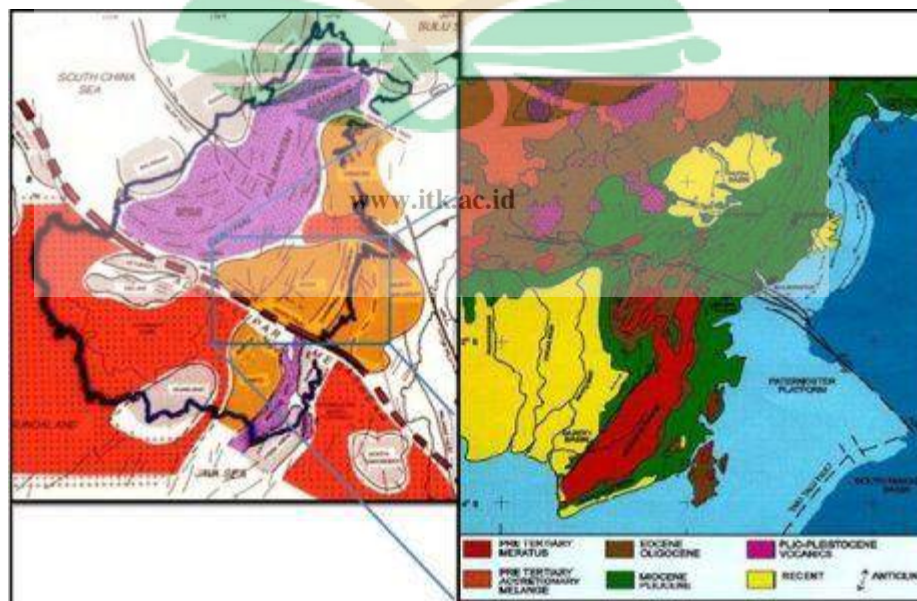


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Geologi Cekungan Kutai

Struktur utama yang terdapat di cekungan kutai yaitu antiklonorium samarinda yang terbentuk dari proses lipatan dan patahan (Chambers,dkk., 2004). Sedimen yang diendapkan di cekungan ini tergolong tebal. Batuan *reservoir* yang merupakan sumber hidrokarbon di cekungan ini berupa batupasir yang berumur pleistosen dan miosen. Struktur geologi yang terdapat di cekungan kutai adalah hasil proses geologi berkelanjutan dan sudah berlangsung dari masa pra-trasier sampai neogen. Batuan penyusun dasar cekungan kutai erat hubungannya dengan sejarah geologi Kalimantan. Jika dihubungkan dengan proses yang terjadi berikutnya, ada implikasi bahwa struktur tua berpengaruh terhadap proses pembentukan cekungan berikutnya. Pada masa tresier, batuan sedimen di cekungan kutai diendapkan bersama dengan periode kompresi di neogen serta periode ekstensi di paleogen (Chambers,dkk., 2004).



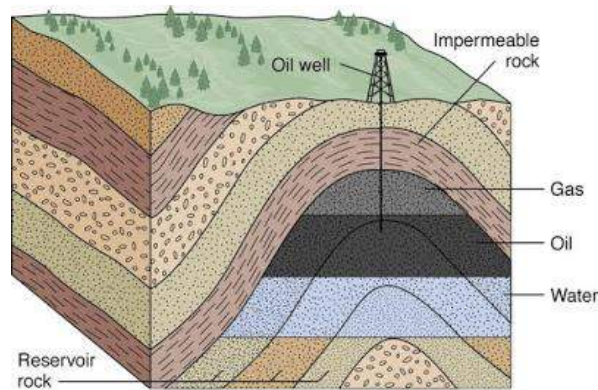
Gambar 2. 1 Struktur Cekungan kutai (Chambers,dkk., 2004).

2.2 Gas Bumi

Gas bumi merupakan hidrokarbon dengan fase berupa gas yang berasal dari sumur yang mencakup berbagai jenis gas yaitu gas kering, gas tambang basah, gas residu hasil ekstraksi hidrokarbon cair dan gas basah, gas pipa selubung dan gas non-hidrokarbon yang tercampur secara ilmiah di dalamnya (Smith 1987). Komponen penting yang ada di dalam gas bumi antara lain metana, etana, propana, butana, pentana serta heksana. Gas bumi berasal dari tanaman kecil laut dan atau relik relik hewan 200 hingga 400 juta tahun yang lalu. Sisa hewan dan tanaman yang tertimbun berjuta-juta tahun lalu akan berubah menjadi campuran zat organik yang terperangkap di dalam lapisan batuan tanah dan lautan. Dan batuan tempat berkumpulnya atau berakumulasi gas dan atau minyak bumi inilah yang dikenal saat ini dengan istilah *reservoir*. Gas bumi dalam *reservoir* dibagi menjadi dua yaitu *non-associated* gas dan *associated* gas. *Non-associated* gas merupakan gas bumi di dalam *reservoir* yang tidak berakumulasi dengan minyak bumi dalam jumlah besar. Sedangkan *associated* gas merupakan gas bumi yang terdapat bersama-sama atau terakumulasi dengan minyak bumi dalam satu *reservoir*.

2.3 Reservoir

Reservoir adalah tempat perpindahan *fluida* hidrokarbon (gas, minyak, air) dari batuan induk (Sismanto, 1999). Pertama-tama, *fluida* terbentuk di batuan induk, yang kemudian diproses di dapur. Setelah diolah, *fluida* tersebut berpindah ke *reservoir*. *fluida* hidrokarbon ini berpindah melalui pori-pori batuan. Setelah *fluida* berada pada batuan *reservoir* dan terjebak oleh jebakan seperti sesar atau lipatan. *fluida* tersebut kemudian terakumulasi di dalam *reservoir*. Batuan *reservoir* pada umumnya terdiri dari batuan sedimen (batupasir, batuan karbonat) dan batuan serpih (*clay*) (Sismanto, 1999). Ilustrasi atau gambaran suatu reservoir gas dan atau minyak bumi dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 2 Skema Geologi Sumber Gas Bumi (Sismanto, 1999)

Karakteristik dari *reservoir* adalah sebagai berikut:

1. Keberadaan batuan induk

Batuan sedimen yang mengandung bahan organik sisa-sisa hewan atau tumbuhan yang telah mengalami proses pematangan jutaan atau ribuan tahun yang menghasilkan *fluida* hidrokarbon (minyak dan atau gas bumi).

