

## BAB II

### TINJAUAN GEOFISIKA

#### II.1. Pengertian metoda seismik secara umum

Metoda seismik merupakan salah satu metoda Geofisika yang memanfaatkan penjalaran gelombang seismik di dalam bumi dengan berdasarkan pada waktu yang ditempuh oleh gelombang seismik tersebut yang direkam oleh Geofon di permukaan. Berdasarkan hasil rekamannya, setelah dilakukan processing dapat untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Metoda ini sering dipakai dalam eksplorasi minyak dan gas bumi.

Prinsip dasar operasi seismik adalah menghasilkan suatu sumber getar di atas permukaan bumi, kemudian energi getar tersebut merambat ke dalam bumi dan oleh suatu bidang diskontinuitas akan dipantulkan kembali yang kemudian diterima oleh alat penerima yang terletak di atas permukaan bumi.

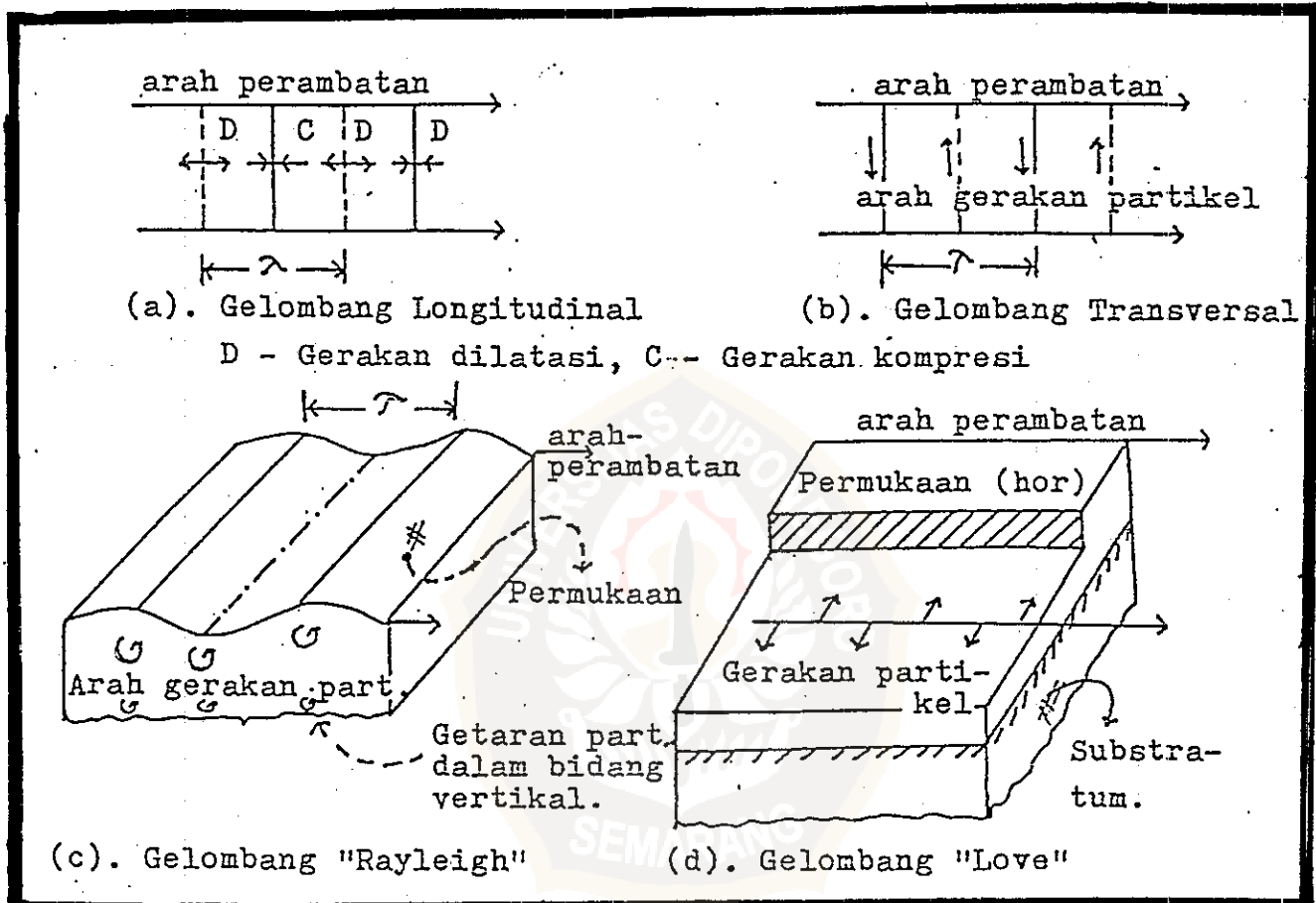
#### II.2. Jenis gelombang seismik

Pada dasarnya gelombang yang dihasilkan adalah gelombang elastis dan menurut DOBRIN (1981) ada 4 macam gelombang elastis antara lain :

##### a. Gelombang longitudinal

Gelombang longitudinal disebut juga gelombang primer atau compressional wave, yaitu gelombang yang bergetar

