

PEMODELAN DATA SEISMIK LINGKUNGAN VULKANIK

Muhammad Ghazalli, Amien Widodo, Firman Syaifuddin

Jurusan Teknik Geofisika, FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember

e-mail: m.ghazalli@yahoo.com

Abstrak. Eksplorasi hidrokarbon saat ini mengharuskan geosaintis untuk mencari area baru yang sebelumnya dianggap tidak menghasilkan hidrokarbon. Dengan ditemukannya rembesan minyak pada daerah vulkanik mengindikasikan adanya petroleum *play* aktif yang memiliki cadangan hidrokarbon. Ketidakmampuan gelombang seismik untuk menggambarkan bawah permukaan pada daerah vulkanik menjadikan dibutuhkan pemodelan seismik. Pemodelan seismik akan memodelkan atau merekonstruksikan penjalaran gelombang seismik pada model geologi yang telah ditentukan, pada kasus ini model geologi yang digunakan adalah model geologi pada lingkungan vulkanik. Penelitian ini menggunakan 2 model, yang pertama adalah model “Kue Lapis” dan yang kedua adalah model “Serayu” yang merupakan model kompleks dari cekungan *North Serayu* di Jawa tengah. Kedua model tersebut memiliki lapisan basalt dengan tebal 200 m yang menutupi lapisan bawahnya yang menjadi target karena menyimpan cadangan hidrokarbon. Dari hasil pemodelan dapat dilihat fenomena gelombang ketika merambat melalui lingkungan vulkanik. Data hasil pemodelan kemudian direkonstruksikan ulang dengan menggunakan pengolahan data seismik menggunakan alur pengolahan seismik konvensional mulai dari geometri hingga migrasi. Hasil olahan tersebut akan dibandingkan dengan model yang telah dibuat dan dilakukan analisa. Diharapkan bahwa dibutuhkan desain akuisisi yang khusus untuk lingkungan vulkanik karena keterbatasan gelombang untuk melakukan penetrasi pada lapisan tipis dan memiliki kontras kecepatan yang besar lalu pengaruh koreksi statik yang sangat mempengaruhi data dikarenakan elevasi topografi dan kemudian ditemukan fenomena *multiple* ketika gelombang melewati lapisan basalt dan berkurangnya resolusi seismik ketika melewati lapisan basalt dikarenakan gelombang cenderung diteruskan mengikuti hukum Fermat.

Kata Kunci: pemodelan seismik; lingkungan vulkanik; pengolahan data seismik

Abstract. *Exploration hydrocarbon now requires geoscientist to find new territories formerly regarded not producing hydrocarbon. By the invention of oil seepage on volcanic regions indicates there is active petroleum play who has reserves of hydrocarbons beneath. Inability waves seismic to describe and give good image under the surface at volcanic regions made it is necessary to seismic modeling. This method will be modeling or reconstructing seismic waves propagation on the model of geology that has been specified, in this case, geology model to used is a geological model at the volcanic environment. This research using 2 model, the first is a model ‘Kue Lapis’ and the second is a model ‘Serayu’ that is the complex model of the North Serayu basin in Central Java. Both the model had the basalt with thick 200 meters that cover the lining of targeted who have hydrocarbon reserve. From the modeling could be seen the phenomenon of the seismic wave when spread through layers of volcanic. Synthetic data from modeling then reconstruct using seismic processing with conventional seismic processing from geometry to migration. After that, the processing result will be compared with the model that have been made and do the analysis. From the result we could see that it takes special design acquisition to volcanic environment due to limited wavelengths to do penetration on the thin layer and having great velocity contrast and also the influence of static correction that very affect the data because the variation of elevation topography, the last we could found there is multiple when seismic wave goes through basalt layers and reduced seismic resolution when passing through it because waves tend to continued in high-velocity layer followed by Fermat law.*

Keywords: seismic modelling; volcanic environment; seismic data processing

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia dan dunia terutama di bidang energi fosil mengharuskan kegiatan eksplorasi cadangan migas terus dilakukan.

Dengan semakin menipisnya cadangan pada petroleum sistem yang konvensional memunculkan ide-ide baru dengan adanya cadangan migas

pada daerah yang dianggap tidak dapat memproduksi migas, yaitu area lingkungan batuan vulkanik.

Di pulau Jawa sendiri penemuan rembesan minyak dan gas paling banyak muncul di area vulkanik. Saking banyaknya rembesan minyak di area vulkanik sampai pernah memunculkan teori bahwa minyak dan gas itu memiliki asal magmatik (salah satu teori anorganik asal minyak yang pernah muncul pada zaman Hindia Belanda di Indonesia). Seiring berkembangnya pengetahuan lalu diketahui bahwa asal hidrokarbon adalah organik, yaitu dari zat renik organik (bakteri, plankton, ganggang) atau tumbuhan-tumbuhan di darat yang sebagian massanya menjadi komponen di batuan penggenerasi hidrokarbon (*source rock*) (Awang Satyana, 2015).

Berdasarkan itu, maka diduga bahwa di Jawa banyak batuan induk pengandung zat organik terkubur dan tertutup oleh lapisan tebal batuan vulkanik yang menutupinya. Batuan vulkanik ini telah menekan dan menenggelamkan batuan induk ke kedalaman yang menyebabkan zat organik di dalam batuan induk menjadi matang dan berubah menjadi minyak dan gas, lalu sebagian migas ini naik ke permukaan melalui celah-celah atau patahan-patahan dan menjadi rembesan minyak/gas di permukaan (Awang Satyana, 2015).

