BAB II

Dasar Teori

2.1. Survei Seismik Pantul (Hendriana, A, 1990)

Dalam survei seismik dibutuhkan sumber getaran, rangkaian penerima dan perekam. Pengambaran penempatan alat-alatnya pada pengambilan data di lapangan dapat dilihat pada gambar 2.1.

a. Penyebaran di belakang b. Pembagian penyebaran

Gambar 2.1. Susunan sumber (S) dan Perekam (G)

(Hendriana, A, 1990)

Prinsip dari seismik pantul adalah menjalarkan gelombang (energi) yang berasal dari sumber getaran yang ditanam dalam tanah. Apabila gelombang mengenai bidang batas

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

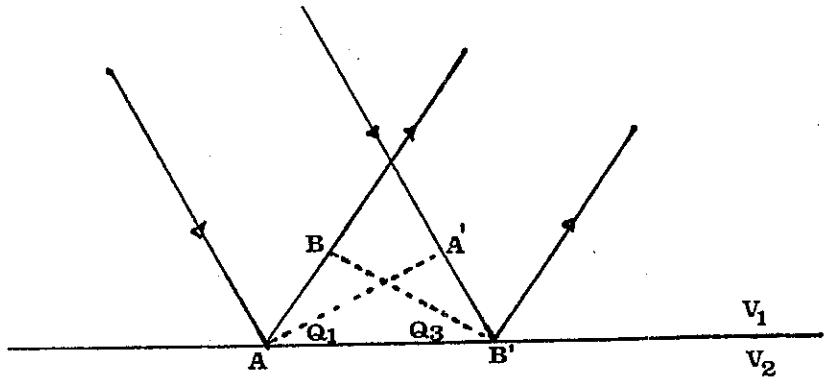
dua medium yang berbeda, maka gelombang akan dipantulkan. Gelombang yang dipantulkan akan diterima oleh penerima dan akan menghasilkan sinyal. Kemudian sinyal tersebut akan direkam dan hasil data rekaman dari lapangan masih harus dilakukan pemrosesan lebih lanjut yang akhirnya didapatkan data dalam bentuk penampang seismik yang menggambarkan struktur pemantulan (reflektor). Kedudukan pemantulan (reflektor) dinyatakan dalam satuan waktu two-way time (TWT).

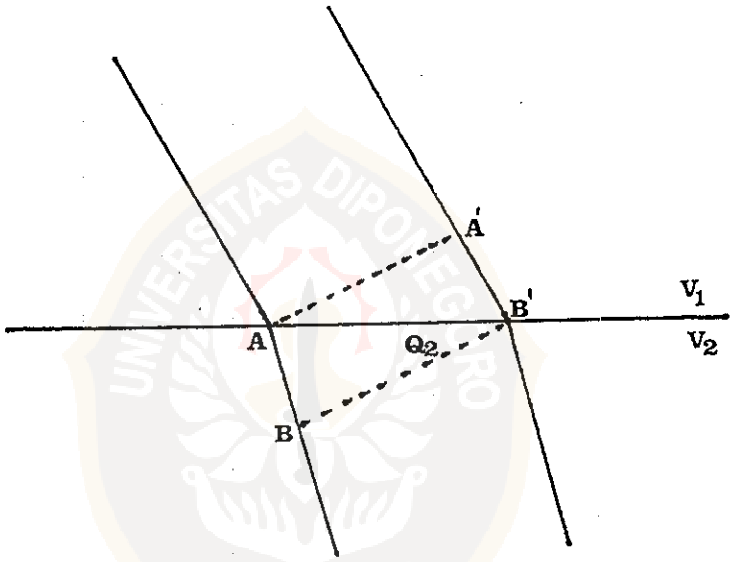
Penampang seismik hasil pemrosesan data lapangan selanjutnya siap di irnterpretasi. Tujuan utama dari interpretasi adalah menentukan lapisan yang merupakan perangkap hidrokarbon. Setelah lapisan ini ditentukan, maka langkah berikutnya adalah melakukan konversi waktu ke kedalaman (depth) menggunakan data kecepatannya.

