



**TUGAS AKHIR - SF 091321**

**DESAIN PARAMETER AKUSISI SEISMIK 3D  
MENGUNAKAN METODE STATIK DAN  
DINAMIK DENGAN STUDI KASUS MODEL  
GEOLOGI LAPANGAN “ITS”**

**Winda Hastari**

**NRP 1110 100 031**

**Pembimbing**

**Prof. Dr.rer.nat Bagus Jaya Santosa, S.U**

**Jurusan Fisika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2014**



**FINAL PROJECT - SF 091321**

**DESIGN PARAMETERS OF 3D SEISMIC ACQUISITION  
USING STATIC AND DYNAMIC MODEL WITH A CASE  
STUDY OF FIELD GEOLOGY "ITS"**

**Winda Hastari**

**NRP 1110 100 031**

**Advisor**

**Prof. Dr.rer.nat Bagus Jaya Santosa, S.U**

**Jurusan Fisika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2014**

**DESAIN PARAMETER AKUSISI SEISMIK 3D  
MENGUNAKAN METODE STATIK DAN DINAMIK  
DENGAN STUDY KASUS MODEL GEOLOGI  
LAPANGAN “ITS”**

**Nama : Winda Hastari**  
**NRP : 1110100031**  
**Pembimbing : Prof. Dr. rer.nat Bagus Jaya Santosa, SU.**

**Abstrak**

*Dalam penelitian ini telah dilakukan untuk menentukan desain parameter akusisi seismic yang ideal dari target tertentu dari lapangangan “ITS” berdasarkan model geologi yang telah dibuat, sehingga akan didapatkan data seismic yang baik yang akan memudahkan dalam pengolahan data (processing).*

*Pada penelitian ini menggunakan metode static yang meliputi pembuatan model geologi dengan memperhatikan data geologi daerah setempat, penentuan parameter akusisi didasarkan pada kondisi lapangan dan target yang ingin dicapai, pembuatan template menggunakan software Mesa Exper 12.00t untuk memperkirakan hasil dari input parameter akusisi yang telah ditentukan selanjutnya hasil dari parameter tersebut disimulasikan menggunakan software Tesserat yang menghasilkan data berupa gather setiap penembakan sedangkan metode dinamik meliputi processing data menggunakan software Omega untuk mendapatkan hasil stack kemudian dibandingkan antara hasil stack dengan model geologi awal yang telah dibuat. Adapun parameter yang digunakan untuk mengetahui seberapa tepat parameter*

*yang telah kita input kan antara lain frekuensi, jarak antar shotpoint, binsize, dan variasi penembakan terhadap nomor shotpoint. Frekuensi yang digunakan 10 Hz dan 23 Hz, jarak antar shotpoint yang digunakan 50 meter dan 80 meter sehingga binsize yang digunakan 25 meter dan 40 meter karena nilai binsize merupakan setengah dari nilai jarak shotpoint.*

*Frekuensi 23 Hz lebih dapat membedakan lapisan tipis daripada ketika menggunakan frekuensi 10 Hz sedangkan frekuensi 10 Hz lebih baik dalam penetrasi kedalaman. Jarak antara shotpoint 50 meter menghasilkan data dengan kualitas lebih baik karena dengan jarak yang lebih kecil akan menggunakan jumlah shotpoint lebih banyak. Saat menggunakan binsize yang lebih kecil ukurannya akan menghasilkan fold lebih sehingga kualitas data yang dihasilkan lebih baik. Variasi pun dilakukan saat penembakan, penembakan yang menggunakan shotpoint bernomor ganjil menghasilkan kualitas data lebih baik dibandingkan ketika penembakan menggunakan shotpoint yang bernilai genap. Hasil stack yang merupakan hasil dari processing sudah menunjukkan kemiripan dengan model geologi yang telah dibuat sehingga dapat dikatakan input parameter yang digunakan sudah tepat.*

***Kata Kunci : parameter akuisisi, shotpoint, binsize, Prinsip Huygens, fold coverage***

# **DESIGN PARAMETERS OF 3D SEISMIC ACQUISITION USING STATIC AND DYNAMIC MODEL WITH A CASE STUDY OF FIELD GEOLOGY "ITS"**

**Student Name : Winda Hastari**

**NRP : 1110100031**

**Advisor : Prof. Dr.rer.nat Bagus Jaya Santosa SU.**

## **Abstact**

*In this study has been conducted to determine the design parameters of an ideal seismic acquisition of the field "ITS" based geological model has been created so that we will get a good seismic data that will be easy for processing of data.*

*This method uses the static methods that include geological modeling by taking into account local as local geological data, determining acquisition parameters based on field conditions and targets to be achieved. Making template use Messa Expert 12.00 software to predict the result of the input parameters that have been determined subsequenstacquisition results of parameters. Tesseral Pro simulated using software that generates the data gather every shooting while dynamic method includes processing of data using Omega software than compared between the results of the stack with the geological model had been made. The parameters used determine how well we have inputed parameters are frequency, the distance between*

*shotpoint, binsize, and variations of the shooting based on the number shotpoint. Frequency used 10 Hz and 23 Hz which is used shotpoint distance between 25 meters and 40 meters for binsize value of the distance shotpoint.*

*Frequency of 23 Hz can distinguish more thin layers than when using a frequency of 10 Hz while the frequency of 10 Hz is better in penetration depth. Distance between shotpoint 50 meters produce are better quality data because of the smaller distance will use more shotpoint number. Binsize while using a smaller size will result in fold over so that the quality of the resulting data is better. Variation was also done during the shooting, the shooting that using the odd-numbered shotpoint produce is better data quality that when shooting using valuable even shotpoint.*

**Keywords** : *Acquisition parameters, shotpoint, binsize, binsize, Huygens' Principle, fold coverage*

**DESAIN PARAMETER AKUSISI SEISMIK 3D  
MENGUNAKAN METODE STATIK DAN DINAMIK  
DENGAN STUDY KASUS MODEL GEOLOGI  
LAPANGAN "ITS"**

**TUGAS AKHIR**

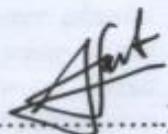
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains  
pada  
Bidang Studi Geofisika  
Program Studi S-1 Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Winda Hastari**  
Nrp. 1110 100 031

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Dr.rer.nat Bagus Jaya Santosa, S.U

  
(.....)



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah *Subhanahuwata'ala*. Sholawat serta salam selalu tercurahkan atas junjungan kita nabi besar Muhammad *Shallallahu 'alaihiwasallam*. Atas kehendak dan kesempatan yang diberikan Allah *Subhanahuwata'ala*, akhirnya Tugas Akhir yang berjudul **“DESAIN PARAMETER AKUSISI SEISMIK 3D MENGGUNAKAN METODE STATIK DAN DINAMIK DENGAN STUDY KASUS MODEL GEOLOGI LAPANGAN “ITS”** dapat penulis selesaikan sebagai salah satu syarat kelulusan pendidikan Sarjana.

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak, Ibu dan Adik tersayang yang telah banyak berkorban untuk penulis dalam memberikan dukungan moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan S1 di kampus ITS.
2. Bapak Prof. Dr.rer.nat Bagus Jaya Santosa, S.U selaku Dosen pembimbing I Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Sigit Pamungkas selaku pembimbing II Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran selama mengerjakan Tugas Akhir di Pertamina UTC serta menjadi konsultan yang baik bagi penulis.
4. Bapak Dr.rer.nat Eko Minarto, MT dan Bapak Lila Yuwana, M.Si sebagai dosen penguji yang memberikan banyak masukan dan wawasan dalam ujian Tugas Akhir.

5. Bapak Dr.rer.nat Triwikantoro, M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan motivasi dan pengarahan kepada penulis selama menyelesaikan pendidikan S1.
6. Seluruh staff PSDM HIMASIKA ITS 2012/2013, terimakasih atas kebersamaan dan pengorbanannya dalam memajukan HIMASIKA ITS.
7. Amin Endah Sulistyowati, terimakasih atas perhatian pengertian, semangat, dan suka dukanya selama ini. Teman segalanya bagi penulis dalam kondisi apapun.
8. Sando C.R. Yanuar, yang telah menjadi partner terbaik penulis dalam menyelesaikan pendidikan di ITS maupun partner dalam menjalani hari-hari penulis dalam suka dan duka.
9. Mas Bebek dan Mas Wahyu sebagai senior yang selalu membimbing dan memotivasi penulis dalam belajar Geofisika. Bagaimanapun kita sekarang Geofisika selalu di hati.
10. Para penghuni Lab ( Thoriq, Intan, Okok, Depta, Pepi, Lilis, Mbak Yekti, Mas Arya, Mas Sungkono) atas sharing ilmunya. Beruntung bertemu dengan kalian yang memiliki semangat belajar tinggi.
11. Seluruh staff, Karyawan PT.Pertamina UTC.

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu penulis berharap akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulis Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca demi kemajuan ilmu dan pengetahuan.

Surabaya ,  
Juli 2014

Penulis  
Winda Hastari

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul.....</b>	<b>i</b>
<b>LembarPengesahan .....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstrak.....</b>	<b>v</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>ix</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Permasalahan .....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Gelombang Seismik .....	3
2.1.1 Sumber Gelombang Seismik.....	3
2.1.2 Tipe Gelombang Seismik.....	4
2.2 Sumber Getar Seismik.....	8
2.2.1 Jenis Sumber Getar Seismik.....	8
2.3 Survei Seismik 2D dan Survei Seismik 3D .....	9
2.4 Parameter Target .....	10
2.5 Parameter Desain .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Alat.....	17
3.2 Tahapan Penelitian .....	17
3.2.1 Metode Statik.....	17
3.2.1.1 Pembuatan Template.....	17
3.2.1.2 Penentuan Parameter Akusisi .....	17
3.2.2 Metode Dinamik .....	17
3.2.2.1 <i>Processing</i> Data.....	17
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pembuatan Model Geologi.....	21
4.2 Data Parameter Akusisi.....	28

4.3 Pembuatan Template.....	29
4.3 Pegolahan data seismik .....	31
4.4.1 Variasi jarak antar <i>shotpoint</i> .....	33
4.4.2 Variasi <i>binsize</i> .....	36
4.4.3 Variasi frekuensi.....	40
4.4.4 Variasi penembakan.....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel Kecepatan pada masing-masing lapisan dari model geologi sintetik.....	22
Tabel 4.2	Tabel Nilai “tuning thickness” dari beberapa lapisan.....	25
Tabel 4.3	Tabel Parameter Akusisi.....	27

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampatan dan perenggangan partikel-partikel medium akibat adanya sumber usikan dapat dinyatakan dalam bentuk grafik tekanan atau pergeseran partikel sebagai fungsi jarak atau waktu yang disebut sebagai sinyal seismik.....	4
Gambar 2.2	Gelombang P atau gelombang kompresi.....	5
Gambar 2.3	Gelombang S atau Gelombang Transversal.....	6
Gambar 2.4	Gelombang <i>Rayleigh</i> .....	6
Gambar 2.5	Gelombang <i>Love</i> .....	7
Gambar 2.6	Penjalaran gelombang dalam bentuk diagram muka gelombang dua dimensi.....	7
Gambar 3.1	Diagram alur penelitian.....	19
Gambar 4.1	Penampang model geologi .....	27
Gambar 4.2	Template penembakan ketika menggunakan <i>binsize</i> 25 meter.....	27
Gambar 4.3	Template penembakan ketika menggunakan <i>binsize</i> 40 meter.....	29
Gambar 4.4	Penampang <i>gather</i> dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar <i>shotpoint</i> 50 meter.....	31
Gambar 4.5	Penampang <i>gather</i> dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar <i>shotpoint</i> 80 meter .....	32
Gambar 4.6	Penampang <i>stack</i> dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar <i>shotpoint</i> 50 meter.....	33
Gambar 4.7	Penampang <i>stack</i> dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar <i>shotpoint</i> 80 meter.....	34
Gambar 4.8	Penampang <i>gather</i> pada frekuensi 23 Hz dan <i>binsize</i> 25 meter.....	35
Gambar 4.9	Penampang <i>gather</i> pada frekuensi 23 Hz dan <i>binsize</i> 40 meter.....	36
Gambar 4.10	Penampang <i>stack</i> pada frekuensi 23 Hz dan <i>binsize</i> 25 meter .....	37
Gambar 4.11	Penampang <i>stack</i> pada frekuensi 23 Hz dan <i>binsize</i> 40 meter.....	38

