

# Eliminasi efek injeksi steam pada data seismic 3D monitoring

Nur Islami

Department of Geology

Faculty of Science

University of Malaya 50603 Kuala Lumpur

Malaysia

## Abstract

The Principal Component Analysis (PCA) technique is to analyze eigenvector of variance-covariance or matrix correlation within a data. PCA can classify a data to become another component. The seismic data is used to monitor existence of steam injected into reservoir, it has exactly contaminated by steam effect. PCA technique is applied to separate steam effect from the seismic data. PC2 as the result of PCA analysis has been convinced as a component of data that avoided from steam effect.

**Key words:** Seismic 3D Monitoring, PCA

## PENDAHULUAN

Dalam eksploitasi hidrokarbon, tidak semua kandungan hidrokarbon dapat diambil dari dalam reservoir, khususnya pada kasus eksploitasi minyak bumi, hal ini disebabkan karena sifat fisik dari reservoir sangatlah bervariasi. Minyak bumi yang kental dan tersimpan rapi didalam pori reservoir akan sulit untuk diangkat secara maksimal. Untuk mengatasi hal itu diperlukan salah satu metode yang banyak dikembangkan yaitu dengan menginjeksikan material lainnya kedalam reservoir. Jenis material yang diinjeksikan kedalam reservoir tergantung pada keadaan dan kondisi reservoir itu sendiri. Untuk kasus lapangan minyak yang relatif dangkal material yang diinjeksikan biasanya digunakan steam. Hal ini disebabkan karena temperatur pada steam relatif lebih besar dari pada temperatur reservoir, sehingga dapat menurunkan viskous minyak yang pada akhirnya dengan bantuan tekanan steam yang cukup besar dapat menggerakkan minyak yang memiliki kekentalan relatif besar.

Permasalahan yang muncul pasca injeksi steam adalah bagaimana memonitor keberadaan steam didalam reservoir, apakah steam bekerja cukup baik atau tidak, salah satu metode yang dikembangkan yaitu dengan melakukan survey seismic 3D monitoring atau dikenal juga dengan Seismik 4D.

Pada beberapa lapangan minyak, ternyata terdapat lapangan yang belum sama sekali dilakukan survey seismic 3D sebelum lapangan tersebut di lakukan injeksi steam. Oleh karena itu akan sangat sulit sekali menggunkan data tersebut untuk keperluan lain seperti untuk karakterisasi reservoir karena data seismic yang diperoleh telah tercampur / terkontaminasi oleh kehadiran steam.

Untuk melakukan interpretasi data seismic yang digunakan untuk monitoring pergerakan steam dalam kerangka mengkarakterisasi reservoir, selalu berhadapan pada persoalan bahwa data seismic ini telah terkontaminasi / tercampur oleh keberadaan steam dalam reservoir, signal seismic ini tidak lagi berkorelasi dengan karakter reservoirnya, untuk itu diperlukan suatu teknik yang dapat membagi satu set data seismic menjadi bagian bagian komponen lainnya

yang merupakan komponen komponen dari original data tersebut, teknik ini dinamakan Principal Component Analysis.

Teknik PCA dapat memproses satu set seismic menjadi beberapa set data seismic yang masing-masingnya adalah komponen-komponen dari PCA. Sehingga dengan menggunakan komponen PCA ini, dari data seismic yang telah terkontaminasi oleh steam, bisa diperoleh data seismic yang diyakini tidak terganggu oleh efek steam untuk kemudian diproses guna keperluan lainnya.

PCA merupakan analisa eigenvector dari variansi-covariansi atau korelasi matrik. Jika pengukuran m variabel pada objek yang telah dikumpulkan datanya, berarti dapat dilakukan penghitungan variansi dan covariansi dari mxm matrik dari data-data tersebut. Dari covariansi  $[S^2]$ , bisa diekstrak m eigenvalue dan m eigenvector, karena matrik variansi-covariansi berbentuk simetris, maka m eigenvector akan saling tegak lurus.