2.2. Perambatan Gelombang (Cordier, JP, 1985 dan Agus SD & Winarto KM, 1983)

Bila sebuah gelombang merambat mengenai bidang batas dua medium yang berbeda, maka sebagian energi akan dipantulkan dan sebagian energi akan dibiaskan ke medium kedua. Misalkan sebuah gelombang merambat menuju bidang batas dua medium yang berbeda, geometri jejak rambatnya sesuai dengan hukum Snellius. Untuk gelombang yang dpantulkan A'B' = AB = V_1 t. Sehingga segitiga AA'B' dan B'BA sebangun (kongruen). Untuk gelombang yang dibiaskan A'B = V_1 t dan AB = V_2 t, sehingga $AB' = \frac{V_1 t}{\sin Q_1} = \frac{V_2 t}{\sin Q_3}$. Bentuk umum dari hukum Snellius dapat dilihat pada gambar 2.2.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)





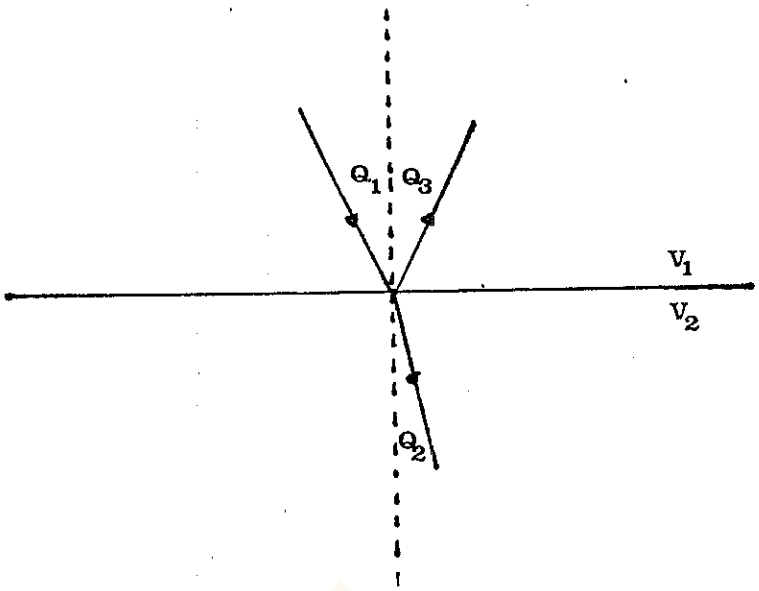
Gambar 2.2. Berdasarkan hukum Snellius, AA' dan BB' adalah wave-front yang terpisah dengan waktu t.

(a). Wave-front yang dipantulkan. (b). Wave-front yang dibiaskan.

(Cordier JP, 1985 dan Agus SD & Winarto KM, !983)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Secara umum penggambaran diatas dapat digabung menjadi :



Gambar 2.3. Bentuk akhir penggambaran penjalaran gelombang berdasarkan hukum Snellius

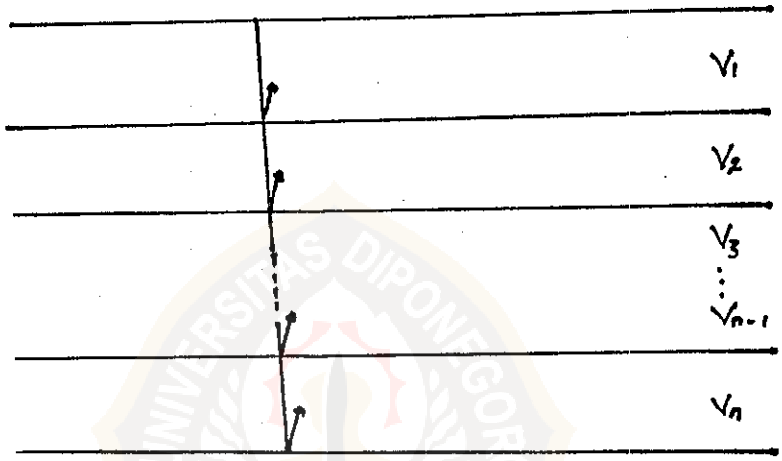
(Cordier JP, 1985 dan Agus SD & Winarto KM, 1983)