Gambar 4.12	Penampang <i>gather</i> menggunakan frekuensi 10 Hz dengan jarak antar <i>shotpoint</i> 50 meter.....	39
Gambar 4.13	Penampang <i>gather</i> menggunakan frekuensi 23 Hz dengan jarak antar <i>shotpoint</i> 50 meter.....	40
Gambar 4.14	Penampang <i>stack</i> pada frekuensi 10 Hz dan menggunakan jarak antar <i>shotpoint</i> 50 meter .....	41
Gambar 4.15	Penampang <i>stack</i> pada frekuensi 23 Hz dan menggunakan jarak antar <i>shotpoint</i> 50 meter .....	42
Gambar 4.16	Penembakan dilakukan menggunakan <i>shotpoint</i> yang bernomor ganjil.....	44
Gambar 4.17	Penembakan dilakukan menggunakan <i>shotpoint</i> secara keseluruhan.....	45
Gambar 4.18	Ilustrasi perambatan gelombang menggunakan 5 buah <i>shotpoint</i> yang berjarak 400 meter.....	46
Gambar 4.19	Ilustrasi perambatan gelombang menggunakan 5 buah <i>shotpoint</i> yang berjarak 2000 meter .....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Desain survei seismik merupakan metoda pemilihan parameter akuisisi data dengan mempertimbangkan target yang akan dicapai dan masalah-masalah yang akan dihadapi dalam proses akuisisi data. Penentuan parameter ini sangat penting karena akan menentukan kualitas data yang akan diperoleh. Parameter akuisisi dari suatu lapangan biasanya tidak sama dengan lapangan yang lain. Maksud dari penentuan desain survei seismik adalah untuk menetapkan parameter awal dalam suatu rancangan survei seismik yang dipilih sedemikian rupa sehingga dalam pelaksanaannya akan diperoleh informasi target selengkap mungkin dengan *noise* serendah mungkin (perbandingan S/N ratio tinggi). Kualitas data seismik yang baik akan membantu pekerjaan pemrosesan data dan meningkatkan ketelitian dalam interpretasi data seismik sehingga akan didapatkan penampang seismik yang benar-benar mencitrakan kondisi geologi bawah permukaan.

Untuk mendapatkan kualitas data seismik yang baik perlu dilakukan desain survei seismik yang paling optimal sehingga target yang diinginkan dapat tercapai dengan memperhitungkan anggaran survei seismik yang akan dilakukan. Untuk melakukan desain survei seismik ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu kedalaman,  $V_{rms}$ ,  $F_{max}$ , dip (kemiringan maksimum target), dimensi zona target, ukuran bin (*binsize*), *fold* (*multiplicity*), *receiver interval*, *shotpoint interval*, *shot line interval*, dan *receiver lineinterval*. Menggunakan parameter-parameter tersebut akan dapat dilakukan sebuah analisa mengenai seberapa besar pengaruh antar parameter dalam suatu survei.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang harus diselesaikan adalah bagaimana membuat pemodelan kondisi bawah permukaan dan menentukan parameter akusisi dengan mempertimbangan target yang akan dicapai dan masalah-masalah yang akan dihadapi dalam proses akusisi data.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan penelitian adalah menentukan parameter akusisi seismic 3D berdasarkan target yang akan dicapai dari model geologi yang telah dibuat sebelumnya.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan parameter akusisi yang ideal dari target tertentu berdasarkan model geologi yang telah dibuat sehingga akan didapatkan data seismic dengan kualitas yang baik.

## **1.5 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan dari tanggal 20 Januari 2014 sampai dengan 7 Maret 2014 di lingkungan kerja fungsi Geofisika PT. Pertamina Upstream Teknologi Center.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan parameter akusisi yang ideal dari target tertentu berdasarkan model geologi yang telah dibuat sehingga akan didapatkan data seismic yang baik yang akan dapat memudahkan dalam pengolahan data (*processing*).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Gelombang Seismik**

Gelombang secara umum adalah fenomena perambatan gangguan dalam medium yang mengalami perbedaan distribusi *stress* dalam domain waktu. Gelombang seismik disebut juga gelombang elastik karena osilasi partikel-partikel medium terjadi akibat interaksi antara gaya gangguan (*gradient stress*) melawan gaya-gaya elastik. Dari interaksi ini dapat muncul gelombang *longitudinal* (gelombang akustik), gelombang *transversal* atau kombinasi keduanya. Gelombang seismik merambat dari sumber (S) ke penerima (R) dengan kecepatan (V) dan waktu tempuh (t). Waktu tempuh perambatan gelombang seismik untuk model bumi dua lapis yang ideal (*homogeny*, *isotropis* dan *horizontal*). Berdasarkan lintasannya gelombang seismik dapat dibedakan sebagai berikut:

##### **a. Gelombang langsung**

Gelombang yang merambat dari sumber langsung ke penerima melewati lapisan pertama.

##### **b. Gelombang pantul**

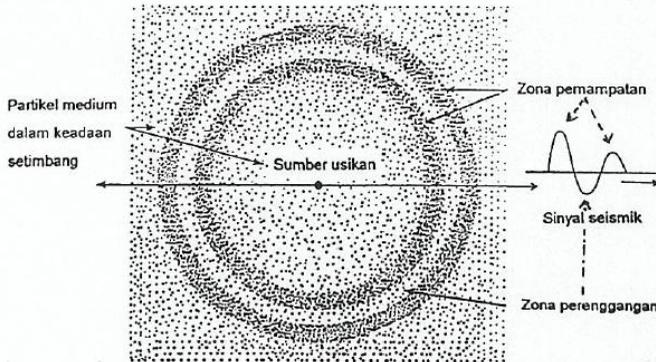
Gelombang yang terbentuk pada batas antara lapisan apabila nilai kecepatan pada lapisan 1 lebih kecil dari kecepatan lapisan 2 dan kemudian dipantulkan kembali.

##### **c. Gelombang bias**

Gelombang yang melewati dua medium yang mempunyai kecepatan rambat yang berbeda.

#### **2.1.1. Sumber Gelombang Seismik**

Terdapat beberapa jenis sumber gelombang seismik buatan yang biasa dipergunakan dalam akuisisi survei seismik yaitu dinamit, *air gun* maupun *vibroseis*. Sumber gelombang seismik buatan pada dasarnya adalah membangkitkan gangguan sesaat dan lokal yang disebut gradien tegangan (*stress*).



Gambar 2.1. Pemampatan dan perenggangan partikel-partikel medium akibat adanya sumber usikan dapat dinyatakan dalam bentuk grafik tekanan atau pergeseran partikel sebagai fungsi jarak atau waktu yang disebut sebagai sinyal seismik (Dobrin, 1976 dan Suprajitno, 2000)

Gradien tegangan mengakibatkan terganggunya gaya-gaya di dalam medium sehingga terjadi pergeseran titik materi yang mengakibatkan deformasi yang menjalar dari satu titik ke titik lain. Deformasi dapat berupa pemampatan dan perenggangan partikel-partikel medium yang menyebabkan osilasi tekanan/rapat massa maupun pemutaran (rotasi) partikel-partikel medium seperti terlihat pada Gambar 2.1. Apabila medium bersifat elastik sempurna maka setelah mengalami deformasi sesaat tadi medium akan kembali ke keadaan semula. Kurva osilasi yang bentuknya mirip sinusoidal terpotong dinamakan sinyal seismik (*seismic wavelet*) (Dobrin 1976).

### 2.1.2. Tipe Gelombang Seismik

Tipe gelombang seismik dibedakan berdasarkan cara bergetarnya, tempat menjalarnya dan bentuk muka gelombangnya (Suprajitno, 2002).

#### a. Menurut Cara Bergetarnya

Desain survei seismik dibuat berdasarkan prinsip-prinsip pada metode seismik pantul. Dalam membicarakan desain dan susunan

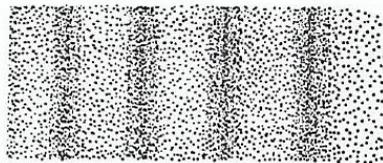
geometri survei seismik maka akan sangat membantu apabila dapat mengenal dua tipe (jenis) gelombang yang sering ditemukan dalam survei seismik yaitu:

**- Gelombang P (*P-wave*)**

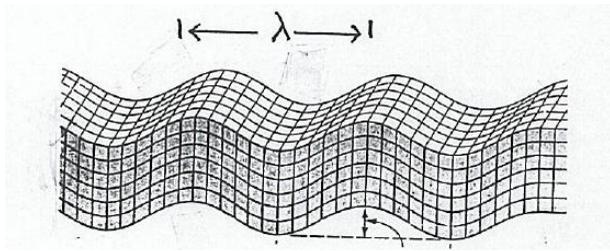
Gelombang P lebih dikenal sebagai **gelombang longitudinal** (*longitudinal wave*) atau gelombang primer, dan bersifat sebagai gelombang tekan (*compressional wave*) karena terbentuk dari osilasi tekanan yang menjalar dari satu tempat ke tempat lain (Bolt, 1976). Gerakan partikel gelombangnya sejajar dengan arah penjalaran/ perambatan gelombangnya (Gambar 2.2).

**-Gelombang S (*S-wave*)**

Gelombang S dikenal juga sebagai **gelombang transversal** (*transversal wave*) yang bersifat sebagai gelombang geser (*shear-wave*) dengan gerakan partikel medium tegak lurus terhadap arah penjalaran gelombangnya (Gambar 2.4). Gelombang ini disebut juga gelombang rotasi (Bolt, 1976). Di dalam survei seismik, signal gelombang yang pertama sekali muncul dalam rekaman diidentifikasi sebagai gelombang P dan kemudian disusul gelombang S. Waktu tiba gelombang P dan S ditentukan dari struktur kecepatan gelombang P dan gelombang S itu sendiri (Haris, 2009).



Gambar 2.2. Gelombang P atau gelombang kompresi (Bolt, 1976 dan Suprajitno, 2000)

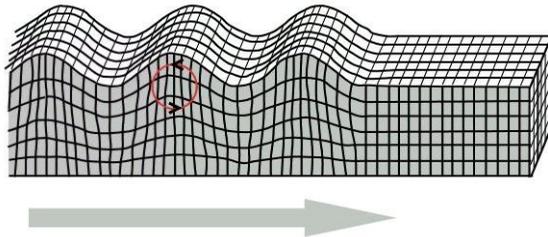


Gambar 2.3. Gelombang S atau Gelombang Transversal  
(Bolt dan Suprajitno, 2000)

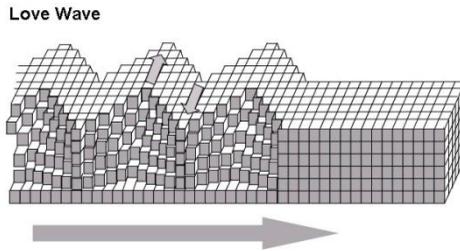
### b. Menurut Tempat Menjalarnya

Gelombang seismik dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu gelombang tubuh (*body wave*) yang menjalar masuk menembus medium dan gelombang permukaan (*surface wave*). Beberapa gelombang yang termasuk dalam gelombang permukaan adalah gelombang Rayleigh, gelombang Love, Rayleigh (Gambar 2.4), Love (Gambar 2.5) dan gelombang *Stoneley* ataupun gelombang tabung.

#### Rayleigh Wave



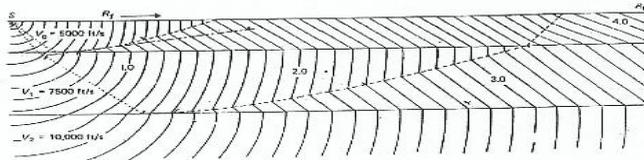
Gambar 2.4. Gelombang *Rayleigh*. Partikel medium bergerak pada bidang vertical mengikuti pola elips sementara penjalaran ke arah lateral  
(Suprajitno, 2000)



Gambar 2.5. Gelombang *Love*. Partikel medium bergerak pada bidang horisontal mengikuti pola elips sementara penjalaran kearah lateral (Suprajitno, 2000)

### c. Menurut Bentuk Muka Gelombangnya

Gelombang seismik dapat dibedakan menjadi empat macam yaitu gelombang bidang/datar, gelombang silinder, gelombang bola dan gelombang kerucut (Thornburgh 1930).