Tantangannya sekarang adalah teknologi pengambilan data (akuisisi) dan pengolahan data seismik (*processing*) sampai saat ini hampir tak mampu menembus lapisan tebal vulkanik untuk mengungkap konfigurasi lapisan batuan di bawah vulkanik (sub-vulcanic) dengan maksimal. Oleh karena itu dibutuhkan pemodelan data seismik untuk mengetahui dan memahami bagaimana respon gelombang seismik ketika menjalar melalui model geologi yang kompleks, dalam hal ini pada lingkungan batuan vulkanik.

TINJAUAN PUSTAKA

Pemodelan Ke depan

Pemodelan ke depan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemodelan gelombang akustik dalam medium isotropik. Untuk pemodelan akustik,

properti medium dijelaskan sebagai sebaran ruang dengan parameter perambatan gelombang dari gelombang yaitu $v = (x_1, x_3)$ dan densitas $\rho (x_1, x_3)$. Persamaan gelombang akustik dijelaskan sebagai medan vektor dari pemindahan kecepatan u dan medan skalar dari tekanan p , keduanya menghasilkan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\partial u_1}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_1} \tag{1}$$

$$\frac{\partial u_3}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_3} \tag{2}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \rho v^2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right) \tag{3}$$

selanjutnya, turunkan persamaan 1 dengan x_1 , persamaan kedua dengan x_3 , dan persamaan ketiga dengan t , maka didapatkan.

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial t \partial x_1} = \frac{\partial}{\partial x_1} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_1} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 p}{\partial x_1^2} \tag{4}$$

$$\frac{\partial^2 u_3}{\partial t \partial x_3} = \frac{\partial}{\partial x_3} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_3} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 p}{\partial x_3^2} \tag{5}$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \rho v^2 \left(\frac{\partial^2 u_1}{\partial t \partial x_1} + \frac{\partial^2 u_3}{\partial t \partial x_3} \right) \tag{6}$$

dengan mensubstitusikan persamaan 4 dan 5 ke persamaan 6, maka didapatkan persamaan akustik dengan notasi tekanan.

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \rho v^2 \left[\left(\frac{\partial^2}{\partial x_1} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_1} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 p}{\partial x_1^2} \right) + \left(\frac{\partial^2}{\partial x_3} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_3} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 p}{\partial x_3^2} \right) \right] \tag{7}$$

persamaan 7 dapat disederhanakan menjadi,

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = v^2 \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x_1} + \frac{\partial^2 p}{\partial x_3} \right) + \rho v^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial x_1} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_1} + \frac{\partial^2}{\partial x_3} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_3} \right) \tag{8}$$

dapat dilihat pada persamaan 7, terdapat persamaan yang menurunkan dengan densitas. Jika nilai tersebut mendekati 0 maka pada kasus ini akustik dan nilai skalar identik dengan tekanan.

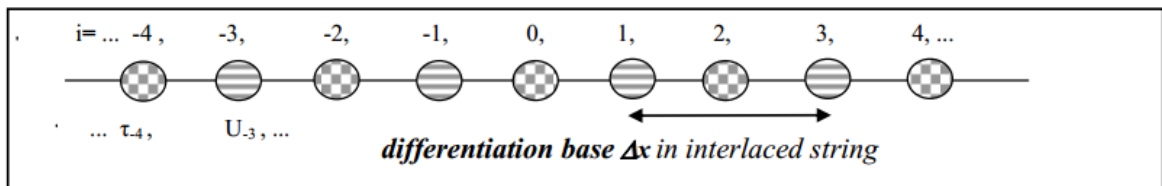
Perambatan gelombang bergantung kepada properti medium statik (tidak berubah seiring waktu). Beberapa properti yang mempengaruhi perambatan gelombang seismik adalah kecepatan primer (Vp) dan kecepatan sekunder (Vs), densitas ρ lalu properti tambahan seperti anisotropi (Parameter Thompson, atenuasi, dan absorpsi).

Parameter Pemodelan

Dalam pemodelan ke depan parameter yang dirasa signifikan adalah jumlah sumber, jumlah geophone, dan besar grid. Perhitungan yang dilakukan akan menghitung dan memodelkan respon seismik dari setiap sumber, semakin besar jumlah sumber maka akan semakin membutuhkan waktu untuk perhitungan. Selanjutnya yang mempengaruhi adalah besar grid sesuai dengan persamaan yang ada pada (Virieux, 1986). Dapat dilihat pada persamaan 9.

$$\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} = b(x) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \tau(x,t)}{\partial t} \right) \tag{9}$$

persamaan 9 adalah persamaan gelombang, jika diasumsikan variable τ dan U (stress & displacement) sepanjang lintasan didistribusikan dengan notasi $i = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ lalu variabel τ dan U ditentukan dengan posisi genap ganjil sepanjang lintasan. Berikut ilustrasinya.



