

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>Bulletin of Scientific Contribution</b><br/><b>GEOLOGY</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Fakultas Teknik Geologi</b><br/><b>UNIVERSITAS PADJADJARAN</b></p> <p style="text-align: center;">homepage: <a href="http://jurnal.unpad.ac.id/bsc">http://jurnal.unpad.ac.id/bsc</a><br/>p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X</p> |  <p style="text-align: center;">Volume 19 No.1<br/>April 2021</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## KARAKTERISASI RESERVOAR MENGGUNAKAN METODE SEISMIK INVERSI IMPEDANSI AKUSTIK DAN MULTIATRIBUT SERTA APLIKASI METODE SIMULASI MONTE CARLO UNTUK ESTIMASI SUMBERDAYA PADA LAPANGAN PRO

**Perdana Rizki Ordas, Andi Agus Nur**

Program Pascasarjana Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran Jl. Dipati Ukur 35, Bandung, West Java.

\*Email : [perdana.rizkiordas@gmail.com](mailto:perdana.rizkiordas@gmail.com)

### ABSTRAK

Karakteristik reservoir sangat penting di dalam eksplorasi hidrokarbon. Penelitian ini dilakukan di Lapangan "PRO" Cekungan Bonaparte. Analisis karakter fisis pada reservoir batupasir pada penelitian ini menggunakan metode inversi impedansi akustik dan multiatribut seismik. Dengan menggunakan metode ini, kita dapat memisahkan dengan baik antara batupasir dan serpih Formasi Plover yang terdapat pada Lapangan "PRO" Cekungan Bonaparte. Metode seismik inversi akustik yang digunakan dalam penelitian yaitu *Modelbased*, sedangkan seismik multiatribut yang digunakan adalah multiatribut regresi linier dalam memetakan volume densitas, porositas dan saturasi air ( $S_w$ ). Reservoir batupasir yang mengandung hidrokarbon dominan berada pada bagian selatan daerah penelitian ditunjukkan oleh nilai impedansi akustik sebesar 10.000-35.000 ( $ft/s$ )\*( $g/cc$ ), serta nilai densitas sebesar 2.4-2.6  $gr/cc$ , nilai porositas efektif sebesar 15-20%, dan nilai  $S_w$  yang rendah sekitar 10-20% yang mengindikasikan hidrokarbon berupa gas. Hasil dari inversi impedansi akustik dan multiatribut seismik dapat digunakan dalam melakukan perhitungan sumberdaya. Metode yang digunakan adalah metode simulasi Monte Carlo yang merupakan pemodelan probabilistik karena pada bawah permukaan memiliki *uncertainty* (ketidakpastian) yang tinggi. Berdasarkan perhitungan sumber daya dengan metode simulasi Monte Carlo, didapatkan P10 nilai sumber daya yang terdapat di dalam reservoir hidrokarbonnya sebesar 365.72 BCF (*billion cubic feet*), kemudian pada P50 214.04 BCF (*billion cubic feet*) dan P90 memiliki nilai sumber daya sebesar 86.32 BCF (*billion cubic feet*).

**Kata kunci:** inversi, multiatribut seismik, saturasi air, Monte Carlo.

### PENDAHULUAN

Target utama dalam eksplorasi ini adalah reservoir dimana reservoir adalah tempat terakumulasinya minyak dan gas bumi. Untuk mengetahui keberadaan suatu reservoir perlu dilakukannya eksplorasi seismik lanjut. Pertama, penelitian ini menggunakan metode inversi yaitu Impedansi Akustik. Harga kontras IA dapat diperkirakan dari amplitud refleksinya (Sukmono dan Abdulah, 2001). Metode Seismik inversi impedansi akustik bertujuan untuk mengidentifikasi litologi di bawah permukaan bumi dengan pola struktur yang ada. Dengan metode *inverse seismic impedansi akustik*, informasi mengenai sifat fisis batuan reservoir dapat diketahui dari data seismik yang dikontrol dengan data log sumur (Harsono, 1993 dan Dresser Atlas, 1983). Hasil dari inversi tersebut berupa informasi impedansi akustik (AI) yang merupakan fungsi dari perkalian densitas dan kecepatan gelombang  $P$  yang dapat

membantu menganalisis karakter fisis batuan.

Kemudian perhitungan sumber daya. Menghitung nilai sumber daya adalah salah satu hal yang penting setelah mengetahui karakter fisis suatu reservoir. Tujuan menghitung sumber daya yaitu untuk mengetahui besarnya nilai sumberdaya yang mengandung gas secara keseluruhan pada lapangan tersebut.

Dalam penentuan sumber daya hidrokarbon ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menghitung sumber daya hidrokarbon, diantaranya yaitu metode simulasi *monte carlo* yang dipakai pada pengolahan dari penelitian ini. Metode simulasi *monte carlo* merupakan pemodelan yang dilakukan secara probabilistik, yaitu sebuah model yang selamanya tidak konstan, memiliki kecenderungan mengikuti probabilistik tertentu, sehingga pemodelan probabilistik digunakan karena mengakomodir *uncertainty* atau ketidakpastian. Secara teknis, digunakannya

metode simulasi *monte carlo* merupakan pemodelan probabilistik karena pada bawah permukaan memiliki *uncertainty* (ketidakpastian) yang tinggi, sehingga fungsi matematikanya harus bersifat random sampling. Kemudian hasil akhir dari perhitungan dengan simulasi monte carlo ini nantinya yaitu berupa P10, P50 dan P90.

