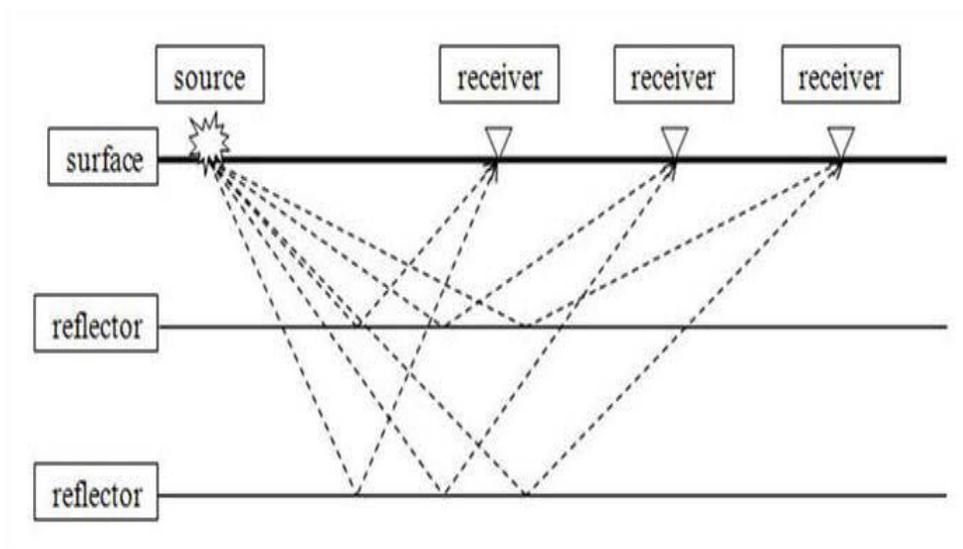


III. TEORI DASAR

3.1 Konsep Seismik Refleksi

Seismik refleksi merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui keadaan di bawah permukaan bumi. Metode ini menggunakan gelombang akustik yang dihasilkan oleh sumber gelombang (dapat berupa dinamit, *vibroseis*, palu, *airgun*, dan lainnya) dan direkam oleh *receiver* (berupa *geophone* atau *hydrophone*). Gelombang yang dihasilkan oleh *source* akan merambat ke segala arah, termasuk ke dalam bumi. Gelombang seismik akan membawa informasi mengenai litologi dan fluida bawah permukaan dalam bentuk waktu rambat (*travel time*), amplitudo refleksi, dan variasi fasa.



Gambar 3.1 Prinsip Kerja Seismik Refleksi (Telford, 1990)

3.2 Cadzow Filtering

Cadzow filtering adalah suatu cara untuk meredam *noise* dan meningkatkan *strength* tras seismik yang dikemukakan oleh James Cadzow (1988). Metode lain yang memiliki prinsip sama yaitu *singular spectrum analysis* yang ditemukan oleh Golyandina et al (2001). *Cadzow filtering* membentuk deret satu dimensi dari tras seismik yang memiliki nilai di sepanjang sayatan frekuensi konstan ($c_i, i = 1 \dots n$ dengan c adalah *constant frequency slice*) ke dalam suatu matriks *Hankel*.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & \cdots & c_{n-m+1} \\ c_2 & c_3 & \cdots & c_{n-m+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_m & c_{m+1} & \cdots & c_n \end{bmatrix}.$$

Gambar 3.2 Matriks *Hankel*

Trickett (2008) mengembangkan *Cadzow filtering* menjadi dua dimensi spasial dengan cara membuat matriks *Hankel* lain dari matriks *Hankel* awal.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_1 & \mathbf{H}_2 & \cdots & \mathbf{H}_{n-m+1} \\ \mathbf{H}_2 & \mathbf{H}_3 & \cdots & \mathbf{H}_{n-m+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{H}_m & \mathbf{H}_{m+1} & \cdots & \mathbf{H}_n \end{bmatrix}$$

