

ANALISA POTENSI MINYAK DAN GAS BUMI DENGAN ATRIBUT SEISMIK PADA BATUAN KARBONAT LAPANGAN *ZEFARA* CEKUNGAN SUMATERA SELATAN

Fatimah Miharno

Jurusan Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta Indonesia
fatim_miharna@yahoo.com

Abstrak

*Lapangan *Zefara* Formasi Baturaja pada Cekungan Sumatera Selatan merupakan reservoir batuan karbonat dan berprospek gas. Data yang digunakan, yaitu: data seismik 3D PSTM, data sumur, dan data geologi. Dari data geologi, diketahui bahwa tipe jebakan hidrokarbon pada area penelitian berupa jebakan stratigrafi dari litologi batu gamping dan jebakan struktur berupa antiklin yang tersesarkan. Penelitian ini dibatasi pada upaya memetakan zona akumulasi hidrokarbon dan zona reservoir batu gamping yang potensial dengan menggunakan analisis atribut seismik. Data yang digunakan adalah data seismik 3D, data sumur, dan data checkshot. Hasil analisis parameter-parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan log sebagai kontrol analisis. Daerah prospek hidrokarbon didapat dari analisis atribut amplitudo RMS dan frekuensi sesaat. Analisis data seismik menggunakan atribut amplitudo RMS dan frekuensi sesaat berkorelasi dengan keberadaan hidrokarbon pada Lapangan *Zefara* karena amplitudonya rendah yang terdapat pada reservoir Baturaja. Amplitudo rendah menunjukkan nilai AI yang rendah berkorelasi dengan tingginya porositas dan tingginya Hidrokarbon Contact (HC).*

Kata kunci: Formasi Baturaja, seismik, atribut RMS

Abstract

**Zefara* Field Baturaja Formation in South Sumatera Basin is a reservoir carbonate and prospective gas. Data is used 3D seismic data, well logs, and geological information. According to geological report known that hydrocarbon traps in research area are limestone layer as stratigraphical trap and faulted anticline as structural trap. The study restricted in effort to make a hydrocarbon accumulation and a potential carbonate reservoir area maps with seismic attribute. All of the data used in this study are 3D seismic data set, well-log data and check-shot data. The result of the analysis are compared to the result derived from log data calculation as a control analysis. Hydrocarbon prospect area generated from seismic attribute and are divided into three compartments. The seismic attribute analysis using RMS amplitude method and instantaneous frequency is very effective to determine hydrocarbon accumulation in *Zefara* field, because low amplitude from Baturaja reservoir. Low amplitude hints low AI, determined high porosity and high hydrocarbon contact (HC).*

Keywords: Baturaja Formation, seismic, attribute RMS

1. Pendahuluan

Hidrokarbon merupakan kebutuhan pokok untuk energi yang paling banyak dipakai untuk abad ini. Salah satu ilmu yang bisa digunakan adalah atribut seismik. Pada tahun 1960-1970, atribut amplitudo sesaat menjadi atribut seismik yang umum digunakan dalam eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi. Selain itu, penentuan daerah prospek hidrokarbon harus lebih akurat. *Reservoir* hidrokarbon biasanya mempunyai karakteristik yang kompleks serta bersifat *heterogen* dan *anisotropy* walaupun tersusun dari satu jenis batuan. Permasalahan reservoir semacam itu akan dapat menyebabkan menurunnya rasio keberhasilan dalam pemboran sumur minyak dan gas serta sebaliknya akan meningkatkan rasio kegagalan pemboran suatu sumur baik minyak maupun gas [5].

Atribut amplitudo merupakan atribut dasar dalam jejak (*trace*) seismik yang dapat digunakan untuk melacak perubahan litologi batuan yang ekstrim, seperti: adanya keberadaan reservoir. 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, dan *pay thickness* lebih tebal (walaupun dengan beberapa komplikasi *tuning effect*). Secara umum bahwa semakin terang *brightspot* (semakin nyata kontras amplitudo), maka semakin bagus prospeknya. *Reservoir* minyak yang beberapa tahun terakhir banyak mendapat sorotan dan disebut sebagai reservoir masa depan adalah karbonat. Hal tersebut disebabkan pori-porinya yang besar, sehingga dapat menyimpan hidrokarbon dalam jumlah yang relatif lebih banyak.

Penelitian dilakukan berdasarkan nilai amplitudo dan frekuensi dari data seismik, kemudian melalui metode berdasar atribut seismik dilakukan pemetaan amplitudo rms dan frekuensi sesaat pada daerah target di seluruh area penelitian. Daerah target reservoir difokuskan pada Formasi Baturaja (BRF) yang merupakan salah satu reservoir utama penghasil hidrokarbon di Cekungan Sumatera Selatan. Maksud dan tujuan penelitian adalah membuat peta struktur waktu dan peta kedalaman beserta peta ketebalannya, kemudian membuat peta amplitudo rms dan frekuensi sesaat serta identifikasi daerah-daerah prospek potensi hidrokarbon.