$$k = 0,1,2, \dots \begin{cases} [0] & i = \dots, -2,0,2, \dots \left\{ \tau_i \leftarrow \tau_i + a_1 \frac{\Delta t}{\Delta x} (U_{i+1} + U_{i-1}) \right. \\ [1] & i = \dots, -1,1, \dots \left\{ U_i \leftarrow U_i + b_1 \frac{\Delta t}{\Delta x} (\tau_{i+1} + \tau_{i-1}) \right. \end{cases} \tag{10}$$

lalu jika persamaan 10 diintegrasikan,

$$\tau(x, t) = a(x) \int_0^t \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} dt \tag{11}$$

$$U(x, t) = b(x) \int_0^t \frac{\partial \tau(x,t)}{\partial x} dt \tag{12}$$

dengan $\Delta x, \Delta t \rightarrow 0$, dan ketika persamaan 10 dan 11 diturunkan 2 kali terhadap t , maka

$$\frac{\partial^2 \tau(x,t)}{\partial x^2} = a(x) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial U(x,t)}{\partial t} \right) \tag{13}$$

$$\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} = b(x) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \tau(x,t)}{\partial t} \right) \tag{14}$$

variabel A_i B_i menerangkan properti (konstan dalam waktu t) tersebar sepanjang sumbu x . jika nilai dari turunan dasar Δx bernilai tetap (grid) dan pertambahan waktu Δt juga konstan, maka nilai A_i B_i dapat ditentukan.

$$A_i = a_i \frac{\Delta t}{\Delta x} \text{ atau } A_i = \frac{a_i}{G} \tag{15}$$

$$B_i = b_i \frac{\Delta t}{\Delta x} \text{ atau } B_i = \frac{b_i}{G} \tag{16}$$

dengan $G = \Delta x/\Delta t$, G mendefinisikan skala konstan dengan dimensi kecepatan (m/sec), kemudian pada persamaan 9 akan stabil ketika $V_p[\max] < G$, dengan $V_p[\max]$ adalah nilai maksimal kecepatan p pada grid. Selanjutnya $G = \Delta t/ \Delta d$, dimana Δt adalah tahapan komputasi (1 tahapan $\Delta t/2$) dan Δd adalah turunan (1 sell $\Delta d/w$). Kemudian untuk menghitung limitasi kecepatan perhitungan,

$$\Delta d = \frac{V_p[\min]}{F_{[pick]}/\text{Basewave}} \tag{15}$$

lalu untuk menghitung durasi waktu 1 kali komputasi (pemodelan 1 sumber)

$$\Delta t = \frac{\Delta d}{V_{p[\max]} / \text{Stability}} \quad (16)$$

dengan $V_{p[\min]}$ adalah nilai V_p minimum, $V_{p[\max]}$ adalah nilai V_p maksimum, $F[\text{pick}]$ adalah nilai frekuensi yang diberikan pada sumber, dan stability adalah $\sqrt{2} + 1/2/\text{Basewave}$ mendekati 1.5 – stability konstan.

METODOLOGI

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data sintetik dengan menggunakan model geologi pada lingkungan batuan vulkanik. Perangkat lunak yang digunakan adalah Pemodelan Seismik untuk melakukan *forward modelling* (pembuatan model) dan Pengolahan Data Seismik untuk pengolahan data sintetik. Pengolahan data dapat dijelaskan dengan diagram alir pada Gambar 15 dan Gambar 16.

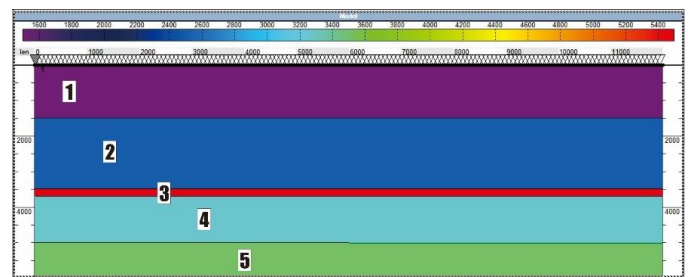
Tahap pertama adalah membuat model geologi yang selanjutnya akan dilakukan akuisisi seismik secara *forward modelling* sehingga didapatkan data sintetik. Model geologi yang digunakan diusahakan mendekati model geologi lapangan sehingga diperlukan referensi lingkungan pengendapan di daerah batuan Vulkanik (Facies Vulkanik) sebagai wawasan pembuatan model geologi (jenis batuan, stuktur geologi dan morfologi) lalu dibutuhkan studi literatur untuk mengaitkan kondisi geologi yang diinginkan dengan properti fisis batuan seperti Kecepatan P dan densitas.

Setelah didapatkan model geologi lingkungan vulkanik yang diinginkan selanjutnya diberikan parameter akuisisi seperti jumlah *channel*, jumlah titik penembakan, *near offset*, *far offset*, lama perekaman, *sampling time*, dan frekuensi yang diberikan. Parameter akuisisi ini digunakan untuk tahapan selanjutnya yaitu *forward modelling* yang akan menghasilkan sintetik seismogram. Data yang dihasilkan akan memiliki domain waktu dan merupakan data mentah sehingga diperlukan pengolahan data seismik. Hasil pengolahan data seismik ini yang kemudian akan dianalisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Geologi Sederhana

Model geologi sederhana merupakan model yang digunakan untuk melihat sifat perambatan gelombang seismik hasilnya ketika sudah diolah. Model yang digunakan adalah model lapisan tanpa struktur dengan memasukkan lapisan batuan basalt untuk melihat perambatan gelombang pada lapisan tersebut.



Gambar 1. Model Geologi “Kue Lapis” tanpa Struktur dengan Dimensi Panjang 12 km dan Kedalaman Maksimum 6 km.

Tabel 1. Parameter Fisis Model Kue Lapis.