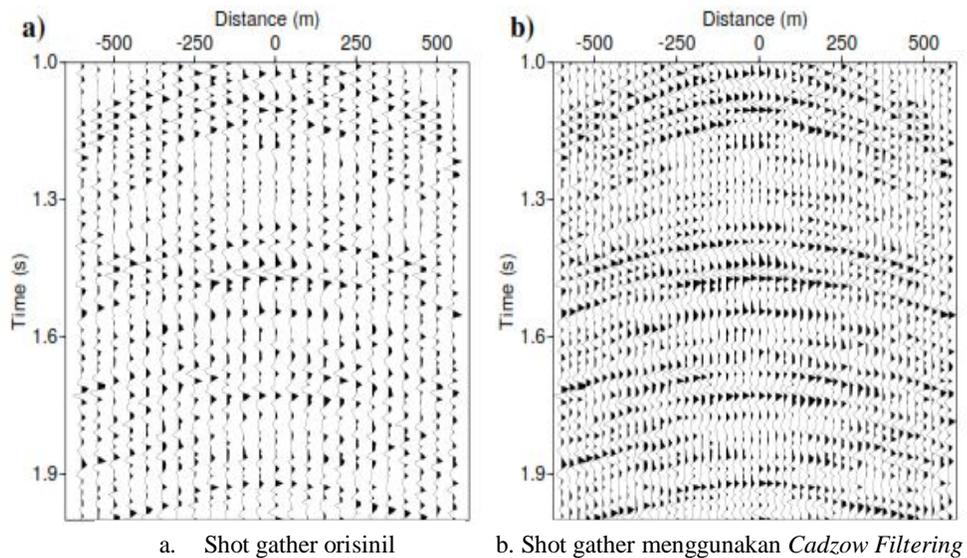
dimana

$$\mathbf{H}_i = \begin{bmatrix} c_{i,1} & c_{i,2} & \cdots & c_{i,n-m+1} \\ c_{i,2} & c_{i,3} & \cdots & c_{i,n-m+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{i,m} & c_{i,m+1} & \cdots & c_{i,n} \end{bmatrix}.$$

Gambar 3.3 Pengembangan Matriks *Hankel*

Dengan cara tersebut, *Cadzow filtering* dapat diterapkan untuk data dua dan tiga dimensi, serta dapat dikombinasikan dengan *Eigenimage filtering* menjadi *Hybrid filtering*. Secara umum, pemrosesan *Hybrid filtering* adalah :

1. Membuat *Discrete Fourier Transform* (DFT) untuk setiap tras seismik.
2. Untuk setiap frekuensi dengan rentang sinyal *band pass* :
 - a. Tempatkan nilai *trace* kompleks ke dalam matriks *Hankel*.
 - b. Mereduksi matriks menjadi suatu rank k yang telah dibobotkan *Eigenimage*.
 - c. *Recover* setiap nilai tras seismik dalam matriks *Hankel* dengan merata-ratakan setiap element matriks sesuai dengan posisi awal ditempatkan.
3. Membuat inversi DFT setiap tras seismik.

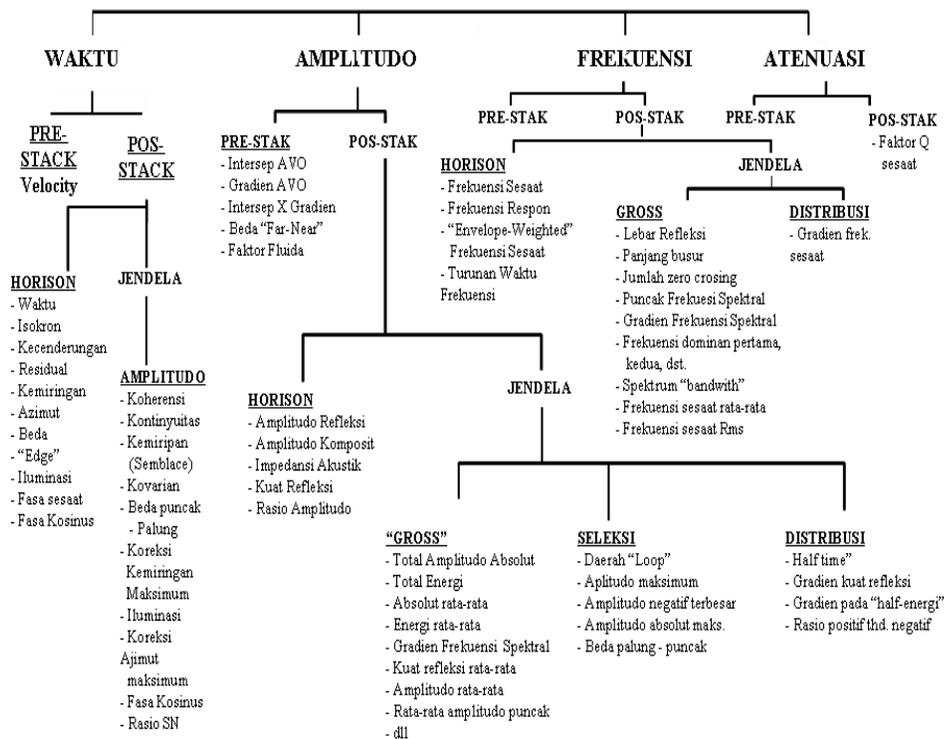


Gambar 3.4 Perbandingan Data Orisinal Dengan Data *Cadzow Filtering* (Trickett, 2009)