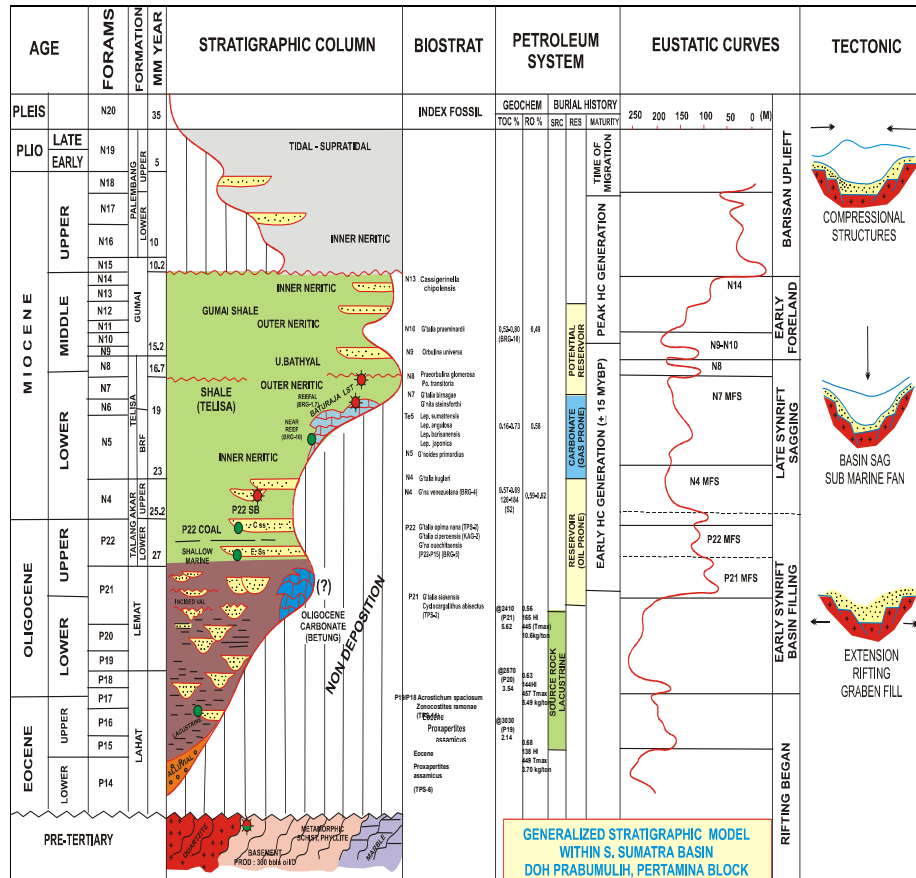
Secara geologi, regional area penelitian terbagi atas dua periode utama di dalam perkembangan basin wilayah penelitian, yaitu: selama pengendapan Talangakar dan Airbenakat. Pada saat pengendapan Lahat dan Talangakar, perkembangan basin lebih banyak dikontrol trend NE-SW. Sebaliknya, selama pengendapan Airbenakat geometri basin berubah dari *trend* NE-SW menjadi mendekati W-E.

Formasi Baturaja diendapkan selaras di atas Formasi Talangakar (TAF) pada kala Miosen Awal bagian bawah. Ketebalan Formasi Baturaja pada daerah Pagardewa bervariasi 50 – 100 meter yang terbentuk dari fasies *platform*, dengan perbedaan karakteristik batuan yang menonjol. Pada umumnya, bagian atas tersusun oleh batu gamping tipe *chalky* dengan *plentic foram* dan *bentic foram* serta beberapa tempat terdapat *corraline algae* yang mempunyai porositas *vein-vuggy (micro porosity)*. Bagian bawah, terdiri dari: batu gamping kristalin didominasi semen kalsit serta terdiri dari: *bioclastic weckestone*, sedikit *plentic foram*, dan beberapa tempat terdapat *vein*. Siklus pengendapan Sedimen Tersier di Cekungan Sumatera Selatan terbagi dalam dua fase (Gambar 1) sebagai berikut.

1. Fase Transgresi yang menghasilkan endapan kelompok Telisa, yaitu: Formasi Talang Akar, Baturaja, dan Gumai. Kelompok ini diendapkan tidak selaras di atas batuan dasar berumur Pra- Tersier.
2. Fase Regresi yang menghasilkan endapan kelompok Palembang, yaitu: Formasi Air Benakat, Muara Enim, dan Kasai.

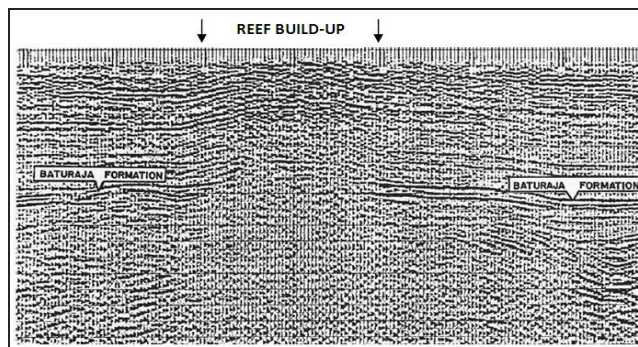
Pembagian Lithostratigrafi Sub-Sub Cekungan Palembang Selatan dimulai dengan sekuen transgresi, dengan diendapkannya endapan vulkanik *non-marine* (Formasi Lemat atau Lahat), endapan paralik (Formasi Talang Akar Bawah), endapan laut dangkal (Formasi Talang Akar Atas dan Baturaja), serta endapan laut dalam (Formasi Gumai). Sekuen transgresi pada bagian atas diikuti oleh sekuen regresi, dengan diendapkannya Formasi Air Benakat, Muara Enim, dan Kasai.