Lapisan ke	Tipe Lapisan	VP (m/s)	Densitas (kg/m ³)	Ketebalan (m)
1	Sandstone	500	1970	1500
2	Sandstone	500	2200	2000
3	Basalt	500	2575	200
4	Sandstone	250	2237	1400
5	Sandstone	350	2275	1000

Disain Akuisisi Model Kue Lapis

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan disain akuisisi adalah ketebalan lapisan dan kedalaman lapisan target. Digunakan frekuensi sebesar 5 Hz dikarenakan hasil “Test Run” yang akan dibahas pada bab 4.2. Penentuan *far offset* ditentukan kurang lebih 2 kali kedalaman, dikarenakan target memiliki kedalaman 6 Km maka *far offset* yang digunakan sejauh 12 Km. Penentuan shot dan *receiver interval* dihasilkan dari

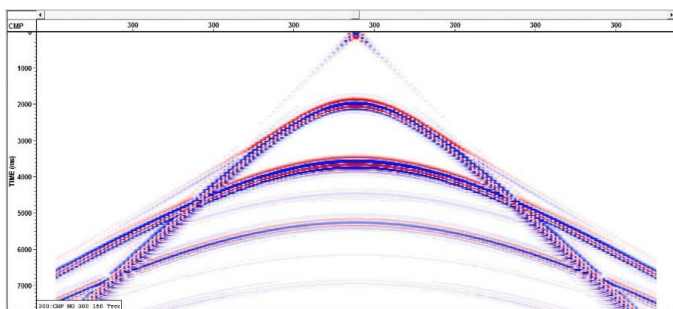
penggunaan grid yang digunakan, dikhawatirkan kualitas data akan menjadi jelek ketika interval geophone tidak mengikuti 2 kali lebar grid.

Tabel 2. Parameter Akuisisi Model Kue Lapis.

Grid 20 meter	Frekuensi 5 Hz Wavelet Ricker
Shot Interval 80 m	Total Shot 150
Receiver Interval 40 m	Total Receiver 301
Record Length 7 sekon	Sampling Interval 2ms

Seismic Gather Model Kue Lapis

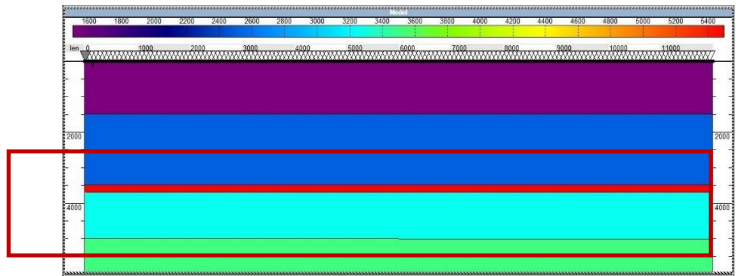
Model geologi yang telah memiliki parameter fisis kemudian dilakukan forward modelling untuk melihat respon seismiknya. Dikarenakan model yang digunakan tanpa struktur, maka respon seismiknya memiliki penurunan waktu atau efek hiperbolik yang bagus. Respon yang tebal mengindikasikan terjadinya refleksi dengan lapisan. Ada beberapa respon tipis pada bagian time besar diasumsikan sebagai noise, akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.



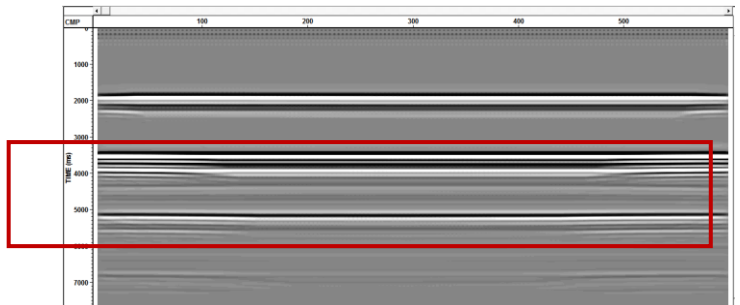
Gambar 2. CMP Gather 300 (Tengah Lintasan dengan Fold Terbanyak).

Analisa

Pada Gambar 4, kemenerusan amplitudo kuat dapat diasumsikan sebagai bidang perlapisan. Respon gelombang seismik pada bidang perlapisan 1 dan 2 terlihat normal dan kuat karena merupakan bidang perlapisan normal antara sandstone dan tidak memiliki kontras V_p yang besar.



Gambar 3. Model Geologi "Kue Lapis".



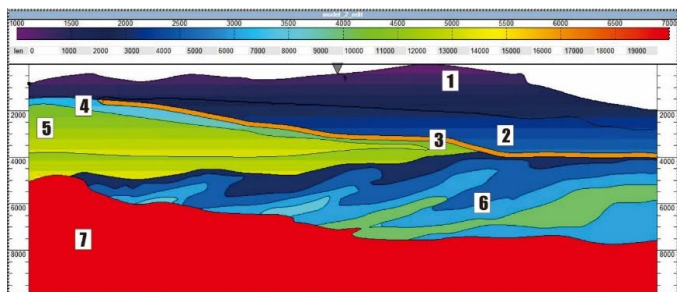
Gambar 4. Hasil Stack Seismic Model Geologi "Kue Lapis".

Tetapi ketika gelombang seismik merambat ke lapisan selanjutnya yaitu pelapisan antara sandstone dan basalt terlihat respon seismik yang terekam memiliki reduksi energi yang besar dapat dibuktikan dengan menipisnya warna kemenerusan amplitudo dibawah lapisan basalt yang memiliki dua lapisan sandstone. Hal ini dikarenakan ketika gelombang merambat melalui bidang pelapisan dengan kontras kecepatan (kontras impedan) yang besar akan meredam gelombang yang akan ditransmisikan dan cenderung meneruskan gelombang sehingga akan direfleksikan kembali sesuai dengan Hukum Fermat dimana gelombang selalu mencari waktu tercepat untuk merambat.