Teknik PCA merupakan Transformasi linier yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = CX + B$$

dimana:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_q \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_p \end{bmatrix}$$

$$C = [c_{ij}]_{qp}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_q \end{bmatrix}$$

$$q \leq p$$

X memiliki p dimensi dari variabel original, harga Y bisa diperoleh dengan:

$$\begin{aligned} E(Y) &= E(CX+B) \\ &= CE(X) + B \\ &= C\mu_x + B = \mu_y \end{aligned}$$

dengan memilih  $\mu_y = 0$  maka

$$-C\mu_x = B$$

Substitusi persamaan diatas diperoleh :

$$Y = C(X - \mu_x)$$

Kovariansi Y adalah:

$$E(YY^T) = \Lambda = E\{[C(X - \mu_x)][C(X - \mu_x)]^T\}$$

$$\Lambda = CE\{[X - \mu_x][X - \mu_x]^T\}C^T$$

$$\Lambda = C \quad C^T$$

dimana  $\Lambda$  adalah (p x p) kovariansi matrik dari variabel x dan  $C$  adalah kovariansi matrik dari variabel Y yang tidak terkorrelasi. E adalah matrik diagonal dengan elemen nilai eigen dari variabel x.

Dengan bahasa sederhana dapat diterangkan bahwa, teknik PCA merupakan teknik untuk mendeteksi variabel-variabel yang memiliki harga yang relatif "mirip" dari satu set data, kemiripan didefinisikan dengan membuat matrik kovariansi dari data original dan menghitung eigenvector dan eigenvalue dari data tersebut. Dengan menerapkan PCA sejumlah dari variabel yang secara signifikan mempengaruhi total variansi, bisa diidentifikasi kedalam taksiran besaran dari nilai eigen masing masing variabel. Kemiripan data yang tertinggi didefinisikan sebagai Principal Component 1 (PC1), dan seterusnya berdasarkan ranking kemiripan yang ada.

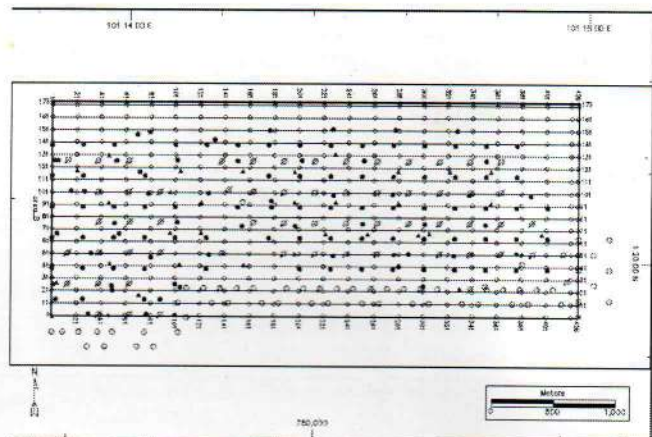
Dengan menggunakan teknik PCA, pada studi ini akan diharapkan dapat memisahkan komponen data seismik menjadi beberapa bagian sehingga salah satu bagian diyakini sebagai data yang sudah di pisahkan dari efek steam yang ada.

## MATERIAL DAN METODE

Data-data yang diperlukan pada studi ini meliputi data seismik 3D monitoring, dan data kecepatan yang diperoleh dari survey checkshot dan vsp di beberapa sumur.

Data seismik yang digunakan pada studi ini adalah data survey seismik 3-D (Raw Migration Stack) yang telah terkontaminasi oleh efek steam..

