalah membuat reflectivity log yang didapat dari sonic dan density, lalu dilanjutkan dengan membuat seismogram sintetik dengan cara mengkonvolusikan reflectivity log dengan wavelet.

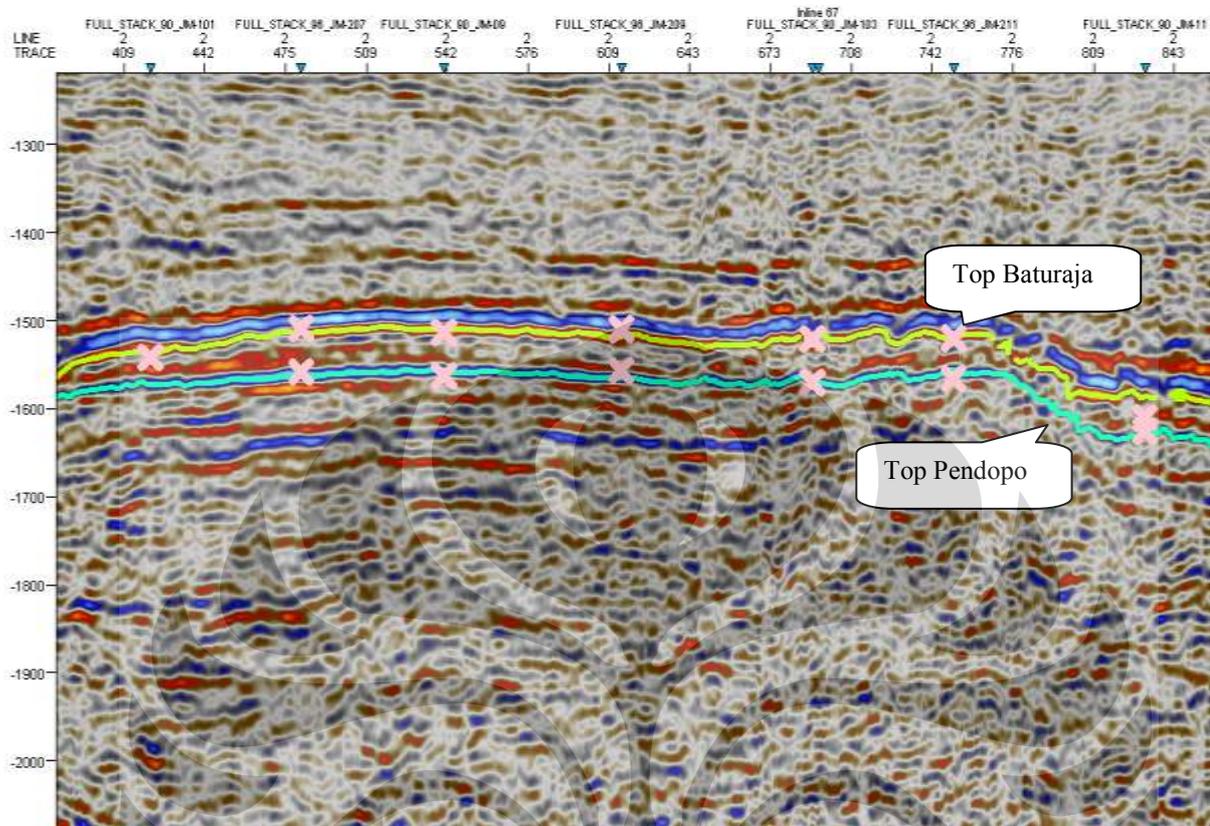
Berikut adalah tampilan hasil pengikatan data sumur terhadap data seismik dimana terlihat tras sintetik dicocokkan amplitudonya dengan tras seismik.



Gambar 4.5 Pengikatan data sumur terhadap seismik

4.2.2 Interpretasi Seismik

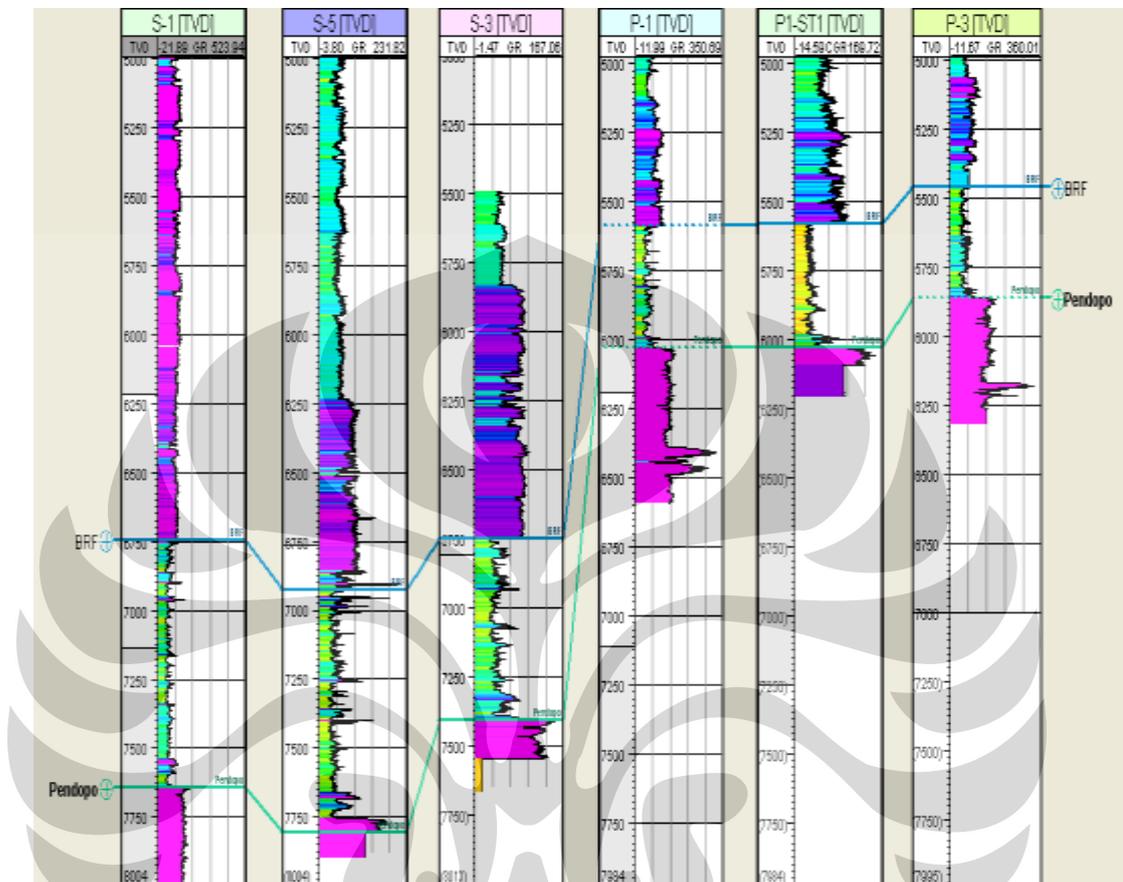
Hal selanjutnya yang dilakukan sebelum membuat pemodelan kecepatan adalah menginterpretasi horizon dari data seismik. Untuk membuat suatu pemodelan kecepatan yang baik, harus dilakukan sesuai dengan hasil interpretasi dari horizon karena horizon merepresentasi kondisi formasi batuan dari lapisan di bawah permukaan bumi. Tujuan akhir dari pemodelan adalah mendapatkan suatu model kecepatan dari tiap litologi. Oleh karena itu, penarikan horizon sangat berpengaruh pada distribusi kecepatan dan mencerminkan kecepatan unit batuan dari tiap formasi