2. Keberadaan batuan *reservoir*

Batuan sedimen memiliki pori-pori sehingga *fluida* hidrokarbon yang telah diproses di dalam batuan induk dapat masuk dan terakumulasi di dalamnya. Karakteristik batuan *reservoir* gas bumi adalah batuan yang porositas nya tinggi serta permeable, karena batuan *reservoir* ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan gas dan atau minyak bumi. Tentu karena porositas yang rendah maka densitas dari batuan *reservoir* ini akan bernilai kecil. Sifat lainnya dari batuan *reservoir* gas ini juga dapat dilihat pada unsur radioaktif yang ada di dalam batumannya. Pada umumnya, batuan *reservoir* akan memiliki sedikit unsur radioaktif.

www.itk.ac.id

3. Keberadaan batuan perangkap

Batuan yang berfungsi sebagai penahan atau jebakan agar minyak dan atau gas yang bermigrasi dapat dihentikan atau tidak bermigrasi lebih jauh.

4. Adanya batuan yang berfungsi sebagai penutup (*Cap Rock*).

Batuan sedimen yang bersifat *impermeable* sehingga sulit bagi *fluida* tersebut untuk melewati dan *fluida* terperangkap pada batuan tersebut.

5. Ada jalur migrasi.

Jalur yang membawa *fluida* dari batuan sumber ke *reservoir*. *Fluida* ini dibawa oleh batuan pembawa (Sismanto, 1999).

2.4 Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang yang merambat melalui bumi dan perambatannya bergantung pada elastisitas batuan (Abdullah, 2007). Gelombang seismik termasuk gelombang elastik karena media yang dilalui adalah bumi yang bersifat elastik.. Pergerakan lempeng bumi akibat pengaruh gelombang seismik menyebabkan batuan berubah bentuk hingga berubah ukuran atau proses deformasi karena pergerakan antar lempeng. Deformasi akibat pergerakan lempeng ini mengakibatkan terjadinya tegangan dan regangan. Gelombang seismik ada yang merambat di dalam interior bumi disebut gelombang badan dan ada pula yang merambat di permukaan bumi yang disebut gelombang permukaan. Ada dua sumber gelombang seismik, yaitu sumber alami yang berasal dari gempa bumi atau runtuhannya longsor dan sumber buatan berasal dari gangguan yang diberikan oleh manusia misalnya ledakan dinamit atau palu yang dipukul ke permukaan tanah (Smith, 1987).

2.4.1 Prinsip Dasar Penjalaran Gelombang Seismik

Mekanisme penjalaran gelombang seismik didasarkan oleh hukum snellius, asas fermat serta hukum Huygens (Abdullah, 2007). Berikut ini merupakan penjelasan dari masing masing prinsip penjalaran gelombang seismik

a) Hukum Huygens

Hukum Huygens menyatakan setiap titik muka gelombang akan menghasilkan sumber gelombang yang baru (Abdullah, 2007). Hukum Huygens dikemukakan oleh fisikawan Belanda, Christian Huygens (1680). Posisi muka gelombang didapatkan dengan membentuk garis singgung permukaan untuk semua *wavelet* sekunder. Menurut hukum Huygens, energi suatu gelombang akan mengalami pengurangan seiring bertambahnya kedalaman lapisan suatu medium.

b) Asas Fermat

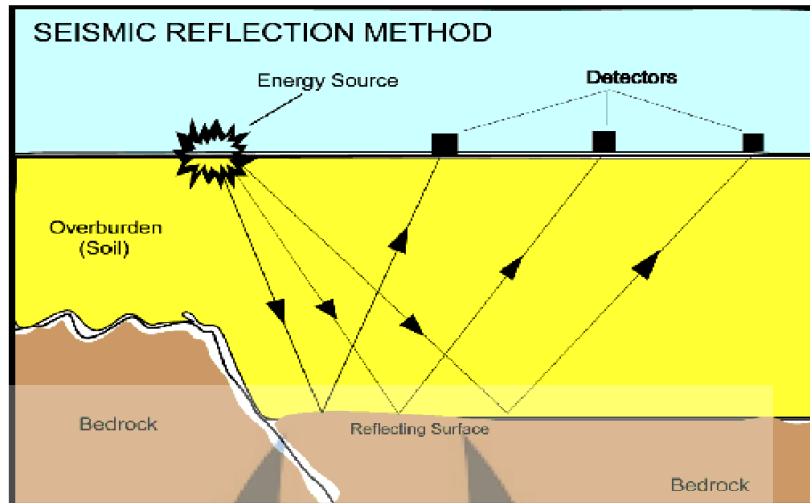
Asas Fermat menjelaskan bahwa gelombang seismik menjalar dari satu titik ke titik lainnya melewati medium dengan waktu tempuh gelombang tercepat (Abdullah, 2007). Gelombang seismik tentu akan melewati medium dengan kecepatan gelombang yang berbeda, gelombang yang merambat cenderung melalui zona lapisan dengan karakteristik kecepatan rambat yang tinggi. Pada prinsip penjalaran gelombang refleksi, asas Fermat digunakan untuk menentukan titik pantul (reflektor).

c) Hukum Snellius

Suatu gelombang seismik yang merambat melewati lapisan batuan dengan nilai impedansi akustik yang berbeda antara medium pertama dan medium kedua, maka terdapat sebagian gelombang seismik tersebut akan dipantulkan kembali ke permukaan atau diteruskan (dibiaskan) ke bawah permukaan (Abdullah, 2007).