Pada Sistem Petroleum ini, akan dijelaskan mengenai batuan induk, batuan reservoir hidrokarbon, jenis perangkap yang ada, dan batuan penutup (*seal*). Dari Peta Regional Konfigurasi *Basement*, terlihat adanya 2 *sub-basin*, yaitu: *Sub-Basin* Lematang dan Muara Enim. *Sub-Basin* Lematang merupakan tempat pembentukan minyak dan gas bumi pada lapangan penelitian. Batuan induk di daerah lapangan penelitian, terdiri dari: serpih Formasi Lahat, Talang Akar, dan Gumai. Formasi Lahat dan Talang Akar yang diendapkan di *fluvio-deltaic* memiliki kandungan organik yang lebih kaya daripada yang diendapkan di laut dangkal yang menunjukkan potensial yang baik untuk pembentukan minyak dan gas bumi [3]. Pada umumnya, batuan reservoir utama adalah batu gamping dari Formasi Baturaja dan batu pasir dari Formasi Talang Akar. Formasi Baturaja, terdiri dari: dua fasies, yaitu: fasies batu gamping terumbu dan klastik berdasarkan contoh batuan permukaan yang mengindikasikan BRF berumur Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Unit karbonat ini mengindikasikan kondisi lingkungan laut di Sub Cekungan Palembang Selatan.



Gambar 1. Kolom stratigrafi Sub-Sub Cekungan Palembang Selatan (Satyana, 2005)

Fasies batu gamping terumbu hanya berkembang di daerah tinggian sedangkan fasies batu gamping klastik berkembang hingga daerah dalaman. Pada umumnya, batu gamping terumbu ini berkembang selama fase muka air laut naik atau muka air laut tertinggi. Menurut [3], Formasi Baturaja merupakan reservoir yang berkembang baik di Cekungan Sumatera Selatan dengan potensi hidrokarbon baik sampai sangat baik, dengan nilai *Total Organic Carbon* (TOC) 0,6 – 1,5 %. Batuan karbonat pada Formasi Baturaja mempunyai ketebalan yang tidak begitu besar, yaitu: sekitar 90 sampai 150 m (*Low Relief Karbonat Build-ups*) pada bagian atas dari Formasi Baturaja yang merupakan daerah yang *porous* dibandingkan dengan bagian *base*-nya yang relatif kompak (Gambar 2).



Gambar 2. Reef Build-Up pada penampang seismik di Blok Musi Cekungan Sumatera Selatan [1]

Selain porositas primer, batuan karbonat Formasi Baturaja juga menghasilkan porositas sekunder di mana batuan ini tersingkap ke permukaan dan mengalami pelarutan yang menghasilkan porositas sekunder, kemudian mengalami penenggelaman dan terendapkan Formasi Gumai di atasnya. Selain Formasi Baturaja, batu pasir halus Formasi Gumai juga berpotensi sebagai batuan reservoir.

Batuan yang bertindak sebagai lapisan (*regional sealing*) yang baik di dalam cekungan adalah batu serpih (*shale*) Formasi Gumai yang relatif cukup tebal. Selain itu, juga lapisan yang dapat berfungsi sebagai batuan penutup adalah batu lempung Formasi Talang Akar dan Air Benakat. Secara regional, jebakan minyak di daerah penelitian adalah kombinasi antara jebakan stratigrafi dan struktur. Jebakan stratigrafi ditandai dengan adanya fasies terumbu karang Baturaja yang *porous*.

Migrasi vertikal dan lateral dimulai pada awal Miosen Tengah. Migrasi vertikal melalui daerah sesar, seperti: migrasi dari batuan induk pada Formasi Talang Akar di Daerah Limau Graben. Migrasi Lateral terjadi sesuai dengan arah kemiringan *dip*. Sebagai contoh adalah migrasi dari batuan induk Formasi Talang Akar di Daerah Tanjungmiring *Deep*.

2. Metode Penelitian

Atribut seismik adalah suatu metode yang sangat berguna baik secara kualitatif maupun kuantitatif dalam memetakan fitur-fitur geologi bawah permukaan. Sebelum interpretasi klasik dengan penelusuran horison dan pembuatan peta struktur waktu dimulai, penerapan atribut-atribut seismik yang tepat secara bergantian dapat memberikan gambaran umum mengenai susunan struktur geologi dan batas-batas dari stratigrafi mayor. Atribut seismik telah terbukti dapat diterapkan hampir di semua lingkungan geologi dari karbonat sampai vulkanik dan dari sesar turun sampai sesar naik. Selain itu, seismik atribut juga dapat membantu dalam menentukan lingkungan pengendapan dan mengenalkan fasies pada data seismik. Ketika data seismik atribut dikalibrasi dengan hanya satu data sumur saja, maka data tersebut sudah dapat digunakan untuk mengidentifikasi fasies dan menyediakan informasi baik litologi maupun fluida [2].