Gambar 2. adalah line survey seimik dan sumur-sumur pada area Z

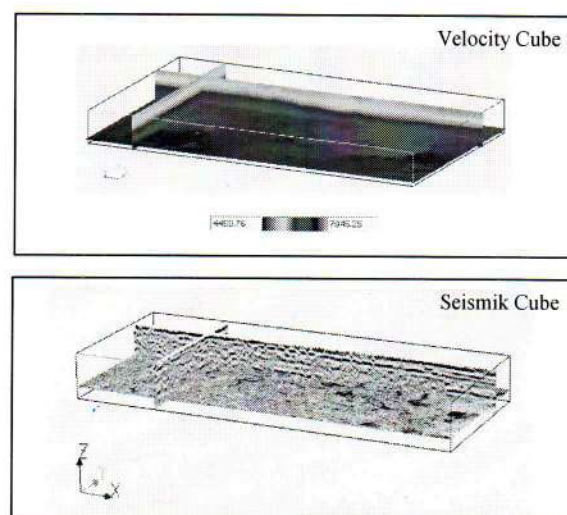


Zona Studi

Gambar 1. Line survey seimik dan sumur-sumur pada area Z

Data kecepatan (Velocity cube) merupakan harga kecepatan pada setiap titik, harga ini diperoleh dari data checkshot dan VSP yang diambil dari data sumur. Tidak semua sumur memiliki survey VSP atau pun Checkshot. Tempat tempat dimana tidak terdapat data checkshot ataupun VSP, diberi harga dengan cara interpolasi data, jelas velocity cube tidak akan valid 100%. Velocity cube diperlukan dalam mengkonversi data-data dalam domain time ke dalam domain depth pada proses pemodelan. Ini dilakukan untuk lebih meyakinkan pada tahap pembandingan data original dengan data PC yang ada nantinya.

Data seismik 3D monitoring dikonversi kedalam domain depth dengan cara mengalikan dengan velocity cube. Dalam melakukan analisa PCA pada data seismik original, setting variansi yang diberikan (variansi cutoff) adalah 80%.



Gambar 2. Input data pada proses PCA

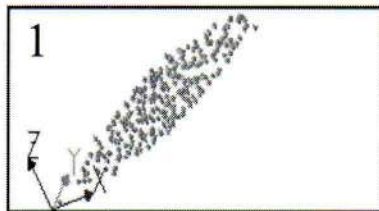
Setelah memperoleh data seismik dalam domain depth, dilakukan analisa Principal Komponen (PC) untuk mendapatkan kira-kira komponen yang berasosiasi dengan refleksi non steam. Analisa PCA dilakukan dengan melihat kemungkinan kemenerusan pola data seismik di semua inline dan crossline area survey seismik. Amplitudo PC yang kemudian dipilih sebagai attribute seismik yang digunakan dalam proses selanjutnya merupakan PC yang kemungkinan diperkirakan merupakan refleksi geologi yang bukan terkontaminasi oleh efek steam, sekali lagi, ini merupakan suatu keyakinan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

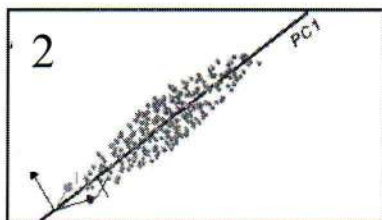
Setelah memperoleh data seismik dalam domain depth, dilakukan analisa Principal Komponen (PC) untuk mendapatkan kira-kira komponen yang berasosiasi dengan refleksi non steam. Analisa PCA dilakukan dengan melihat kemungkinan kemenerusan pola data seismik di semua inline dan crossline area survey seismik. Amplitudo PC yang kemudian dipilih sebagai attribute seismik yang digunakan dalam proses selanjutnya merupakan PC yang kemungkinan diperkirakan merupakan refleksi geologi yang bukan terkontaminasi oleh efek steam, sekali lagi, ini merupakan suatu keyakinan.

Scara sederhana principal componen dapat dijelaskan dengan empat langkah berikut.

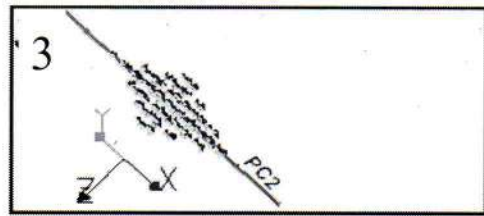
1. Pada gambar 1. dapat dilihat satu set titik-titik yang memiliki besaran diplot kedalam tiga properti (dalam hal ini untuk lebih sederhana diplot kedalam koordinat xyz)
2. Arah penyebaran data utama merupakan principal komponen utama, dalam kasus ini disebut PC1, yang merupakan arah penyebaran utama dari set data yang diplot kedalam koordinat xyz.
3. Arah penyebaran data yang besarnya lebih kecil dari PC1 merupakan arah penyebaran kedua terbesar yang disebut dengan PC2. Jika dilihat dari searah PC1, PC2 merupakan tegak lurus terhadap PC1.
4. Arah penyebaran yang tegak lurus terhadap PC1 dan PC2 merupakan principal componen yang ketiga (PC3), dalam hal ini merupakan data data yang memiliki koordinat xyz.