2.5 Seismik Refleksi

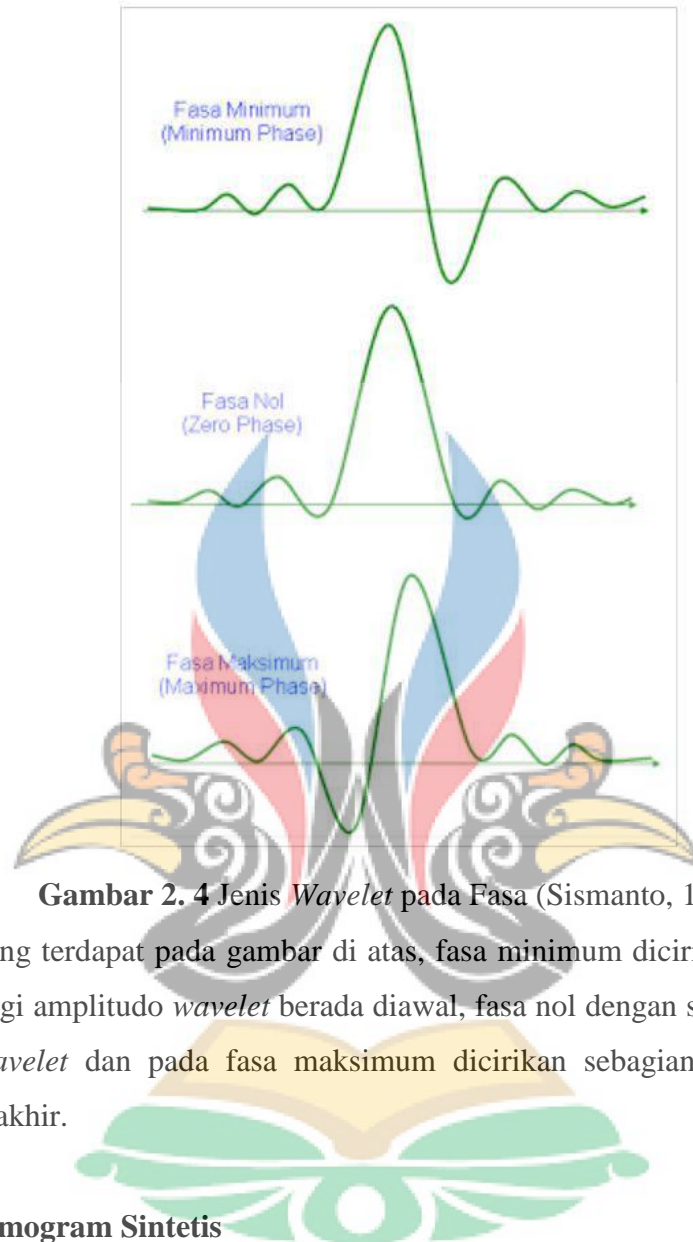
Metode refleksi seismik adalah metode yang banyak digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon, yang mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang seismik untuk bergerak dari sumber ke bawah tanah dan dipantulkan kembali ke permukaan, yang kemudian dapat dideteksi oleh *geophone* (penerima) (Reynold, 1997). Seismik refleksi sering digunakan untuk menggambarkan struktur bawah tanah dan sifat fisik material bawah tanah. Metode ini sering digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan minyak dan gas, karena dapat menggambarkan profil bawah permukaan secara akurat. Gambar 2.3 dibawah ini menjelaskan bagaimana skema prinsip kerja dari metode seismik refleksi. Sumber getaran akan menimbulkan gelombang seismik, gelombang yang mengenai bidang batas lapisan akan dipantulkan. Gelombang yang terpantul kembali akan terekam pada alat *geophone* di permukaan tanah.



Gambar 2. 3 Skema Akuisisi Data Metode Seismik Refleksi (Reynold, 1997)

2.6 *Wavelet* dan Fase Gelombang Seismik

Wavelet merupakan gelombang yang memiliki interval amplitudo, frekuensi, dan fasa tertentu. *Wavelet* disebut juga sebagai gelombang yang menggambarkan atau mendeskripsikan satu reflektor yang terekam pada *geophone* (Sismanto, 1999). Sebuah *wavelet* mempunyai panjang terbatas dengan fasa tertentu, dalam eksplorasi seismik istilah dari fasa sebuah *wavelet* dikenal sebagai fasa minimum, fasa nol dan fasa maksimum (Sismanto, 1999). Gambar 2.4 menunjukkan bagaimana gambaran fasa *wavelet* yaitu fasa minimum, fasa nol dan fasa maksimum.

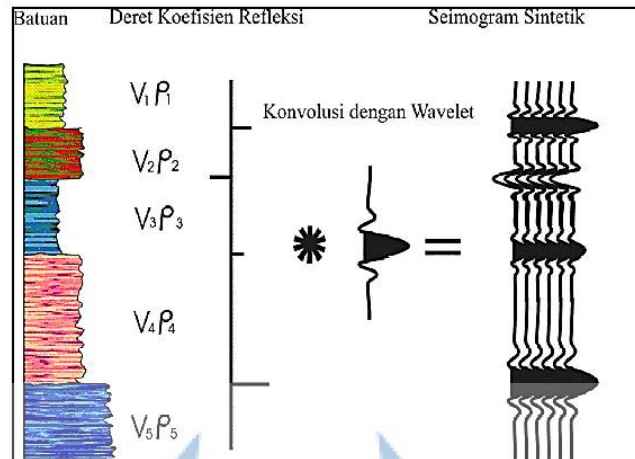


Gambar 2.4 Jenis *Wavelet* pada Fasa (Sismanto, 1999)

Seperti yang terdapat pada gambar di atas, fasa minimum dicirikan jika sebagian besar energi amplitudo *wavelet* berada diawal, fasa nol dengan simetris di tengah-tengah *wavelet* dan pada fasa maksimum dicirikan sebagian besar amplitudo berada di akhir.