Gambar 4.6 Hasil interpretasi dari penampang seismik.

4.2.3 Pemodelan Stratigrafi

Penentuan batas zonasi reservoir berdasarkan data sumur tercakup dalam pemodelan stratigrafi. Salah satu indikator yang digunakan dalam penentuan zona reservoir adalah berdasarkan nilai gamma ray pada log. Nilai gamma ray pada log mengindikasikan nilai antara top formasi Baturaja dan top Pendopo memiliki nilai yg jauh berbeda dengan lithologi sekitar. Dengan data marker yang diambil dan disesuaikan dengan data log, diketahui bahwa formasi baturaja didominasi batuan karbonat yang ditunjukkan pada nilai gama ray yang rendah dan event refleksi seismik yang kuat, yang ditunjukkan pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.7 Hasil korelasi sumur arah Barat Daya – Timur Laut

4. 2. 4. Pemodelan Kecepatan

Membuat model kecepatan adalah salah satu kunci dalam konversi hasil interpretasi dari domain waktu ke kedalaman. Kualitas dari semua hasil akhir yang di peroleh tergantung dari model kecepatan dan mungkin mempengaruhi pada hasil perhitungan volume dari hidrokarbon yang diproduksi. Pemodelan kecepatan dilakukan dengan terperinci yang mewakili nilai dari distribusi kecepatan secara lateral dan vertikal pada bawah permukaan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, model kecepatan untuk konversi waktu ke kedalaman harus terintegrasi dengan semua informasi data geologi dan geofisika (stratigrafi marker, log, kerangka geologi, VSP, seismik horison, velocity average).

Pemodelan kecepatan dilakukan dengan variasi data masukan. Pada kasus pertama menggunakan single velocity, $V_0=V$. Kasus kedua menggunakan velocity stack sebagai data masukan. Dan kasus ketiga velocity yang dibuat dari data kecepatan sonic berdasarkan hubungan TDR.

Pemodelan kecepatan ditujukan pada lapisan reservoir yaitu lapisan Baturaja. Lapisan pada formasi Baturaja memiliki litologi karbonat dimana densitas batuan yang sangat kompak dan nilai velocity yang relatif tinggi.



BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pemodelan Kecepatan

Keakuratan dalam pemodelan kecepatan menentukan keakuratan dalam peta kedalaman sebagai acuan dalam kesuksesan pengeboran suatu lapangan. Dalam hal ini pemodelan kecepatan dibuat dalam *case* yang bervariasi untuk model yang paling tepat dengan keadaan sesungguhnya.

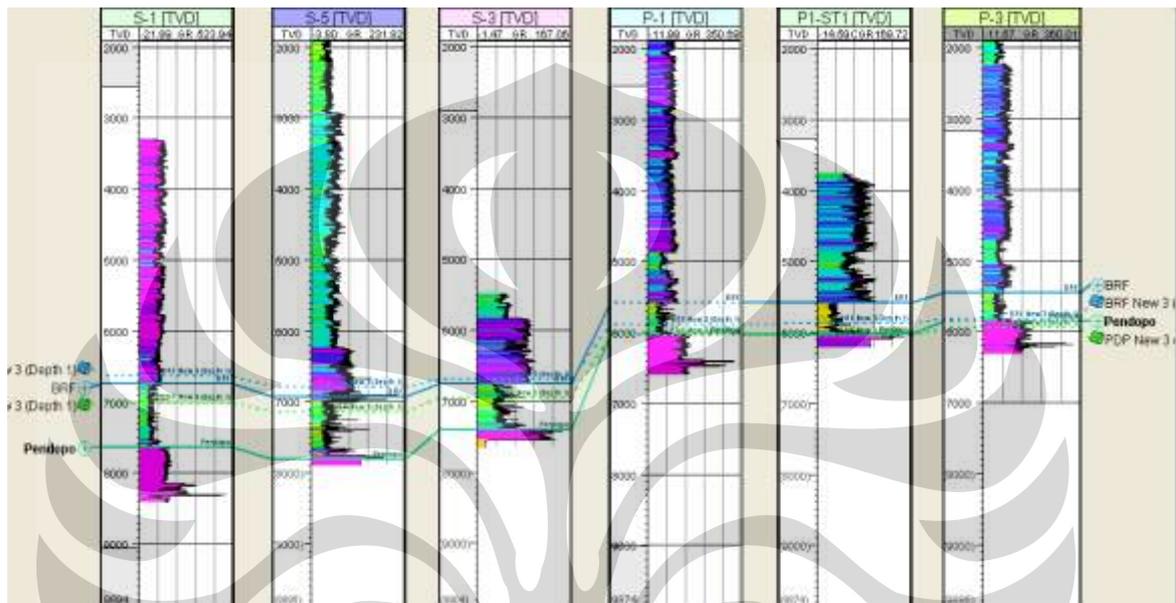
5.1.1 Pemodelan Kecepatan *Case 1*

Model kecepatan yang dilakukan menggunakan *single velocity*. Dalam hal ini, reservoir berada pada Formasi Baturaja dengan litologi karbonat. Nilai V_p pada karbonat secara umum berkisar antara 2000 – 5000 m/s². Nilai estimasi yang digunakan adalah antara 2000 – 2400 m/s².

