

ANALISIS ATRIBUT SEISMIK UNTUK IDENTIFIKASI POTENSI HIDROKARBON

(Studi kasus daerah Amandah, Formasi Talangakar, Cekungan Jawa Barat Utara)

Johan Maulana Hadi, M. Irham Nurwidyanto , Gatot Yuliyanto
Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Diponegoro, Semarang

Abstract

Rms amplitude and spectral decomposition attribute have been extracted for hydrocarbon potential identification in Amandah area, Talangakar Formation, North West Java Basin. Purpose of rms amplitude extractions is to see the change of lithology which is extreme. Example is like reservoir existence. Spectral decomposition has been used to see reservoir at thin thickness. The seismic attributes has been extracted from seismic data 3D Pre Stack Time Migration (PSTM). Log data has been taken from a well (AMD-01) to interpret and determine reservoir thickness in interest zone. Seismic attribute analysis has been used to see existence and shape of channel's geometry spreading. The result of rms amplitude attribute extraction is reservoir which can be detected clearly at 10 ms, 20 ms, 30 ms and 40 ms window analysis. Whereas the result of spectral decomposition attribute extraction is reservoir which can be detected at 15 Hz – 25 Hz frequency with 30 ms and 40 ms window analysis. The result of rms amplitude and spectral decomposition attribute analysis shows hydrocarbon in Amandah area, Talangakar Formation is potential in channel depositional facies with depositional direction at north-south (N-S) and north nort east – south south west (NNE-SSW) and thickness high of channel is concern at 36-60 m.

Key words: *Seismic attribute, rms amplitude, spectral decomposition, reservoir,*

Intisari

Telah dilakukan ekstraksi atribut seismik amplitudo rms dan spectral decomposition untuk identifikasi potensi hidrokarbon di daerah Amandah, Formasi Talangakar, Cekungan Jawa Barat Utara. Ekstraksi atribut amplitudo rms dimaksudkan untuk melihat perubahan litologi batuan yang ekstrim, seperti keberadaan adanya suatu lapisan reservoir. Atribut spectral decomposition digunakan untuk melihat lapisan tipis reservoir pada batuan. Atribut seismik diekstrak dari data seismik 3D Pre Stack Time Migration (PSTM). Data log diambil dari satu sumur (AMD-01) untuk interpretasi dan menentukan ketebalan reservoir pada zona target. Analisis atribut seismik digunakan untuk melihat keberadaan dan bentuk geometri penyebaran lapisan reservoir berupa fasies pengendapan channel. Dari hasil ekstraksi atribut amplitudo rms terlihat reservoir terdeteksi dengan baik pada analisis jendela 10 ms, 20 ms, 30 ms, 40 ms dan dari hasil ekstraksi atribut spectral decomposition terlihat reservoir terdeteksi dengan baik pada frekuensi 15 Hz sampai dengan 25 Hz dengan analisis jendela 30 ms dan 40 ms. Hasil dari analisis kedua atribut tersebut memperlihatkan potensi hidrokarbon daerah Amandah, Formasi Talangakar terletak pada fasies pengendapan channel dengan arah pengendapan relatif mengarah utara – selatan (N-E), utara timurlaut - selatan baratdaya (NNE-SSW) dengan ketebalan channel berkisar antara 36 – 60 m.

Kata kunci: *Atribut seismik, amplitudo rms, spectral decomposition, reservoir,*

Pendahuluan

Cekungan Jawa Barat Utara merupakan salah satu wilayah penghasil minyak di Indonesia. Daerah Amandah sebagai salah satu wilayah yang terletak di area cekungan Jawa Barat Utara memiliki adanya tanda-tanda cadangan hidrokarbon yang cukup melimpah. Hal ini diketahui setelah PT Pertamina melakukan kegiatan eksplorasi di daerah Amandah untuk mengembangkan lapangan minyak di Jawa Barat. Daerah Amandah merupakan lapangan minyak yang membutuhkan banyak evaluasi struktur geologi dan stratigrafi dalam upaya pengembangannya. Salah satunya merupakan identifikasi potensi hidrokarbon terutama pada Formasi Talangakar. Formasi ini memiliki lingkungan pengendapan yang sangat baik untuk berkembangnya reservoir berupa fasies pengendapan *channel* dan jebakan hidrokarbon^[1]. Seiring dengan pencarian minyak bumi dan gas yang semakin kompleks, dalam mengembangkan lapangan minyak seperti di daerah Amandah diperlukan teknik yang lebih akurat dan efektif.