dengan arah getarannya searah dengan perambatannya. Gelombang longitudinal dapat merambat pada semua media bawah permukaan dan mempunyai kecepatan perambatan paling besar dibandingkan dengan gelombang elastis lainnya.



Gambar 7. Arah perambatan dan pergerakan gelombang elastis (DOBRIN, 1960)

#### b. Gelombang Transversal

Gelombang Transversal disebut juga gelombang sekunder (shear wave), yaitu gelombang yang bergetar dengan arah

getaran tegak lurus arah perambatan. Gelombang Transversal hanya dapat merambat pada media padat dan kecepatan perambatannya lebih kecil dibandingkan dengan gelombang Longitudinal.

#### c. Gelombang Raleigh

Gelombang Raleigh atau Ground Roll adalah gelombang yang bergerak hanya pada batas permukaannya saja. Gerakan - gerakan partikel - partikelnya pada bidang vertikal dan berbentuk ellips, arah perambatannya berlawanan dengan arah getarannya.

#### d. Gelombang Love

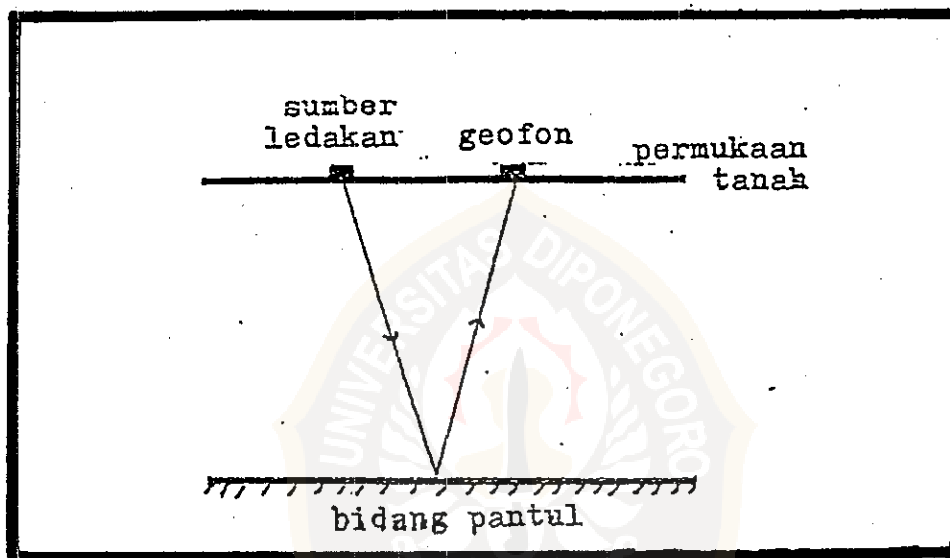
Gelombang Love adalah gelombang yang merambat pada batas formasi saja. Gerakan partikel dan arah perambatannya sejajar dengan permukaan dimana gerakan partikel dan arah perambatannya saling tegak lurus. Gelombang Love juga jarang terekam oleh alat pada operasi seismik.