Hasil dari model kecepatan ini digunakan untuk membuat peta kedalaman sebagai hasil akhir dari *time to depth conversion*. Hasil dari peta kedalaman selanjutnya dikoreksi dengan data marker geologi. Tujuannya untuk melihat besar error yang dihasilkan dari velocity model yang dibuat. Terlihat Top Formasi Baturaja hasil dari peta kedalaman memiliki error sebesar 105.26 feet, 127.26 feet dan -290 feet. sekitar sumur S-1, S-5, S-3 terhadap Marker Formasi Baturaja dan -290 feet, 97 feet dan -167 feet. Besar nilai error pada kasus pertama disebabkan oleh asumsi *single velocity* pada pembuatan model.

Dalam kenyataannya, nilai velocity tidak homogen pada suatu formasi namun bervariasi sesuai dengan fungsi kedalaman, kandungan fluida, matrix batuan dan jenis litologinya. Hal yang sama dijumpai pada error di sumur P-1, P1-ST1 dan P3 untuk top formasi Baturaja. Error pada top formasi Pendopo pada sumur S-1, S-5, dan S-3 sangat besar bila dibandingkan dengan error pada sumur P-1, P1-ST1, dan P-3 sebesar 3 feet, 60 feet dan -111 feet. Nilai minus atau positif pada koreksi

menandakan bahwa koreksi peta kedalaman berada diatas atau dibawah terhadap marker geologi. Dari rata-rata error pada kedua top formasi, maka hasil konversi kedalaman menggunakan single velocity menunjukkan bahwa besar nilai error pada Top Baturaja lebih kecil dibandingkan dengan error pada Top Pendopo.



Gambar 5.1 Koreksi peta kedalaman Case 1 terhadap marker geologi

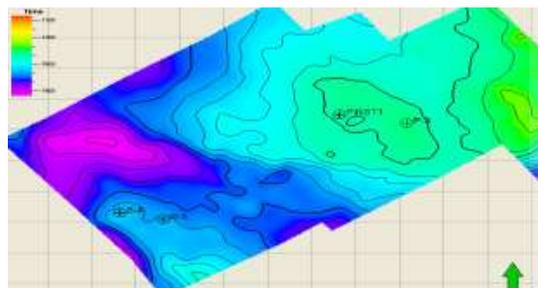
Tabel 5.1 Koreksi Peta Kedalaman Case 1 (feet)

Top Formasi	S-1	S-5	S-3	P-1	P1-ST1	P-3
Top BRF	105.26	127.26	56.43	-290	-97	-167
Top PDP	639	663	463	-3	60	-111

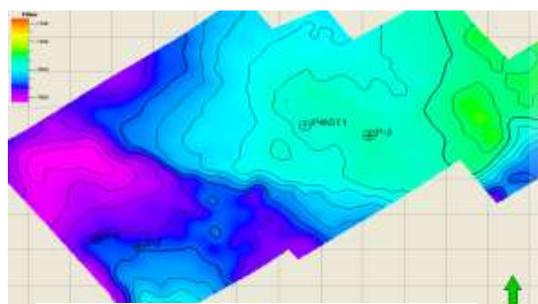
Tabel 5.2 Deviasi Standar Peta Kedalaman Case 1

Top Formasi	Deviasi Standar
Top BRF	159
Top PDP	432

Peta Struktur Waktu

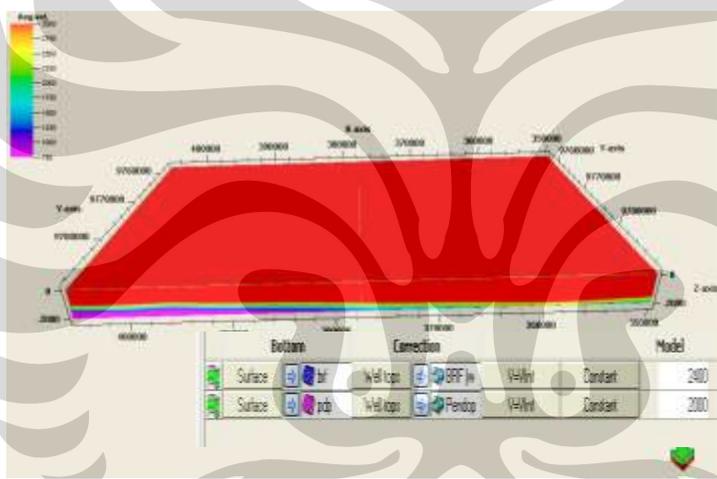


Gambar 5.2 : Peta struktur waktu Top Formasi Baturaja



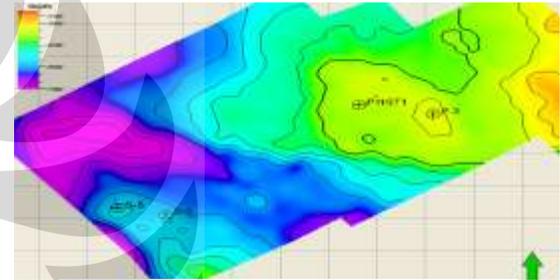
Gambar 5.3 : Peta struktur waktu Top Formasi Pendopo