Salah satu teknik yang sering digunakan untuk membantu menganalisis dan menginterpretasikan gambaran kondisi geologi bawah permukaan adalah dengan menggunakan atribut seismik. Atribut amplitudo merupakan atribut dasar dalam jejak (*trace*) seismik yang dapat digunakan untuk melacak perubahan litologi batuan yang ekstrim seperti adanya keberadaan reservoir^[2]. Dalam seismik stratigrafi, atribut seismik dapat menggambarkan geometri perlapisan dan pola hubungan lingkungan pengendapan^[3], namun untuk lapisan batuan dengan lebar di bawah resolusi vertikal dari gelombang seismik mengakibatkan jejak gelombang seismik dari lapisan tersebut sulit diinterpretasikan. Pendekatan dalam mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan teknik *spectral decomposition*. De Groot^[4] menyatakan bahwa atribut *spectral decomposition*

dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan lapisan pasir dan bentuk geometri tubuh *channel* dengan ketebalan di bawah resolusi vertikal gelombang seismik.

Atribut Amplitudo *rms*

Salah satu sinyal seismik yang umumnya digunakan untuk mendapatkan informasi reservoir adalah amplitudo. Pendekatan interpretatif untuk mengevaluasi reservoir dari atribut amplitudo menggunakan asumsi yang sederhana, yaitu *brightspot* pada peta seismik yang mendasarkan pada besar kecilnya amplitudo akan lebih tinggi bila saturasi hidrokarbon tinggi, porositas semakin besar, *pay thickness* lebih tebal (walaupun dengan beberapa komplikasi *tuning effect*). Secara umum bahwa semakin terang *brightspot* (semakin nyata kontras amplitudo) semakin bagus prospeknya^[2].

Dalam gelombang seismik, amplitudo menggambarkan jumlah energi dalam domain waktu. Atribut amplitudo dibedakan menjadi atribut amplitudo jejak kompleks dan amplitudo primer. Contoh atribut amplitudo jejak kompleks antara lain, kuat refleksi atau amplitudo sesaat yang merupakan akar dari energi total sinyal seismik pada waktu tertentu yang secara matematis dapat didefinisikan sebagai berikut^[2]:

$$R(t) = \sqrt{g^2(t) + h^2(t)} \quad (1)$$

dengan $g(t)$ adalah bagian riil jejak seismik dan $h(t)$ adalah bagian imajiner jejak seismik. Aplikasi atribut ini terutama digunakan sebagai indikator hidrokarbon langsung serta pembuatan fasies dan ketebalan. Contoh dari atribut amplitudo primer antara lain adalah amplitudo *rms*.

Atribut amplitudo yang digunakan dalam penelitian ini adalah amplitudo *rms*. Amplitudo *rms* merupakan akar dari jumlah energi dalam domain

waktu yang secara matematis dapat didefinisikan sebagai berikut:

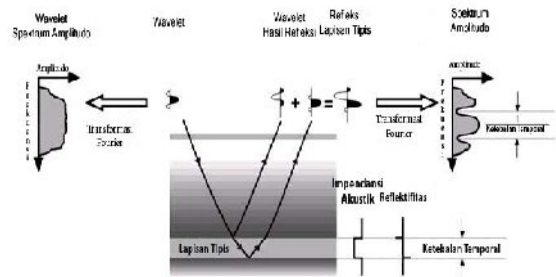
$$A_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i^2}$$

$$= \sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \dots + r_n^2}{N}} \quad (2)$$

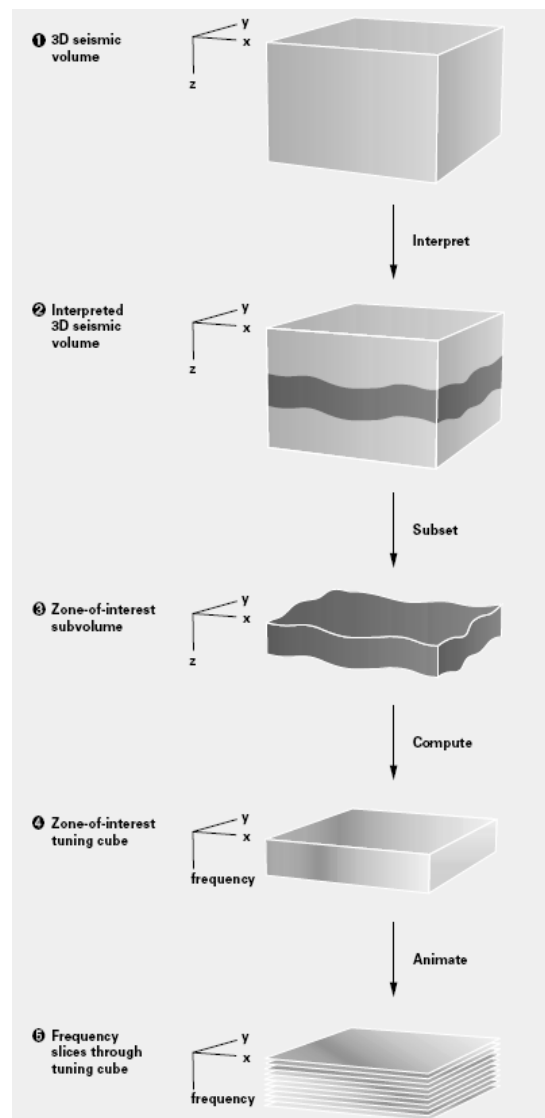
dengan N merupakan jumlah amplitudo pada jangkauan (*range*) tertentu dan r merupakan nilai dari amplitudo. Karena nilai amplitudo dikuadratkan dulu sebelum dirata-ratakan, maka perhitungan *rms* sangat sensitif terhadap nilai amplitudo yang ekstrim.