3.3 Atribut Seismik

Seismik atribut didefinisikan sebagai karakterisasi secara kuantitatif dan deskriptif dari data seismik yang secara langsung dapat ditampilkan dalam skala yang sama dengan data awal (Barnes, 1999). Dengan kata lain, seismik atribut merupakan pengukuran spesifik dari geometri, dinamika, kinematika, dan juga analisis statistik yang diturunkan dari data seismik. Informasi awal dari penerapan seismik atribut adalah gelombang seismik konvensional yang kemudian diturunkan menjadi fungsi tertentu dengan manipulasi matematis, sehingga kita dapat memperoleh informasi atau gambaran yang dapat membantu kita dalam menginterpretasi suatu kondisi bawah permukaan. Informasi utama dari seismik atribut adalah amplitudo, frekuensi, dan atenuasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pengklasifikasian atribut lainnya.

Semua horison dan bentuk dari atribut-atribut ini tidak bersifat bebas antara satu dengan yang lainnya, perbedaannya hanya pada analisis data pada informasi dasar yang akan berpengaruh pada gelombang seismik dan juga hasil yang ditampilkan (Sukmono, 2001). Informasi dasar yang dimaksud disini adalah waktu, frekuensi, dan atenuasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar klasifikasi atribut (Brown, 2000). Atribut - atribut yang terdapat umumnya adalah atribut hasil pengolahan *post stack* yang dapat diekstrak sepanjang satu horison atau dijumlahkan sepanjang kisaran *window* tertentu. Umumnya analisis *window* tersebut merupakan suatu interval waktu atau kedalaman yang datar dan konstan sehingga secara praktis tampilannya berupa suatu sayatan yang tebal, dan sering dikenal dengan sayatan statistika (Sukmono, 2001).

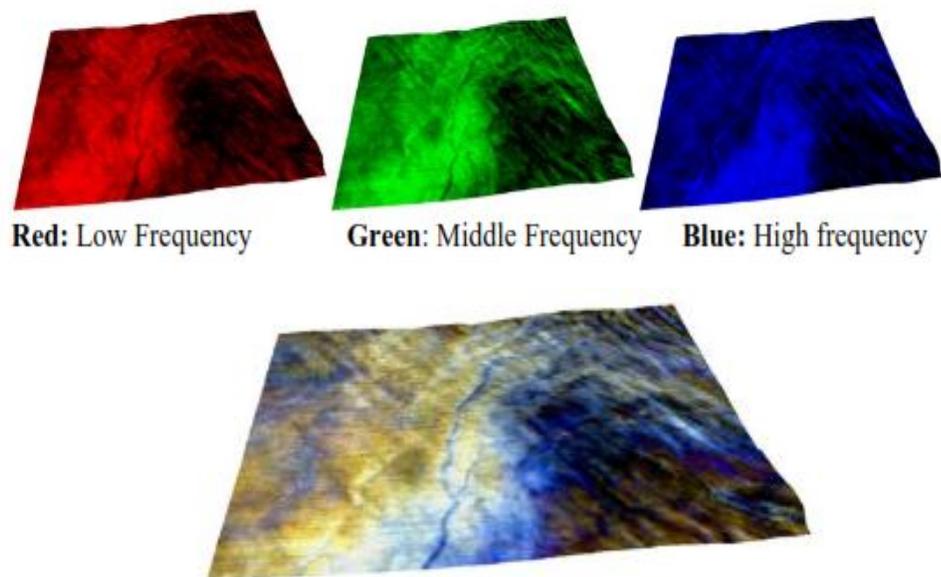


Gambar 3.5 Klasifikasi Atribut Seismik (Brown, 2000)

3.4 R-G-B Blending

Geomorfologi dapat ditampilkan secara analisis simultan dengan penggabungan tiga warna frekuensi menjadi satu pencitraan yang disebut *R-G-B Blending*. Dalam beberapa kasus, citraan *R-G-B Blending* dapat menampilkan endapan *channel* lebih jelas serta meningkatkan resolusi lebih detail dibandingkan citraan standar. Penentuan frekuensi sebagai *input R-G-B Blending* harus berdasarkan dekomposisi spektral. Metode dekomposisi spektral sendiri merupakan metode yang menghasilkan spektrum frekuensi - waktu yang kontinyu dari *trace* seismik. Metode dekomposisi spektral secara umum terbagi dua :

- *Fast Fourier Transform* digunakan untuk mendapatkan informasi deliniasi struktur stratigrafi sepanjang horizon.
- *Continious Wavelet Transform* lebih digunakan untuk identifikasi atenuasi pada lapisan yang mengandung hidrokarbon dan perubahan ketebalan sepanjang horizon.