Model Kecepatan

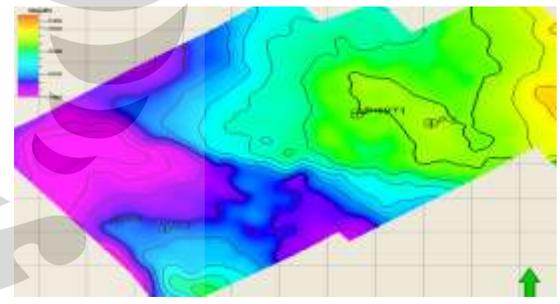


Gambar 5.4 Velocity Homogeneous Layer

Peta Struktur Kedalaman



Gambar 5.5: Peta struktur kedalaman Top Formasi Baturaja (case 1)



Gambar 5.6 : Peta struktur kedalaman Top Formasi Pendopo (case 1)

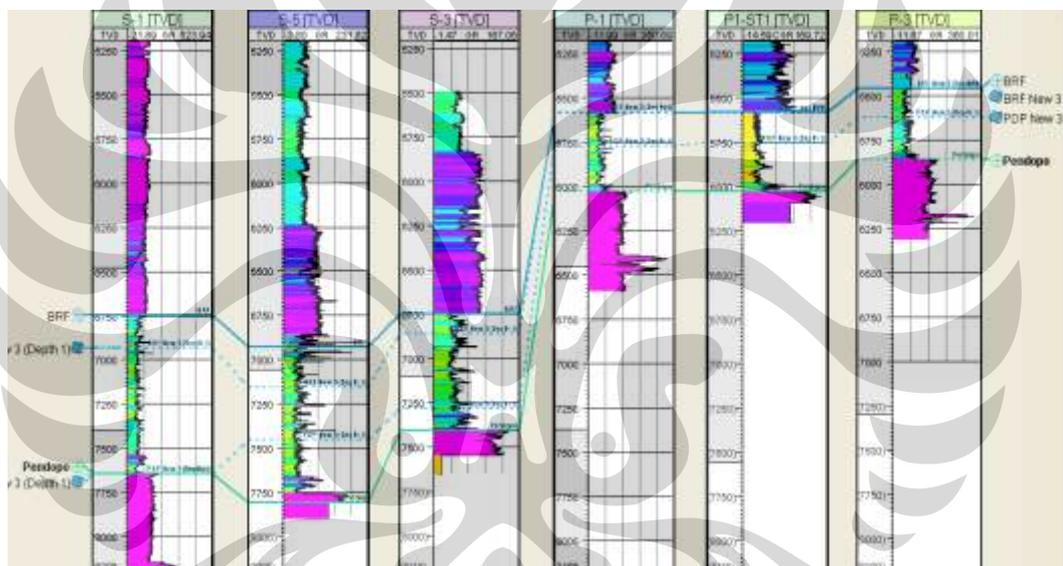
5.1.3 Pemodelan Kecepatan Case 2

Pemilihan menggunakan metode geostatistik untuk data integrasi karena data geologi dan geofisika perlu suatu interpolasi. Data seismik menghasilkan velocity secara lateral dimana atau memiliki keadaan geologi yang kompleks maka hasil interpolasi seharusnya beragam. Pemodelan ini didapat dari hasil interpolasi stacking velocity dengan menggunakan Metode Kriging. Nilai range dan azimuth yang digunakan berdasarkan trend structure pada daerah sumur. Interpolasi pada metoda Kriging menggunakan suatu pembobotan tertentu.

Kisaran nilai velocity average yang telah di konversikan dengan persamaan Dix memberikan range nilai velocity berkisar 2100-2800 m/s. Perbedaan nilai dari velocity stack akibat dari perbedaan ketinggian, pada daerah sumur S memiliki kedalaman yang lebih dalam dibandingkan sumur P sehingga nilai velocity akan lebih besar di daerah S dibandingkan daerah P. Hal ini merupakan hubungan velocity dengan kedalaman dimana semakin dalam suatu lapisan maka velocity akan semakin besar. Nilai error hasil peta kedalaman terhadap marker geologi pada daerah sumur S-1, S-3 dan S-5 pada top Formasi Baturaja memiliki nilai -185 feet, -230 feet, -123 feet dan pada sumur P-1, P1-ST1, dan P-3 memiliki error sebesar -67 feet, -4 feet dan -9 feet. Nilai pada area sumur S-1, S-3 dan S-5 lebih besar errornya dibandingkan dengan sumur P-1, P1-ST1, dan P-3. Hal ini sebagai akibat interpolasi menggunakan velocity stack dimana nilai velocity berasal dari CDP dengan interval waktu tertentu. Sehingga lebih mempresentasikan keadaan sebenarnya dengan dibanding dengan Case 1. Dimana nilai-nilai velocity pada gather disamakan berdasarkan masing-masing CDP. Nilai error yang besar pada hasil konversi kedalaman merupakan pengaruh dari besar nilai velocity stack dimana nilai velocity stack tersebut berasal dari nilai velocity NMO yang diolah pada tahapan processing yang didapatkan dari nilai velocity pada gather yang disamakan berdasarkan tiap-tiap CDP. Error yang besar pada case ini dapat

disebabkan oleh nilai penentuan velocity stack yang tidak tepat dalam proses processing.

Tidak adanya kontrol secara vertikal menjadi salah satu alasan terjadinya error yang besar. Resolusi secara horizontal dari velocity stack memiliki hasil yang baik karena dikontrol oleh banyak titik secara horizontal dari velocity stack dan hasil interpolasi dengan kriging yang menambahkan faktor pembobotan menghasilkan suatu nilai yang baik secara lateral. Namun untuk resolusi secara vertikal tidak ada kontrol yang mengikat secara langsung. Kondisi ini yang menyebabkan peta kedalaman relatif tidak tepat pada marker geologi .



