



## Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Alamat Prosiding: [sinta.eng.unila.ac.id](http://sinta.eng.unila.ac.id)



### Karakterisasi reservoir dan sumur usulan menggunakan metode seismik inversi acoustic impedance dan multiatribut seismik pada lapangan poseidon, australia

R R Pambudi<sup>a</sup>, B S Mulyatno<sup>a</sup>, M Sarkowi<sup>a</sup>, E Ramdhani<sup>b</sup>, O Dewanto<sup>a</sup>, R C Wibowo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

<sup>b</sup>PT. Lampung Geosains Survei, Jl. Soekarno-Hatta, Bandar Lampung 35144

#### INFORMASI ARTIKEL

#### ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima: 1 Oktober 2021

Direvisi: 26 November 2021

Diterbitkan: 14 Desember 2021

Kata kunci:

Inversi acoustic impedance

Multiatribut

Karakterisasi reservoir

Dalam tahap pengembangan lapangan migas dengan mengintegrasikan antara metode seismik inversi acoustic impedance dan analisis multiatribut akan menghasilkan interpretasi data untuk karakterisasi reservoir yang lebih akurat. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi sifat fisis reservoir dari time structure map, volume impedansi akustik, dan volume densitas dari analisis multiatribut yang dilakukan pada lapangan Poseidon cekungan Browse. Kemudian mengkorelasikannya sehingga diketahui zona prospek hidrokarbon. Zona reservoir yang mengindikasikan prospek gas berada pada bagian utara dan timur laut memiliki rentang nilai impedansi akustik rendah antara 28.480 ft/s\*g/cc – 35.831 ft/s\*g/cc atau 8.680,7 m/s\*gr/cc – 10.921,3 m/s\*gr/cc, daerah antiklin dengan ketinggian 4909 m – 5008 m, dan densitas yang rendah dengan nilai 2,40 g/cc – 2,51 g/cc. Sumur usulan untuk development area yaitu sumur Rafi 1 terletak pada inline 32245 dan xline 2627 dengan rekomendasi pengeboran pada kedalaman 4909 m hingga 5090 m dan sumur Rilo 1 yang terletak pada inline 3290 dan xline 1880 dengan rekomendasi pengeboran pada kedalaman 5003 m hingga 5086 m.

#### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan industri yang semakin pesat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan energi. Berdasarkan *International Energy Agency* (2020) konsumsi energi selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya, khususnya minyak dan gas bumi (migas) sebagai sumber energi utama. Dalam upaya mencukupi kebutuhan energi migas maka perlu dilakukan kegiatan eksplorasi hidrokarbon untuk menemukan sumber cadangan yang baru.

Pada tahap pengembangan seperti karakterisasi reservoir, dengan mengkalibrasikan data seismik dan data *log* akan menghasilkan interpretasi data yang lebih akurat untuk mengetahui distribusi atau penyebaran dari parameter-parameter fisis reservoir. Karakterisasi reservoir merupakan teknik yang berkaitan dengan perhitungan properti batuan dan fluida (seperti densitas, porositas, permeabilitas dan saturasi air) yang berfungsi untuk mendapatkan informasi reservoir. Sedangkan reservoir merupakan tempat terakumulasinya hidrokarbon, baik yang berisi fluida minyak atau gas (Sukmono, 2000).

Dalam mengkalibrasikan data seismik dengan data sumur digunakan beberapa metode antara lain yaitu dengan metode seismik inversi. Seismik inversi merupakan teknik pemodelan geologi bawah permukaan menggunakan data seismik sebagai input dan data sumur sebagai kontrol.

Salah satu parameter fisis reservoir yang sering digunakan dalam metode inversi adalah impedansi akustik (*Acoustic*

*Impedance/AI*). *Acoustic impedance* merupakan kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang seismik yang merupakan hasil perkalian antara densitas batuan dan kecepatan gelombang yang nilainya dipengaruhi oleh litologi, porositas, tekanan, suhu dan kandungan fluida sehingga dapat membantu dalam menginterpretasikan parameter-parameter dalam petrofisika.