Gambar 3.6 *R-G-B Blending* (Geert, 2010)

3.5 Impedansi Akustik

Salah satu sifat akustik yang khusus pada batuan adalah impedansi akustik (IA) yang merupakan hasil perkalian antara densitas media rambat dan kecepatan media rambat, dinyatakan dalam rumus :

$$IA = \rho \cdot V \dots\dots\dots (1.1)$$

Dimana: IA = impedansi akustik

$$\rho = \text{densitas (g/cm}^3\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan (m/s)}$$

Dalam mengontrol harga IA, kecepatan mempunyai arti penting daripada densitas. Sebagai contoh, porositas atau material pengisi pori batuan (air, minyak, gas) lebih mempengaruhi harga kecepatan daripada densitas. Anstey (1977) menganalogikan IA dengan *acoustic hardness*. Batuan yang keras (*hard rock*) dan sukar dimampatkan, seperti batu gamping mempunyai IA yang tinggi sedangkan batuan yang lunak, seperti lempung yang lebih mudah dimampatkan mempunyai IA rendah.

3.6 Koefisien Refleksi

Koefisien refleksi merupakan gambaran dari bidang batas media yang memiliki perbedaan harga impedansi akustik. Untuk koefisien refleksi pada sudut datang nol derajat, dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KR = (IA_2 - IA_1) / (IA_2 + IA_1) = \rho_2 V_2 - \rho_1 V_1 / \rho_2 V_2 + \rho_1 V_1 \dots\dots\dots (1.2)$$

Dimana : KR = Koefisien refleksi

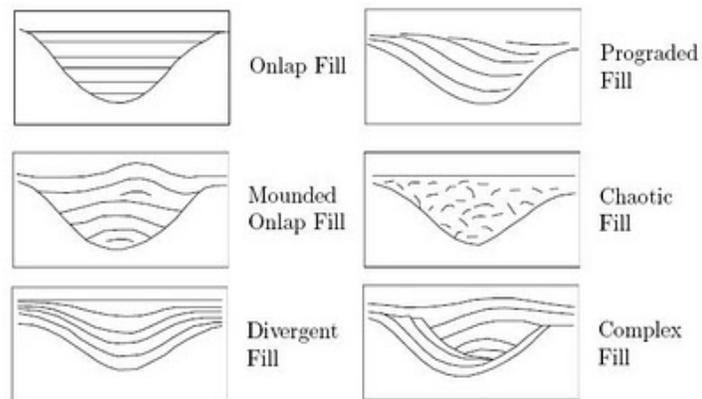
$$IA_1 = \text{Impedansi akustik lapisan atas}$$

$$IA_2 = \text{Impedansi akustik lapisan bawah}$$

Persamaan (1.2) menunjukkan bahwa koefisien refleksi dapat berharga positif maupun negatif, tergantung pada besarnya impedansi akustik kedua medium yang bersangkutan.

3.7 Endapan *Channel*

Hidrokarbon terdapat di dalam batuan sedimen yang terbentuk dalam berbagai lingkungan pengendapan seperti *channel* sungai, sistem delta, kipas bawah laut (*submarine fan*), *carbonate mound*, dan *reef*. Gelombang seismik yang menembus dan terefleksikan kembali ke permukaan akan memberikan gambaran bentuk eksternal dan tekstur internal dari lingkungan pengendapan tersebut. Salah satu contohnya adalah tekstur pengisian *channel*.



Gambar 3.7 Tekstur Pengisian *Channel* (Abdullah, 2011)

Onlap fill : sedimentasi pada *channel* dengan energi relatif rendah.

Mounded onlap fill: sedimentasi dengan energi tinggi dan setidaknya terdapat dua tahap sedimentasi.

Divergent fill: batuserpih *prone* yang terkompaksi dengan sedimentasi energi rendah, juga sebagai tipikal tahap akhir dari pengisian *graben*.

Prograded fill: proses transportasi sedimen dari ujung atau pada lengkungan *channel*.

Chaotic fill: sedimentasi pada *channel* dengan energi yang sangat tinggi.

Complex fill: terdapat perubahan arah sedimentasi atau perubahan aliran air.