Selanjutnya dapat dilihat pula terjadinya banyak *even multiple* yang diakibatkan oleh terjebaknya gelombang seismik karena kontras kecepatan antara lapisan batuan pasir dibawah dengan lapisan basalt yang meng-cover di atasnya. Ketika ada *even* berulang pada *time* yang tidak sewajarnya maka dapat di asumsikan sebagai *multiple*. *Noise* ini dapat direduksi dengan berbagai macam filter yang sudah tersedia.

Model Geologi Kompleks

Model Geologi yang digunakan adalah hasil modifikasi dari penampang Geologi *North Serayu Basin*. Model geologi ini digunakan karena memiliki petroleum *play* mulai dari *source rock*, *reservoir*, *trap*, dan *seal*.



Gambar 5. Model “Serayu”, Merupakan Modifikasi dari Skema North Serayu Basin dan Telah Diberikan Properti Fisis di Setiap Lapisan yang Didefinisikan. Memiliki Dimensi Panjang 20 Km dengan Kedalaman 10 Km. Memiliki Elevasi Berkisar 0 Meter Hingga 1000 Meter.

Tabel 3. Properti fisis Model Serayu.

Lapisan ke	Tipe Lapisan	VP (m/s)	Densitas (kg/m ³)	Ketebalan (m)
1	Soil	1000 - 1800	1565	4000
2	Batuan Pasir	2000	2010	1000
3	Basalt	6000	2650	200
4	Fasies Vulkanik	3000 - 5000	2200	3400
5	Fasies Vulkanik	4000 - 5000	2350	2000
6	Sandstone	2000 - 3000	2200	3500
7	Basemen Vulkanik	7000	2970	3000

Desain Akuisisi

Setelah didapatkan model yang akan digunakan kemudian dilakukan desain akuisisi, hal

ini dilakukan untuk mendapatkan data yang diinginkan dengan mempertimbangkan berbagai kondisi seperti ketebalan lapisan, kedalaman lapisan target, dan sebagainya. Untuk penentuan desain akuisisi dan parameter akuisisi dilakukan 4 kali tes dengan merubah beberapa parameter sebagai berikut. Tiap tes dilakukan 1 kali *shot* pada tengah model untuk melihat kualitas data, semua *test run* menggunakan model pada Gambar 5 dengan panjang lintasan 20 Km.

Tabel 4. Paramater Akuisisi *Test Run 1*.

<i>Grid</i> 10 meter	Frekuensi 30 Hz
<i>Shot Interval</i> 40 m	<i>Total Shot</i> 501
<i>Receiver Interval</i> 20m	<i>Total Receiver</i> 1001

Tabel 5. Paramater Akuisisi *Test Run 2*.

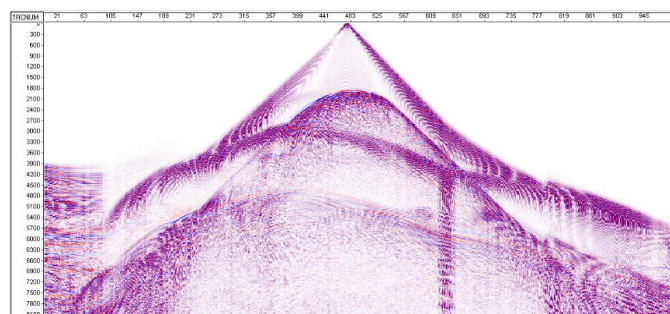
<i>Grid</i> 15 meter	Frekuensi 30 Hz
<i>Shot Interval</i> 60 m	<i>Total Shot</i> 175
<i>Receiver Interval</i> 30m	<i>Total Receiver</i> 661
Durasi 1 <i>shot</i> 26 menit	Estimasi <i>full shot</i> 72 jam.

Tabel 6. Paramater Akuisisi *Test Run 3*.

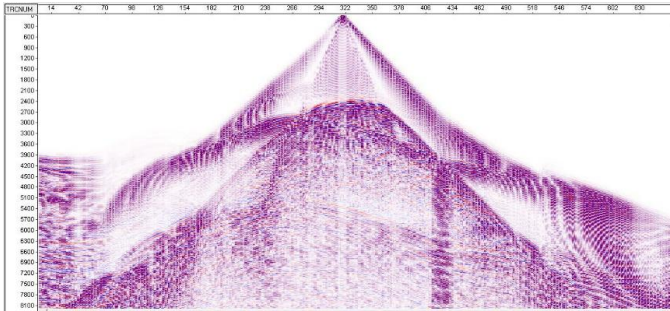
<i>Grid</i> 20 meter	Frekuensi 30 Hz
<i>Shot Interval</i> 80 m	<i>Total Shot</i> 131
<i>Receiver Interval</i> 40m	<i>Total Receiver</i> 500
Durasi 1 <i>shot</i> 14 menit	Estimasi <i>full shot</i> 30,5 jam.

Tabel 7. Paramater Akuisisi *Test Run 4*.

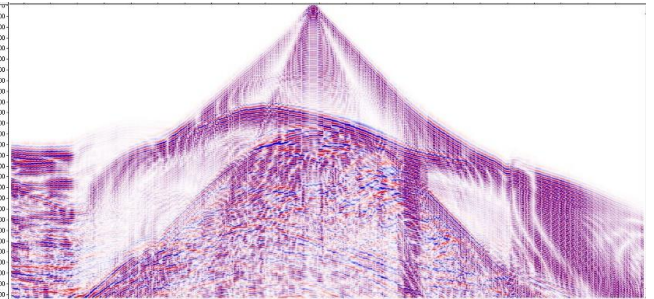
<i>Grid</i> 25 meter	Frekuensi 30 Hz
<i>Shot Interval</i> 100 m	<i>Total Shot</i> 105
<i>Receiver Interval</i> 50m	<i>Total Receiver</i> 400
Durasi 1 <i>shot</i> 12 menit	Estimasi <i>full shot</i> 21 jam.