Tujuan dari penelitian ini, yaitu: (1) Menentukan dan mengidentifikasi suatu area pengembangan potensi hidrokarbon, (2) Menentukan persebaran properti reservoir pada lapisan target dengan mengaplikasikan metode inversi impedansi akustik dan multiatribut, (3) Menentukan sumber daya hidrokarbon dengan pembagian nilai probabilistik Metode *Monte Carlo* (Suranto, 2018). Potensi pengembangan sumber gas Indonesia diakui Fanshurullah memang masih amat besar, dalam Neraca Gas Bumi Indonesia 2018-2027, cadangan gas bumi Indonesia per Januari 2017 mencapai 142,72 triliun standard cubic feet (TSCF). Lokasi penelitian ini terletak di Cekungan Bonaparte yang merupakan bagian dari batas pasif lempeng Australia bagian utara, yang termasuk ke dalam Graben Calder, Cekungan Bonaparte. Cekungan Bonaparte ini tersusun atas sub-cekungan berumur Mesozoik dan Paleozoik dan beberapa area paparan. Secara umum pembentukan cekungan di kontrol oleh beberapa fase penting diantaranya ekstensi pada Paleozoik yang diikuti oleh kompresi pada umur Trias dan kembali ekstensi pada Mesozoik yang mengalami puncak ketika pecahnya Gondwana Land di umur Jurassic Tengah. daerah yang komplek pada Cekungan Bonaparte, yang tersusun dari struktur Paleozoik hingga Mesozoik yang terdiri dari dua fase ekstensi pada umur Paleozoik diantaranya:

Arah penunjaman (*Trend*) dari Northwest hingga pada umur *Late Devonian-Early Carboniferous* pada sistem pengangkatan (Cekungan Sub Petrel).

Arah penunjaman (*Trend*) Northeast dari umur *Late Carboniferous-Early Permian* pada sistem pengangkatan (Cekungan Sub Proto Vulcam dan Proto Malita Graben).

Pada regional *Late Triassic North-South* Kompresi, mengalami terjadinya struktur antiklin, pengangkatan (*Uplift*), inversi dan erosi.

Saat ekstensi waktu umur akhir Jurrassic berhubungan dengan *Trend Northeast* (Cekungan Sub Vulkam, Calder Graben dan Malita) dan pada arah penunjaman (*Trend*) *Southeast* Graben (Cekungan Sahul Sinklin). Saat umur *Late Miocene* sampai *pliocene*, mengalami konvorgen lempengan Australia dan Eurasia terjadilah penurunan pada

Palung Timor yang mengakibatkan patahan aktif kembali dan meluas (Barret, dkk., 2004).

## TEORI DASAR

### Seismik Inversi

Metode inversi merupakan kebalikan pemodelan dengan metode ke depan atau dapat disebut *forward modeling*, dimana berhubungan dengan pembuatan seismogram sintetik berdasarkan model bumi, sehingga inversi seismik dapat dikatakan suatu teknik pembuatan model bawah permukaan dengan menggunakan dua buah data yaitu data seismik sebagai *input* dan data sumur sebagai kontrol. Pada metode seismik inversi dibagi dua bagian diantaranya seismik inversi *prestack* dan inversi *post-stack*, dimana pada penelitian ini digunakan inversi *post-stack* yang berhubungan dengan inversi amplitudo, kemudian inversi ini dibagi lagi kedalam beberapa algoritma diantaranya inversi *bandlimited* (rekursif), inversi berbasis *model based* dan inversi *spirse spike*. Pada inversi *bandlimited* (rekursif) algoritma inversi yang mengabaikan efek *wavelet* seismik dan memperlakukan seolah-olah *trace* seismik merupakan kumpulan koefisien refleksi yang telah difilter oleh *wavelet* fasa nol. Sedangkan pada inversi *sparse-spike* ini mengasumsikan bahwa reflektivitas yang sebenarnya dapat diasumsikan sebagai seri dari *spike-spike* besar yang bertumpukan dengan *spike-spike* yang lebih kecil sebagai *background*. Kemudian dilakukan estimasi *wavelet* berdasarkan asumsi model tersebut.

### *Sparse-spike*

*Sparse-spike* mengasumsikan bahwa hanya *spike* yang besar penting. Inversi ini mencari lokasi *spike* yang besar dari *trace* seismik. *Spike-spike* tersebut terus ditambahkan sampai *trace* dimodelkan secara akurat dan pada inversi *model based* yaitu membuat model geologi dan membandingkannya dengan data riil seismik. Hasil perbandingan tersebut digunakan secara iteratif memperbarui model untuk menyesuaikan dengan data seismik. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi masalah yang tidak dapat dipecahkan menggunakan metode rekursif. Sehingga pada penelitian ini digunakan inversi *post-stack* dan menggunakan inversi *model based* dengan langkah awal membuat model geologi, kemudian model tersebut dibandingkan dengan data seismik dan diperbaharui secara iteratif sehingga didapatkan kecocokan yang lebih baik dengan data seismik. Semakin banyak iterasinya maka koefisien korelasi antara seismik sintetik dan

seismik riilnya akan semakin besar dan *error* semakin kecil. Keuntungan penggunaan metode inversi berbasis *model based* adalah metode ini tidak menginversi langsung dari seismik melainkan menginversi model geologinya. Sedangkan permasalahan potensial menggunakan metode ini adalah sifat sensitifitas terhadap bentuk *wavelet* dan sifat ketidakunikan (*non-uniqueness*) untuk *wavelet* tertentu (Russel, 1994).