2.7 Seismogram Sintetis

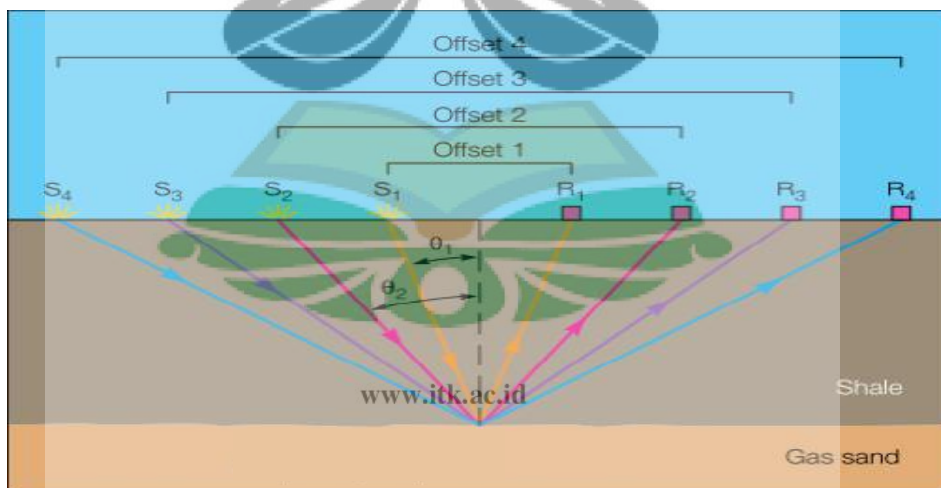
Seismogram sintetis dibuat dengan mengkonvolusikan *wavelet* dengan data KR (Koefisien Refleksi) (Sismanto, 1999). Data koefisien reflektansi diperoleh dari log sonik dan densitas. *Wavelet* yang digunakan harus memiliki frekuensi dan bandwidth yang sama dengan penampang seismik. gambar 2.5 menunjukkan ilustrasi atau gambaran bagaimana seismogram sintetis dibuat.



Gambar 2. 5 Seismogram Sintetis (Sismanto, 1999)

2.8 Prinsip Dasar AVO (*Amplitude Versus Offset*)

Analisis AVO bergantung pada perubahan amplitudo sinyal yang dipantulkan dan jarak (*offset*) dari sumber gelombang ke geophone penerima. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6, semakin besar jarak (*offset*) antara sumber seismik dan *geophone* penerima, semakin besar sudut kedatangan (Chiburis et al., 1993).



Gambar 2. 6 Hubungan antara *offset* dan sudut datang (θ) dan sinyal insiden direkam dalam titik Reflektor yang sama (Chiburis et al., 1993).

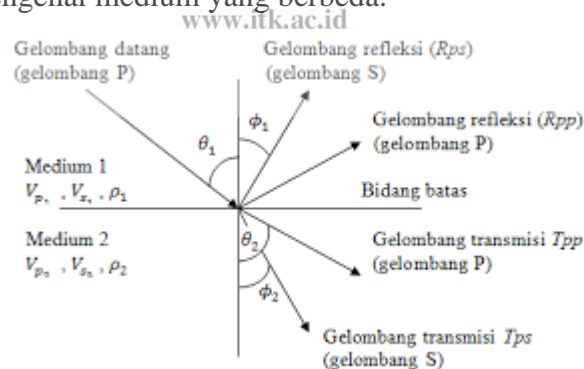
Orstander (1984) pertama kali memperkenalkan metode AVO sebagai teknik untuk memvalidasi anomali amplitudo yang ada pada data seismik yang berkorelasi dengan keberadaan gas pada suatu *reservoir*. Munculnya anomali

amplitudo diakibatkan oleh menurunnya koefisien refleksi gelombang seismik secara drastis di lapisan yang terakumulasi gas dibandingkan dengan koefisien refleksi lapisan lain di sekitarnya. Fenomena ini disebut juga dengan fenomena *brightspot*. Akan tetapi, tidak semua fenomena *brightspot* berarti terdapat gas karena kubah garam ataupun sisipan batu bara juga menghasilkan efek *brightspot*.

Prinsip dari metode analisis AVO ini didasarkan oleh adanya perubahan anomali amplitudo gelombang refleksi terhadap bertambahnya *offset* yang disebabkan terpantulnya gelombang pada batas lapisan yang terdapat *fluida* (Gusprindoko, 2017). Kemunculan AVO diakibatkan oleh adanya partisi energi ketika gelombang melewati bidang reflektor. Ada gelombang akan dipantulkan dan sebagian gelombang lainnya akan dibiaskan atau ditransmisikan. Ketika gelombang seismik menuju bidang batas dengan sudut datang yang tidak bernilai nol maka gelombang P akan terkonversi menjadi gelombang S. amplitudo dari energi gelombang yang ditransmisikan atau dipantulkan akan sangat bergantung pada sifat fisik antara bidang reflektor. Koefisien refleksi ini akan menjadi fungsi dari kecepatan gelombang P, kecepatan gelombang S, densitas, dan sudut datang gelombang seismik.

2.9 Persamaan Zeoppritz dan pendekatannya

Persamaan dasar AVO pertama kali diperkenalkan oleh Zoeppritz (1919) dengan mendeskripsikan koefisien pantulan dan transmisi sebagai fungsi sudut datang dalam medium elastis (densitas, kecepatan gelombang P, kecepatan gelombang S). gambar 2.7 menunjukkan bagaimana partisi perambatan gelombang seismic ketika mengenai medium yang berbeda.



Gambar 2. 7 Partisi Gelombang Seismik pada Reflektor (Abdullah, 2007)

Persamaan Zoeppritz (1919) dapat dituliskan pada persamaan :

$$\begin{pmatrix} \sin \theta_1 & \cos \phi_1 & -\sin \theta_2 & \cos \phi_2 \\ -\cos \theta_1 & \sin \phi_1 & -\cos \theta_2 & -\sin \phi_2 \\ \sin 2\theta_1 & \frac{v_{p1}}{v_{s1}} \cos 2\phi_1 & \frac{\rho_2 v_{s2}^2 v_{p1}}{\rho_1 v_{s1}^2 v_{p2}} \sin 2\phi_1 & -\frac{\rho_2 v_{s2} v_{p1}}{\rho_1 v_{s1} v_{p2}} \cos 2\phi_2 \\ \cos 2\phi_1 & -\frac{v_{s1}}{v_{p1}} \sin 2\phi_1 & -\frac{\rho_2 v_{p2}}{\rho_1 v_{p1}} \cos 2\phi_2 & -\frac{\rho_2 v_{s2}}{\rho_1 v_{p1}} \sin 2\phi_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_p \\ R_s \\ T_p \\ T_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin \theta_1 \\ -\cos \theta_1 \\ \sin 2\theta_1 \\ -\cos 2\phi_1 \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