Gambar 2.6. Penjalaran gelombang dalam bentuk diagram muka gelombang dua dimensi (Thornburgh, 1930 dan Suprajitno, 2000)

Pada gambar 2.6. terlihat bahwa sumber S memancarkan gelombang bola di lapisan pertama. Di lapisan kedua yang kecepatannya yang sama dengan daripada lapisan pertama, muka gelombangnya lebih cepat menjalar. Pada sudut datang lebih besar dari sudut kritis muncul gelombang *head wave* yang muka gelombangnya berupa bidang datar bergerak dengan kecepatan  $V_2$  yang lebih besar. Hal yang sama terjadi pada bidang batas antara lapisan dua atau tiga (Thornburgh, 1930).

## 2.2. Sumber Getar Seismik

### 2.2.1. Jenis Sumber Getar Seismik

Pada survei seismik darat terdapat beberapa sumber getar seismik yang digunakan, secara garis besar dibagi menjadi dua golongan yaitu:

- Sumber getar seismik *explosive* (dinamit)
  - Sumber getar seismik *non explosive* (*vibroiseis*, benda jatuh dll)
- Dinamit adalah campuran bahan kimia yang dapat berubah menjadi gas atau uap sebagai akibat adanya suatu gesekan, panas, api, impuls, listrik dll dan terjadi dalam proses waktu yang relatif singkat sekali dan menghasilkan suara keras pada suhu dan tekanan yang tinggi. Sebagai sumber getar dinamit mempunyai beberapa faktor penting (Evans,2005) yaitu:

#### 1. Stabilitas

Adalah kestabilan sifat kimia dan fisis dinamit. Apakah masih stabil dalam suatu suhu dan kondisi cuaca tertentu.

#### 2. Sensitivitas

Adalah kepekaan dinamit terhadap ledakan, pukulan, gesekan, panas dan tenaga listrik. Hal ini penting untuk dapat meledakkannya dalam suatu rangkaian dinamit.

#### 3. Kecepatan Detonasi

Adalah kecepatan ledak dinamit atau kecepatan rambat gelombang detonasi dalam lubang dinamit.

#### 4. Kekuatan

Adalah kekuatan dinamit yang diukur berdasarkan energi yang dilepaskan dinamit.

#### 5. Ketahanan terhadap air

Adalah ketahanan dinamit terhadap pengaruh air, apabila perlu bagian luar dinamit harus dilapisi dengan suatu zat sehingga mempertinggi daya tahannya.

#### 6. Sifat-sifat gas yang timbul

Adalah gas-gas yang timbul akibat ledakan dinamit. Ada kalanya gas ini beracun tergantung dari jenis dan kondisi dinamit itu sendiri. Hal ini penting diketahui untuk mencegah terjadinya keracunan.

### 7. Densitas

Adalah kerapatan dinamit, dimana kerapatan dinamit turut menentukan efek ledakan dinamit. Makin besar densitas suatu dinamit maka semakin besar juga efek ledaknya.

### 8. Ketahanan terhadap suhu rendah

Terutama untuk dinamit yang mengandung nitroglycerine. Pada kondisi suhu rendah *nitroglycerine* akan membeku dan membuat sifatnya menjadi labil dan berbahaya.

## 2.3. Survei Seismik 2D dan Survei Seismik 3D

Penentuan obyektif survei seismik 3D lebih sulit dibandingkan survei seismik 2D, hal ini disebabkan karena parameter akuisisi seismik 3D lebih sulit diubah pada saat survei seismik telah berjalan. Peralatan seismik 3D lebih banyak di lapangan dan posisi peralatan lebih lama berada di lapangan, sehingga bisa dipengaruhi oleh lingkungan, cuaca, kendaraan, pencurian dan kerusakan satwa liar. Pengambilan *spatial sampling* seismik 3D biasanya lebih kasar dari pada program seismik 2D. Hal ini penting untuk memutuskan apakah sampling kasar cukup untuk menyelesaikan struktur *dip* dan gambaran fitur geologi dengan benar. Tidak ada peraturan khusus untuk jenis *array* yang digunakan dalam seismik 3D. Sumber getar (*source*) dan *receiver* seismik 3D yang dipasang di permukaan dan perekaman data seismik 3D mempunyai *azimuth* yang tidak terdapat pada seismik 2D, dimana distribusi diupayakan sebaran *azimuth* bagus. Jika suatu fenomena muncul pada suatu profil seismik 2D tidak bisa menentukan arah penyebabnya. Sebaliknya migrasi 3D lebih baik dalam hal *positioning* untuk melihat anomali yang ada.

## 2.4. Parameter Target

Parameter target adalah parameter yang berhubungan dengan diskripsi (gambaran) geologi bawah permukaan. Parameter target merupakan masukan awal dalam melakukan desain survei seismik 3D, semakin jelas diskripsi target akan

semakin baik pula desain yang dihasilkan. Parameter target terdiri dari 7 (tujuh) parameter (Cordsen, 2000) yaitu:

**a. Target sasaran/ Lapisan obyektif**

Target sasaran/ lapisan obyektif adalah lapisan batuan dibawah permukaan bumi yang menarik untuk diselidiki dengan seismik 3D karena diperkirakan memiliki kandungan minyak atau gasbumi yang potensial. Target sasaran/ lapisan obyektif ditentukan berdasarkan data *marked welllog* yaitu dari keadaan lithologi batumannya dan berdasarkan data penampang seismik sebelumnya yaitu dari horizon lapisan atau reflektornya. Lapisan obyektif dibagi menjadi dua yaitu lapisan obyektif utama dan lapisan obyektif sekunder.

**b. Kedalaman obyektif**

Kedalaman obyektif yang dimaksud adalah kedalaman obyektif utama dan kedalaman obyektif sekunder. Kedalaman diukur dari peta struktur atau dari penampang seismik sebelumnya.

**c. Keadaan bawah permukaan**

Keadaan bawah permukaan adalah luasan di kedalaman yang membutuhkan penggambaran seismik 3D. Biasanya berbentuk empat persegi panjang sesuai dengan kecenderungan struktur. Luasan ini ditentukan berdasarkan garis batas maksimum dan pola patahan pada struktur. Luasan juga ditentukan dengan mempertimbangkan daerah prospek minyak disekitarnya dan kandungan pengembangan kedepan.

**d. Kemiringan (*dip*) target**

*Dip* yang dimaksud sudut antara bidang orthogonal terhadap bidang netral. *Dip* diukur dari peta struktur atau dari penampang seismik sebelumnya.

**e. Frekuensi**

Frekuensi yang dimaksud adalah frekuensi maksimum yang diharapkan masih bisa diterima yang dikandung dalam jejak seismik yang diperoleh di lapangan. Frekuensi diperoleh dari penampang seismik dengan mengukur jarak dari puncak ke puncak gelombang di sekitar horizon target. Frekuensi dominan

dari data seismik sebelumnya juga perlu diketahui untuk menentukan besaran frekuensi maksimum yang terkandung dalam data.

#### **f. Kecepatan gelombang**

Kecepatan gelombang adalah kecepatan interval. Kecepatan interval diperoleh dari hasil *well velocity survey* yang dibuat berdasarkan interval kedalaman, sehingga interval merupakan kecepatan gelombang yang sebenarnya dalam lapisan batuan di daerah penelitian.

#### **g. Cadangan minyak**

Cadangan minyak tersisa (*total recoverable reserves*) suatu lapangan meliputi cadangan terbukti, cadangan mungkin, cadangan boleh jadi dan cadangan potensial EOR.

### **2.5. Parameter Desain**

Berikut ini parameter-parameter yang diperlukan saat melakukan akuisisi seismik:

#### **a. Parameter untuk Shot Point (SP)**

Yang termasuk dalam parameter untuk *shot point* adalah jarak antar *shot*, jarak antar *shot line*, posisi *shot point*, *azimuth* (arah) dari *shot line*, jumlah *shot point* tiap *shot line* (SL), dan jumlah *shot line*-nya.

#### **b. Parameter untuk Receiver (Trace)**

Yang termasuk dalam parameter *receiver* adalah jarak antar *trace (receiver)*, jarak antara *receiver line* (RL), posisi *receiver* terhadap *shotpoint*, *azimuth* (arah) dari *receiver line*, dan jumlah *receiver line*-nya.

#### **c. Parameter untuk Penembakan**

Yang termasuk dalam parameter untuk penembakan adalah jumlah bentangan (RL) yang aktif setiap *swathnya*, jumlah *receiver* yang aktif di tiap bentangan, jumlah tembakan tiap *salvo*, dan tipe dari *spread*-nya. Parameter desain untuk survei seismik yang mempengaruhi kualitas data dan suksesnya suatu survei seismik (Vermeer G.J.O., 2002) adalah:

- **Offset**

Offset adalah jarak antara titik tembak dengan penerima terdekat. Terdiri dari dua macam yaitu offset dekat dan offset jauh. Offset dekat atau offset jauh ini ditentukan dari zona interest terdangkal dan terdalam yang diinginkan. Jika kedalaman target adalah  $Z$  biasanya offset ditentukan sama atau lebih kecil dari  $Z$ .

- **Group interval**

Adalah jarak antara satu kelompok geophone terhadap satu kelompok geophone yang lainnya. Satu group geophone ini memberikan sinyal atau *trace* yang merupakan *stack* atau superposisi dari beberapa geophone yang ada dalam kelompok tersebut. Susunan geophone di dalam kelompok ini dibuat tertentu dengan tujuan untuk meredam *noise*.

- **Ukuran sumber seismik (*charge size*)**

Ukuran sumber seismik merupakan ukuran energi yang dilepaskan oleh sumber seismik. Sumber yang terlalu kecil jelas tidak mampu mencapai target yang dalam, sedangkan ukuran sumber yang terlalu besar dapat merusak *event* (data) dan sekaligus meningkatkan *noise*. Oleh karena itu diperlukan ukuran sumber yang optimal melalui *test charge size*.

- **Kedalaman sumber seismik (*charge depth*)**

Sumber sebaiknya ditempatkan di bawah lapisan lapuk, sehingga energi sumber bisa ditransfer optimal masuk ke dalam lapisan medium dibawahnya.

- **Fold (*Fold coverage*)**

*Fold coverage* adalah jumlah pantulan yang mengenai suatu bidang pantul pada batuan. Semakin banyak jumlah pantulan sinyal pada suatu bidang, maka diharapkan semakin baik kualitas data yang dihasilkan. Jumlah fold ini dipengaruhi oleh jarak antar geophone group, jarak antar *source point*, sekaligus jumlah *channel* aktif yang dibentangkan dalam beberapa *receiver line*. *Fold coverage* ini penting pada saat proses *stacking* di *data processing*. Pada saat *stacking* diharapkan data yang dibawa oleh sinyal dapat diperkuat, sedangkan *noise* dapat dikurangi bahkan dapat saja dihilangkan. Ada banyak cara untuk menghitung *fold*.

Namun ada sebuah rumus yang dapat dijadikan persamaan dasar penghitungan fold, yaitu:

$$\text{Fold Coverage} = \frac{1}{2} \times \frac{\text{RI}}{\text{SI}} \times \text{number of channel} \quad (2.1)$$

dimana:

RI = jarak antar *receiver*

SI = jarak antar *source*

- **Laju pencuplikan (*Sampling rate*)**

*Sampling rate* adalah interval waktu antara 2 *sample* berurutan yang diperlukan dalam merekam gelombang seismik untuk menghindari *aliasing*. Laju pencuplikan akan menentukan batas frekuensi maksimum yang masih dapat direkam dan direkonstruksi dengan benar sebagai data. Frekuensi yang lebih besar dari batas maksimum akan mengakibatkan timbulnya *aliasing*. Batas frekuensi maksimum ini disebut frekuensi *Nyquist*. Pada umumnya sinyal frekuensi tinggi dicuplik dengan laju pencuplikan 2 ms atau 1 ms agar terhindar dari *aliasing*. Sinyal yang mempunyai kandungan frekuensi > *f<sub>q</sub>* akan direkam dan direkonstruksi menjadi sinyal yang mempunyai kandungan frekuensi yang lebih rendah dari kandungan frekuensi sebenarnya (*alias*). Dalam teori *sampling*, interval *sampling* (*F<sub>t</sub>*) harus lebih kecil atau sama dengan frekuensi maksimum dari gelombang seismik yang dipantulkan oleh zona target.

- ***Low cut filter***

Merupakan filter yang dipasang pada instrument perekaman untuk meloloskan frekuensi tinggi.