### Simulasi Monte Carlo

Metode simulasi monte carlo atau dapat disebut algoritma dapat digunakan untuk suatu penyelesaian masalah, dan metode ini juga untuk mengevaluasi model deterministik yang melibatkan suatu bilangan acak sebagai salah satu input, kemudian menentukan suatu angka random dari data sample atau merupakan suatu teknik statistika atau metode percobaan statistik. Seperti bentuk distribusi, probabilitas, variasi dan standar deviasi. Suatu model deterministik yang menjadi model statistik merupakan salah satu hasil dari input yang berupa bilangan random, yang nantinya pemodelan deterministik ini merupakan suatu model pendekatan yang akan diketahui dengan pasti dan pada model statistik merupakan pemodelan yang belum pasti, sehingga pada metode simulasi *Monte Carlo* ini dapat dibidang metode untuk menganalisis perambatan ketidakpastian atau dapat digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu data. Dimana dalam operasionalnya *Monte Carlo* melibatkan pemilihan secara acak terhadap keluaran masing-masing secara berulang sehingga diperoleh solusi dengan nilai pendekatan tertentu (Rosiana, 2013).

Perhitungan Sumber Daya

$$OOIP = \frac{7758 \times A \times h \times \phi \times (1-S_w)}{Boi}$$

Keterangan:

OOIP = Original oil in place

7758 = Faktor *konversi* dari *acre/ft*

$\phi$  = Porositas (%)

$S_w$  = Saturasi air (%)

$Boi$  = Oil formation volume faktor

$$OGIP = \frac{43560 \times A \times h \times \phi \times (1-S_w)}{Bgi}$$

Keterangan:

OGIP = Original gas in place

43560 = Faktor *konversi* dari *acre/ft*

$\phi$  = Porositas (%)

$S_w$  = Saturasi air (%)  $Bgi$  = Gas formation volume faktor (Triwibowo, 2010).

### METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini *software* yang digunakan adalah:

1. *Interactive Petrophysics* (IP)
2. *Hampson Russell* (HRS) versi 10.0.2
3. *Hampson Russell* (HRS) versi 08
4. *Petrel* versi 2008
5. *Microsoft Office Excel* 2007

Kemudian untuk *hardware* yang digunakan yaitu berupa laptop asus dengan spesifikasi *intel core i3-6006U Nvidia Geforce 920mx*.

### Data Penelitian

Data yang digunakan diantaranya:

1. Data Seismik
2. Data Sumur
3. Data *Marker*
4. Data *Checkshot*

### Tahap Pengolahan Data

1. Pengolahan dan Analisis Data Sumur
2. *Ekstraksi Wavelet*
3. *Well To Seismic Tie*
4. *Picking Horizon* dan *Picking Fault*
5. *Time Structure Map* dan *Depth Structure Map*
6. Analisis Sensitivitas dan Model Inisial
7. Inversi Impedansi Akustik dengan Metode Model *Base*
8. Analisis Multiatribut
9. Metode *Regresi Linier*
10. Simulasi Monte Carlo
11. Perhitungan Volume *Bulk*

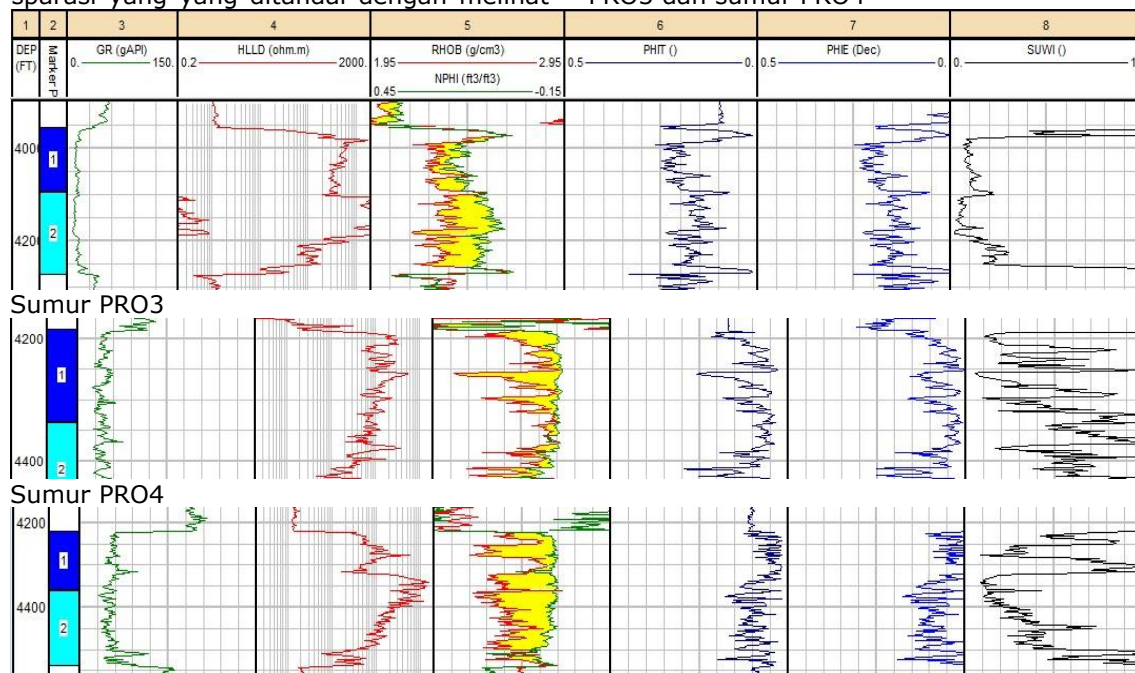
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Data Sumur