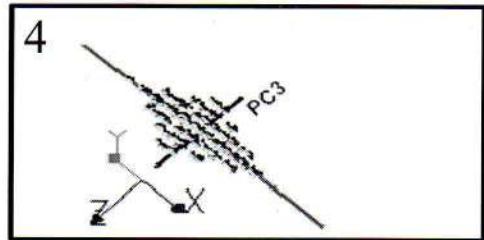
Set data diplot dengan 3 attribut



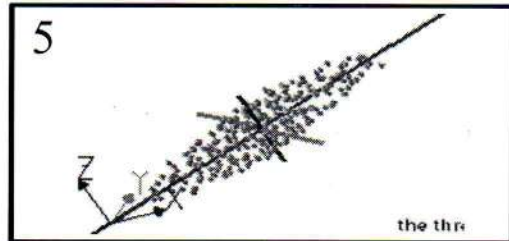
Arah penyebaran utama (PC1)



PC2, Arah penyebaran terbesar kedua tegak lurus PC1



PC3, Arah penyebaran terbesar ketiga tegak lurus PC1 dan PC2



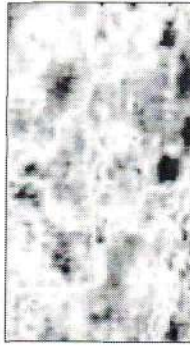
Komponen PCA

Gambar 3. Principal Component dalam 3 dimensi. 1. Plot set data. 2. PC1. 3. PC2. 4. PC3. 5. PC1,2 dan 3

Untuk analisa PCA pada data seismik ini, diyakini PC2 merupakan komponen yang diperkirakan lebih terhindar dari efek steam. Untuk PC4 dan seterusnya jelas ini tidak bisa digunakan dalam keperluan lainnya seperti dalam keperluan karakterisasi reservoir, karena pola refleksi yang diperoleh sudah kurang dari ketebalan tuning rata-rata pada penampang tersebut (ketebalan tuning  $\pm 12.5$  m)



Gambar 4. Amplitudo data seismik 3D Monitoring, pada layer 75



Gambar 5. Amplitudo PC2 sebagai hasil dari analisa PCA

Pada gambar 4 terlihat adanya pola pola lingkaran yang merupakan pola penyebaran steam pada sumur injeksi. Pola ini merupakan efek steam yang mengakibatkan penurunan kecepatan akibat kehadiran steam dalam reservoir sekitar sumur.

Dengan menggunakan teknik PCA, pola pola yang memiliki kemiripan di set ulang sehingga pola pola lingkaran pada data semula dapat di eliminasi.

## KESIMPULAN

Analisa PCA yang dilakukan pada data seismik (dalam hal ini Raw Migrasi Stack) yang telah terkontaminasi oleh efek steam, secara visualisasi memberikan hasil yang lebih baik dengan memberikan data yang diperkirakan relatif terhindar dari efek steam yaitu PC2. Perkiraan ini juga dapat didukung dengan korelasi yang relatif lebih baik dibandingkan dengan korelasi pada data seismik original. Dan juga didukung dengan tidak terlihatnya bentuk lingkaran pada zona disekitar sumur injeksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hirsche, K., Hirsche, J.P., Mewhort, L., and Davis, R., 1997, *Use and Abuse of Geostatistics*, The Leading Edge, Vol.16, No.3.
- John C Davis, 1986, *Statistics and Data Analysis in Geology*, Second Edition, Kansas Geological Survey.
- K. Payrazyan, J. R. Scheevel, 1999, *Principal Component Analysis Applied to 3-D Seismic Data for Reservoir Property Estimation*, Society Petroleum Engineering (SPE) No. 56734
- K. Payrazyan, Kenneth Kelsch, 2000, *Seiswell Technique for Seismic Based Reservoir Characterization*, ETRC KDK, PT. CPI