Berdasarkan hukum Snellius bahwa $Q_1 = Q_3$ dan $\frac{\sin Q_1}{V_1} = \frac{\sin Q_3}{V_2}$. Jika V_2 lebih besar V_1 dan $Q_3 = 90^0$, maka gelombang dibiaskan sepanjang bidang batas kedua medium. Harga Q_1 yang sudut biasnya 90^0 disebut sudut kritis. Bila sudut datang lebih besar dari sudut kritis, maka tidak ada gelombang yang dibiaskan dan semua gelombang akan dipantulkan. Gelombang yang merambat sepanjang bidang batas dimana sudut datang sama dengan sudut kritis disebut Head-wave.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.3. Geometri Sinar Pantul Pada Bidang Pantul Horisontal (Kearey & Brooks, 1991)

Gambar 2.4. menunjukkan dasar lapisan horisontal dengan sinar pantul vertikal dari batas variasi lapisan. Model ini mengasumsikan sub permukaan tersusun dari interval kedalaman yang masing-masing dikarakteristikan oleh kecepatan interval V_i. Kecepatan interval didefinisikan sebagai kecepatan diantara dua bidang batas geologi.



Gambar 2.4. Sinar pantul yang datang secara vertikal mengenai lapisan bawah yang horisontal

(Kearey & Brooks, 1991)

Jika z_i adalah ketebalan dari interval dan t_i adalah waktu tempuh one-way time, maka kecepatan intervalnya dapat diberikan oleh :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$V_i = \frac{z_i}{t_i} \quad \text{.....1.}$$

Kecepatan interval dapat dirata-ratakan pada beberapa kedalaman interval untuk menghasilkan kecepatan rata-rata υ. Jadi kecepatan rata-rata pada puncak lapisan ke n dalam gambar 2.4 diberikan oleh

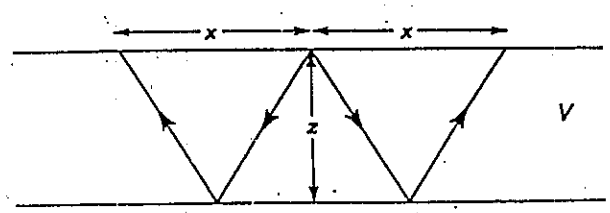
$$\upsilon = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \quad \text{.....2}$$

Jika Z_n adalah ketebalan total pada punck lapisan ke n da T_n adalah total waktu tempuh one-way time yang melewati lapisan ke n, maka

$$\upsilon = \frac{Z_n}{T_n} \quad \text{.....3}$$

Untuk keadaan sederhana dari bidang pantul horisontal pada kedalaman Z bawah puncak lapisan homogen dengan kecepatan V tampak pada gambar 2. 5.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.5. Geometri sinar pantul pada bidang pantul horisontal

(Kearey & Brooks, 1991)

Persamaan untuk waktu tempuh t sinar pantul dari titik tembak ke Geophone pada penampang horisontal diberikan oleh :