5.7 Koreksi peta kedalaman case 2 terhadap marker geologi

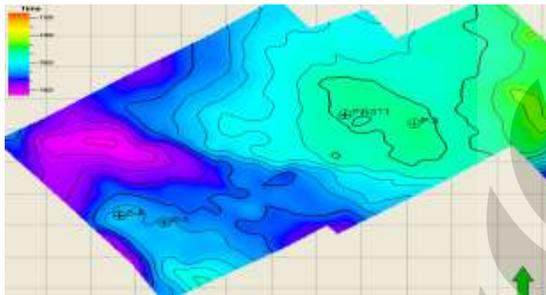
Tabel 5.3 Koreksi Peta Kedalaman Case 2 (feet)

Top Formasi	S-1	S-5	S-3	P-1	P1-ST1	P-3
Top BRF	-185	-230	-123	-67	-4	-9
Top PDP	5	363	116	258	279	238

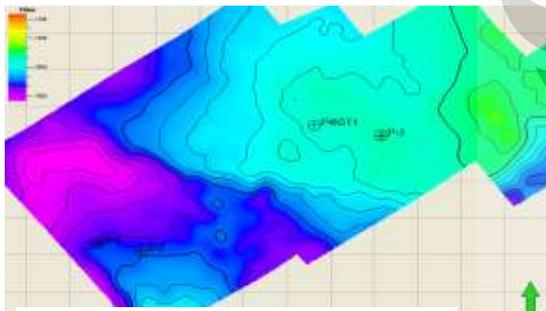
Tabel 5.4 Deviasi Standar Peta Kedalaman Case 2

Top Formasi	Deviasi Standar
Top BRF	133
Top PDP	240

Peta Struktur Waktu

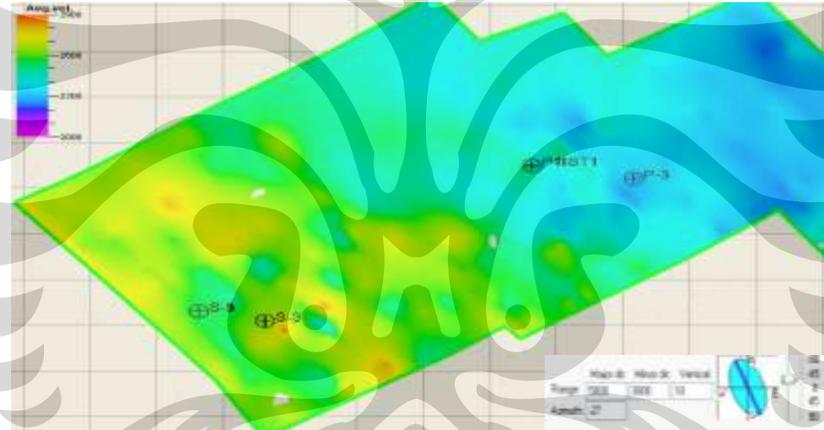


Gambar 5.2 : Peta struktur waktu Top Formasi Baturaja



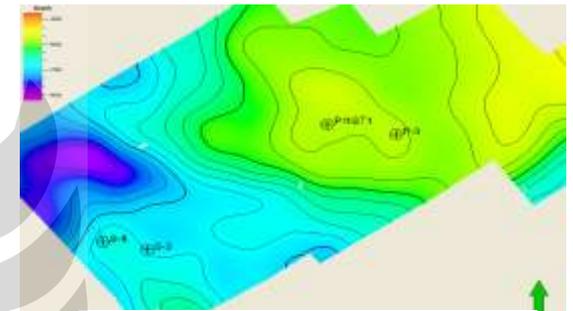
Gambar 5.3 : Peta struktur waktu Top Formasi Pendopo

Model Kecepatan

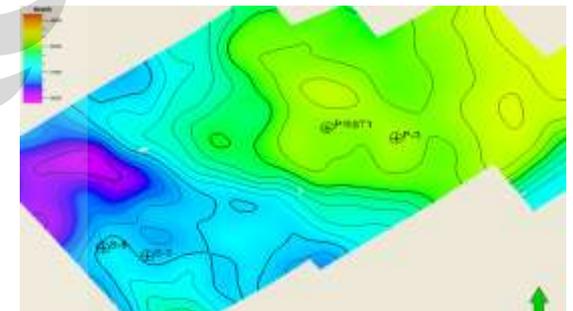


Gambar 5.8 : Hasil Interpolasi dari kecepatan stacking

Peta Struktur Kedalaman



Gambar 5.9 : Peta struktur kedalaman Top Formasi Baturaja (case 2)



Gambar 5.10 : Peta struktur kedalaman Top Formasi Pendopo (case 2)

5.1.4 Pemodelan Kecepatan Case 3

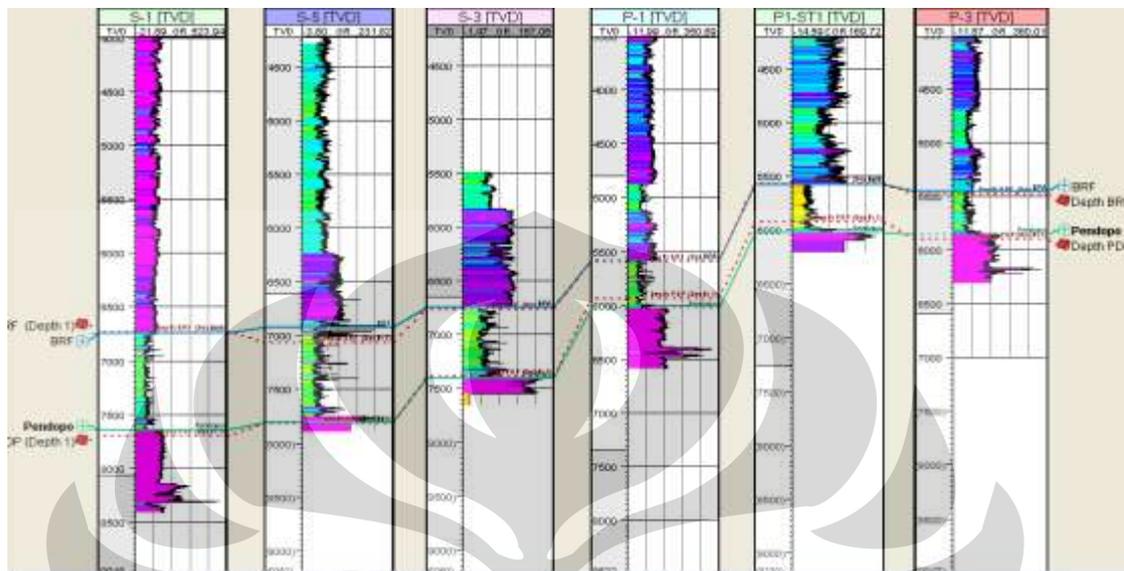
Kecepatan sonik adalah kecepatan yang didapatkan berdasarkan pengukuran langsung dari pengeboran sehingga mendapatkan nilai dari besar kecepatan dari lapisan batuan. Pemodelan kecepatan pada case ini, menggunakan hubungan antar kecepatan sonic dengan kedalaman formasi.