Dari keempat macam gelombang elastis tersebut, hanya gelombang Longitudinal yang dipakai dalam eksplorasi seismik pantul, sebab dapat merambat pada semua media bawah permukaan dan mempunyai cepat rambat gelombang paling besar.

### II.3. Prinsip Perambatan Gelombang

Seperti perambatan cahaya pada Optik, yaitu mengikuti prinsip hukum Snellius dan hukum Huygens. Hukum Snellius

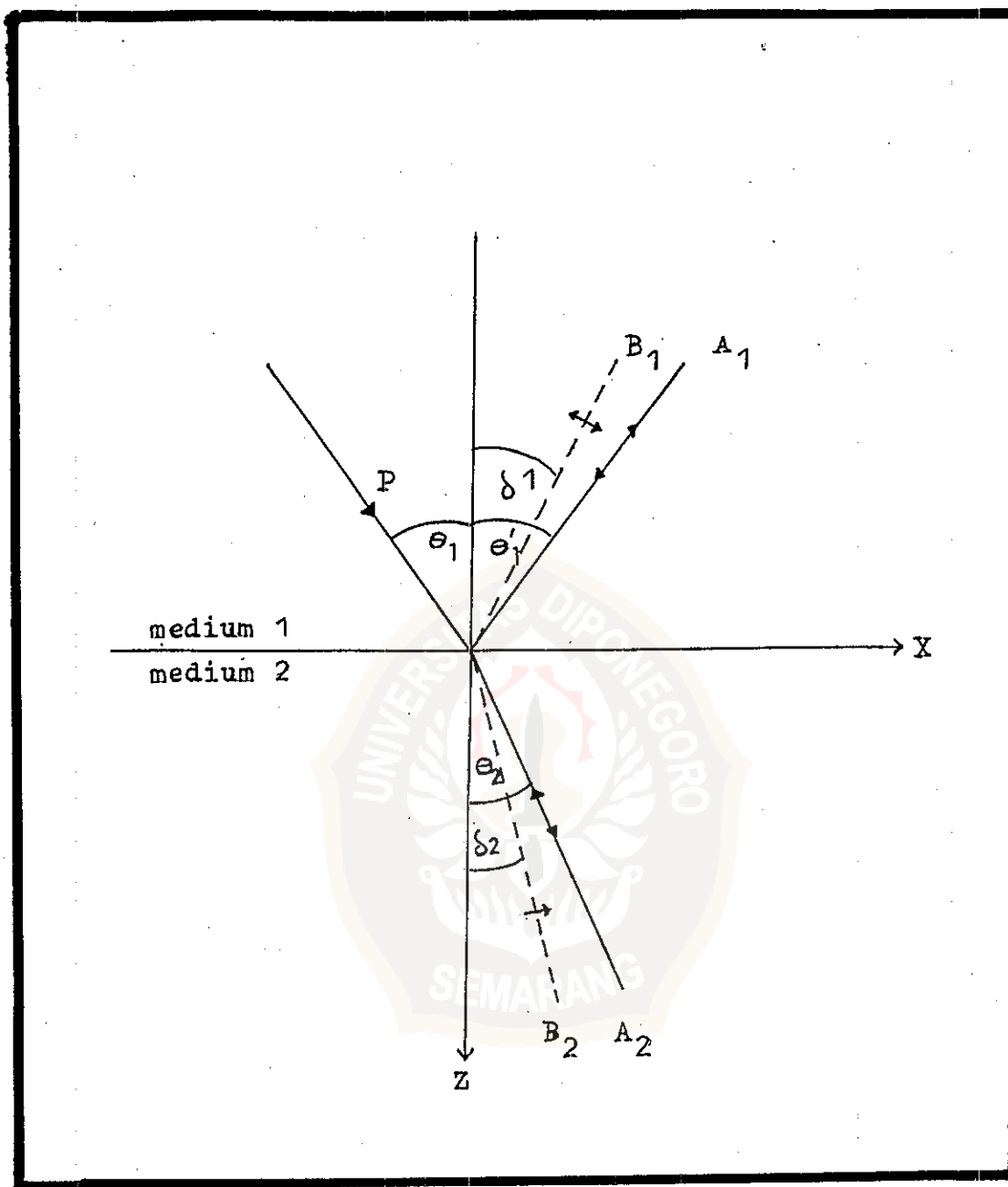
menyebutkan bahwa penyebaran gelombang secara refleksi sudut datang sama dengan sudut pantul, bila gelombang datang dan pantul terletak pada bidang yang sama. Sedangkan hukum Huygens mengatakan bahwa setiap titik yang dilalui gelombang dalam medium isotropis dan homogen akan berfungsi sebagai sumber getar baru.