$$t = \frac{\left(x^2 + 4z^2\right)^{\frac{1}{2}}}{V} \quad \text{.....4}$$

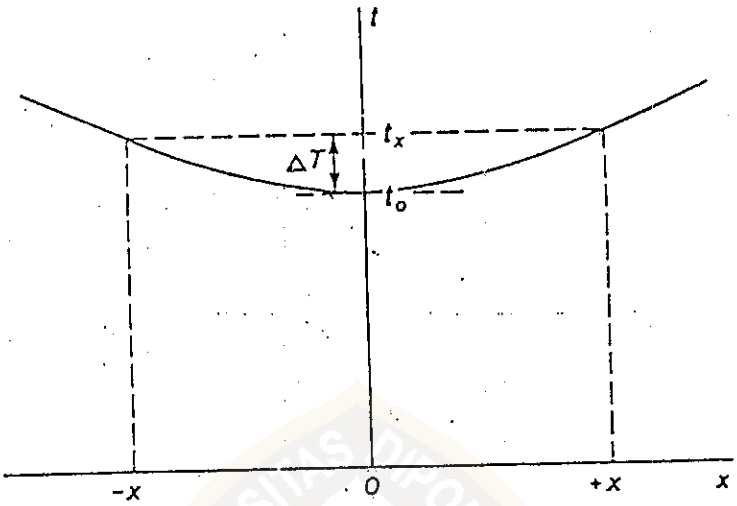
dengan x adalah jarak antara titik tembak ke Geophone. Dalam survei pantul, waktu pemantulan t diukur pada penampang x dan dibutuhkan untuk menentukan Z dan V.

Persamaan (4) dapat disusun ke dalam bentuk hiperbola normal yaitu :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$\frac{V^2 t^2}{4z^2} - \frac{x^2}{4z^2} = 1 \quad \text{.....5}$$

Jadi grafik waktu tempuh sinar pantul diplotkan melawan penampang jarak (kurva waktu-jarak) dalah hiperbola yang memiliki sumbu simetrinya sumbu waktu (gambar 2.6).



Gambar 2.6. Kurva waktu-jarak dari sinar patul dari bidang pantul horisontal

(Kearey & Brooks, 1991)

Dengan mensubstitusikan X = 0 dalam persamaan (4), waktu tempuh dari sinar pantul vertikal akan dihasilkan $t_0 = \frac{2z}{V}$, menyatakan waktu tangkapan pada sumbu waktu dari kurva waktu-jarak.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Persamaan (4) dapat ditulis :

$$t^2 = \frac{4z^2}{V^2} + \frac{x^2}{V^2} \quad \text{.....6}$$

jadi persamaannya menjadi :

$$t^2 = t_o^{\,2} + \frac{x^2}{V^2} \quad \text{.....7}$$

dari persamaan (6)

$$t = \frac{2z}{V}\left[1 + \left(\frac{x}{2z}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$t = t_0\left[1 + \left(\frac{x}{Vt_0}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....8}$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dengan menggunakan ekspansi binomial, maka :

$$t = t_0\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{x}{Vt_0}\right)^2-\frac{1}{8}\left(\frac{x}{Vt_0}\right)^4+\ldots\right]$$

Untuk kedalaman yang sangat kecil $\left(\frac{x}{Vt_0}\leq 1\right)$, maka persamaan diatas menghasilkan

$$t \approx t_0\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{x}{Vt_0}\right)^2\right] \quad \ldots\ldots 9$$

Ini adalah bentuk terbaik dari persamaan waktu-jarak untuk sinar pantul dan digunakan dalam variasi cara untuk mengolah dan menginterpretasi data pantul.

Moveout didefinisikan sebagai perbedaan antara waktu tempuh t_1 dan t_2 dari sinar pantul datang yang direkam pada penampang jarak X_1 dan X_2. Dari persamaan (9) :

$$t_2 - t_1 \approx \frac{x_2^2 - x_1^2}{2V^2 t_0}$$

Normal moveout (NMO) pada penampang jarak X berbeda dalam waktu tempuh _T antara pantulan datang pada X dan pada penampang nol (gambar 2.6).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$\Delta T \approx t_x - t_0 \approx \frac{x^2}{2V^2 t_0} \quad \text{.....10}$$

2.4. Konversi waktu ke kedalaman (Proceding Workshop, 1993)

Konversi waktu ke kedalaman adalah merobah kedalaman horison (suatu puncak formasi) pada penampang seismik yang semula dalam waktu milidetik menjadi kedalaman dalam satuan meter atau feet. Metode yang digunakan dalam konversi waktu ke kedalaman tidak lepas dari kecepatan rambat gelombang dalam media (batuan). Kecepatan yang digunakan untuk konversi waktu ke kedalaman adalah kecepatan rata-rata dan kecepatan interval. Dalam penelitian ini, dilakukan konversi waktu ke kedalaman dengan menggunakan kecepatan interval.