Pemodelan ini dibuat dari hasil well seismik tie dari sumur terhadap seismik. Data sonic dan log density dibuat jadi AI dan dibuat deret refleksinya terhadap kedalaman dan dikonvolusikan dengan wavelet untuk menjadi sintetik seismogram yang nantinya akan disesuaikan dengan trace seismik. General time yang dihasilkan merupakan hubungan TDR yang merupakan fungsi dari adjusted velocity interval dari sonic sebelumnya terhadap checkshot dan editing manual.

Secara umum pemodelan case 3 memiliki control dari seismik dan sumur sehingga resolusi secara lateral dan vertikal lebih baik dibandingkan dengan case 1 dan case 2. Nilai error di top Baturaja di sumur S-1, S-3, dan S-5 sebesar -36 feet, -19 feet dan -137 feet dan di sumur P-1, P1-ST dan P-3 sebesar -16, -19 feet dan -56 feet. Error besar masih terlihat di sumur P-3 dibanding dengan nilai sumur di sekitarnya. Hal ini disebabkan oleh proses well tie yang tidak tepat antara seismik dengan sumur. Selain itu picking di reflektor yang salah mengakibatkan kesalahan pada peta struktur. Koreksi nilai top Pendopo pada S-1, S-5 dan S-3 bernilai -58 feet, -15 feet, dan 15 feet. Sedangkan pada P-1, P1-ST1 dan P-3 nilainya berkisar 80 feet, 90 feet dan -23 feet.

Nilai error yang rendah pada case 3 dikarenakan interpolasi yang dikontrol dengan data sumur sehingga resolusi secara vertikal memiliki nilai yang baik. Semakin dekat jarak antar sumur, maka error pada peta kedalaman semakin kecil. Namun semakin jauh dari sumur maka error yang didapat akan semakin besar karena tidak ada kontrol yang mengikat dengan sumur. Kondisi sumur yang tidak

menyebarkan dan hanya berada pada suatu area menjadi alasan tidak akuratnya peta kedalaman apabila berada pada sumur yang jauh.



Gambar 5.11 : Koreksi peta kedalaman case 3 terhadap marker geologi

Tabel 5.5 Koreksi Peta Kedalaman Case 3 (feet)

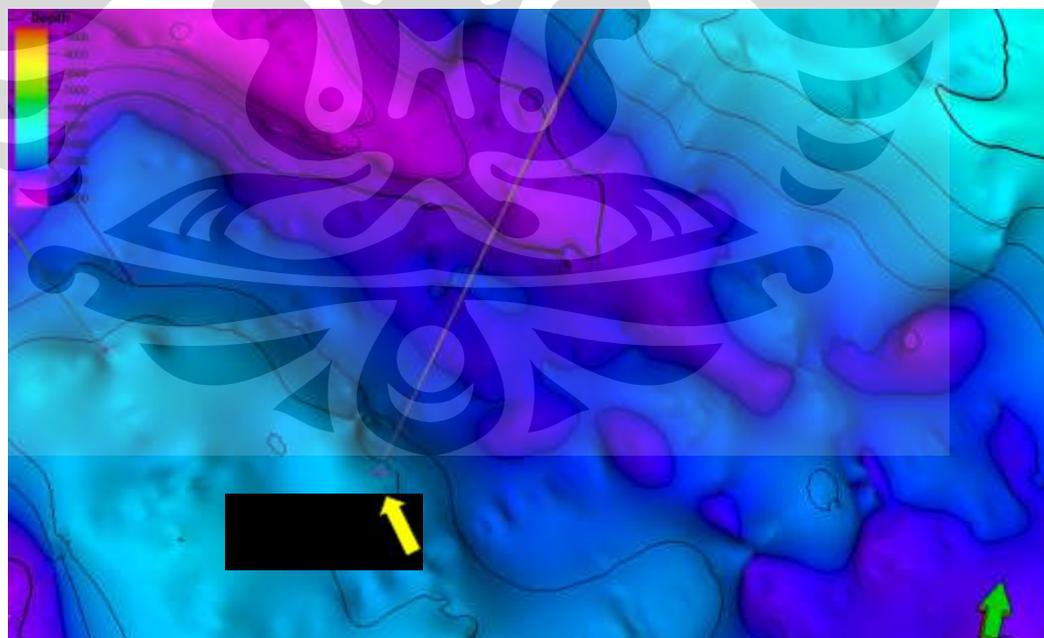
Top Formasi	S-1	S-5	S-3	P-1	P1-ST1	P-3
Top BRF	-36	-137	-19	-16	-19	-56
Top PDP	-58	-15	15	80	90	-23