- **Frekuensi Geophone**

Adalah watak geophone dalam merespon suatu gelombang seismik. Suatu geophone mampu merekam gelombang seismik sampai batas frekuensi rendah tertentu untuk refleksi dan refraksi dan untuk frekuensi tinggi biasanya cukup besar. Responsibilitas geophone ini disebabkan oleh adanya faktor peredaman (*damping*) dari gerakan massa terhadap koil di dalam geophone.

- **Panjang Perekaman** (*recordh*) lamanya merekam gelombang seismik yang ditentukan oleh kedalaman target. Apabila targetnya dalam maka diperlukan lama perekaman yang cukup agar gelombang yang masuk ke dalam setelah terpantul kembali dapat direkam di permukaan. Minimal satu detik dari target, namun pada umumnya dua kali kedalaman target (dalam waktu).

- **Rangkaian geophone** (*group geophone*)

Adalah sekumpulan geophone yang disusun sedemikian rupa sehingga *noise* yang berupa gelombang horizontal (*ground roll*) dapat ditekan sekecil mungkin. Kemampuan menekan *noise* oleh susunan geophone tersebut tergantung pada jarak antar geophone, panjang gelombang *noise* dan konfigurasi susunannya.

- **Panjang lintasan**

Panjang lintasan ditentukan dengan mempertimbangkan luas sebaran/ panjang target di *sub surface* terhadap panjang lintasan survei di *surface*. Tentu saja panjang lintasan survei di permukaan akan lebih panjang dari pada panjang target yang dikehendaki.

- **Bentang geophone** (*geophone array*)

Bentang geophone menentukan informasi kedalaman rambatan gelombang, nilai kelipatan liputan dan alternatif sistem penembakan pada daerah-daerah sulit, seperti lintasan menyeberangi sungai lebar dan lain-lain. Bentuk konfigurasi yang sering dipergunakan adalah *off-end spread*, *split spread* dan *assimetry split spread*.

- **Arah lintasan**

Arah lintasan ditentukan berdasarkan informasi studi pendahuluan mengenai target. Survei akan dilakukan pada arah memotong atau membujur atau sembarang terhadap orientasi target.

- **Spasi antar lintasan**

Pertimbangan spasi antar lintasan melibatkan segi teknis dan ekonomis. Dari segi teknis akan dilihat pada kepentingan survei, yaitu untuk studi pendahuluan atau studi pengembangan atau sebagai data pelengkap saja. Sedangkan dari segi ekonomis tentu

menyangkut besarnya dana yang tersedia. Semakin rapat semakin mahal, namun demikian apakah data yang diperoleh cukup memadai atau mubazir relatif terhadap kepentingannya.

- **Ukuran bin (*Spasial sampling*)**

Liputan bawah permukaan *disampling* dalam luasan-luasan kecil yang dinamakan *bin*. *Interval bin* menunjukkan seberapa jauh jumlah *trace* akan ditampilkan. Ukuran *bin* ditentukan dari spasial *sampling* di permukaan. *Spasial sampling* adalah interval jarak maksimum dua *trace* yang berurutan pada penampang seismik yang sudah di *stack* (*zero offsetsection*) yang diperlukan dalam merekam gelombang seismic untuk menghindari *aliasing*. Problem *spasial aliasing* timbul akibat terlalu lebarnya *spasial sampling* sehubungan dengan proses migrasi. *Spasial sampling* ditentukan berdasarkan kemiringan (*dip*), kecepatan gelombang dan frekuensi. *Bin Size* adalah jarak maksimal antar *trace* yang diperlukan untuk menggambarkan suatu geometri bawah permukaan secara benar (tidak mengalami *aliasing*). Kemiringan suatu perlapisan, patahan dan anomali lainnya dapat tergambar secara benar. *Bin size* juga diperlukan untuk membedakan sifat suatu tubuh batuan dengan batuan di sekitarnya. Suatu tubuh batuan di bawah permukaan sekurang-kurangnya diperlukan tiga *trace* agar dapat tergambar dengan baik. Secara umum semakin rendah kecepatan dan makin tinggi kemiringan memerlukan *bin size* yang lebih kecil. Ukuran *bin* dan *fold* saling mempengaruhi satu sama lain. *Fold* merupakan fungsi kuadrat dari panjang sisi *bin*. Bentuk *bin* yang disarankan adalah bujur sangkar, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk memperpanjang ke salah satu sisi guna menguatkan resolusi kearah itu. Pendesainan ukuran *bin* dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu ukuran target, frekuensi anti alias maksimum, dan resolusi horizontal. Menurut pengalaman ukuran *bin* sama dengan ukuran target dibagi tiga. Adapun perumusan untuk menentukan *bin* adalah:

$$\text{Bin size} = \frac{V_{avg}}{4 \times f_{max} \cdot \sin(\alpha)}$$

(2.2)

dimana

$V_{avg}$  : kecepatan rata-rata (dari lapisan paling atas sampai lapisan target)

$f_{max}$  : frekuensi maksimal

$\alpha$  : kemiringan lapisan target

- **Aperture migrasi**

Pemrosesan data seismik sebelum proses migrasi dilakukan dengan mengasumsikan gelombang seismik dipantulkan dari *reflector horizontal*. Pada kenyataannya rekaman seismik berasal dari gelombang yang dipantulkan oleh lapisan-lapisan dengan berbagai sudut kemiringan. Akibatnya reflektor pada posisi yang sebenarnya dilakukan proses migrasi. Untuk memindahkan reflektor ke dalam posisi yang sebenarnya, proses migrasi memerlukan lintasan penerima di permukaan yang cukup panjang, yang melebihi batas tepi reflektor di kedalaman. Perumusan untuk menentukan *aperture migrasi* adalah:

$$MA = Z \tan(\alpha_{max})$$

(2.3)

dimana:

$Z$  : kedalaman target

$\alpha_{max}$  : kemiringan target

- **Tuning Thickness**

Ketebalan tuning adalah batas minimal ketebalan lapisan batuan yang mampu dilihat atau dibedakan oleh gelombang seismik. Besar ketebalan *tuning* dapat dirumuskan :

Besar ketebalan tuning =  $1/4$  x panjang gelombang

(2.4)

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Alat**

Adapun peralatan yang digunakan pada tugas akhir kali ini berupa *software* Messa Expert 12.00 yang digunakan untuk membuat template penembakan, *software* Tesseral yang digunakan untuk melihat hasil penembakan berdasarkan parameter-parameter akusisi yang telah kita *inputkan*, dan *software* Omega yang digunakan untuk *processing* data seismik yang telah diperoleh dari *software* Tesseral.

### **3.2 Tahapan Penelitian**

#### **3.2.1 Metode Statik**

##### **3.2.1.1 Pembuatan template**

Pembuatan template dilakukan menggunakan *software* Messa Expert 12.00 seperti di bawah ini. Pada gambar di bawah ini akan ditunjukkan posisi *receiver* dan *source* dengan jarak 50 meter dan 80 meter menggunakan konfigurasi penembakan *symmetrical spread split*. Pada jenis konfigurasi ini *shotpoint* berada di tengah-tengah diantara *receiver*, yang secara keseluruhan berjumlah 128 buah.

##### **3.2.2 Penentuan parameter akusisi**

Parameter akusisi yang digunakan berupa jarak *shotpoint*, jumlah *shotpoint* dan *receiver*, jarak *receiver*, jumlah *receiver*, konfigurasi pengukuran, *offset*, *depth*, *binsize*, *frekuensi*, dan *Vrms*. Penentuan parameter di atas didasarkan pada kondisi geologi target dan lapangan yang akan dieksplorasi.

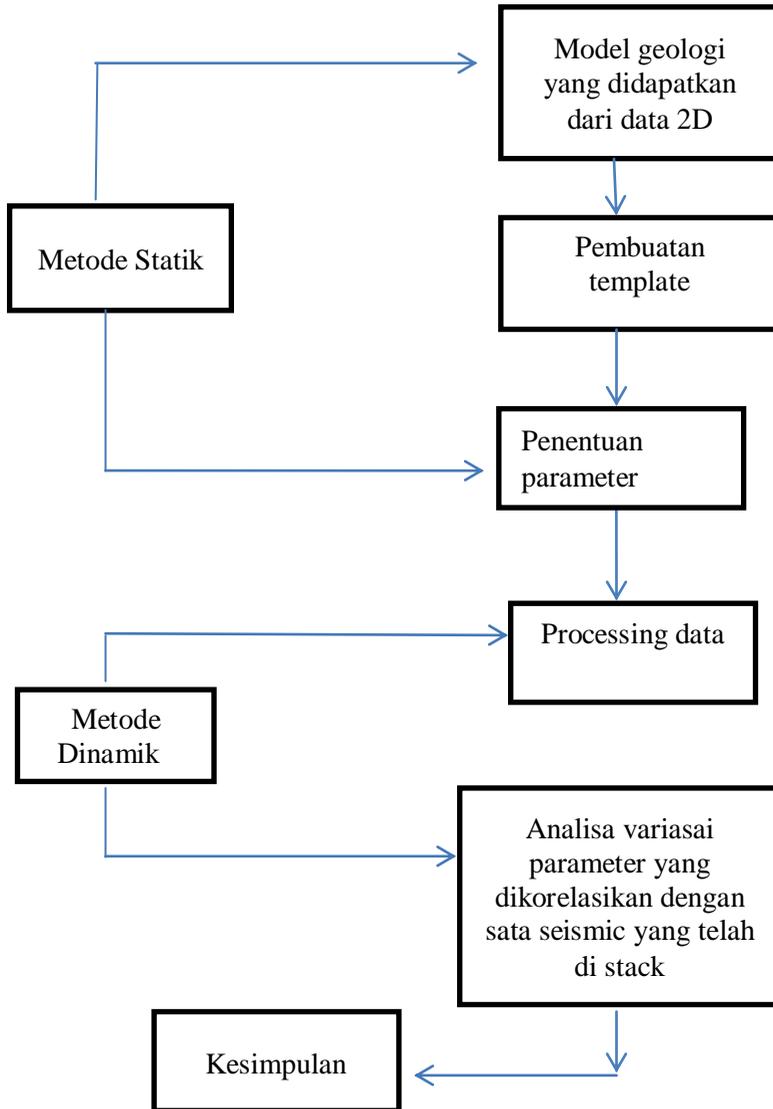
##### **3.2.2 Metode Dinamik**

##### **3.2.3 Processing Data**

Model geologi yang telah dibuat kemudian diolah menggunakan *software* Tesseral sehingga akan didapatkan data berupa *gather*. Satu *shot point* akan menghasilkan satu *gather*.

Pada penembakan ini kita menggunakan variasi ukuran jarak antar *shotpoint* dan frekuensi. Jarak antar *shotpoint* yang digunakan adalah 50 meter dan 80 meter sedangkan variasi frekuensi yang digunakan adalah 10 Hz dan 23 Hz. *Gather* yang merupakan *output* Omega berupa *stack*. Hasil *stack* kemudian dibandingkan menggunakan dengan model geologi yang dibuat. Apabila antara hasil *stack* dengan model geologi awal sudah mirip maka dapat dikatakan parameter yang telah di inputkan sudah tepat.