2.4.1. Konversi Waktu Ke Kedalaman Dengan Menggunakan Kecepatan Rata-rata

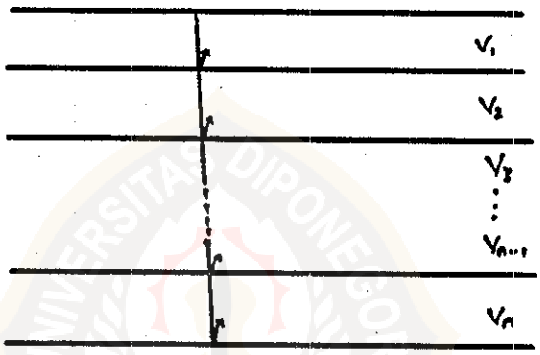
Metode ini mengasumsikan bahwa dari permukaan pengukuran (datum) ke puncak formasi yang diinginkan dalam satu lapisan dan menganggap lapisan tersebut homogen secara vertikal. Dalam gambar (2.7.), jika z_i adalah ketebalan interval, t_i adalah waktu tempuh one-way time dan V_i adalah kecepatan intervalnya, maka kecepatan rata-rata pada puncak lapisan ke n diberikan oleh :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$v = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}$$

Jika Z_n adalah total ketebalan puncak lapisan ke n dan T_n adalah total waktu tempuh one-way time yang melewati lapisan ke n, maka total ketebalannya adalah

$$Z_n = v\, T_n$$



Gambar 2.7. Penjalaran sinar pantul secara vertikal pada bidang pantul horisontal (Kearey & Brooks, 1991)

Metode ini dilakukan dengan membuat peta kecepatan rata-rata dari penampang seismik yang telah ditentukan terlebih dahulu. Data kecepatan rata-rata dari penampang seismik yang telah ditentukan diperoleh dari data sumur pemboran yang berada di sekitar daerah survei tersebut . Harga kecepatan rata-rata horison tersebut diplotkan pada peta

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dasar, pada tempat atau lokasi yang sesuai. Dengan menarik garis kontur dari harga kecepatan rata-rata tersebut maka dibuat peta kecepatan rata-ratanya.

Tempalan (overlying) antara peta kecepatan rata-rata dengan peta struktur waktu yang dibuat dari interpretasi data penampang seismik dalam waktu (TWT), akan didapatkan titik-titik perpotongan antara kedua garis kontur yang ada pada kedua peta tersebut. Titik-titik perpotongan tersebut merupakan titik-titik kedalaman dengan besar kedalaman seharga besar harga kontur. Kecepatan rata-rata dikalikan setengah harga kontur peta struktur waktu.

Dalam metode ini, dapat dilakukan dengan cepat karena pengerjaannya tidaklah sulit. Dan metode ini tepat jika dilakukan pada daerah pemboran yang mempunyai keadaan geologi yang tidak komplek. Namun dalam kenyataan di alam akan dijumpai ketidakhomogenan dalam daerah pemboran dimana pantulan seismik dari batuan akan memberikan harga kecepatan yang berbeda-beda. Maka untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dilakukan analisa kecepatan mengguankan metode Kue Lapis (Layer Cake).