Tabel 5.6 Deviasi Standar Peta Kedalaman Case 3

Top Formasi	Deviasi Standar
Top BRF	63
Top PDP	58

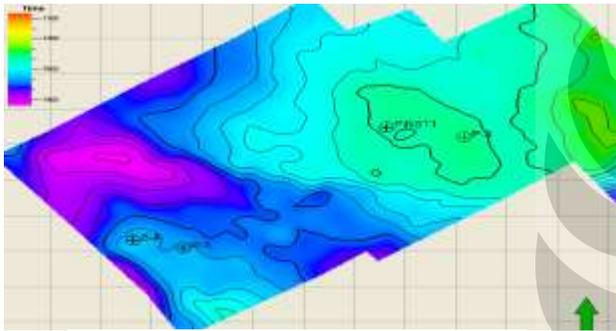


Gambar 5.12 : Top Formasi Baturaja pada sumur S-3



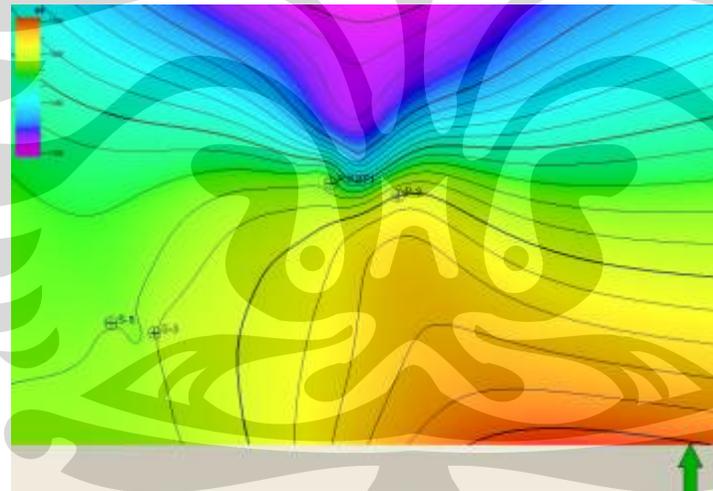
Gambar 5.13 : Top Formasi Pendopo pada sumur P-3

Peta Struktur Waktu



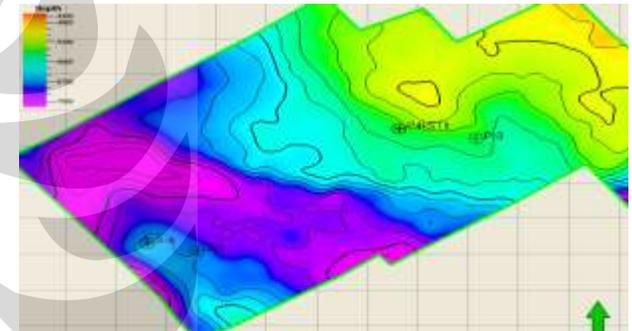
Gambar 5.2 : Peta struktur waktu Top Formasi Baturaja

Model Kecepatan



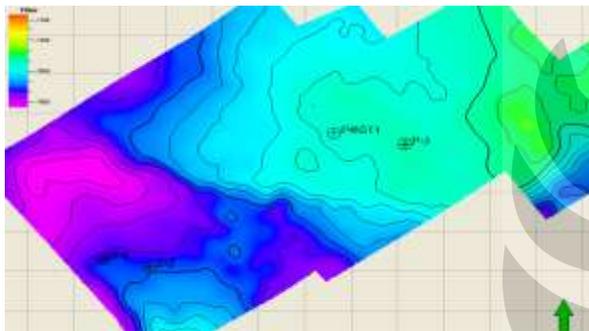
Gambar 5.14 : Model Kecepatan Top Formasi Baturaja (case 3)

Peta Struktur Kedalaman



Gambar 5.16 : Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Baturaja (case 3)

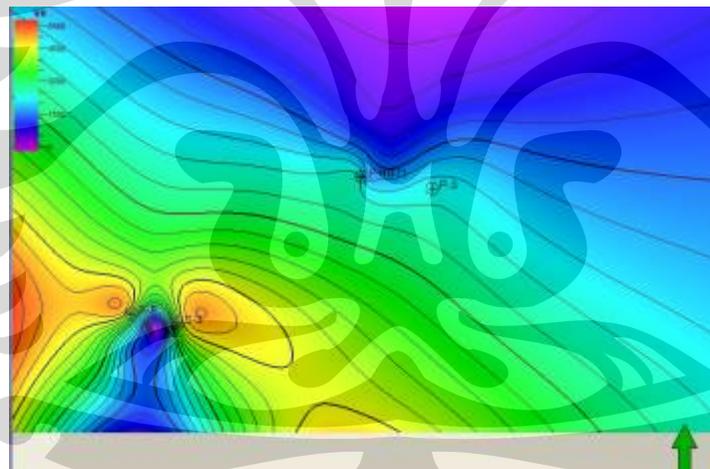
Peta Struktur Waktu



Gambar 5.3 : Peta Struktur Waktu Top Formasi Pendopo

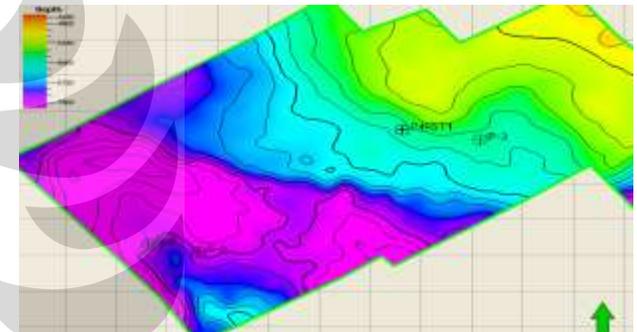


Model Kecepatan

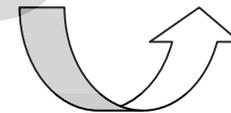


Gambar 5.15 : Model kecepatan Top Formasi Pendopo (case 3)

Peta Struktur Kedalaman



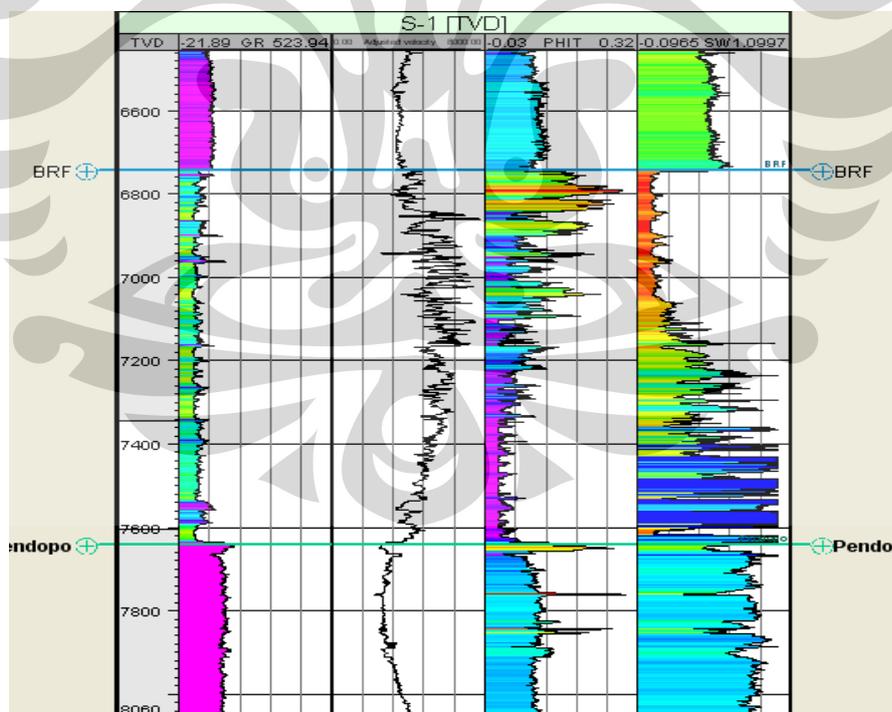
Gambar 5.17 : Peta Struktur Kedalaman Top Formasi Pendopo (case 3)