Untuk memudahkan melakukan simulasi survei seismik 3D, maka dalam membuat suatu parameter survei seismik 3D digunakan suatu *Software Mesa Expert 12.00* yang dapat menghasilkan parameter desain dari suatu survei seismik. Selain itu juga digunakan software pendukung seperti *Tesseral* untuk membuat pemodelan geologi dan melihat penjalaran gelombangnya, dan juga menggunakan *Software Processing Omega* untuk melakukan pengolahan data. Di bawah ini disajikan diagram alir dalam penelitian ini :



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pembuatan model geologi

Asumsi geologi diperoleh dari data lintasan seismic lama yang diinversi namun pada pengerjaan kali ini tidak menggunakan data lapangan sehingga kita harus membuat model geologi sederhana yang ideal. Model yang dibuat haruslah seideal mungkin agar memudahkan kita dalam *processing* data. Dalam pembuatan data sintetik kita harus memperhatikan kondisi bawah permukaan seperti halnya lapangan yang sebenarnya dan kami menggunakan variasi kecepatan gelombang P pada model sintetik ini. Pada model geologi di atas terdapat batuan lapuk yang berkecepatan kecil pada bagian permukaan dan semakin ke bawah batuanannya semakin kompak. Pada kedalaman 650 meter terbentuk lipatan yang menyebabkan pula lapisan di atasnya terangkat ke atas sehingga terbentuk seperti lipatan. Sehingga, ketika dilintasi oleh gelombang seismic akan tampak sangat kontras karena pada lipatan-lipatan tersebut memiliki kecepatan yang rendah sedangkan lapisan-lapisan di atasnya kecepatannya tinggi dan ketika dilihat pada penampang seismic lipatan-lipatan ini akan terlihat jelas sedangkan kubah garam akan terlihat kabur. Dengan adanya lapisan yang terangkat dan sesar di sampingnya akan membuat hidrokarbon terperangkap di sekitar daerah tersebut. Oleh karena itu kami menetapkan target pada kedalaman sekitar 1900 meter yang berkecepatan 3150 m/s. Pemodelan gelombang seismic atau “seismic modeling” juga telah umum dilakukan untuk merekonstruksi penjalaran gelombang seismic yang melewati model geologi tertentu. Melalui model yang kita buat kita dapat mengetahui bagaimana gelombang seismic tersebut menjalar saat melewati model geologi yang kompleks. Jika menurut teori yang ada semakin ke bawah maka suatu lapisan semakin kompak karena batuan yang berada di bawah permukaan

yang dalam berumur tua sehingga gelombang seismik akan berkecepatan tinggi ketika melalui lapisan yang lebih tua. Pada model terdapat beberapa sesar turun, lipatan yang berada di atas kubah garam, dan beberapa lapisan yang membaji terhadap lapisan batuan lainnya. Dengan adanya lapisan yang membaji ini kita dapat mengetahui nilai “tuning thickness” melalui perumusan 2.4. Setelah kita mengetahui nilai “tuning thickness” dari suatu lapisan kita dapat memperkirakan lapisan mana sajakah yang dapat terlihat setelah dilakukan penembakan. Seperti studi kasus di bawah ini. Batu gamping yang berkecepatan tinggi membaji ke dalam tubuh batu lempung yang kekecepatannya lebih rendah. Pada bidang batas atas, muka gelombang datang yang berfase minimum akan mempunyai polaritas normal sedangkan pada bidang batas bawah polaritasnya akan terbalik. Dua buah wavelet yang mempunyai polaritas berlawanan tersebut akan terpisahkan selama tebal waktu dari batu gamping tersebut sama atau lebih besar dari separuh panjang gelombang seismik. Bila tebal waktu batu gamping tersebut kurang dari setengah panjang gelombang, kedua buah polaritas yang berlawanan tersebut akan mulai overlap dan akan terjadi interferensi. Saat TWT (two way travel time) dari batu gamping mencapai setengah panjang gelombang atau saat tebal waktu batu gamping mencapai setengah panjang gelombang atau saat tebal waktu batu gamping sama dengan seperempat panjang gelombang, maka akan terjadi interferensi konstruktif dan ketebalan ini dikenal dengan “tuning thickness”. Bila tebal waktu batu gamping kurang dari “tuning thickness” maka gabungan antara refleksi bidang bawah dan atas akan nampak seperti bidang reflector tunggal.

Pada tabel di bawah akan ditampilkan posisi kedalaman dan besarnya kecepatan setiap lapisan batuan.

Tabel 4.1 Kecepatan pada masing-masing lapisan dari model geologi sintetik

Lapisan	Kecepatan (m/s)
1	1300
2	1350
3	1400
4	1450
5	1500
6	1550
7	1600
8	1650
9	1700
10	1750
11	1800
12	1850
13	1900

14	1950
15	2000
16	2050
17	2100
18	2150
19	2200
20	2250
21	2300
22	2350
23	2400
24	2450
25	2500
26	2530
27	2540
28	2550
29	2600
30	2650
31	2700

32	2750
33	2800
34	2850
35	2900
36	2950
37	3000
38	3050
39	3100
40	3150
41	3200
42	3300
43	3400
44	3500
45	3600
46	3700
47	3800

Berdasarkan tabel di atas ada beberapa lapisan yang sangat tipis dan ada beberapa lapisan yang membaji terhadap lapisan lainnya sehingga kita dapat menghitung nilai “tuning

thickness” dari beberapa lapisan tersebut. Dengan demikian kita dapat memperkirakan batas minimum dan maksimum suatu lapisan batuan sehingga bidang reflektornya dapat terdeteksi ketika dilalui oleh gelombang seismic.

Pada tabel di bawah ini ditampilkan nilai tuning thicknes dari beberapa lapisan yang tergolong tipis dibandingkan lapisan yang lainnya.

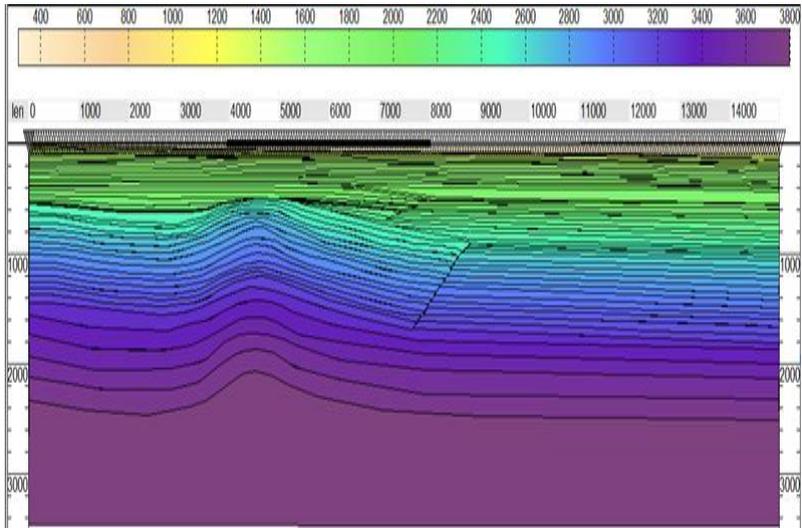
Tabel 4.2 Nilai “tuning thickness” dari beberapa lapisan tipis

<b>Ketebalan (meter)</b>	<b>Frekuensi (Hz)</b>	<b>Kecepatan (m/s)</b>	<b>Panjang gelombang (meter)</b>	<b>Tuning (meter)</b>
2	10	2530	253	63,25
	23		110	27,5
5	10	2540	254	63,5
	23		110,43	27,61
6 - 1	10	2200	220	55
	23		95,65	23,91
12 - 2	10	2150	215	53,75
	23		93,48	23,37

Berdasarkan tabel di atas,kita bisa menyimpulkan lapisan yang mempunyai ketebalan 2 meter sampai 6 meter tidak dapat terdeteksi oleh gelombang seismic sehingga akan tampak seperti bidang reflector tunggal karena pada tabel 4.2 terlihat bahwa suatu lapisan akan dapat terlihat ketika memiliki ketebalan dari nilai “tuning thickness” yaitu lebih dari atau sama dengan 10.75

meter. Untuk menentukan kecepatan lapisan manakah yang akan kita jadikan acuan sebagai nilai “tuning thickness” sebaiknya kita memilih lapisan yang terlihat tipis daripada lapisan-lapisan batuan lainnya. Dengan bertambahnya kedalaman, dimana kecepatan bertambah tinggi dan frekuensi bertambah kecil maka “tuning thickness” dan detectable limit akan bertambah besar.

Pada model geologi di atas terdapat batuan lapuk yang berkecepatan kecil pada bagian permukaan dan semakin ke bawah batuannya semakin kompak. Pada kedalaman 1590 meter terbentuk kubah garam yang menyebabkan pula lapisan di atasnya terangkat ke atas sehingga terbentuk seperti lipatan. Sehingga, ketika dilintasi oleh gelombang seismic akan tampak sangat kontras karena kubah garam memiliki kecepatan yang rendah sedangkan lapisan-lapisan di atasnya kecepatannya tinggi dan ketika dilihat pada penampang seismic lipatan-lipatan ini akan terlihat jelas sedangkan kubah garam akan terlihat kabur. Dengan adanya lapisan yang terangkat dan sesardi sampinnya akan membuat hidrokarbon terperangkap di sekitar daerah tersebut. Berikut ini merupakan model geologi yang telah dibuat pada software *Tesseral*.



Gambar 4.1 Penampang model geologi

#### 4.2 Data Parameter Akusisi

Pada tabel di bawah ini disajikan beberapa parameter akusisi yang telah melalui proses perhitungan.

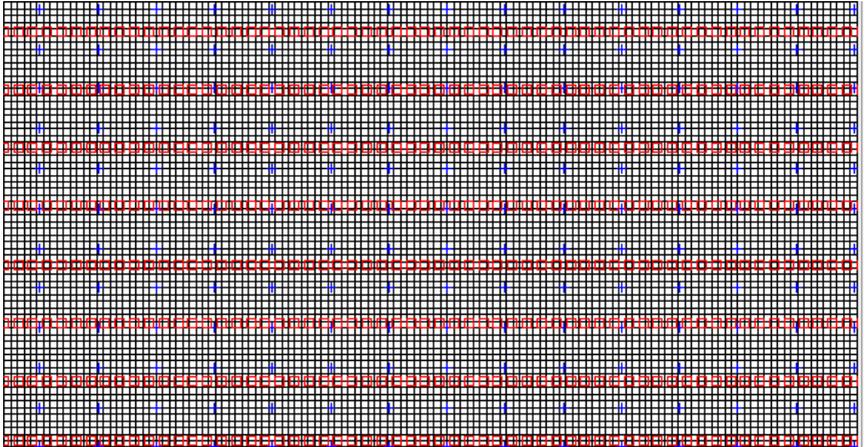
Tabel 4.3 Parameter akusisi

<b>Paramter</b>	<b>Nilai</b>
Jarak <i>Shotpoint</i> (SP)	50 meter dan 80 meter
Jumlah <i>Shotpoint</i> (SP)	301 buah
Jumlah <i>Receiver</i>	128 buah
Jarak <i>receiver</i>	50 meter dan 80 meeter
Konfigurasi pengukuran	<i>Semetricral spread split</i>

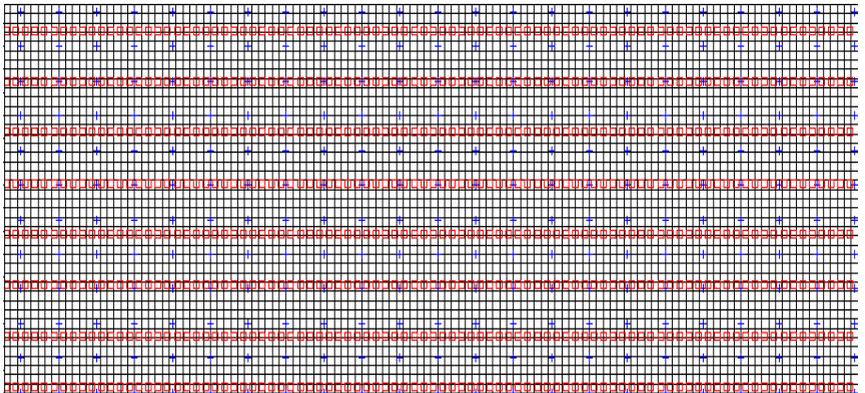
Sampling rate	2 ms
Depth	3500 meter
Binsize	25 meter dan 40 meter
Frekuensi	10 meter dan 23 Hz
$V_{rms}$	2223.59 m/s

#### 4.3 Pembuatan template

Hal ini dapat dilihat perbedaannya menggunakan template yang telah dibuat menggunakan software *Messa Expert 12.00* seperti di bawah ini. Pada gambar di bawah ini akan ditunjukkan posisi *receiver* dan *source* dengan jarak 50 meter dan 80 meter menggunakan konfigurasi penembakan *symetrical spread split*. Pada jenis konfigurasi ini *shotpoint* berada di tengah-tengah diantara *receiver* yang secara keseluruhan berjumlah 128 buah. Pada gambar di bawah ini akan digambarkan persebaran *fold* ketika menggunakan ukuran bin yang berbeda.