Metode atribut seismik juga merupakan upaya penyajian dan analisis data seismik berdasarkan informasi utama, yaitu: informasi waktu, frekuensi, amplitudo, dan fase pada jejak seismik kompleks. Atribut seismik memberikan informasi parameter-parameter fisik batuan bawah permukaan, seperti: amplitudo dan fase yang secara tidak langsung diperoleh melalui data seismik. Atribut seismik sekarang telah mengalami banyak perkembangan sehingga semakin banyak informasi yang dapat diekstrak dan ditampilkan untuk keperluan interpretasi.

Atribut amplitudo sebagai salah satu metode dalam analisis indikator langsung hidrokarbon. Atribut amplitudo merupakan atribut terdasar dari jejak seismik yang diturunkan dari perhitungan statistik. Atribut amplitudo ini banyak digunakan untuk mengidentifikasi anomali amplitudo akibat adanya hidrokarbon, seperti: *bright spot* ataupun *dim spot*. Menurut [2], arti penting dari atribut ini adalah bahwa ia menghilangkan pengaruh distorsi dari polaritas refleksi dan fasa *wavelet* dari amplitudo seismik. Hal tersebut mengakibatkan *bright-spots* lebih mudah terlihat dan juga memungkinkan perbandingan relatif antar anomali amplitudo.

Lebih spesifik lagi dalam penelitian ini, penulis menggunakan jenis atribut amplitudo akar kuadrat rata-rata (*root mean square/rms*). Prinsip dasar atribut ini adalah akar kuadrat rata-rata dari kuadrat amplitudo dalam interval waktu tertentu. Amplitudo dikuadratkan sebelum dirata-ratakan, maka komputasi *rms* akan sensitif terhadap perubahan nilai amplitudo tinggi ataupun rendah.

$$Amp_RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Amp_i^2} \quad (1)$$

Amplitudo positif maksimum merupakan amplitudo puncak maksimum dari jejak seismik dalam interval jendela analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi anomali amplitudo akibat perubahan litologi ataupun akumulasi hidrokarbon.

Perubahan fase sesaat terhadap waktu akan menghasilkan fungsi yang disebut frekuensi sesaat (*instantaneous frequency*) yang dinyatakan sebagai berikut.

$$\omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt} \quad (2)$$

Frekuensi merepresentasikan kecepatan perubahan dari fasa sesaat sebagai fungsi dari waktu. Ia merupakan ukuran dari lereng tras fasa dan didapatkan dari turunan pertama fasanya. Nilainya berkisar

dari -Frekuensi Nyquist sampai +Frekuensi Nyquist. Meskipun begitu, umumnya nilai frekuensi sesaat ini akan berharga positif.

Melalui atribut frekuensi sesaat, dapat diketahui karakter frekuensi suatu reflektor sehingga memudahkan interpretasi. Karakter dari reflektor akan berubah secara gradasional seiring dengan perubahan gradasional litologi atau ketebalan dari sekuen. Variasi, seperti: *pinchout* atau batas kontak hidrokarbon-air cenderung merubah frekuensi sesaat secara cepat.

Bayangan frekuensi rendah sering dilihat pada refleksi dari reflektor yang berada langsung di bawah pasir gas, kondensat, dan reservoir minyak sedangkan refleksi dari reflektor yang berada lebih dalam memperlihatkan kondisi normal. Hal tersebut terjadi karena adanya penyerapan frekuensi tinggi pada batu pasir gas dan reservoir minyak. Hilangnya frekuensi tinggi juga bisa merupakan indikator dari "onset-overpressure" fluida pori.

Frekuensi sesaat juga bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengalibrasi efek tuning lapisan tipis karena frekuensi sesaat ini lebih merepresentasikan sebuah nilai pada suatu titik, bukannya hasil perata-rataan pada suatu interval, maka frekuensi sesaat dapat menonjolkan perubahan-perubahan yang mendadak yang mungkin hilang selama proses perata-rataan tersebut. Perubahan seperti ini dapat mengindikasikan suatu pembajian atau pinggir dari batas hidrokarbon-air. Refleksi umumnya merupakan komposit dari refleksi individual yang berasal dari sejumlah reflektor berspasi rapat yang tetap berharga konstan pada separasi dan kontras IA. Superposisi refleksi-refleksi individual tersebut bisa menghasilkan suatu pola frekuensi yang merupakan karakter refleksi komposit. Karakter frekuensi sering merupakan alat korelasi yang baik.