Atribut Spectral Decomposition

Konsep yang mendasari *spectral decomposition* adalah berdasarkan fakta bahwa suatu seismik refleksi dari lapisan batuan yang tipis (pada atau di bawah resolusi vertikal seismik) akan memberikan suatu respon karakteristik frekuensi tertentu. Jika frekuensi diasosiasikan dengan ketebalan pada bagian dari zona target maka hal tersebut dapat memberikan informasi gambaran yang lebih detail jika dibandingkan dengan *processing* seismik konvensional. Dengan menggunakan *spectral decomposition* maka dapat dilihat spektrum amplitudo dan fase kedalam spesifik panjang gelombang^[5]. Gambaran efek lapisan tipis batuan dari gelombang seismik refleksi digambarkan dalam gambar 1. Karakteristik frekuensi diperoleh dari suatu ketebalan batuan dan densitas dari lapisan material serta kecepatan sinyal yang melaluinya. Lapisan material tersebut berasal dari sejumlah perlapisan batuan dengan karakteristik frekuensi tersendiri. Untuk mendapatkan frekuensi pada setiap lapisan, suatu ketebalan dari lapisan harus dimasukkan kedalam selang frekuensi sampai diperoleh frekuensi maksimum yang diinginkan. Urutan proses dalam pengolahan atribut *spectral decomposition* dapat digambarkan pada gambar 2.



Gambar 1 Efek lapisan tipis batuan pada gelombang seismik refleksi^[6]



Gambar 2 Proses dalam pengolahan atribut Spectral Decomposition^[7]

Tampak bahwa untuk mengobservasi karakteristik frekuensi dengan menggunakan metode *spectral decomposition*, yang pertama dilakukan adalah melakukan interpretasi seismik yaitu dengan *picking horizon* dari data seismik 3D dan memilih jendela (*window*) untuk menghasilkan suatu bagian volume dari zona target. Gelombang seismik refleksi pada zona tersebut akan terproses ke dalam karakteristik frekuensi pada tiap kedalaman lapisan. Efek tersebut disebut *tuning cube*, dengan sumbu z dari data seismik berubah menjadi besaran frekuensi. Secara matematis hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan transformasi fourier. Dari proses *tuning cube* dapat dipilih frekuensi yang sesuai untuk melihat tampilan gambar geologi yang diharapkan. Tiap frekuensi yang dipilih akan menampilkan model animasi *spectral decomposition* yang menggambarkan kondisi geologi pada lapisan zona target.

METODE PENELITIAN

Data Seismik

Data yang digunakan merupakan data seismik 3D *Pre Stack Time Migration* (PSTM) daerah Amandah. Data seismik terdiri dari 250 *trace* dan 350 *line* dengan interval antar *trace* 40 m. Data diambil pada *sample rate* 2 ms. Data *log* sonik, data *log* densitas, data *log* sinar gamma dan VSP pada sumur AMD-01 digunakan untuk interpretasi data seismik

Pengolahan Atribut Seismik

Dalam penelitian ini digunakan dua atribut seismik yaitu atribut amplitudo *rms* dan atribut *spectral decomposition*. Ekstraksi atribut amplitudo *rms* dilakukan pada jendela di atas, di bawah atau di antara *horizon line*, sesuai dengan hasil analisis data *log*. Dari hasil atribut amplitudo *rms* tersebut kemudian dibandingkan hasilnya dengan atribut *spectral decomposition* untuk dijadikan referensi dalam tahap interpretasi geometri penyebaran reservoir pada zona target

Analisis hasil dalam penelitian ini meliputi hasil interpretasi data seismik dan analisis hasil dari ekstraksi atribut amplitudo *rms* dan *spectral decomposition*. Dari hasil interpretasi data seismik diharapkan dapat diketahui pola patahan dan peta struktur waktu pada zona target sehingga dapat digunakan untuk membantu menganalisis penyebaran reservoir pada zona target.