R_p adalah amplitudo pantulan gelombang P, R_s adalah amplitudo pantulan gelombang S, T_p adalah amplitudo transmisi gelombang P, T_s adalah amplitudo transmisi gelombang S, v_p adalah kecepatan gelombang P, v_s adalah kecepatan gelombang S, θ_1 adalah sudut datang gelombang P, θ_2 adalah sudut bias gelombang P, ϕ_1 adalah sudut pantulan gelombang S, ϕ_2 adalah sudut bias gelombang S. ρ adalah kerapatan. Pada persamaan Zoeppritz diatas memperlihatkan hubungan antara amplitudo gelombang P dan gelombang S pada saat direfleksikan ataupun ditransmisikan dengan besarnya sudut datang dan sudut refleksi, namun persamaan ini tidak dapat menunjukkan hubungan antara amplitudo dengan *offset* dan parameter fisis batuan lainnya (Aki, 1980). Persamaan Aki dan Richard (1980) dapat dituliskan sebagai persamaan:

$$R_p(\theta) = \left[\frac{1}{2} \left(1 - 4 \frac{v_s^2}{v_p^2} \sin^2 \theta \right) \right] \frac{\Delta \rho}{\rho} + \left[\frac{1}{2} (1 + \tan^2 \theta) \right] \frac{\Delta v_p}{v_p} - \left[4 \frac{v_s^2}{v_p^2} \sin^2 \theta \right] \frac{\Delta v_s}{v_s} \quad (2.2)$$

Shuey (1985) memodifikasi pendekatan Aki dan Richard (1980) menjadi persamaan Shuey (1985) yang tertulis pada persamaan (2.3):

$$R_p(\theta) = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta v_p}{v_p} + \frac{\Delta \rho}{\rho} \right) + \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta v_p}{v_p} - 4 \frac{v_s^2}{v_p^2} \frac{\Delta v_s}{v_s} - 2 \frac{v_s^2}{v_p^2} \frac{\Delta v_p}{v_p} \right) \sin^2 \theta + \frac{1}{2} \frac{\Delta v_p}{v_p} (\tan^2 \theta - \sin^2 \theta) \quad (2.3)$$

Apabila sudut kecil, $\sin^2 \theta \approx \tan^2 \theta$ pada persamaan (2.3), sehingga persamaan dapat ditulis ulang menjadi persamaan :

$$R_p(\theta) = A + B \sin^2 \theta \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) adalah persamaan linier dengan

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta v_p}{v_p} + \frac{\Delta \rho}{\rho} \right) \quad (2.5)$$

Dan

$$B = \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta v_p}{v_p} - 4 \frac{v_s^2}{v_p^2} \frac{\Delta v_s}{v_s} - 2 \frac{v_s^2}{v_p^2} \frac{\Delta v_p}{v_p} \right) \quad (2.6)$$

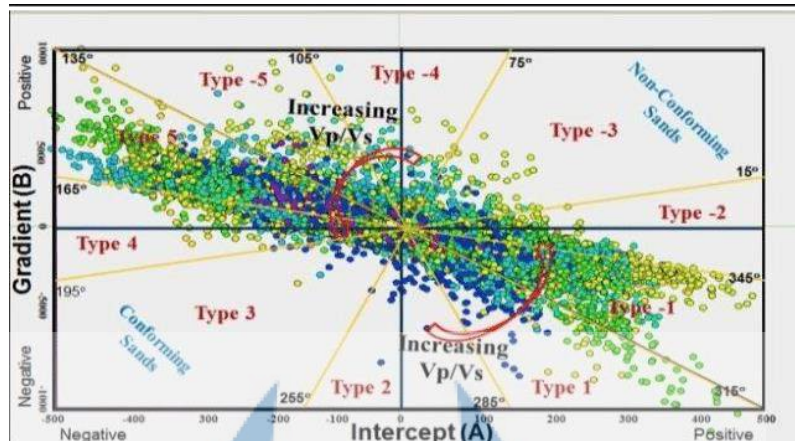
B adalah gradien AVO sedangkan A adalah reflektifitas insiden normal yang dikenal sebagai *intercept* (Shuey, 1985). Persamaan (2.4) dapat digunakan untuk mendapatkan atribut inversi *fluid factor* AVO. *Fluid factor* merupakan indikator untuk mengetahui keberadaan hidrokarbon, nilai negatif menunjukkan adanya serpih pada pasir gas dan nilai *fluid factor* dapat diperoleh dengan persamaan (2.7):

$$\Delta F = \frac{\Delta v_p}{v_p} - 1.16 \frac{v_s}{v_p} \frac{\Delta v_s}{v_s} \quad (2.7)$$

www.itk.ac.id

2.10 Klasifikasi AVO (*Amplitudo versus Offset*)

Rutherford dan Williams (1989) mengklasifikasikan anomali AVO menjadi tiga kelas yaitu kelas I, kelas II, kelas III . Castagna (1998) memperkenalkan anomali AVO kelas IV setelah dia melakukan *crossplot* AVO berdasarkan klasifikasi Rutherford dan Williams, ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Persilangan antara titik potong (A) dan gradien (B). (Rutherford dan William, 1989) (Castagna et al., 1998).



Gambar 2. 9 Klasifikasi AVO berdasarkan nilai amplitudo dan pengaruhnya terhadap sudut datang (Rutherford dan Williams, 1989).

www.itk.ac.id

1. Kelas I (*High Impedance Sand*)

Anomali AVO kelas I ini ditandai dengan nilai refleksi yang kuat pada saat diawal (pada saat zero *offset*) dan bernilai positif dan tetap bernilai positif seiring bertambahnya jarak atau *offset* (Abdullah, 2007). Namun koefisien refleksi menurun seiring bertambahnya besar sudut datang dan bertambahnya *offset*. Anomali AVO kelas I ini juga akan memunculkan efek dimming pada data stack. Anomali ini umumnya berkorelasi dengan *reservoir* dengan sedimentasi yang tinggi, misalnya limestone yang terisi oleh gas.