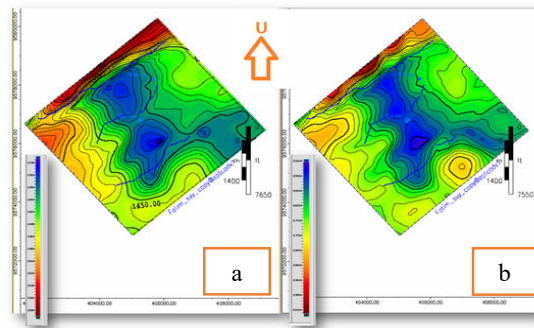
3. Hasil dan Analisis

4.1. Peta Struktur Waktu, Peta Kedalaman, dan Fault Outline

Peta Struktur Waktu merupakan peta dari penelusuran horizon yang berbentuk *pick* kemudian dibuat *grid*. Penelusuran horizon dilakukan dengan parameter *zero crossing* $-/+$, phase minimum, dan polaritas normal standar SEG. Hal tersebut dikarenakan data PSTM Seismik 3D mempunyai phase minimum. Pada Formasi Baturaja, penelusuran horizon dilakukan *zero crossing* $+/-$ karena Formasi Baturaja berada di *zero crossing* pada seismik section. Pada Formasi Talang Akar, parameter *picking zero cross* $-/+$ dan untuk *basement* dilakukan *zero crossing* $+/-$ karena Formasi Baturaja berada di *zero crossing* pada seismik section. *Fault outline* merupakan kenampakan patahan pada Peta Struktur Waktu, hasil *picking* patahan. Orientasi patahan adalah timur laut-barat daya.

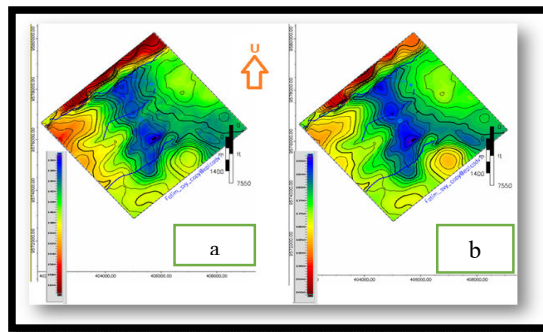
Peta Struktur Waktu diperoleh dengan penelusuran tiga horizon dengan bantuan tiga *marker* yang ada, yaitu: BRF, TAF, dan *basement*, dengan penamaan yang disesuaikan dengan nama *marker*. *Marker* BRF merupakan *top* dari Formasi Baturaja sedangkan *Marker Top* TAF merupakan *top* dari Formasi Talangakar Atas yang juga merupakan *bottom* dari Formasi Baturaja. Menurut informasi geologi, Formasi Baturaja diendapkan secara selaras di atas Formasi Talangakar sehingga batuan pada Formasi Talangakar bagian atas cenderung lebih bersifat *marine* gampingan. *Top Basement* merupakan *bottom* dari Formasi TAF.

Peta daerah penelitian dalam kawasan waktu ini dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: klosur tinggian (daerah dangkal) ditunjukkan oleh rendahan (daerah dalam) dan *flank* (lereng). Dari Peta Struktur Waktu, Horizon BRF dapat diketahui bahwa area penelitian dikontrol oleh struktur antiklin dengan orientasi arah timur-barat dan patahan-patahan utama dengan orientasi timur laut-barat daya yang merupakan sesar normal (Gambar 3). Menurut geologi, Peta Struktur Waktu Formasi TAF diendapkan langsung di atas batuan dasar (*basement*) secara tidak selaras pada miosen pada lingkungan transisi. Peta Struktur Waktu Formasi TAF hampir sama dengan Peta Struktur Waktu Formasi Baturaja. Hal tersebut dikarenakan tiga formasi tersebut mempunyai *setting* tektonik sama yang ditunjukkan dengan Peta Ketebalan Formasi BRF dan TAF.



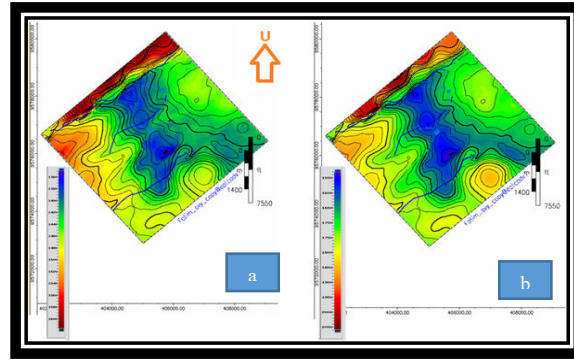
Gambar 3. Peta Top Formasi Baturaja a) struktur waktu dengan interval kontur 10 ms dan b) struktur kedalaman dengan interval kontur 10 m

Peta Struktur Waktu Formasi Baturaja daerah klosur tinggi (daerah dangkal) yang berwarna biru merupakan batu gamping *platform*. Daerah klosur tinggi (daerah dangkal) sekitar 1.650 ms – 1.500 ms yang ditunjukkan oleh warna biru, rendahan (daerah dalam) sekitar 1.400 ms – 1.300 ms yang ditunjukkan oleh warna merah, dan *flank* (lereng) sekitar 1.500 ms – 1.400 ms yang ditunjukkan oleh warna hijau sampai kuning. Peta Kedalaman daerah tinggi pada 1.500 m, lereng pada 1.650 m, dan daerah rendahan pada 1.800 m sampai 2.000 m (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Formasi Top Talang Akar a) struktur waktu dengan interval kontur 10 ms dan b) struktur kedalaman dengan interval kontur 10 m

Peta Struktur Waktu Formasi Talang Akar (Gambar 5) daerah klosur tinggi (daerah dangkal) yang berwarna biru sekitar 1.340 ms – 1.400 ms, dengan kedalaman 1.540 m. Daerah rendahan (daerah dalam) ditunjukkan oleh warna merah dan *flank* (lereng) ditunjukkan oleh warna hijau sampai kuning. Pola yang sama juga terjadi pada *basement*. Peta Kedalaman Formasi Talang Akar menunjukkan tinggi yang berada di tengah yang dikelilingi oleh rendahan. Hal yang serupa juga terjadi pada *basement* (Gambar 5).