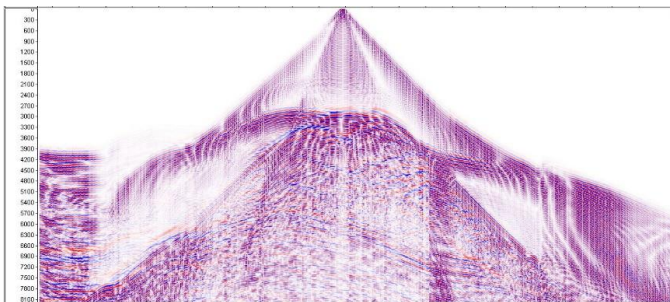
Gambar 6. Hasil *Test Run 1*.



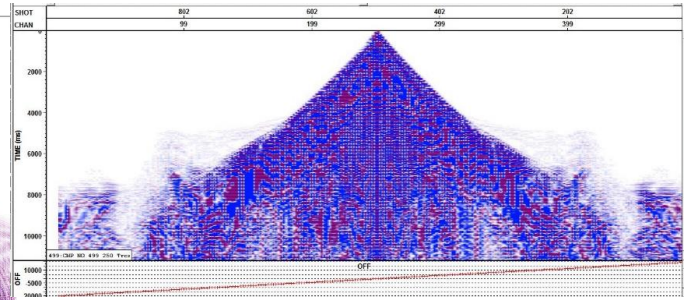
Gambar 7. Hasil Test Run 2.



Gambar 9. Hasil Test Run 4.



Gambar 8. Hasil Test Run 3.



Gambar 10. Seismic Section pada cmp 500 dengan Menggunakan Frekuensi Shot Sebesar 30 Hz.

Beberapa parameter yang mempengaruhi durasi penghitungan pemodelan atau limitasi kecepatan perhitungan sebagai berikut,

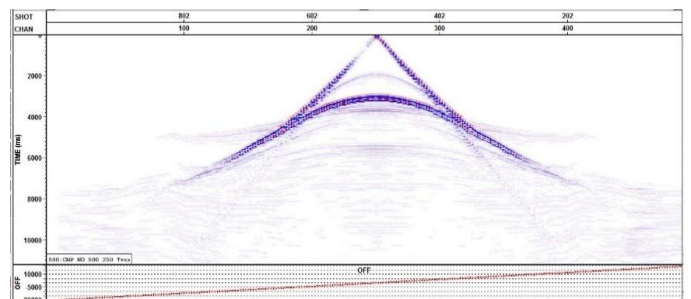
$$\Delta d = \frac{Vp[\min]}{F[pick] / Basewave} \quad (14)$$

lalu untuk durasi waktu 1 kali komputasi (pemodelan dengan satu sumber)

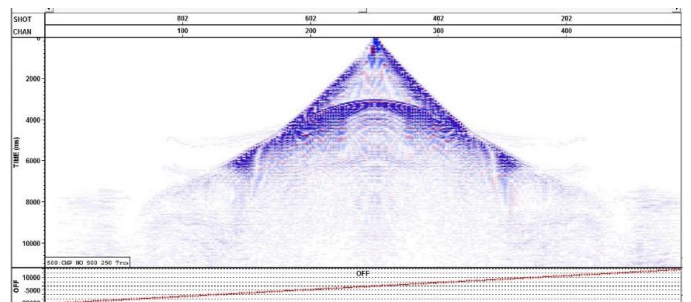
$$\Delta t = \frac{\Delta d}{Vp[\max] / Stability} \quad (15)$$

Dengan $Vp[\min]$ adalah nilai Vp minimum, $Vp[\max]$ adalah nilai Vp maksimum, $F[pick]$ adalah nilai frekuensi yang diberikan pada sumber, dan $stability$ adalah $\sqrt{2} + 1/2/Basewave$ mendekati 1.5 – $stability$ konstan. Sehingga ketika diberikan Vp yang besar dan frekuensi yang rendah maka durasi perhitungan akan semakin panjang karena berbanding terbalik.

Terlihat minimnya *even* parabolik pada *far offset* yang dapat menyebabkan minimnya penggambaran pada *even* refleksi yang dalam.



Gambar 11. Seismic Section pada cmp 500 dengan Menggunakan Frekuensi Shot Sebesar 5 Hz.



Gambar 12. Seismic Section pada cmp 500 dengan Menggunakan Frekuensi Shot Sebesar 10 Hz.

Pemilihan frekuensi *shot* harus memperhatikan berbagai faktor, jika frekuensi yang diberikan tinggi maka akan memberikan *energy* yang besar yang berakibat amplitude yang terekam akan besar, hal ini bagus tetapi pemilihan frekuensi yang tinggi memiliki resiko pendeknya panjang gelombang sehingga sulit untuk melakukan penetrasi pada lapisan yang dalam. Sebaliknya, frekuensi rendah memiliki panjang gelombang yang lebih panjang sehingga dapat melakukan penetrasi pada lapisan dalam. Dengan pertimbangan itu dan melihat hasil pemodelan pada Gambar 10, 11, dan 12 maka dipilih frekuensi yang akan digunakan sebesar 5 Hz.