Hasil dan Analisis Atribut Seismik

Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi atribut amplitudo *rms* dan *spectral decomposition* pada horison SND yaitu lapisan pasir tipis pada intra TAF sebagai zona target. Dalam proses interpretasi atribut amplitudo *rms*, ekstraksi atribut amplitudo *rms* dilakukan pada analisis jendela 10 ms, 20 ms, 30 ms dan 40 ms, sesuai dengan perkiraan ketebalan lapisan pasir dari data *log*. Dari interpretasi hasil analisis atribut *rms* pada gambar 3, terlihat penyebaran lapisan pasir yang merupakan pengendapan *channel* dengan arah pengendapan relatif N-E dan NNE - SSW. Anomali terang (*Brightspot*) warna kuning sampai ke merah-merahan mencerminkan nilai amplitudo yang tinggi yang mencerminkan keberadaan reservoir atau *channel*.

Dalam penelitian ini, ekstraksi atribut *spectral decomposition* dilakukan pada beberapa nilai frekuensi, hal ini dimaksudkan untuk melihat spektrum amplitudo pada tiap frekuensi yang dipilih. Pemilihan frekuensi didasarkan pada perubahan spektrum amplitudo yang mencerminkan gambaran geologi pada zona target. Dengan menggunakan *spectral decomposition* maka diharapkan dapat dilihat fitur geologi di bawah ketebalan *tuning*. Ketebalan *tuning* di sekitar zona target diperoleh dengan cara mengukur panjang gelombang (1 *cycles* dari jejak seismik) pada penampang seismik *trace* 7450. Dari pengukuran tersebut diperoleh ketebalan *tuning*nya sekitar 28 m. Dari ekstraksi atribut *spectral decomposition* diharapkan dapat diperoleh geometri penyebaran *channel* yang ketebalannya

kurang dari 28 m. Jendela analisis harus dibuat seoptimum mungkin, artinya harus lebih lebar dari ketebalan *tuning* dan objek geologi yang dibuat serta tidak terlalu lebar karena akan memunculkan banyak objek geologi selain dari objek yang diteliti. Dari studi pustaka diperoleh informasi bahwa *spectral decomposition* dengan menggunakan algoritma DFT memperoleh hasil yang baik pada analisis jendela di atas 30 ms. Dalam penelitian ini digunakan pada analisis jendela 30 ms dan 40 ms. Hasil interpretasi atribut *spectral decomposition* pada gambar 4, terlihat adanya penyebaran lapisan pasir yang merupakan pengendapan *channel*. Arah pengendapan *channel* tersebut relatif mengarah N-E dan NNE-SSW.

Secara umum dari hasil ekstraksi atribut amplitudo *rms* dan *spectral decomposition* pada zona target SND, terlihat penyebaran pengendapan *channel* relatif mengarah N-W dan NNE-SSW. Pada atribut *rms* terlihat penyebaran geometri *channel* yang sedikit berbeda dengan hasil ekstraksi dari atribut *spectral decomposition*. Dari hasil ekstraksi atribut amplitudo *rms*, atribut tersebut bisa memberikan gambaran penyebaran tubuh geometri *channel* namun sulit untuk menginterpretasikan batas-batas dari geometri *channel* tersebut. Atribut amplitudo *rms* menggunakan perhitungan statistik yang nilainya hanya tergantung pada jumlah dan nilai *data point* dari setiap analisis jendela sebagai data masuknya, oleh karena itu atribut amplitudo *rms* kurang baik untuk melihat lapisan batuan dengan ketebalan yang relatif tipis atau di bawah resolusi vertikal gelombang seismik karena tidak dapat memisahkan atau membedakan nilai amplitudo hasil interferensi gelombang seismik dari beberapa reflektor. Pada atribut *spectral decomposition* detail tidaknya geometri penyebaran *channel* yang terbentuk tergantung pada kandungan frekuensi pada data seismik, semakin lebar kandungan frekuensinya semakin detail

bentuk geometri *channel* yang terlihat. Dalam penelitian ini pengambilan data seismik 3D dilakukan pada *sample rate* 2 ms maka kandungan frekuensi (*frequency content*) yang dapat dilihat dalam atribut *spectral decomposition* adalah 1 – 250 Hz. Dengan lebar kandungan frekuensi tersebut maka dapat dilihat lapisan-lapisan mana yang *tertuning* pada frekuensi 1Hz, 2 Hz sampai dengan 250 Hz, baik yang berada pada, di atas atau di bawah resolusi vertikal gelombang seismik. Dari hasil ekstraksi atribut *spectral decomposition* terlihat bahwa atribut tersebut cukup baik dalam melihat batas dari penyebaran tubuh *channel* jika dibandingkan dengan atribut amplitudo *rms*.