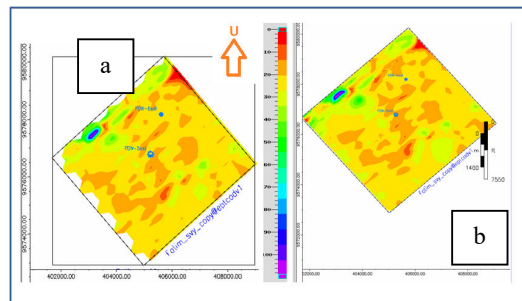


Gambar 5. Peta Top *Basement* a) struktur waktu dengan interval kontur 10 ms dan b) struktur kedalaman dengan interval kontur 10 m

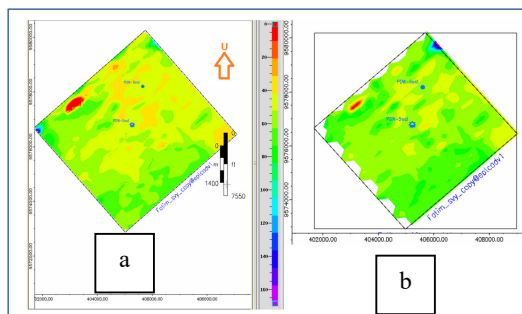
4.2. Peta Ketebalan

Peta Ketebalan merupakan Peta Ketebalan suatu formasi. Peta Ketebalan ini dihasilkan dari pengurangan horizon bawah (*bottom*) dikurangi horizon atas (*above*). Ada dua macam Peta Ketebalan, yaitu: *isochron* dan *isopach*. *Isochron* merupakan ketebalan suatu lapisan pada struktur waktu sedangkan *isopach* dari struktur kedalaman.

Peta Ketebalan Formasi Baturaja (Gambar 6) menunjukkan bahwa Formasi Baturaja diendapkan selaras di atas Formasi Talang Akar (Gambar 7), tanpa ada *event* khusus. Pada bagian tengah, Formasi Baturaja tipis dan menebal ke arah barat daya – utara. Dari Peta Ketebalan, diketahui bahwa ketebalan Formasi Baturaja sekitar 0 – 100 m dan ketebalan rata – rata sekitar 10 m – 30 m.



Gambar 6. Peta Ketebalan Formasi Baturaja a) *isochron* dan b) *isopach*

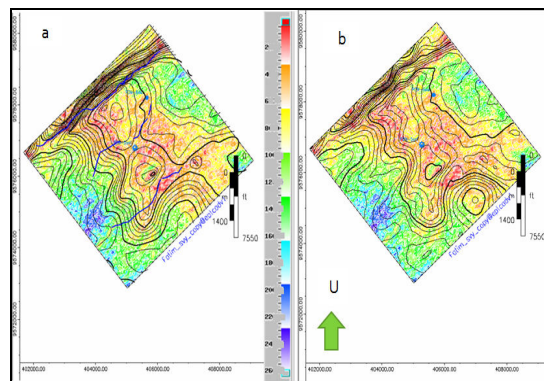


Gambar 7. Peta Ketebalan Formasi Talang Akar a) *isochron* dan b) *isopach*

4.3. Peta Atribut RMS

Atribut amplitudo RMS dapat menunjukkan daerah penyebaran hidrokarbon. Analisis anomali amplitudo berguna untuk melacak perubahan litologi yang ekstrim, seperti: pada kasus baik pasir gas maupun karbonat gas. Perhitungan atribut ini dilakukan dengan cara memasukan nilai amplitudo positif dan negatif yang dikuadratkan kemudian diakarkan, sehingga hasilnya akan menunjukkan harga amplitudo yang bernilai positif.

Peta Atribut Amplitudo RMS merupakan hasil penghitungan atribut seismic di sepanjang Horison Baturaja jendela *window* 35 ms, dengan *below window* -5 ms dan *above window* 30 ms. Peta ini menunjukkan anomali amplitudo yang memiliki beberapa ciri fluida (hidrokarbon). Anomali tersebut diperkirakan merupakan akumulasi hidrokarbon pada batu gamping. Amplitudo rendah berada pada bagian tengah dan menerus pada daerah tinggian antiklin, pada tinggian atau kedalaman amplitudonya rendah sekitar 0 – 9 dalam skala sedangkan pada daerah rendahan amplitudonya sekitar 14 – 22 dalam skala. Nilai amplitudo tersebut diakibatkan adanya kontras impedansi antara batu gamping yang memiliki impedansi yang lebih tinggi, dengan porositas kecil dan batu gamping yang memiliki impedansi yang lebih rendah, dengan porositas tinggi. Impedansi yang rendah diprediksi sebagai akibat keberadaan gas yang menjenuhi pori batu gamping. Nilai amplitudo rendah ditunjukkan dengan warna merah, nilai amplitudo sedang ditunjukkan dengan warna hijau sampai kuning, dan nilai amplitudo tinggi ditunjukkan dengan warna ungu (Gambar 8).