Gambar 8. Sistem perambatan gelombang oleh bidang pantul (ANSTEY, 1977)

#### II.4. Prinsip Pemantulan

Jika gelombang datang pada suatu permukaan yang merupakan bidang batas yang memisahkan satu medium dengan medium lainnya, yang mana sifat-sifat elastik kedua medium itu berbeda, maka gelombang yang jatuh ini akan



Gambar 9. Gelombang primer yang datang pada bidang batas antar medium

direfleksikan dan ditransmisikan.

Bidang batas yang merupakan tempat pertemuan dua media yang sifat-sifat elastik yang berbeda merupakan daerah sambungan yang sangat rapat. Pada bidang batas ini tegangan normal dan tegangan tangensial di medium yang satu dengan medium yang lainnya dapat dianggap kontinyu. Demikian juga untuk komponen-komponen perpindahan normal dan tangensial dapat dianggap kontinyu.

Kontinuitas tegangan dan perpindahan normal maupun tangensial pada bidang batas dapat dinyatakan dengan 4 persamaan yang harus dipenuhi oleh gerak gelombang pada antar muka. Keempat persamaan yang dibutuhkan yaitu :

$$\begin{aligned}\delta_{zz} &= \lambda \Delta + 2\mu \varepsilon_{zz} = \lambda \nabla^2 \phi + 2\mu \frac{\partial w}{\partial z} \\ &= \lambda \nabla^2 \phi + 2\mu \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 x}{\partial x \partial z} \right) \quad \dots \quad (1a)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{xz} &= \mu \varepsilon_{xz} = \mu \left( \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ &= \mu \left( 2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 x}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 x}{\partial x^2} \right) \quad \dots \quad (1b)\end{aligned}$$

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial x}{\partial z} \quad \dots \quad (1c)$$

$$w = \frac{\partial \phi}{\partial z} - \frac{\partial x}{\partial x} \quad \dots \quad (1d)$$

$\delta_{zz}$  dan  $\delta_{xz}$  masing-masing menyatakan tegangan normal dan tegangan tangensial. Sedangkan  $u$  dan  $w$  menyatakan pergeseran normal dan pergeseran tangensial.  $\phi$  dan  $x$  menyatakan pergeseran tangensial.

Suatu gelombang primer ( P ) jatuh mengenai bidang batas antara dua medium yang berbeda dan membentuk sudut sebesar  $\theta$ , maka gelombang ini akan dikonversi menjadi gelombang P dan S baik yang ditransmisi maupun yang direfleksi.

Tinjau gambar 9, potensial pergeseran untuk masing-masing medium diberikan oleh persamaan di bawah ini:

$$\text{Medium 1 : } \phi_1 = A_0 e^{i \omega \varepsilon_0} + A_1 e^{i \omega \varepsilon_1'} \dots (2a)$$

$$x_1 = B_1 e^{i \omega \varepsilon_1} \dots (2b)$$

$$\text{Medium 2 : } \phi_2 = A_2 e^{i \omega \varepsilon_2} \dots (2c)$$

$$x_2 = B_2 e^{i \omega \varepsilon_2} \dots (2d)$$

$$\text{dengan } \varepsilon_0 = ( x \sin \theta_1 - z \cos \theta_1 ) / V_{p1} \dots (3a)$$