Pengolahan ini terdiri dari 4 sumur, diantaranya sumur PRO1, PRO2, PRO3 dan PRO4. Analisis data sumur diawali dengan interpretasi jenis lapisan permeable dan impermeable dengan menggunakan log *gamma ray*. Kemudian dilakukan interpretasi kualitatif dan kuantitatif, untuk menentukan suatu daerah yang memiliki zona prosepek hidrokarbon reservoir. Melakukan interpretasi kualitatif di dapat secara *quicklook* yang bertujuan untuk menginterpretasi suatu zona permeable, impermeable, jenis litologi dan kandungan fluida. Dalam melakukan interpretasi kualitatif ini, terdiri dari log *gamma ray*, log *capiler*, log SP, log *resistivity*, log *density* serta log *neutron-porosity*. Defleksi pada kurva log *gamma ray* menunjukkan respon yang rendah atau berkisaran 10-65 API maka termasuk dalam zona permeable, akan tetapi jika berkisaran lebih dari 65 API maka Sumur PRO1 merupakan impermeable. Adapun jenis litologi yang dapat dilihat berdasarkan kurva log *gamma ray*, dimana kurva log *gamma ray* yang tinggi mencirikan litologi batuan berbuti halus (*shaly*) dan

menunjukkan lapisan yang banyak mengandung unsur radioaktif yang biasa ditemukan dalam batuan dengan ukuran butir yang kecil seperti lempung, lapisan yang mengandung lempung artinya lapisan tersebut impermeable. sedangkan *gamma ray* yang rendah mencirikan litologi berupa batupasir dan batu gamping dimana termasuk lapisan permeable. Setelah itu dari analisis ini diketahui bahwa Sumur PRO1, PRO2 dan PRO3 termasuk kedalam zona prospek yang memiliki lapisan permeable, dengan melihat nilai *gamma ray* yang rendah berkisaran 10-65 API, dan termasuk dalam litologi batupasir (*sandstone*). Kemudian terdapatnya suatu sparasi yang ditandai dengan melihat

nilai NPHI dan RHOB. Kemudian untuk mengetahui suatu kandungan fluidanya dapat dilihat dengan nilai resistivitas (LLD) yang tinggi dengan kisaran nilai lebih dari 80 ohm maka lapisan tersebut termasuk hidrokarbon gas, sedangkan pada sumur PRO2 termasuk zona reservoir tidak produktif, sehingga kurang baik untuk dilakukannya suatu interpretasi. Dapat dilihat pada kedalaman 4525,8 ft sampai 4824,0 ft dengan nilai *gamma ray* yang tinggi berkisaran 65 API, pada kurva NPHI dan RHOB tidak terdapatnya sparasi, dan kurva resistivitas (LLD) memiliki nilai resistivitiy rendah. Gambar 1, menunjukkan daerah prospek pada Sumur PRO1, sumur PRO3 dan sumur PRO4



Gambar 1. Daerah prospek pada Sumur PRO1, sumur PRO3 dan sumur PRO4

### Analisis Sensitivitas

*Cross plot* digunakan untuk mengetahui seberapa sensitif parameter tersebut dalam memisahkan litologi *shale* dan *sand*, dimana dapat dilihat pada tampilan log *gamma ray* dengan log *p-impedance* bahwa nilai *gamma ray* yang rendah menandakan zona tersebut merupakan prospek hidrokarbon. Hasil dari analisis *cross plot* log *gamma ray* dan log *p-impedance* dengan skala warna Sw dipisahkan menjadi dua zona, pada zona yang berwarna kuning menandakan litologi batupasir (*sandstone*) dan yang berwarna biru menandakan litologi *shale*. *Cross plot* log *p-impedance* dan log *gamma ray* dapat melihat apakah hasil inversi impedansi akustik, nantinya dapat memisahkan lapisan batupasir (*sandstone*). Ternyata hasil dari *cross plot* tersebut ditunjukkan bahwa zona impedansi akustiknya yang menandakan litologi batupasir (*sandstone*) mengandung

hidrokarbon yang bersi gas dengan nilai sebesar 10.000-35.000 ( $\text{ft/s} \cdot \text{g/cc}$ ). Kemudian setelah membuat *cross plot* dilihat juga tampilan *cross section* atau tampilan antara log *gamma ray* dengan log *p-impedance* serta log Sw. Ternyata hubungan antara *gamma ray* dan Sw sangat sensitif untuk membedakan litologi, dilihat dari skala warna Sw zona yang berwarna kuning menunjukkan nilai Sw yang rendah hal ini mengindikasikan bahwa zona tersebut mengandung hidrokarbon gas.