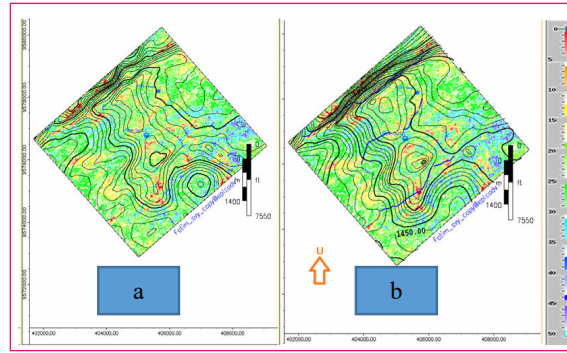


Gambar 8. a) Peta Amplitudo RMS dioverlay dengan interval kontur 10 ms dan patahan
b) Peta Amplitudo RMS dioverlay dengan interval kontur kedalaman 10 m
Formasi Baturaja *window below* 5 ms dan *above* 30 ms

4.4. Peta Frekuensi Sesaat

Atribut frekuensi sesaat rata-rata berguna untuk identifikasi anomali akibat kehadiran hidrokarbon. Akumulasi hidrokarbon menyebabkan menurunnya frekuensi tinggi atau dengan kata lain frekuensi yang rendah berasosiasi dengan kehadiran hidrokarbon karena teratenuasi.

Peta Atribut Frekuensi Sesaat (Gambar 9) merupakan hasil penghitungan atribut seismic di sepanjang Horison Baturaja jendela *window* 25 ms. Dengan *below window* -5 ms, *above window* 30 ms, dan parameter *cut off* 10 ms.

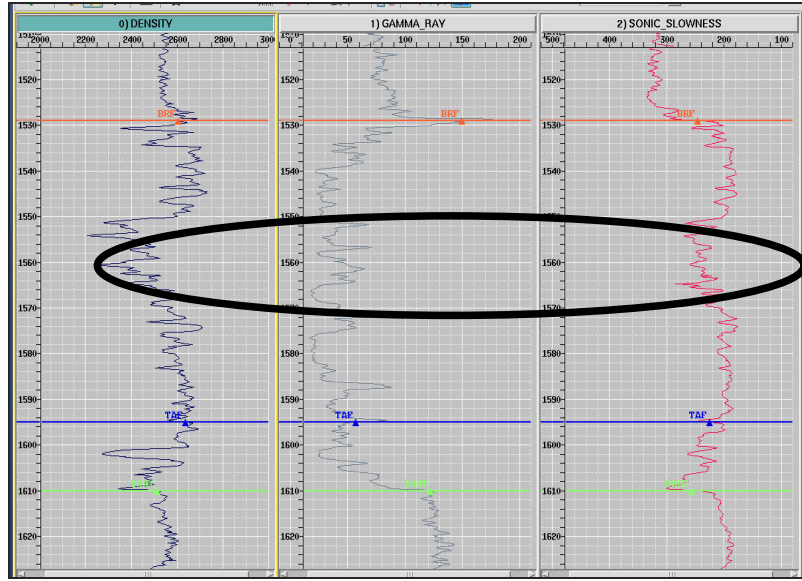


Gambar 9. a) Peta Frekuensi Sesaat *dioverlay* dengan interval kontur 10 ms dan patahan
 b) Peta Frekuensi Sesaat *dioverlay* dengan interval kontur kedalaman 10 m
 Formasi Baturaja *below* 5 ms dan *above* 30 ms *cut*

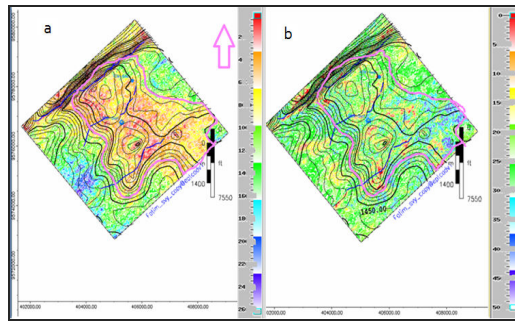
4.5. Daerah Prospek

Karbonat umumnya mempunyai densitas lebih besar daripada batu pasir, maka nilai porositas batuan karbonat kecil, sehingga menghasilkan gelombang P dengan nilai besar. Dengan nilai densitas besar dan gelombang P yang tinggi, maka akustik impedansi yang dihasilkan tinggi. Dengan akustik impedansi tinggi, maka gelombang amplitudo yang dihasilkan tinggi. Pada sumur P-5, daerah target adalah Formasi Baturaja terdapat anomali, yaitu: adanya nilai densitas yang mengecil dan membesar lagi. Hal tersebut juga terlihat pada log *sonic*, SP, dan *gamma ray* (Gambar 10). Hal ini yang diindikasikan adanya hidrokarbon. Densitas kecil batuan tersebut mempunyai porositas besar, maka kemungkinan porositas tersebut terisi oleh *fluida* ataupun gas. Hal tersebut menyebabkan menurunnya gelombang P melalui batuan karbonat yang porositasnya tinggi karena akan teredam atau teratenuasi. Dengan adanya densitas kecil dan kecepatan gelombang P yang kecil, maka nilai impedansi akustik yang dihasilkan juga kecil. Suatu reservoir yang baik atau umumnya banyak yang mencari suatu reservoir dengan porositas besar, nilai impedansi akustik kecil, dan tersaturasi air juga memiliki *Hydrocarbon Content* (HC) tinggi, sehingga daerah prospek pada Formasi Baturaja sekitar 20 m, yaitu: mulai kedalaman kurang lebih 1.550 m sampai 1.570 m (Gambar 10).