2. Kelas II (*Near-Zero Impedance Contrast Sand*)

Anomali AVO kelas II ini ditandai dengan nilai refleksi yang lemah di awal dan bernilai positif tetapi kemudian akan berubah menjadi negatif seiring bertambahnya *offset* (Abdullah, 2007). Anomali pada kelas ini sering disertai dengan pembalikan polaritas gelombang dan efek anomali AVO ini umumnya berhubungan dengan *reservoir* gas sand. Koefisien refleksi nya akan mendekati nol pada sudut datang gelombang sama dengan nol dan mendekati negatif pada *offset* yang besar (Smith, 1987). Pada grafik hubungan amplitude dengan *offset* yang ada pada gambar 2.9 anomali AVO kelas 2 menunjukkan nilai amplitude yang walnya positif akan menjadi negatif dan menghasilkan efek *dim spot*.

3. Kelas III (*Low Impedance Sand*)

Pada data seismik, anomali Tipe III memiliki amplitudo dan reflektifitas yang tinggi selama migrasi (Sismanto, 1999). Jenis *reservoir* ini umumnya kurang padat atau tidak kompak dan terkonsolidasi. Anomali jenis ini berkorelasi dengan peristiwa *brightspot*, yang merupakan pantulan amplitudo tinggi pada profil seismik. Anomali AVO kelas III ini ditandai dengan nilai refleksi di awal yang bernilai negatif dan semakin negatif seiring dengan bertambahnya *offset* (Abdullah, 2007). Pada anomali AVO kelas ini akan menampilkan efek *brightspot* pada data penampang seismik. Umumnya anomali kelas ini berhubungan dengan batas atas *reservoir* gas sand. Tipe gas ini adalah tipe gas klasik dimana amplitudonya semakin besar seiring pertambahan besar sudut datang

4. Kelas IV (*Very Low Impedance Sand*)

Anomali AVO kelas IV biasanya muncul pada pasir berpori yang terakumulasi oleh litologi seperti serpih yang keras (misalnya: mengandung silika atau berkapur), batulanau, atau karbonat (Smith 1987). Anomali AVO kelas IV ini ditandai dengan nilai refleksi yang bernilai negatif dan kuat diawal kemudian akan semakin melemah seiring bertambahnya *offset* tetapi

masih bernilai negatif. Sulit dibedakan pada penampang *post stack*. Anomali kelas ini hampir sama dengan anomali kelas I, jarang ditemukan berhubungan dengan *unconsolidated sand*.

2.11 Atribut AVO

Atribut AVO dapat digunakan untuk interpretasi *reservoir* dan penjelasan respon hidrokarbon serta memahami hubungan antara sifat batuan dan *fluida*. Atribut AVO adalah sebagai berikut:

1. *Intercept* (A)

Intercept menunjukkan pantulan gelombang seismik yang terjadi pada *offset* nol (Smith, 1987). Atribut *intercept* mencerminkan koefisien refleksi pada saat *zero-offset*. Lapisan top *reservoir* dengan akumulasi gas akan menghasilkan *intercept* yang bernilai negatif. *Intercept* (A) adalah suku pertama pada persamaan (2.3) sebelumnya.

2. Gradien (B)

Gradien menjelaskan karakteristik amplitudo versus *offset* data seismik *pra-stack* yang menunjukkan peningkatan atau penurunan amplitudo terhadap *offset* dan mencerminkan keberadaan *fluida* dalam batuan. Lapisan top *reservoir* yang mengandung gas akan menghasilkan nilai *gradient* negatif. Gradien (B) adalah suku kedua dalam persamaan (2.3)

3. Produk (A * B)

Produk dihasilkan dari perkalian antara *intercept* dan gradien. Apabila hasil produk memiliki nilai positif maka diartikan ada suatu pertambahan mutlak terhadap *offset* dan mengakibatkan anomali *brighspot* pada data seismik. Lapisan dengan akumulasi gas pada umumnya akan menampilkan nilai atribut produk positif. Sedangkan jika hasil atribut produk bernilai negatif maka berarti terdapat pengurangan amplitudo mutlak terhadap *offset* dan menyebabkan anomali *dim spot* dalam data seismik (Handoyo, 2010).

4. *Fluid factor (F)*

Menurut Smith (1987), atribut *fluid factor* ini dikenal sebagai indikator langsung yang menunjukkan keberadaan hidrokarbon dengan menunjukkan amplitudo refleksi rendah yang terkait dengan urutan sedimen klastik, batuan yang memiliki kecenderungan amplitudo rendah, dan kemungkinan adalah batupasir yang mengandung hidrokarbon, karbonat, dan batuan gelembung. *fluid factor* diperoleh dari crossplot antara log vp dan log vs (Smith, 1987). Pada penampang seismic, *fluid factor* untuk indikasi keberadaan gas bumi ditandai dengan nilai *fluid factor* yang bernilai negatif.

5. *Scaled Poisson Ratio*

Atribut *scaled Poisson's ratio* merupakan suatu konstanta elastik yang merepresentasikan sifat fisis batuan (Smith, 1987). Pengertian fisis *Poisson Ratio* direpresentasikan dengan permisalan sebuah sampel batuan yang berbentuk selinder dengan panjang L dan jari-jari R. batuan tersebut kemudian dikenai tekanan dengan gaya sebesar F. Akibat adanya gaya tekan pada batuan maka panjang batuan akan mengalami pengurangan panjang dan jari-jarinya akan membesar. Apabila perubahan panjang disimbolkan dL dan perubahan jari-jarinya adalah dR, maka *Poisson's Ratio* dihitung sebagai dR/dL.