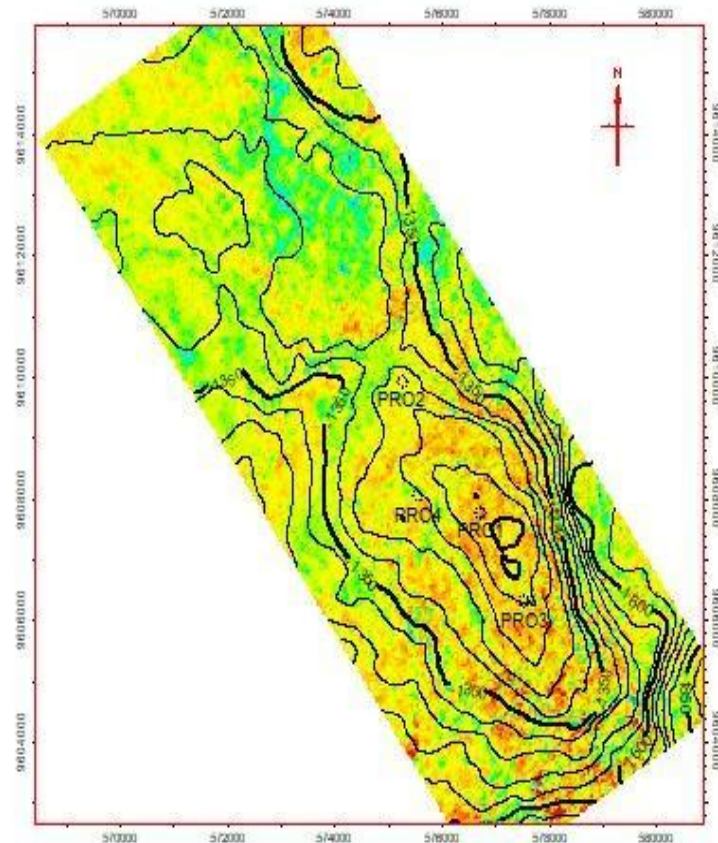
### Inversi Impedansi Akustik

Hasil dari inversi tersebut menunjukkan bahwa reservoir yang mengandung batupasir (*sandstone*) memiliki nilai impedansi akustik 10000-30000  $\text{ft/s} \cdot \text{g/cc}$  yang ditandai dengan warna hijau, kuning sampai kemerahan, kemudian juga sudah memiliki kemiripan pada data log

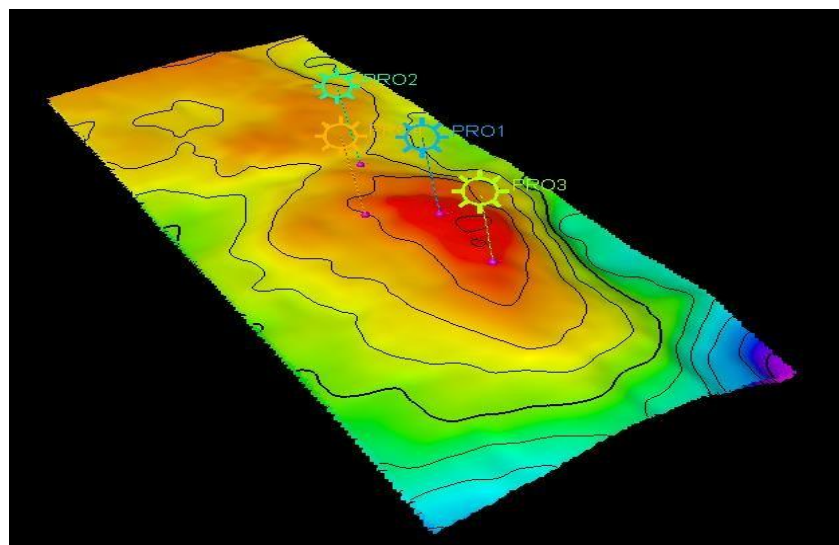
sumurnya. Kemudian dilakukan *slicing P-Impedance* untuk melihat persebaran nilai impedansi akustiknya. Pada peta persebaran impedansi akustik dimana pada sumur PRO1, PRO3 dan PRO4 menunjukkan bahwa pada warna kemerahmerahan merupakan daerah prospek yang mengandung litologi batupasir yang

bernilai sekitar 10.000-12.000  $ft/s \cdot g/cc$ , akan tetapi pada sumur PRO2 pada persebarannya yang ditandai dengan warna kuning memiliki nilai impedansi yang tinggi yang berkisaran 21.000  $ft/s \cdot g/cc$ . Gambar 2, menunjukkan peta persebaran impedansi akustik.