Gambar 4.2 Template penembakan ketika menggunakan *binsize* 25 meter



Gambar 4.3 Template penembakan ketika menggunakan *bisize* 40 meter

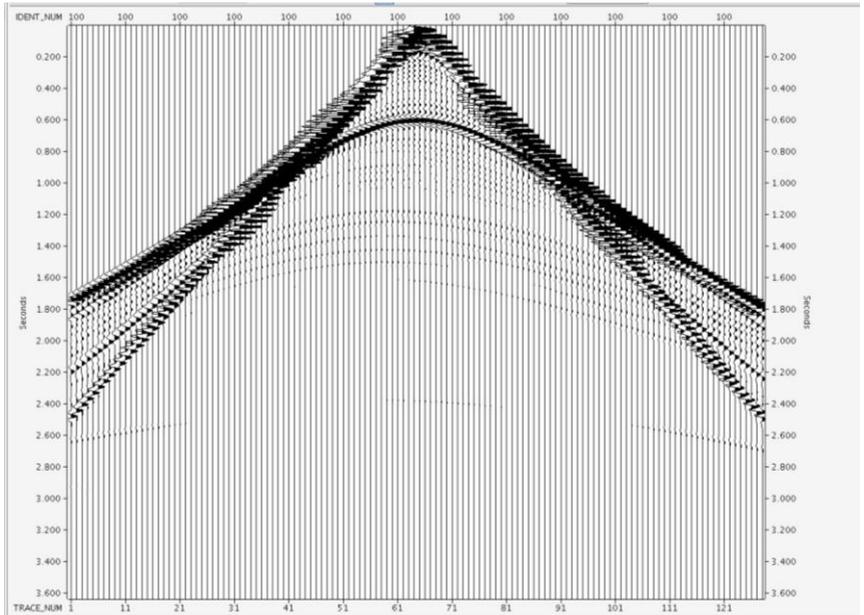
Pada akusisi seismik ada dua metode yaitu metode aktif dan pasif. Metode pasif dilakukan dengan mengukur medan alami yang dipancarkan oleh bumi sedangkan metode aktif dilakukan dengan membuat medan gangguan kemudian mengukur respons yang dilakukan oleh bumi. Medan alami yang dimaksud di sini

misalnya radiasi gelombang gempa bumi, medan gravitasi bumi, medan magnetik bumi, medan listrik dan medan elektromagnetik bumi serta radiasi radioaktifitas bumi. Ketika menggunakan ukuran bin 25 meter persebaran *fold* semakin banyak jika dibandingkan ketika menggunakan ukuran *bin* 40 meter. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan banyaknya bin antar receiver. Semakin kecil ukuran bin maka persebaran *fold* semakin banyak sehingga akan menghasilkan kualitas data yang lebih baik. Besarnya nilai *fold* dapat dihitung menggunakan persamaan

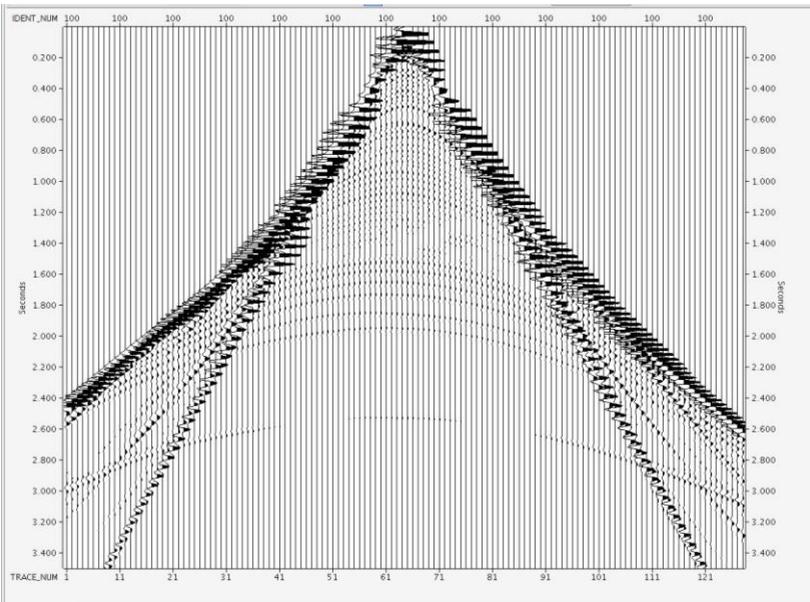
#### 4.4 Pengolahan data seismik

Model geologi yang telah dibuat kemudian diolah menggunakan software *Tesseral* sehingga akan didapatkan data berupa *gather*. Satu *shot point* akan menghasilkan satu *gather*. Pada penembakan ini kita menggunakan variasi ukuran jarak antar *shotpoint* dan frekuensi. Jarak antar *shotpoint* yang digunakan adalah 50 meter dan 80 meter sedangkan variasi frekuensi yang digunakan adalah 10 Hz dan 23 Hz. Di bawah ini akan ditampilkan perbedaan *gather* dari masing-masing variasi tersebut.

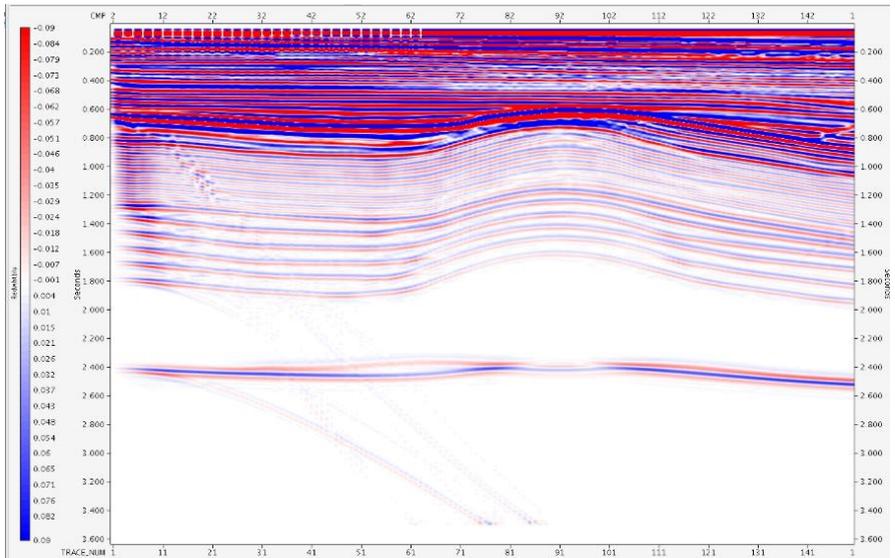
#### 4.4.1 Variasi jarak antar *shotpoint*



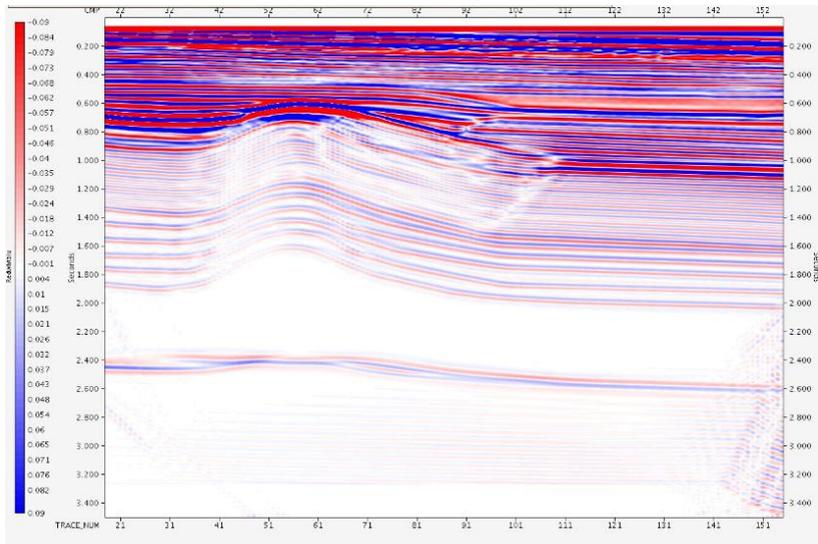
Gambar 4.4 Penampang *gather* dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar *shotpoint* 50 meter



Gambar 4.5 Penampang *gather* dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar *shotpoint* 80 meter

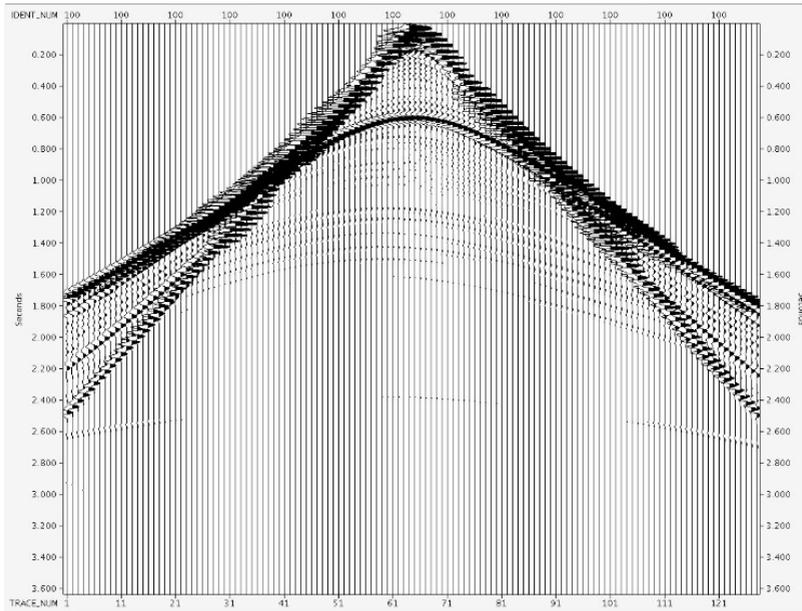


Gambar 4.6 Penampang *stack* dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar *shotpoint* 50 meter

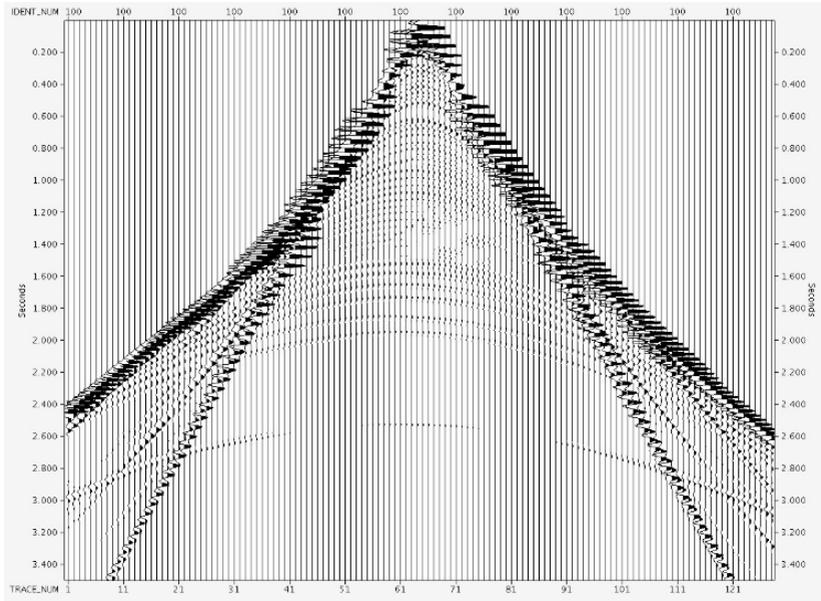


Gambar 4.7 Penampang *stack* dengan frekuensi 23 Hz dan jarak antar *shotpoint* 80 meter

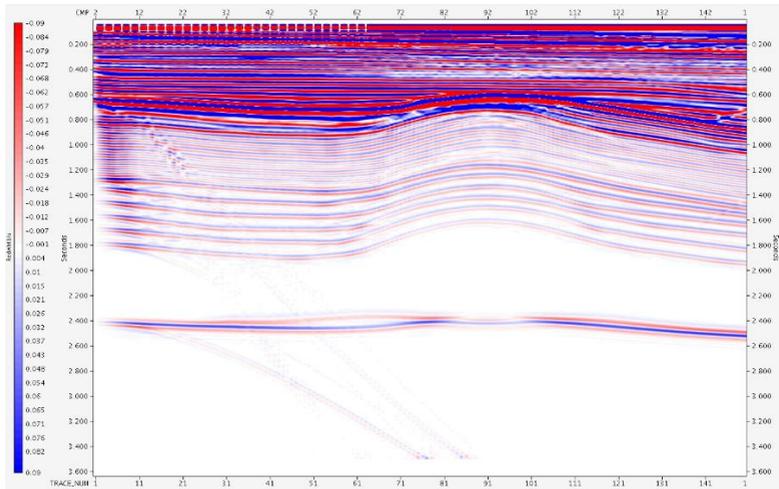
Pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 merupakan hasil *stack* yang menggunakan frekuensi 23 Hz dengan variasi interval *shotpoint* 50 meter dan 80 meter. Pada saat menggunakan interval *shotpoint* 50 meter dapat merekam setiap lapisan secara jelas dibandingkan ketika menggunakan interval *shotpoint* 80 meter. Ketika menggunakan interval *shotpoint* yang lebih pendek dibutuhkan lebih banyak jumlah *shotpoint* sehingga persebaran *fold* akan dan S/N lebih baik pula. Oleh karena itu ketika menggunakan interval *shotpoint* 50 meter menghasilkan kualitas *stack* lebih bagus dibandingkan ketika menggunakan interval *shotpoint* 80 meter.