Analisa Geologi Kompleks

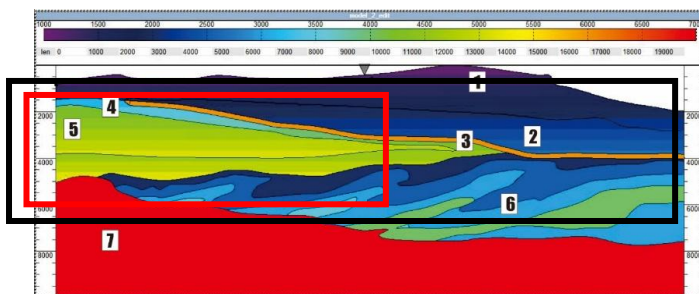
Gambar 14 merupakan hasil pengolahan data seismik dimulai dari geometri hingga residual statik 2.

Kemenerusan reflektor kuat pada Gambar 14 ditunjukkan dengan kotak hitam di asumsikan sebagai batas antara lapisan batuan pasir bagian atas dengan lapisan basalt dikarenakan memiliki kemenerusan yang mirip dengan model. Sehingga di asumsikan reflektor kuat pada Gambar 14 adalah lapisan basalt.

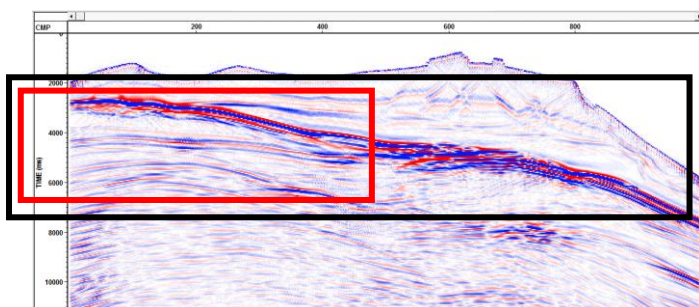
Selanjutnya terlihat reflektor yang membentuk lapisan sama seperti vulkanik *facies* (ditunjukkan dengan kotak merah) dan batas antara vulkanik *facies* dengan batuan dasar (batuan beku ditunjukkan dengan nomor 7). Di samping kedua fenomena tersebut, pada lapisan target tidak terlihat adanya reflektor yang mirip dengan zona *thrusi*. Hal ini disebabkan ketidakmampuan gelombang seismik untuk melakukan penetrasi melewati lapisan basalt tersebut. Sama seperti pada model “Kue Lapis” gelombang seismik cenderung diteruskan pada lapisan basalt dikarenakan perbedaan kecepatan yang sangat kontras mengikuti hukum Fermat bahwa gelombang menjalar dari satu titik ke titik lain melalui jalan tersingkat waktu penjarangannya.

**PENUTUP
Simpulan**

- Rentang sinyal frekuensi yang terekam sebesar 2 Hz – 6 Hz sangat kecil dikarenakan diperlukan panjang gelombang yang besar sehingga diharapkan mampu melewati lapisan basalt yang memiliki ketebalan 200 m.
- Terdapat fenomena *multiple* pada kedua model dilihat dari respon seismik dibawah lapisan basalt dan teredamnya gelombang dikarenakan kontras kecepatan yang besar.
- Elevasi menjadi faktor penting yang mempengaruhi kualitas data dikarenakan posisi *shot* dan *receiver* yang tidak sama pada seluruh lintasan. Diperlukan koreksi statik yang baik untuk meminimalisir efek tersebut.
- Pemodelan seismik baik digunakan untuk mendesain survei pada lingkungan vulkanik untuk mengetahui hasil perekaman dan



Gambar 13. Model Serayu yang Akan Dibandingkan dengan Hasil Penampang Seismik.



Gambar 14. Hasil Penampang Seismik Hasil Residual Statik 2.

Gambar di atas disandingkan untuk dilihat perbedaannya, model “Serayu” pada Gambar 12 merupakan model yang akan didekati dengan menggunakan pemodelan seismik dan direkonstruksi ulang menggunakan pengolahan data seismik yang ditampilkan pada Gambar 14.

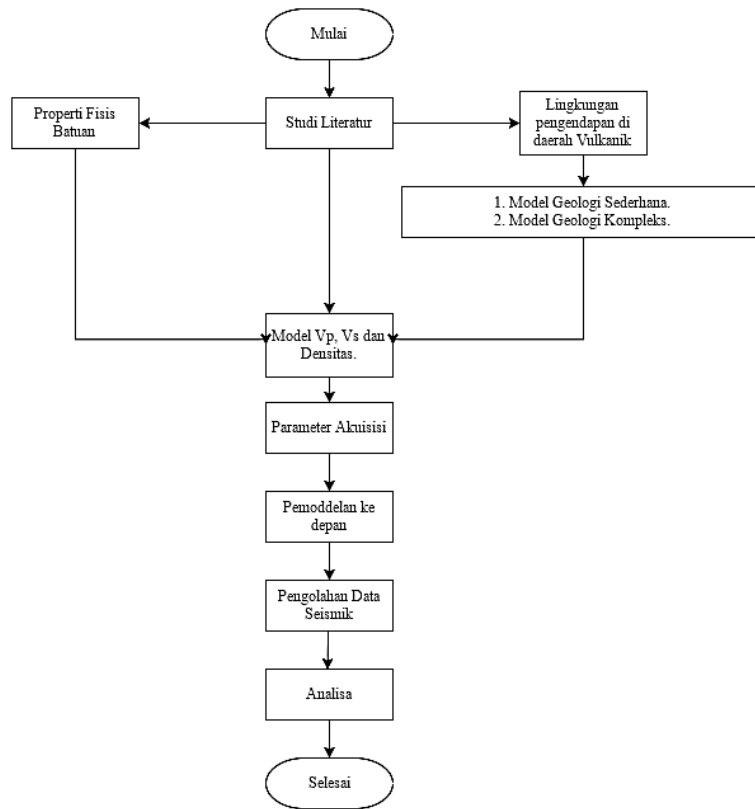
sebagai bahan uji kualitas data bila memiliki informasi geologi pada lapangan survei.