Analisis Potensi Hidrokarbon

Potensi hidrokarbon daerah Amandah, Formasi Talangakar terletak pada fasies pengendapan *channel*. Hasil ekstraksi atribut amplitudo *rms* dan *spectral decomposition* memperlihatkan pengendapan *channel* berkembang pada batas sesar. Bila melihat gambar 5 dan 6 terlihat hasil ekstraksi atribut amplitudo *rms* dan *spectral decomposition* yang di *overlay* dengan kontur struktur waktu. Dari gambar tersebut terlihat pola penyebaran *channel* umumnya terlihat pada daerah rendahan, hal ini mencerminkan bahwa kontrol penyebaran pengendapan *channel* merupakan kondisi topografi pada saat terjadi pengendapan. Perubahan topografi bisa dikarenakan sesar dan lokal topografi pada daerah tersebut. Dari analisis interpretasi data seismik, peta kontur struktur waktu dan hasil ekstraksi seismik atribut maka dapat disimpulkan bahwa pola penyebaran pengendapan *channel* pada daerah Amandah Formasi Talang Akar relatif dipengaruhi oleh sesar-sesar yang mengarah N-S dan NNE-SSW.

Berdasarkan hasil analisis ekstraksi atribut *spectral decomposition* terlihat bahwa *channel* terdeteksi atau *tertuning* dengan baik pada frekuensi 15 Hz – 25 Hz, hal ini berarti tebal pengendapan *channel* dapat berkisar antara 36 – 60 m dengan

waktu tempuh penjalaran gelombang seismik berkisar antara 20 ms – 33 ms dalam TWT. Umumnya tebal pengendapan suatu *channel* tidak lebih dari 10 m. Hasil ekstraksi atribut *spectral decomposition* tersebut menunjukkan kemungkinan endapan yang terdeteksi merupakan *stacked channel* yang proses pengendapan *channel*nya tidak berlangsung oleh satu kali proses pengendapan. Kemungkinan lain jenis *channel* berupa *incised-valley fills*, yaitu lembah yang terbentuk karena proses pengikisan saat terjadi muka air laut turun (regresi) dan terjadi sedimentasi pada saat muka air laut naik (transgresi).

Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa potensi hidrokarbon daerah Amandah pada Formasi Talangakar terletak pada fasies pengendapan *channel* dengan penyebaran *channel* relatif mengarah utara – selatan (N - S) dan utara timurlaut – selatan baratdaya (NNE – SSW) dengan ketebalan *channel* berkisar antara 36 – 60 m.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada Bapak Ari Samudro, PT Pertamina EP Jakarta yang telah memfasilitasi dan membimbing penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Bishop, M. G. 2000. *Petroleum Systems of The Northwest Java Province Java and Offshore South East Sumatra Indonesia*. USA. USGS.
- [2] Tangkalalo, D. dan W. Hindadari. 1999. *Aplikasi Data Seismik 3D Untuk Reassessment Lapangan Minyak Tua Studi Kasus Struktur Rantau*, Jakarta. Prosiding Lomba Karya Tulis. Direktorat Eksplorasi dan Produksi. Pertamina. hal 81 – 85.
- [3] Chambers, L.R. 2003. *Quantitative Use of Seismic Attributes for Reservoir Characterization Quantitative*. Geosciences Inc.
- [4] De Groot-Bril Earth Sciences. 2006. www.dgb-group.com/images/stories/PDF/tu-05-01-sd.pdf. 19 April 2006.
- [5] Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. dan D.A. Keys. 1976. *Applied Geophysics*. New York. Cambridge University Press.
- [6] Landmark. 2003. *SpecDecomp 2003 12 Tuning Cube Tuning Mapper and Volume Recon*. Landmark Graphics Corporation.
- [7] Verzi, H. 2004. *Application of Spectral Decomposition to the Definition of Carbonated Bodies in Middle Member of Quintuco Formation (Lower Cretaceous) Central Neuquen Basin Argentina*, APPG.