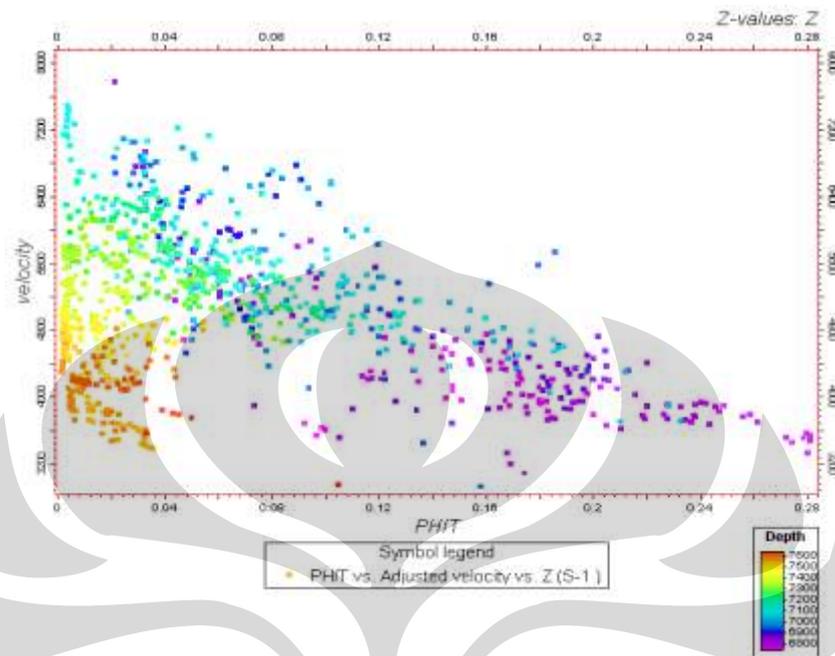
5.2 Analisa Petrofisika

Analisa Petrofisika bertujuan untuk mengetahui sifat fisis batuan dari besar nilai porositas, saturasi air serta penentuan litologi dari masing-masing sumur. Dari hasil analisa petrofisika pada masing-masing sumur, dapat ditentukan jenis hidrokarbon pada reservoir

Nilai SW (saturation water) menentukan jenis fluida yang terkandung, bisa berupa air, minyak atau gas tergantung dari kisaran nilai SW. Jika nilai Sw berkisar antara 0.1-0.3 mengindikasikan gas, kisaran 0.4-0.6 mengindikasikan minyak dan kisaran > 0.6 mengindikasikan air. Hasil analisa dari sumur S-1 menunjukkan adanya indikasi kandungan gas diindikasikan oleh nilai porosity yang besar dan SW yang rendah.



5.18 Penampang sumur S-1



5.19 Crossplot S-1 antara porosity vs velocity

Pada daerah yang diindikasikan memiliki reservoir gas, velocity pada baturaja memiliki nilai yang tinggi. Hal ini membuktikan bahwa adanya pengaruh antara besar velocity dengan kandungan hidrokarbon pada formasi reservoir. Dari hasil crossplot antara velocity dengan porosity, trend menunjukkan adanya gas effect yang terdapat pada Formasi Baturaja dimana menurunkan nilai velocity.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Keakuratan dari peta kedalaman bergantung dari model kecepatan yang digunakan.
2. Error yang kecil pada peta struktur kedalaman terhadap marker geologi merepresentasikan konversi kedalaman yang mendekati keadaan sebenarnya.
3. Analisa dari pemodelan kecepatan pada Case 3 memberikan error yang paling kecil terhadap marker geologi sehingga merepresentasikan keadaan sebenarnya.
4. Hasil analisa petrofisika didapatkan bahwa hidrocarbon pada reservoir berisi dominasi gas pada kedalaman sekitar 6500 – 7500 feet pada area S dan sekitar 5500 – 6000 feet pada area
5. Pengaruh adanya gas pada reservoir mempengaruhi turunnya nilai velocity

6.2 Saran

1. Untuk mendapatkan peta kedalaman yang akurat perlu adanya sumur yang lokasi persebarannya merata sebagai kontrol keakuratan dalam model kecepatan

DAFTAR ACUAN

1. Bishop, Michele G., 2000, *South Sumatra Basin Province, Indonesia : The Lahat / Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System*, U.S. Geological Survey
2. Brown, Alistair. R., 2003, *Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data*, AAPG Memoir 42.
3. Chitu, D. A., Al-Ali, M.N., Verschurr, D.J., 2008, *Assesing Estimated Velocity Depth Model : Finding Error Bars in Tomographic Inversion*, Geophysics Vol 73 No.5
4. Dubrule, Olivier., 2003, *Geostatistic for Seismic Data Integration in Earth Model*, Distinguished Instructor Short Course, Society of Exploration Geophysicists.
5. Haris, Abd. 2009 , *Geofisika Reservoar*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Indonesia, Universitas Indonesia.
6. Koesoemadinata, R.P., 1978 , *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Institut Teknologi Bandung.
7. Magoon, Leslie. B. and Dow, Wallace G., 1991, *The Petroleum System – From Source to Trap*, AAPG Memoir 60.
8. Munadi, Suprajitno., 2005, *Pengantar Geostatistik*, Program Pasca Sarjana Fisika, Universitas Indonesia.