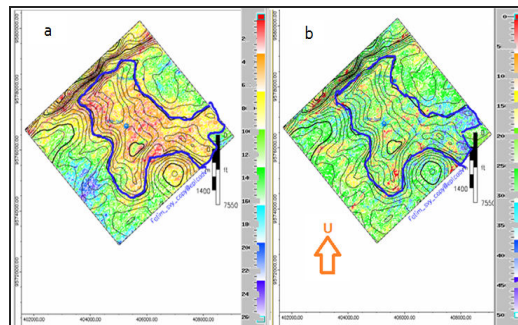
Dalam interpretasi, digunakan untuk melihat anomali hidrokarbon yang akan ditunjukkan dengan anomali frekuensi rendah (Gambar 11 dan Gambar 12). Efek tersebut kadangkala disebabkan oleh batu gamping yang tidak terkonsolidasi dikarenakan kandungan hidrokarbon. *Instantaneous frequency* (frekuensi sesaat) digunakan juga untuk melihat daerah fraktur (rekahan) karena daerah fraktur akan berasosiasi dengan daerah frekuensi rendah. Di samping itu, digunakan juga sebagai indikator ketebalan lapisan dan untuk melihat geometri pelapisan yang masif, seperti: *sand-prone lithologies*. Area tinggian berasosiasi dengan frekuensi rendah dan amplitudo tinggi sehingga dimungkinkan merekam zona prospek hidrokarbon (Gambar 13). Secara struktur, geologi berada pada tinggian antiklin.



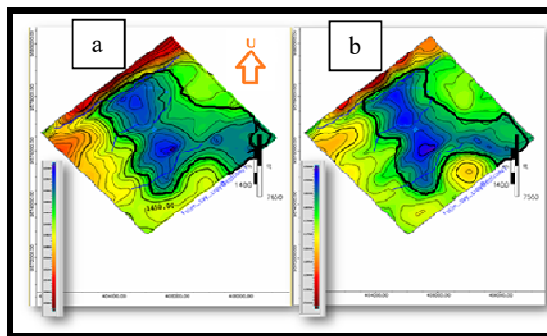
Gambar 10. Daerah prospek yang terlihat dari data sumur P-5



Gambar 11. Daerah prospek hidrokarbon yang ditentukan dari a) amplitudo RMS dan b) frekuensi sesaat dalam kontur struktur waktu



Gambar 12. Daerah prospek hidrokarbon yang ditentukan dari a) amplitudo RMS dan b) frekuensi sesaat dalam kontur kedalaman dengan interval 10 m Formasi Baturaja



Gambar 13. Daerah prospek hidrokarbon dalam a) Peta Struktur Waktu interval kontur 10 ms dan b) Peta Kedalaman interval kontur 10 m pada Formasi Baturaja

5. Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Data sumur log gamma ray dan informasi data pengintaian sumur diketahui daerah pengendapannya berada pada laut dangkal.
2. Berdasarkan sebaran nilai amplitudo, nilai frekuensi sesaat, Peta Struktur Waktu, dan Peta Kedalaman, daerah prospek pada Lapangan *Zefara* berada pada daerah tinggian yang mengarah ke arah barat laut-tenggara.
3. Pada daerah prospek hidrokarbon, terdapat anomali amplitudo rendah, nilainya sekitar 9 dalam skala yang mengindikasikan adanya gas.
4. Daerah prospek hidrokarbon mempunyai nilai frekuensi sekitar 14 Hz.

Ucapan Terima Kasih

Kepada pihak Pertamina UTC untuk data yang dipergunakan serta para pembimbing, yaitu: Bapak Hardjono, Prof. Dr. Sismanto. M.Si, dan Fathul Mu'in.

Daftar Pustaka

- [1] Basuki P, Pane SZ. *The Hydrocarbon Prospects of The Baturaja Formation In South Sumatera*. 5th Annual Convention Proceedings. Jakarta. 1976; _: _.
- [2] Chopra S, Marfurt KJ. *Seismic Attributes-A Historical Perspective*. Society of Exploration Geophysicists. 2005.
- [3] Sarjono S, Sardjito. *Hydrocarbon Source Rock Identification in the South Palembang Sub-Basin*. 18th Annual Convention Proceedings. Jakarta. 1989; 1: _.
- [4] Satyana AH. *Geology of Indonesia: Current Concepts*. Pre-Convention Course. 34st Annual Convention. 2005; _: _.
- [5] Sukmono S. *Interpretasi Seismik Refleksi*. Bandung: Jurusan Teknik Geofisika-ITB. 2000.