Poisson's Ratio dapat dituliskan sebagai fungsi dari kecepatan gelombang kompresi dan geser (Chiburis, 1993)

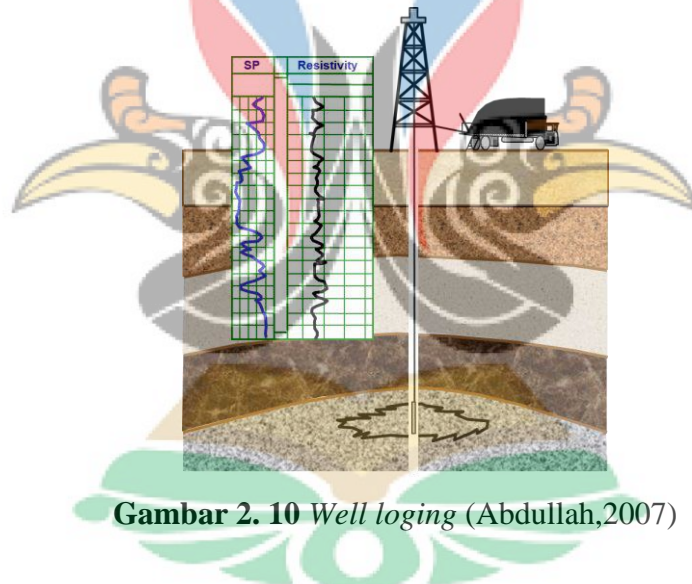
$$\sigma = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2[(V_p/V_s)^2 - 1]} \quad (2.12)$$

Batupasir yang tersaturasi gas memiliki *Poisson's Ratio* 25% lebih rendah dibandingkan batupasir yang tersaturasi air garam (Abdullah,2007). Adanya kontras *nilai poisson ratio* yang signifikan pada lapisan batuan akibat adanya indikasi gas, seringkali sifat fisis ini digunakan untuk mendeterminasi zona akumulasi gas, dalam penampang seismic skala

poison *ratio* dengan keberadaan indikasi gas digambarkan dengan nilai yang sangat negatif pada lapisan top *reservoir*.

2.12 Well Logging

Well logging sangat dibutuhkan dalam melakukan karakterisasi *reservoir* berdasarkan sifat fisik batuan (Mardoli, 2014). Informasi yang digunakan untuk memperkirakan litologi seperti porositas, permeabilitas dan kandungan *fluida* dalam formasi suatu lapisan bisa diperoleh data sumur (*well data*). Data sumur ini didapat dari respon alat khusus yang dimasukan kebawah permukaan bumi. Log adalah grafik dari kedalaman dari satu set data yang memperlihatkan parameter yang diukur di dalam sumur (Sismanto, 1999). Gambar 2.10 merupakan gambaran proses *well logging* dilakukan.

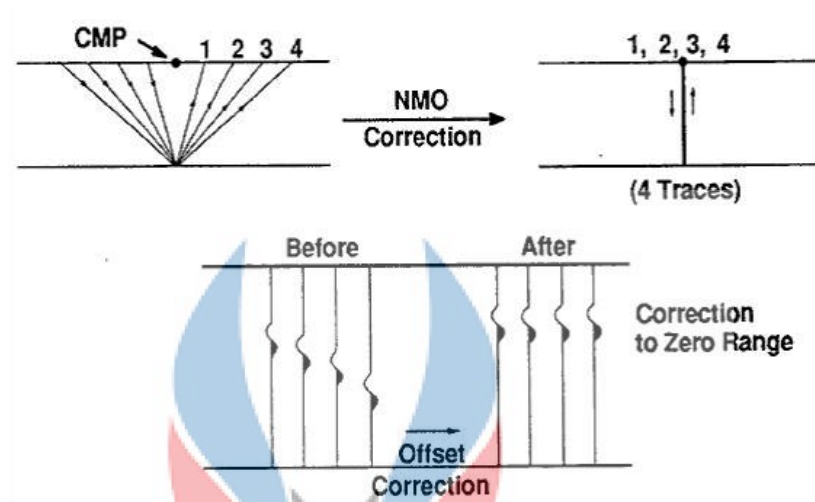


Gambar 2. 10 Well logging (Abdullah,2007)

2.13 Koreksi NMO (*Normal Move Out*)

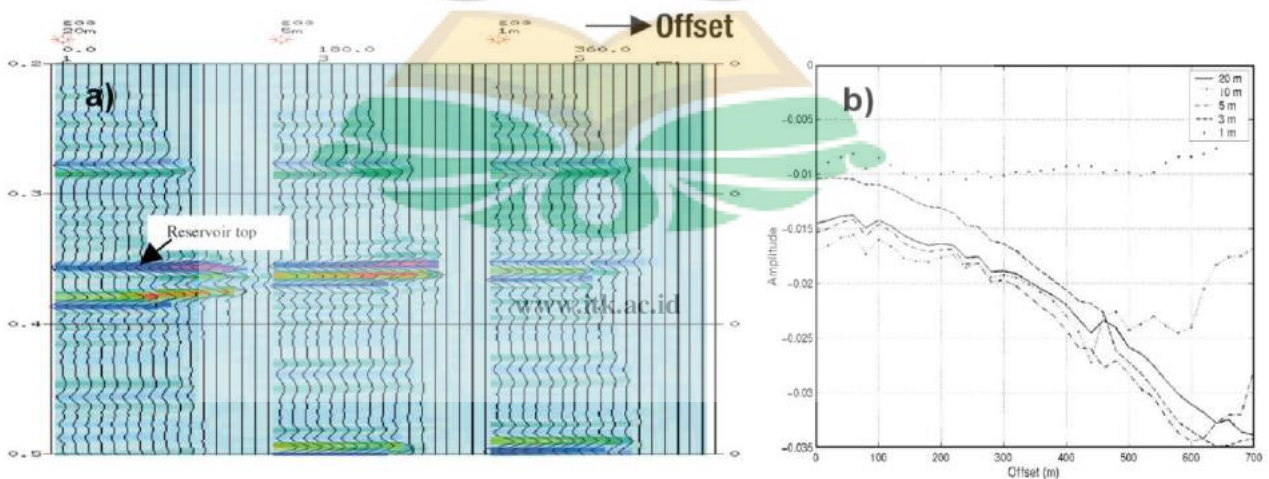
Koreksi NMO dilakukan guna menghilangkan efek *offset* yang berbeda dari setiap *geophone* (Abdullah, 2007). Bertambahnya *offset* dari *geophone* mengakibatkan waktu yang diperlukan gelombang untuk merambat dari titik sumber getaran sampai ke *geophone* akan semakin besar, sehingga menimbulkan efek reflector atau gelombang yang terekam terlihat berbentuk hiperbolik. Oleh karena itu koreksi NMO dipakai untuk menghilangkan pengaruh *offset* dimana seolah-olah gelombang refleksi yang datang dari arah vertikal. Atau dengan kata lain membuat seolah-olah antara sumber gelombang atau *shot point* dengan