Saran

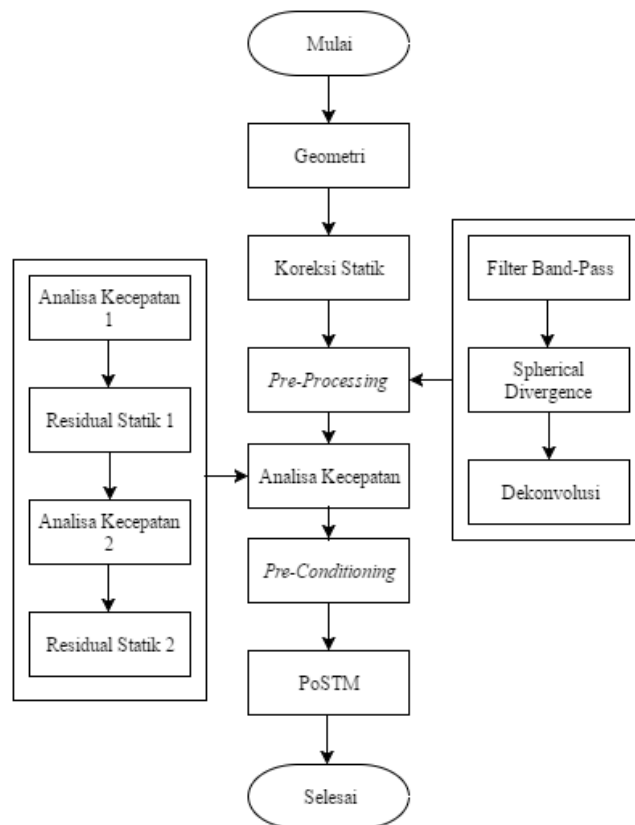
- Pengolahan data yang dilakukan tidak dapat disamakan dengan pengolahan data pada kondisi secara umum (lapisan sedimen) seperti yang digunakan dalam penelitian ini. Diperlukan perlakuan khusus dikarenakan frekuensi yang digunakan sangat kecil.
- Pemodelan gelombang seismik dapat dilakukan pada sifat medium lain yang lebih kompleks sehingga menghasilkan simulasi gelombang seismik yang mendekati kondisi asli di lapangan misalnya pada medium elastik isotropik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bronto, S., 2006. Fasies Gunung Api dan Aplikasinya. Bandung. *Jurnal Geologi Indonesia*. V. 1 No. 2 Juni 2006, h. 59-71.
- Hakim, N., 2007. *Simulasi Gelombang Seismik untuk Model Sesar dan Lipatan pada Medium Akustik dan Elastik Isotropik*. Bandung. Program Studi Teknik Geofisika ITB.
- Hannsen, P., 2002. *The Influence of Basalt Layer on Seismic Wave Propagation*. Departement of Geology and Geophysics, University of Edinburgh.
- Holford, S.P., N. Schofield, J.D. Macdonald, I.R. Duddy, and P.F. Green, 2012, Seismic Analysis of Igneous Systems in Sedimentary Basins and Their Impacts on Hydrocarbon Prospectivity: examples from the southern Australian margin: *The APPEA Journal*. V. 52, p. 52.
- Jackson, Christopher A.L., 2013, *The Impact of Igneous Intrusions and Extrusions on Hydrocarbon Prospectivity in Extensional Settings: A 3D Seismic Perspective*. Search and Discovery Article #41168, Department of Earth Science and Engineering, Imperial College, London, UK.
- Klarner, Sabine & Olaf K., 2013, *Identification of Paleo-Volcanic Rocks on Seismic Data*. PGS Reservoir & Klarenco, Germany.
- Klarner, Sabine & Olaf K., 2013, *Identification of Paleo-Volcanic Rocks on Seismic Data*. PGS Reservoir & Klarenco, Germany.
- Prakoso, P., 2009. *Migrasi Data Seismik 3D Menggunakan Metode Kirchoff Pre-Stack Depth Migration (Kirchoff PSDM) pada Lapangan Nirmala Cekungan Jawa Barat Bagian Utara*. 2009. Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- Rateau, R., Schofield, N. & Smith, M., 2013. *The Potential Role of Igneous Intrusions on Hydrocarbon Migration*. West of Shetland, Petroleum Geoscience, in press.
- Rohrman, M., 2007. Prospectivity of Volcanic Basins; Trap Delineation and Acreage De-Risking: *AAPG Bulletin*. V. 91/6, p. 915-939.
- Satyana, A.H., 2015. Subvolcanic Hydrocarbon Prospectivity of Java: Opportunities and Challenge. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 39th Annual Convention and Exhibition, Jakarta, May 2015*.
- Taib, M.I.T., 2002. *Seismik Refraksi*, Jurusan Teknik Geofisika, ITB.
- Virieux, J., 1986. Wave Propagation in Heterogeneous Media: Velocity-stress Finite Difference Method: *Geophysics*, 51, 901.



Gambar 15. Alur Pengolahan Data.



Gambar 16. Alur Processing Data Seismik.