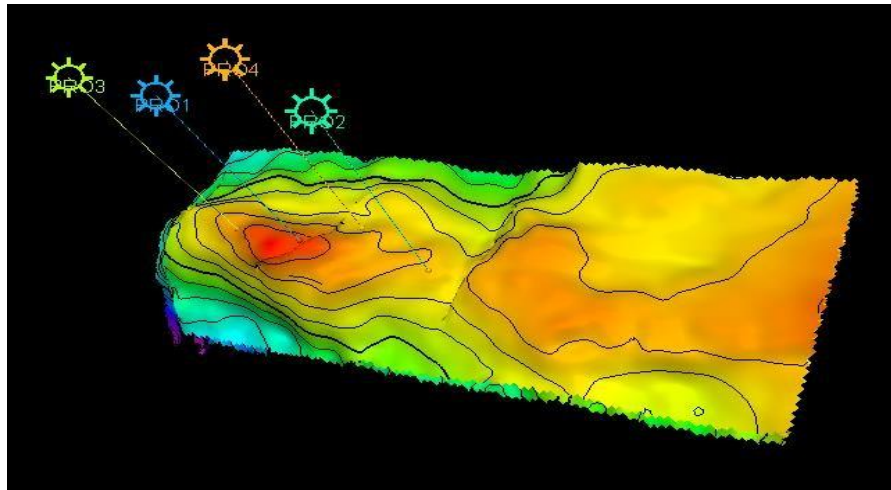
Time Structure Map dan Depth Structure Map



Gambar 2. Peta persebaran impedansi akustik.



Gambar 3. Time structure map bentuk 3D



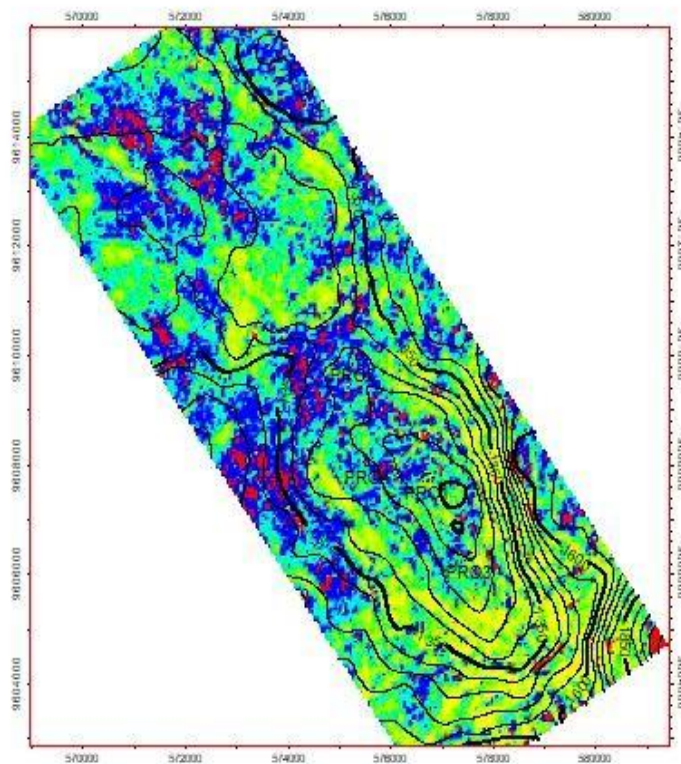
Gambar 4. *Depth structure map* bentuk 3D

Hasil interpretasi horizon pada lapangan "PRO" yang nantinya hasil dari picking horizon ini akan mempengaruhi bentuk dari model hasil inversi dan model inisial dalam pembuatan multiatribut. Setelah melakukan *picking* horizon, selanjutnya *picking fault* (patahan) dimana terdapatnya suatu patahan pada daerah bagian barat daya, selatan dan tenggara. Kemudian melakukan interpretasi horizon dan *fault* (patahan), Selanjutnya dilakukan pembuatan peta struktur waktu (*time structure map*) yang dimana untuk melihat bagaimana struktur pada lapangan penelitian dalam domain waktu. Dari domain waktu kemudian dikonversikan menjadi domain kedalaman (*depth structure map*).

Pada *dept structure map* terdapat struktur patahan atau lipatan yang dicirikan seperti terdapatnya suatu bentuk puncak atau yang dapat kita sebut dengan struktur antiklin, dimana struktur antiklin ini terjadi karena adanya pengaruh dari gaya ekstensi pada saat pembentukan cekungan. Gambar 3, menunjukkan gambar *Time structure map* bentuk 3D dan Gambar 4, menunjukkan gambar *Depth structure map* bentuk 3D.

Zona yang mengandung hidrokarbon gas ditunjukkan pada sumur PRO1, PRO3 dan PRO4 yang berwarna biru dengan memiliki nilai  $S_w$  sebesar 10%-20%, kemudian pada sumur PRO2 yaitu zona tidak prospek.

Gambar 5, menunjukkan Peta persebaran  $S_w$ .