$$\varepsilon_1' = ( x \sin \theta_1' + z \cos \theta_1' ) / V_{p1} \dots (3b)$$

$$\varepsilon_1 = ( x \sin \delta_1 + z \cos \delta_1 ) / V_{s1} \dots (3c)$$

$$\varepsilon_2 = ( x \sin \theta_2 - z \cos \theta_2 ) / V_{p2} \dots (3d)$$

$$\varepsilon_2 = ( x \sin \delta_2 - z \cos \delta_2 ) / V_{s2} \dots (3e)$$

Untuk mendapatkan harga koefisien refleksi dan transmisi digunakan syarat batas pada bidang batas antara dua medium yaitu kontinuitas pergeseran normal atau

$$\omega_1 = \omega_2 \text{ pada } z = 0,$$

$$\left( \frac{\partial \phi}{\partial z} - \frac{\partial x}{\partial x} \right)_1 = \left( \frac{\partial \phi}{\partial z} - \frac{\partial x}{\partial x} \right)_2 \quad \dots \quad (4)$$

kemudian kontinuitas pergeseran tangensial  $u_1 = u_2$ . Juga kontinuitas untuk tegangan sejajar dan tegangan normal pada  $z = 0$ ,  $\delta_{xz}|_1 = \delta_{xz}|_2$  dan  $\delta_{zz}|_1 = \delta_{zz}|_2$ , sehingga dari penyelesaian syarat batas pada bidang batas ini didapat persamaan Zoepritz. Dimana :

$$A_0 = (V_{p1} / \omega) A_0 ;$$

$$A_1 = (V_{p1} / \omega) A_1 ; B_1 = (V_{s1} / \omega) B_1 ; B_2 = (V_{s2} / \omega) B_2$$

$$A_1 \cos \theta_1 - B_1 \sin \delta_1 + A_2 \cos \theta_2 + B_2 \sin \delta_2 = A_0 \cos \theta_1$$

$$A_1 \sin \theta_1 + B_1 \cos \delta_1 - A_2 \sin \theta_2 + B_2 \cos \delta_2 = -A_0 \sin \theta_1$$

$$A_1 Z_1 \cos 2\delta_1 - B_1 w_1 \sin 2\delta_1 - A_2 Z_2 \cos 2\delta_2 - B_2 w_2 \sin 2\delta_2 = -A_0 Z_1 \cos 2\delta_1$$

$$A_1 \left| \frac{V_{s1}}{V_{p1}} \right| w_1 \sin 2\theta_1 + B_1 w_1 \cos 2\delta_1 + A_2 \left| \frac{V_{s2}}{V_{p2}} \right| w_2 \sin 2\theta_2 -$$

$$B_2 w_2 \cos 2\delta_2 = A_0 \left| \frac{V_{s1}}{V_{p1}} \right| w_1 \sin 2\theta_1$$

..... (5)

Dengan  $Z_i = \rho_i V_i$  ;  $w_i = \rho_i V_{pi}$

Perkalian antara  $V$  dan  $\rho$  disebut impedansi akustik. Persamaan 5 adalah persamaan Zoepritz sebagai fungsi sudut jatuh. Untuk sudut jatuh nol derajat (normal),  $B_1 = B_2 = 0$ , dan dari persamaan 5 didapat :



$$A_1 + A_2 = A_0 \quad \dots \quad (6a)$$

$$Z_1 A_1 - Z_2 A_2 = -Z_1 A_0 \quad \dots \quad (6b)$$

Solusi persamaan ini memberikan hasil :

$$R = \frac{A_1}{A_0} = \frac{V_{p2} \rho_2 - V_{p1} \rho_1}{V_{p2} \rho_2 + V_{p1} \rho_1} \quad \dots \quad (7)$$

Dimana :  $R$  = koefisien refleksi

$A_1$  = Amplitudo gelombang pantul

$A_0$  = Amplitudo gelombang datang

$\rho_1$  = Densitas lapisan 1

$\rho_2$  = Densitas lapisan 2

$V_{p1}$  = Cepat rambat gelombang pada lapisan 1

$V_{p2}$  = Cepat rambat gelombang pada lapisan 2

Dari rumus di atas dapat terbaca bahwa semakin besar kontras impedansi akustik maka semakin besar pula koefisien refleksinya yang berarti semakin kuat pantulannya.