4.4.2 Variasi *binsize*

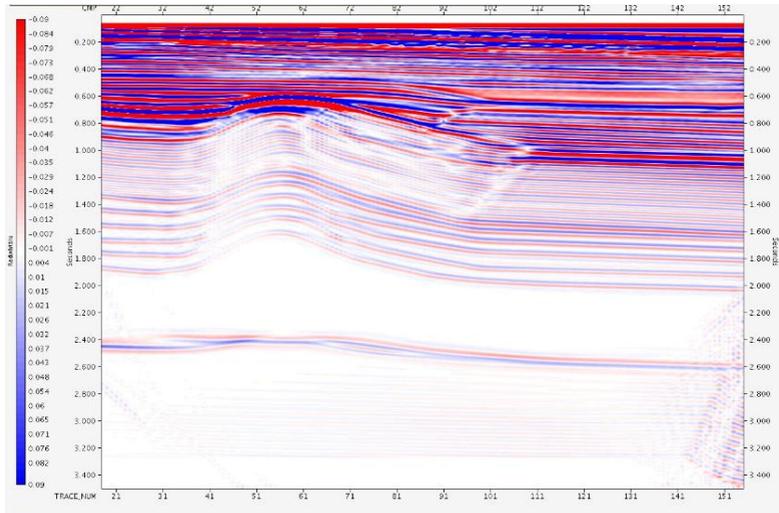
Gambar 4.8 Penampang *gather* pada *binsize* 25 meter dan frekuensi 23 Hz



Gambar 4.9 Penampang *gather* pada *binsize* 40 meter dan frekuensi 23 Hz



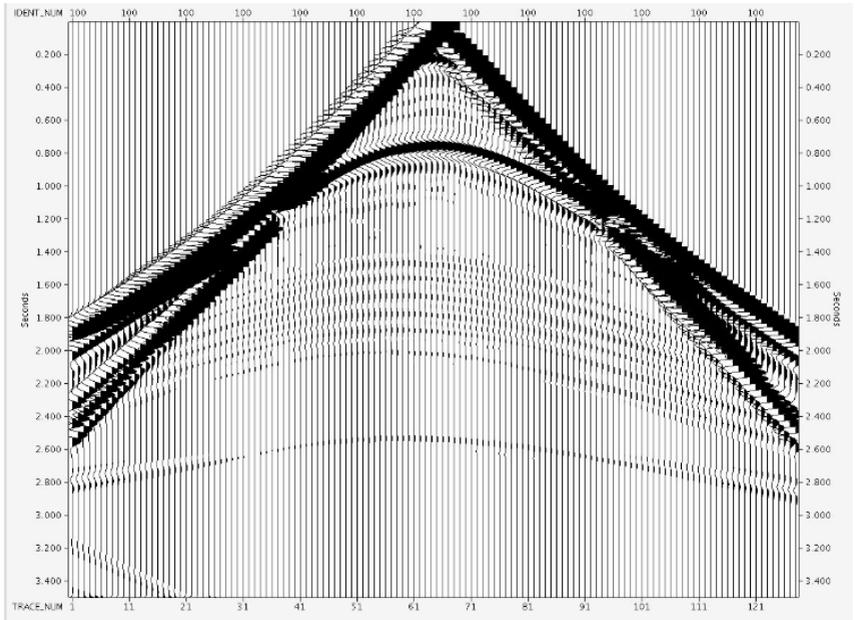
Gambar 4.10 Penampang *stack* pada *bin size* 25 meter dan frekuensi 23 Hz



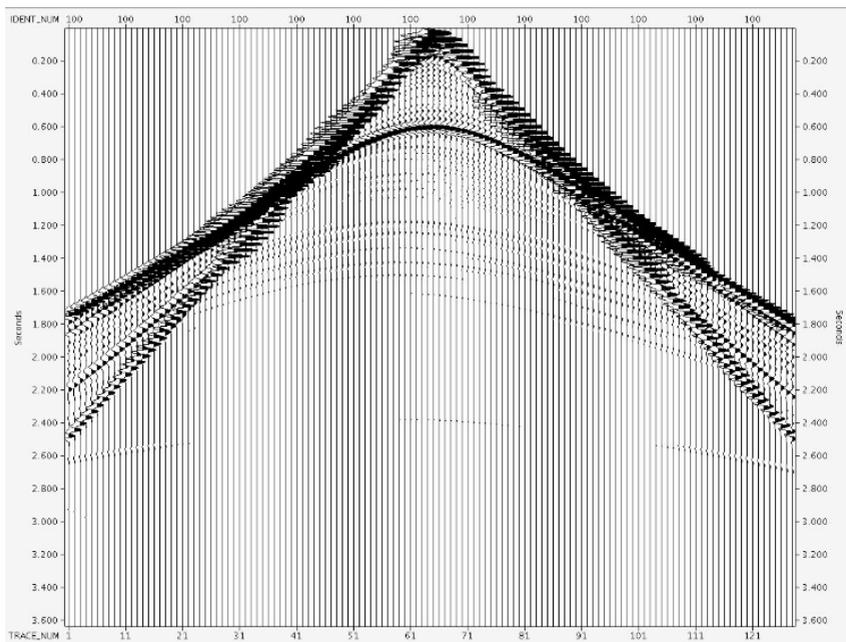
Gambar 4.11 Penampang *stack* pada *binsize* 40 meter dan frekuensi 23 Hz

Jika melihat beberapa penampang *stack* di atas, terdapat beberapa perbedaan saat menggunakan *binsize* 25 meter dan 40 meter. Jika melihat kualitas data yang dihasilkan lebih baik ketika menggunakan *binsize* 25 meter daripada *binsize* 40 meter. Menurut teori yang ada semakin kecil *binsize* maka persebaran *fold* akan semakin banyak sehingga kualitas data akan semakin baik. Hal ini terbukti pada gambar penampang *stack* di atas. Pada saat menggunakan *binsize* 25 kemenerusan data lebih baik dibandingkan saat menggunakan *binsize* 40.

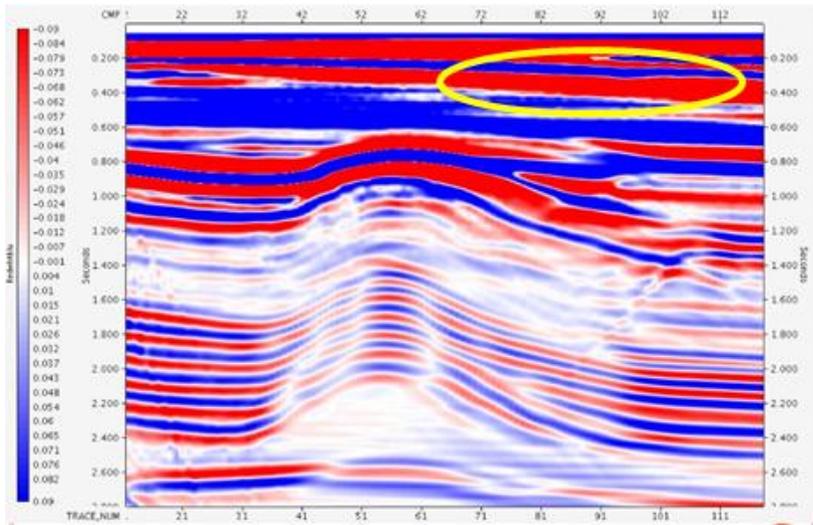
#### 4.4.3 Variasi frekuensi



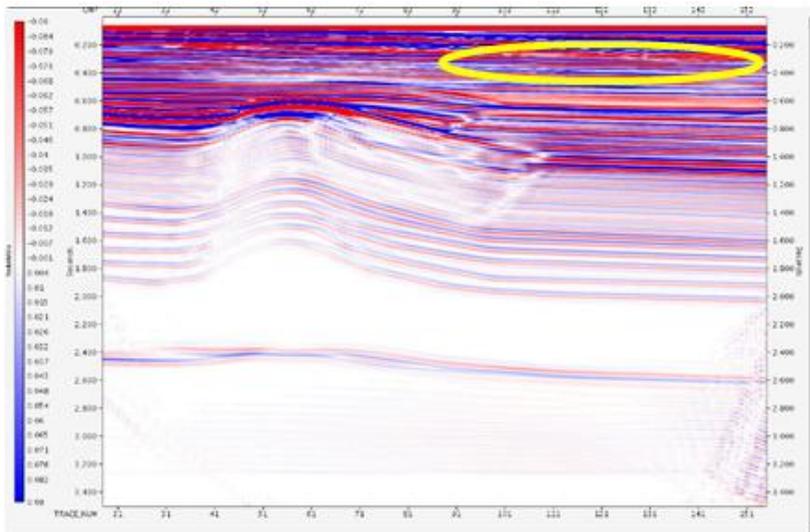
Gambar 4.12 Penampang *gather* menggunakan frekuensi 10 Hz dengan jarak antar *shotpoint* 50 meter



Gambar 4.13 Penampang *gather* menggunakan frekuensi 23 Hz dengan jarak antar *shotpoint* 50 meter



Gambar 4.14 Penampang *stack* menggunakan frekuensi 10 Hz dengan jarak antar *shotpoint* 50 meter



Gambar 4.15 Penampang *stack* menggunakan frekuensi 23 Hz dengan jarak antar *shotpoint* 50 meter

Pada frekuensi 10 Hz lapisan-lapisan yang sangat tipis tidak terlihat dan menjadi satu dengan lapisan tipis lainnya sehingga pada lapisan yang dihasilkan terlihat tebal sehingga kita tidak dapat membedakan batas lapisan yang sebenarnya. Hal ini terjadi karena frekuensi yang diberikan kecil sehingga energi yang terdistribusi ke *subsurface* pun lemah yang mengakibatkan tidak dapat tergambarkannya kondisi bawah permukaan secara detail. Saat melewati patahan dan kubah garam terlihat kabur. Hal ini sesuai dengan prinsip Huygens yang menyatakan bahwa setiap titik-titik pengganggu yang berada di depan muka gelombang utama akan menjadi sumber bagi terbentuknya deretan gelombang yang baru. Jumlah energi baru akan sama dengan energi utama. Di dalam eksplorasi seismic titik-titik pengganggu tersebut dapat berupa patahan, rekahan, pembajian, antiklin, dll. Deretan gelombang baru ini berupa difraksi. Difraksi reflektor semu yang diakibatkan penghamburan gelombang utama yang

menghantam ketidamenerusan dalam hal ini berupa patahan dan kubah garam (antiklin). Pada penampang *stack* di atas terlihat adanya efek *bowtie* yang berada pada patahan. Efek *bowtie* ini akan menggambarkan batas perlapisan pada batuan menjadi saling bersilangan.