Gambar 5. Peta persebaran  $S_w$

### Simulasi Monte Carlo

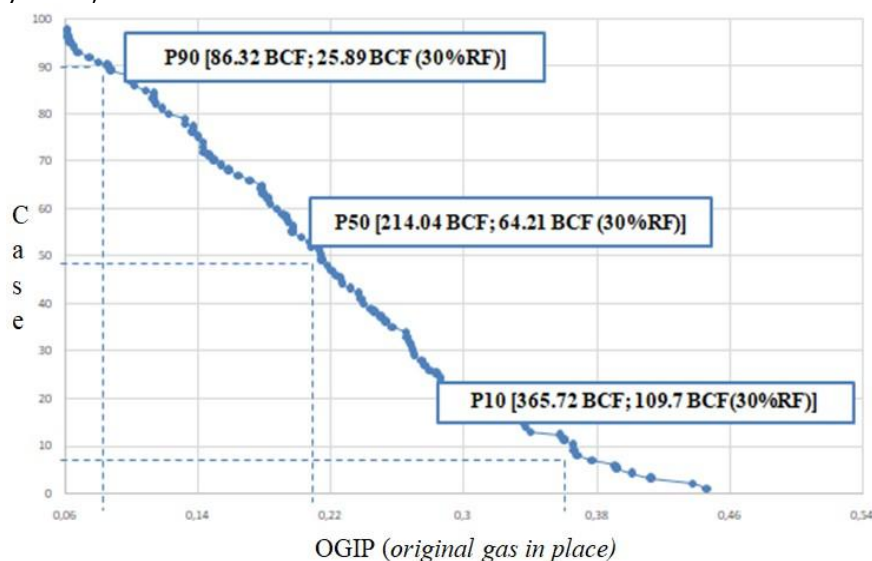
Analisis simulasi *monte carlo* merupakan metode dengan cara perhitungan berulang-ulang dengan memakai bilangan random dalam jumlah yang besar. Penelitian ini adalah simulasi *monte carlo* yang digunakan untuk mencari suatu pendekatan nilai sumber daya terhadap nilai OGIP (*original gas in place*) yang mengandung zona prosepek hidrokarbon, dimana pada perhitungan ini banyak sekali variabelvariabel yang memiliki *uncertainly*

(ketidakpastian) yang tinggi. Oleh sebab itu perlu dilakukan simulasi agar mendapatkan hasil yang signifikan parameter-parameter yang digunakan pada perhitungan sumber daya ini, mengacu pada *properties* yang mengandung reservoir. Parameter yang digunakan untuk perhitungan sumber daya hidrokarbon diantaranya mencari nilai maksimum dan minum luas area yang mengandung zona reservoir hidrokarbon dengan menghitung lapisan terluar atau mencari nilai maksimum pada kontur.

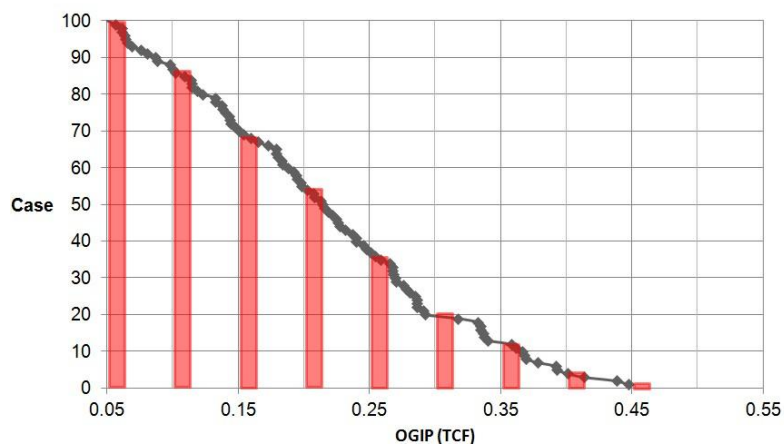
Lapisan terluar ini memiliki nilai ketebalan 4300m dengan luas area sebesar 1539.62 *acre* dan lapisan terdalam atau nilai minimum pada kontur, memiliki nilai ketebalan 4000m dengan luas area sebesar 314.537 *acre*, dengan nilai STD nya 0.1 yang artinya tingkat kesalahan untuk mengukur luasan area adalah 10%. Kemudian perhitungan *thickness* atau ketebalan dilihat dari *top\_res* dan *base\_res* nya. *Recovery factor* (RF) atau total sumber daya yang optimis dieksploitasi sebesar 30% dan nilai formasi faktor nya sebesar 0.0035. Setelah didapatkan perhitungan dari parameter tersebut kemudian melakukan perhitungan OGIP (*original gas in place*), untuk menentukan nilai persentase dari 100 case tersebut dengan mencari percentil yang dapat dibagi ke dalam tiga golongan diantaranya P10, P50 dan P90. Dimana P10

dapat kita katakan memiliki tingkat kepercayaan 10% sehingga dari hasil perhitungan didapatkan nilai sebesar 0.3657236 TCF (*trillion cubic feet*), kemudian nilai dari OGIP (*original gas in place*) (dalam satuan TCF) ini di kali kan dengan *Recovery factor* (RF) agar dapat diketahui berapa nilai OGIP (*original gas in place*) tersebut yang dapat dieksploitasi, Ternyata nilai sumberdaya pada (*original gas in place*) yang dapat dieksploitasi sebesar 109.7 BCF (*billion cubic feet*), pada P50 atau dapat kita sebut nilai tengah dengan memiliki tingkat kepercayaan 50% dimana di dapatkannya nilai sebesar 0.2140446 TCF (*trillion cubic feet*.) Kemudian nilai dari OGIP (*original gas in place*) (dalam satuan TCF) ini di kali kan dengan *Recovery factor* (RF) agar dapat diketahui berapa nilai OGIP (*original gas in place*) tersebut yang dapat dieksploitasi. Ternyata nilai sumberdaya pada (*original gas in place*) yang dapat dieksploitasi sebesar 64.21 BCF (*billion cubic feet*). P90 artinya jumlah dari kuantitatif hidrokarbon secara rasional yang memiliki nilai tingkat kepercayaan 90% ini memiliki nilai sebesar 0.086322 TCF (*trillion cubic feet*) kemudian nilai dari OGIP (*original gas in place*) (dalam satuan TCF) ini di kali kan dengan *Recovery factor* (RF) agar dapat diketahui berapa nilai OGIP (*original gas in place*) tersebut yang dapat dieksploitasi, ternyata nilai sumberdaya pada (*original gas in place*) yang dapat di eksploitasi sebesar 25.89 BCF (*billion cubic feet*).