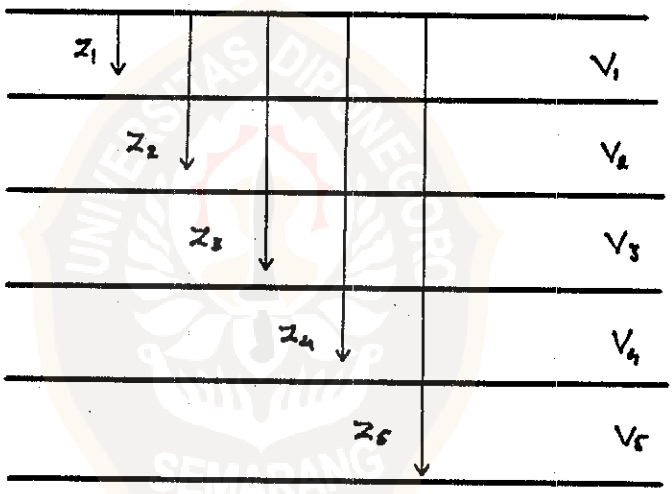
2.4.2 Konversi Waktu Ke Kedalaman Dengan Menggunakan Kecepatan Interval

Metode yang menggunakan kecepatan interval dalam melakukan konversi waktu ke kedalaman adalah metode Kue Lapis (Layer Cake). Maksud dari metode ini adalah membuat perlapisan dari permukaan pengukuran (datum) ke puncak formasi yang diinginkan pada penampang seismik dan mengasumsikan bahwa setiap lapisan mempunyai

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

kecenderungan kecepatan yang sama. Dalam melakukan pembagian lapisan ini didasari oleh :

1. Formasi batuan yang ada. Informasi adanya formasi diperoleh dari data log.
2. Karakteristik seismik yang tampak pada penmpang seismik, yaitu
   2.1. Adanya anomali kecepatan yang ditunjukkan pada data pemboran sumur . Datanya berasal dari data sumur.
   2.2. Karakter seismik berupa adanya tanda pemantulan (reflektor) yang kuat dan menerus sehingga dapat dikorelasikan dengan penampang seismik yang lain di seluruh daerah penelitian.



Gambar. 2. 8 . Pembagian lapisan

(Proceding Workshop, 1993)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dari gambar (2.8), menggambarkan pembagian lapisan sehingga untuk memperoleh kecepatan intervalnya adalah :

- Pada lapisan ke 1:

$$V_{i1} = \frac{Z_1}{\frac{1}{2}\ t_1}$$

- Pada lapisan ke 2 :

$$V_{i2} = \frac{Z_2 - Z_1}{\frac{1}{2}\left(t_2 - t_1\right)}$$

- Pada lapisan ke 3 :

$$V_{i3} = \frac{Z_3 - Z_2}{\frac{1}{2}\left(t_3 - t_2\right)}$$

- Pada lapisan ke 4 :

$$V_{i4} = \frac{Z_4 - Z_3}{\frac{1}{2}\left(t_4 - t_3\right)}$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

- Pada lapisan ke 5 :

$$V_{i5} = \frac{Z_5 - Z_4}{\frac{1}{2}\left(t_5 - t_4\right)}$$

Maka secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_{in} = \frac{Z_n - Z_{n-1}}{\frac{1}{2}\left(t_n - t_{n-1}\right)}$$

dengan :

Vin adalah kecepatan interval lapisan ke n

Zn adalah kedalaman lapisan ke n

tn adalah waktu tempuh two-way time (TWT)

n adalah 1,2,3,....

Sedang untuk memperoleh kedalamannya adalah :

$$Z_n = Z_{n-1} + \frac{1}{2}\left(t_n - t_{n-1}\right)V_{in}$$

dengan n adalah 1,2,3,...

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dalam pengolahan data dengan menggunakan metode Kue Lapis ini membutuhkan waktu yang cukup lama, karena diperlukan kecermatan dalam perhitungan interval tiap lapisan. Namun dengan menggunakan pendekatan metode ini dapat diperoleh keuntungannya, diantaranya adalah :

1. Dapat diketahui kecepatan interval tiap lapisan.
2. Metode Kue Lapis (Layer Cake) ini tepat untuk daerah yang mempunyai keadaan geologi yang komplek (tidak homogen).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)