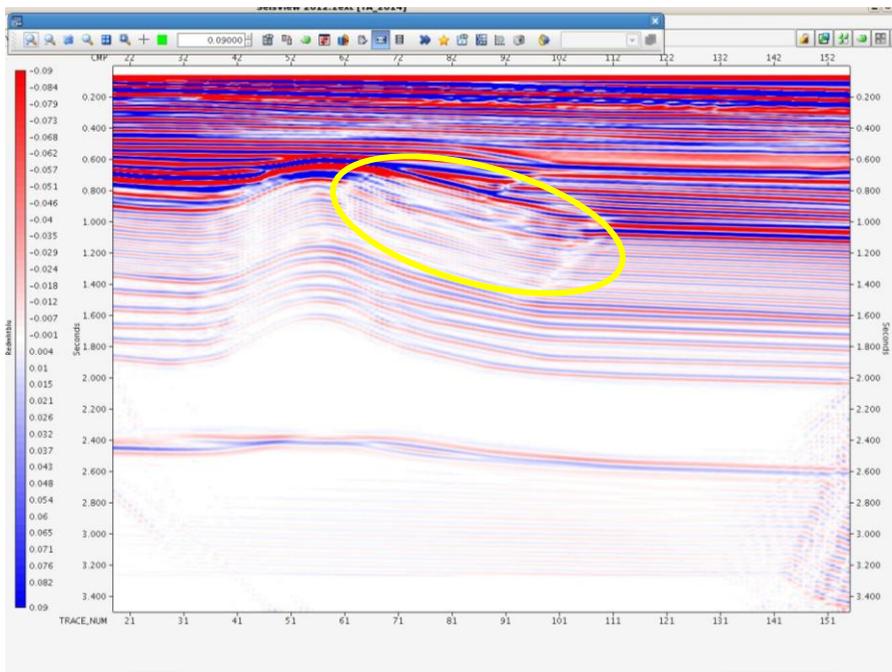
Berdasarkan teori gelombang seismik, semakin tinggi frekuensi yang diberikan akan semakin baik pula gelombang tersebut dalam membedakan lapisan tipis. Oleh karena itu hasil *stack* yang menggunakan frekuensi 23 Hz pada gambar 4.15 batas perlapisannya dapat terlihat dengan jelas. Pada gambar 4.14 terlihat banyak reflektor bidang bawah dan bidang atas yang bersatu menjadi reflektor tunggal sehingga lapisannya terlihat tebal.

Zona target berada di sekitar patahan, pada gambar 4.14 posisi *hanging wall* tidak berada seperti pada model geologi yang telah dibuat. Posisi *hanging wall* yang seharusnya berada di bawah *foot wall* namun pada hasil *stack* antara keduanya berada pada posisi sejajar. Perpotongan antara *hanging wall* dan *foot wall* terlihat kabur dan batas perlapisan yang seharusnya sangat tipis terlihat lebih tebal. Sedangkan pada gambar 4.14 bidang patahannya terlihat lebih jelas dan posisi antara *hanging wall* dan *foot wall* juga dapat dibedakan.

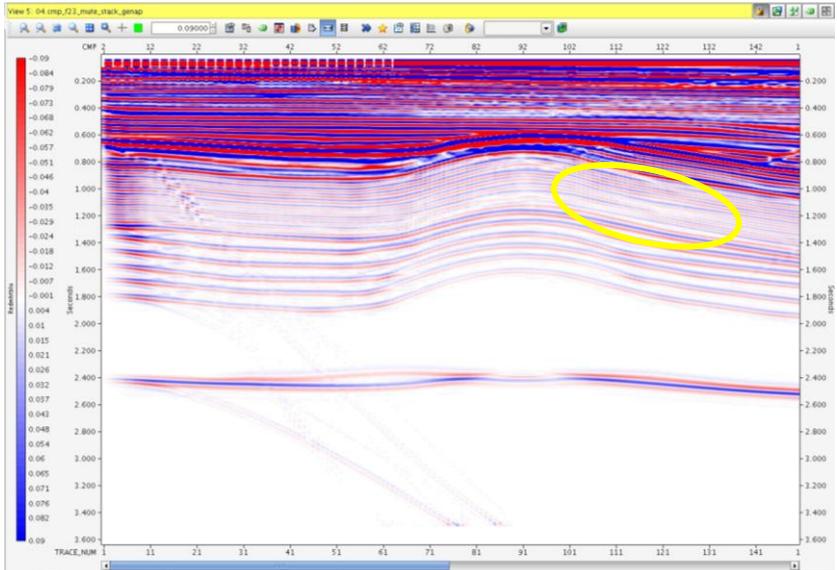
Menurut teori yang ada, frekuensi rendah tidak dapat membedakan lapisan tipis dengan baik namun lebih baik dalam hal penetrasi kedalaman. Oleh karena antiklin yang terdapat pada gambar 4.14 terlihat lebih jelas bidang bidang reflektornya daripada antiklin pada gambar 4.15.

#### 4.4.4. Variasi penembakan

Pada variasi penembakan ini diambil sampel pada frekuensi 23 Hz dan menggunakan jarak *shotpoint* 50 meter. Perbedaan antara keduanya akan terlihat pada gambar di bawah ini.



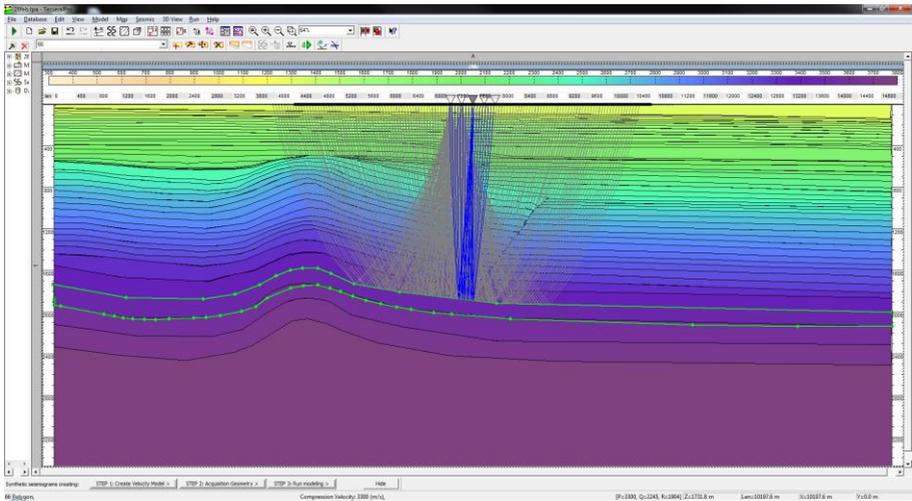
Gambar 4.16 Penembakan dilakukan menggunakan *shotpoint* yang bernomor ganjil



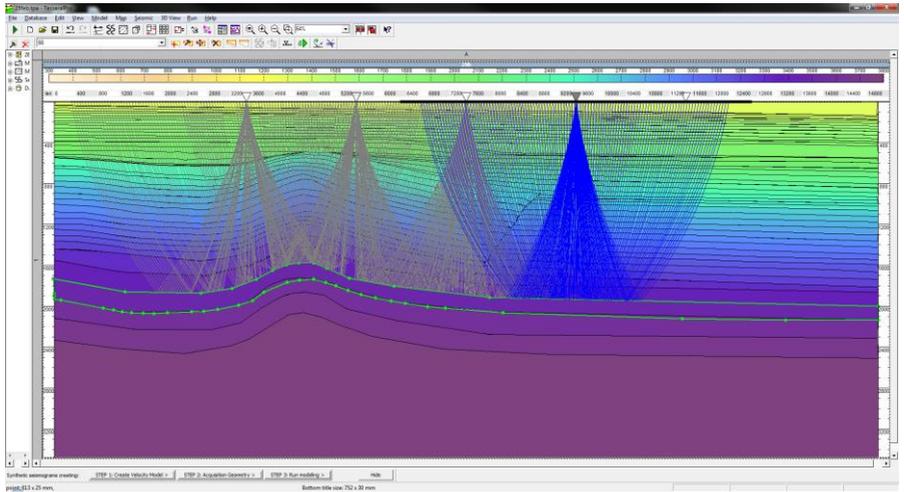
Gambar 4.17 Penembakan dilakukan menggunakan shotpoint keseluruhan

Setelah melihat hasil *stack* menggunakan variasi frekuensi dan *jarak shotpoint* kini kita juga mendapatkan perbedaan hasil *stack* yang menggunakan variasi penembakan. Penembakan hanya dilakukan pada *shotpoint* yang bernomor ganjil ataupun pada *shotpoint* secara keseluruhan. Pada gambar 4.16 menunjukkan hasil *stack* lebih baik dari gambar 4.17. Saat penembakan dilakukan pada *shotpoint* bernomor ganjil terlihat banyak terjadi efek difraksi tepatnya pada antiklin. Hal ini menunjukkan bahwa ketika melakukan penembakan menggunakan *shotpoint* secara keseluruhan menghasilkan kualitas data lebih baik jika dibandingkan ketika menggunakan hanya *shotpoint* yang bernomor ganjil. Variasi ini tidak memberikan perbedaan yang signifikan hanya ketika melakukan penembakan hanya menggunakan *shotpoint* yang bernomor ganjil struktur kompleks tidak dapat dibedakan per lapisannya dengan baik.

Setelah kita mengetahui hasil penampang *stack* dari hasil akuisisi, kini kita akan mengetahui penjalaran gelombang yang terjadi bawah permukaan bumi. Banyak hal yang mempengaruhi penjalaran gelombang seismik, salah satunya adalah jumlah dan jarak spasi dari *shotpoint*.



Gambar 4.18 Ilustrasi perambatan gelombang menggunakan 5 buah *shotpoint* yang berjarak 400 meter



Gambar 4.19 Ilustrasi perambatan gelombang menggunakan 5 buah *shotpoint* yang berjarak 2000 meter

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, dapat diartikan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pembuatan model geologi harus disesuaikan dengan kondisi geologi yang sebenarnya agar parameter yang digunakan tepat
2. Indikasi suatu parameter yang digunakan sudah tepat ketika hasil *stack* yang dihasilkan sudah menggambarkan kondisi bawah permukaan bumi dengan baik sesuai dengan model geologi yang telah dibuat sebelumnya
3. Saat menggunakan frekuensi 10 Hz lapisan-lapisan yang sangat tipis tidak terlihat sehingga beberapa lapisan terekam menjadi reflektor tunggal sedangkan frekuensi 23 Hz dapat mencitrakan lapisan-lapisan tipis dengan baik
4. Saat menggunakan frekuensi 10 Hz dapat menggambarkan lapisan bawah permukaan lebih baik dibandingkan ketika menggunakan frekuensi 23 Hz
5. Saat menggunakan *binsize* 25 meter memberikan hasil *stack* dengan resolusi yang lebih bagus daripada ketika menggunakan *binsize* 40 meter
6. Pada saat melakukan penembakan menggunakan *shotpoint* secara keseluruhan memberikan kualitas resolusi vertikal dan horisontal lebih baik daripada ketika penembakan hanya menggunakan *shotpoint* yang bernomor ganjil saja

#### **5.2 Saran**

Dari penulisan tugas akhir ini disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Dalam sebuah akuisisi seismik tidak hanya bertujuan untuk mendapatkan kualitas data sebaik mungkin namun harus bisa menekan biaya akuisisi serendah

mungkin. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan biaya akusisi dan dikorelasikan dengan penentuan desain parameter yang tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bolt, B.A., 1976, Nuclear Explosions and Earthquakes, W.H. Freeman and Co.
- Cordsen, A., 2000, Planning Land 3D Seismic Surveys, Geophysical Developments No.9, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa., Oklahoma.
- Dobrin, M.B., 1976, Introduction to Geophysical Prospecting, Mc Graw Hill.
- Evans, B.J., 2005, A Handbook for Seismic Data Acquisition in Exploration, Number 7, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma.
- Haris, A., 2009, Aspek Praktis Pengolahan Data Seismik Berbasis Cygwin-Seismic Unix, Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Indonesia.
- Suprajitno, M., 2000, Aspek Fisis Seismologi Eksplorasi, Program Studi
- Setyo Sapto Edi, 2011, Thesis Kajian Desain Survei Seismik 3 Dimensi Pada Lapangan X Jawa Barat, Program tdi Geofisika, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Indonesia
- Thornburgh, H.R., 1930, Wavefront Diagram in Seismic Interpretation, Bull, Am,

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BIODATA PENULIS**



**Winda Hastari**, penulis dilahirkan di Madiun, 2 Agustus 1991. Penulis lahir sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh antara lain Sekolah Dasar Negeri Klegan 02 Madiun, SMP 1 Madiun, SMA 2 Madiun dan yang terakhir terdaftar di Jurusan Fisika FMIPA ITS melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2010 dengan NRP 1110100031.

Di jurusan Fisika ini, penulis mengambil bidang studi Geofisika yang mempelajari tentang ilmu kebumihan. Penulisan sempat aktif di beberapa organisasi baik intra kampus (ITS SC AAPG, SEG, IPA, FOSIF, HIMASIKA-ITS, dan BEM FMIPA) dan mengikuti pelatihan serta seminar yang diselenggarakan oleh organisasi-organisasi tersebut, oleh jurusan, institut dan pihak luar institut baik pelatihan managerial yang berjenjang maupun keilmuan.