Gambar 6, menunjukkan kurva distribusi normal untuk mengetahui nilai sumberdaya, dan Gambar 7, menunjukkan grafik sumber daya hasil perhitungan dari metode simulasi monte carlo. Sedangkan Tabel 1, menunjukkan nilai parameter perhitungan sumber daya.



Gambar 6. Kurva distribusi normal untuk mengetahui nilai sumberdaya



Gambar 7. Grafik sumber daya hasil perhitungan dari metode simulasi monte carlo

Tabel 1. Nilai parameter perhitungan sumber daya

| No. | Parameter           | Distribution | Min    | Max    | Rata-Rata | STD   |
|-----|---------------------|--------------|--------|--------|-----------|-------|
| 1.  | Area (acre)         | Unifrom      | 315.37 | 1539.6 | 927.495   | 0.1   |
| 2.  | Thickness (ft)      | Unifrom      | 67.92  | 172.94 | 120.432   | 0.1   |
| 3.  | Porosity (%)        | Normal       | 0.14   | 0.2    | 0.17      | 5E-04 |
| 4.  | Gas Saturasion (%)  | Normal       | 0.85   | 0.9    | 0.875     | 0.009 |
| 5.  | FVF, Gas (rb/scf)   | Constant     | -      | -      | 0.0035    | -     |
| 6.  | Recovery Factor (%) | Constant     | -      | -      | 30        | -     |

## KESIMPULAN

Reservoir batupasir (*sandstone*) yang mengandung hidrokarbon ditunjukkan oleh nilai impedansi akustik sebesar 10.000-35.000 (ft/s)\*(g/cc).

Reservoir batupasir memiliki densitas (RHOB) sebesar 2.4-2.6 gr/cc, dan nilai porositas efektif (PHIE) sebesar 15-20% yang tergolong baik, serta nilai Sw yang rendah sekitar 10-20% yang mengindikasikan hidrokarbon berupa gas.

Parameter Impedansi akustik, densitas, porositas, dan saturasi air menunjukkan pola persebaran yang sama. Reservoir batupasir (*sandstone*) yang mengandung hidrokarbon dominan berada di bagian selatan di sekitar sumur PRO1, PRO3, dan PRO4, sedangkan pada bagian utara sumur PRO2 menunjukkan zona yang tidak prospek.

Berdasarkan perhitungan sumber daya dengan metode simulasi monte carlo, didapatkan P10, P50, dan P90 yang menunjukkan besarnya nilai sumberdaya dalam satuan BCF (*bilion cubic feet*). Pada P10 nilai sumber daya yang terdapat di dalam reservoir hidrokarbonnya sebesar 365.72 BCF (*bilion cubic feet*), kemudian pada P50 214.04 BCF (*bilion cubic feet*) dan P90 memiliki nilai sumber daya sebesar 86.32 BCF (*bilion cubic feet*).

Ketiga nilai percentil (P10, P50, dan P90) sudah mendekati nilai pada volumenya sehingga dapat diketahui dari masing-masing

percentil memiliki nilai sumberdaya yang sudah mendekati nilai volumenya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, A dan S. Sukmono. 2001. Karakteristik Reservoir Seismik. Lab Reservoir Departemen Teknik Geofisika ITB. Bandung.
- Dresser Atlas, Dresser Industries Inc. 1982. *Well Logging and Interpretation Techniques*. The Course For Home Study. p. 22-32, 39-94, 102-129, 165178.
- Harsono, A. 1993. *Pengantar Evaluasi Log. Schlumberger Data Services*. Mulia Center L.17, Kuningan, Jakarta, p. 6997.
- Gatra.com. 2019. Cadangan Gas Bumi di Indonesia Capai 142,72 Triliun. Hotel Mercure. Pontianak
- Suranto. 2018. Estimasi Cadangan Hidrokarbon Dengan Simulasi Monte Carlo Dalam Rangka Pengelolaan Sumberdaya Migas. Makalah. Teknik Perminyakan.
- Barrett, A. G., Hinde, A.L. dan Kennard, J.M. 2004. *Undiscovered Resource Assessment Methodologies and Application to The Bonaparte Basin*, Geoscience Australia, Canberra.
- Rosiana, D. 2013. *Simulasi Monte Carlo Untuk Menentukan Estimasi Cadangan Minyak di Lapangan X*, Jurnal ESDM, Vol.5, No.1, Mei 2013.
- Russel, B., Hampson, D., Schuelke, J., and Qurein, J. 1997. Multi-attribute Seismic Analysis, *The Leading Edge*, Vol. 16.

Triwibowo, B. 2010. Cut-off Porositas, Volume Shale, dan Saturasi Air untuk Perhitungan Netpay Sumur O Lapangan C Cekungan Sumatera Selatan. Jurnal Ilmiah MTG, 3(2).