geophone berada pada titik yang sama atau disebut juga dengan *zero offset*. Gambar 2.11 menunjukkan bagaimana prinsip kerja koreksi NMO dalam meluruskan tren seismik yang memiliki efek parabolic.



Gambar 2. 11 Koreksi NMO (Abdullah, 2007).

2.14 Hubungan Ketebalan Lapisan Dengan Respon Kurva *Gradient Analisis* AVO



Gambar 2. 12 Pengaruh Variasi Ketebalan *Reservoir* Gas Terhadap Kurva AVO analisis *gradient* (Li,2003)

Gambar 2.12 menjelaskan bagaimana pengaruh ketebalan lapisan reservoir gas berpengaruh terhadap hasil analisis AVO terutama gradient. Gambar diatas

didapatkan dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yongyi Li (2003). Berdasarkan hasil penelitian tersebut. Kurva hubungan reflektifitas dan *offset* (jarak) pada ketebalan *reservoir* gas 1 meter menampilkan grafik yang tidak sesuai dengan teori klasifikasi AVO analisis *gradient*. Sedangkan untuk kedalaman lain diatas 4 meter, grafik yang tertampil menunjukkan hasil yang sesuai dengan teori AVO.

Hal ini juga sesuai dengan persamaan 4 .1 dibawah ini, dimana ketebalan *reservoir* akan sangat berpengaruh pada nilai *gradient* kurva hubungan *angle* dan amplitudo gelombang pantul (Li, 2003).

$$R_p(\theta_p) = A_1 r_p(\theta_p) + A_2 r_i(\theta_i) \left[1 - 8\pi^2 \left(\frac{b}{L_0} \right)^2 \right] e^{-4\pi^2 \left(\frac{b}{L_0} \right)^2} \quad (2.13)$$

A1 dan A2 adalah reflektifitas pada *zero offset*. p dan i merupakan refleksi primer dan refleksi interferensi. θ_p dan θ_i adalah sudut datang pada lapisan atas dan bawah. b adalah ketebalan lapisan dan L_0 adalah panjang gelombang frekuensi dominan. Berdasarkan persamaan diatas dapat dilihat jika ketebalan *reservoir* tipis maka reflektifitas akan berkurang seiring bertambah *offset* atau *angle* yang harusnya bernilai semakin negatif dan kurva menurun. Lapisan tipis akan menampilkan peningkatan kurva dan hasilnya tidak sesuai teori AVO *gradient*. Teori AVO *gradient* akan menunjukkan nilai *intercept* dan *gradient* sama sama bernilai negatif namun berdasarkan penelitian untuk lapisan tipis nilai *intercept* negatif namun nilai *gradient* positif.

www.itk.ac.id

2.15 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan hasil penelitian terdahulu yang telah dirangkum dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

| No | Nama & Tahun Publikasi | Hasil |
|----|---------------------------|---|
| 1 | Ocki Mardoli, 2014 | <p>Metode: Identifikasi Karakteristik Reservoir Batu Pasir Dengan Analisis AVO (<i>Amplitude Versus Offset</i>)</p> <p>Hasil : Analisis atribut AVO mengidentifikasi bahwa batu pasir formasi Keutapang berisi kandungan gas kedalaman 1250 meter. Hasil analisis juga menunjukkan <i>crossplot intercept</i> terhadap <i>gradient</i> zona 1275 batupasir yang terisi gas masuk kedalam AVO kelas III, yang ditunjukkan nilai impedansi batupasir yang rendah dan peningkatan AVO.</p> |
| 2 | Guspriandoko dkk, 2017 | <p>Metode : Analisis <i>Amplitude Versus Offset</i> (AVO) untuk Identifikasi Reservoir Batu Gamping</p> <p>Hasil: Analisis AVO pada setiap sumur memiliki nilai <i>intercept</i> positif dan <i>gradient</i> negatif yang berada dikudran IV yang merupakan <i>reservoir</i> gas tipe AVO kelas I dengan sumur G-3 mempunyai nilai <i>intercept</i> dan <i>gradient</i> lebih kecil dari sumur lainnya.</p> |
| 3 | AF Shomim dkk, 2018 | <p>Metode : Analisis AVO menggunakan grafik respon AVO dan <i>crossplot intercept</i> dan <i>gradient</i> untuk menentukan kelas AVO</p> <p>Hasil : Analisis AVO sebagai respon amplitudo terhadap <i>offset</i> merupakan hasil analisis AVO dari respon grafik beserta produk dari atribut</p> |

yaitu crossplot antara *intercept* dan *gradient* yang memberikan karakter anomali yang sama dalam member respon untuk menentukan kelas AVO. Dan pada batas zona penelitian lapisan TAF-5 termasuk AVO kelas III yang termasuk anomali *low impedance contrast sand*.

-
- 4 Muhammad Nur Handoyo, dkk, 2010 Metode : Identifikasi penyebaran hidrokarbon dengan analisis AVO berdasarkan atribut *fluid factor*.

Hasil : Berdasarkan analisis AVO menggunakan atribut *fluid factor* menunjukkan nilai negatif pada daerah sekitar lapisan TAF. Hal ini menunjukkan terdapat adanya keberadaan hidrokarbon pada lapisan tersebut.



www.itk.ac.id