Sementara analisis multiatribut merupakan hubungan dengan pendekatan geostatistik dengan mengekstraksi beberapa atribut dari data seismik yang kemudian dikorelasikan cukup baik dengan data *log* yang akan di prediksi, sehingga dapat memprediksi persebaran *log* pada seluruh volume seismik, sehingga analisis multiatribut yang dapat digunakan untuk analisis sifat fisis reservoir.

Pada tahap pengembangan lapangan migas dengan mengintegrasikan antara metode seismik *acoustic impedance* dan analisis multiatribut akan menghasilkan interpretasi data untuk karakterisasi reservoir yang lebih akurat dan meningkatkan rasio keberhasilan dalam pemboran daerah prospek.

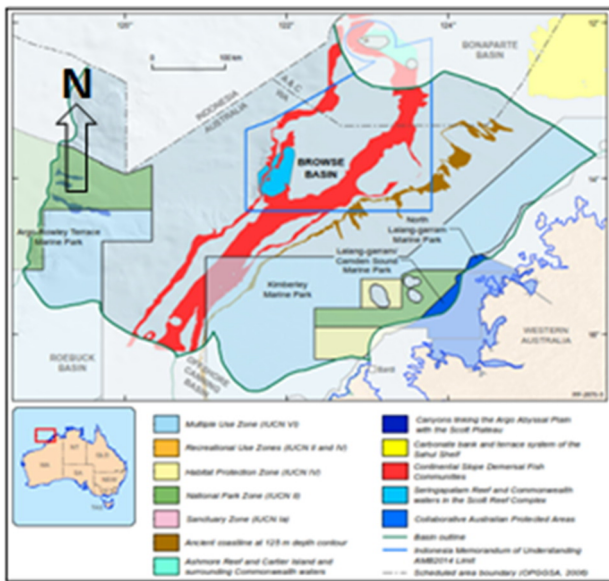
Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan karakterisasi reservoir dengan menggunakan metode inversi seismik *acoustic impedance* dan analisis multiatribut seismik.
2. Menentukan sebaran daerah potensi hidrokarbon dan sumur usulan berdasarkan metode inversi seismik *acoustic impedance* dan analisis multiatribut seismik.

##### 1.1. Letak geografis daerah penelitian

Daerah penelitian berada di Lapangan Poseidon yang termasuk kedalam *Browse Basin* yang terletak di *offshore* regional barat laut Australia. *Browse Basin* merupakan cekungan ekstensional yang mendasari wilayah *North West Shelf*. Cekungan ini salah satu *basin* yang membentuk *Westralian Superbasin*, bersama dengan basin lainnya seperti cekungan *Bonaparte*, cekungan *Roebuck* dan cekungan *Northern Carnarvon* (Geoscience Australia, 2020).

*Browse Basin* membentang dengan luas sekitar 140.000 km<sup>2</sup>, terdiri dari *sub*-cekungan *Caswell*, *Barcoo* dan *Seringapatam*, Dataran Tinggi Scott, *Yampi Shelf* dan *Leveque Shelf*. *Browse Basin* terletak berdekatan dengan *Sub*-cekungan *Rowley* dari Cekungan *Roebuck* di barat daya dan *Sub*-cekungan *Vulcan* dan *Platform Ashmore* dari Cekungan *Bonaparte* di timur laut (Geoscience Australia, 2020) seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Daerah Penelitian *Browse Basin* (Geoscience Australia, 2020)

## 2. Metodologi

### 2.1 Persiapan data

Penelitian ini menggunakan data *open source* pengukuran di Lapangan Poseidon, Northwest Australia yang diperoleh dari *dGB Open Seismic Repository* yang terdiri dari data 3D seismik *PSTM inline* 983-5620 dan *xline* 504-5556, 5 data sumur, data *checkshot*, data *deviation well*, dan data *marker geologi*.

### 2.2 Software pendukung

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Microsoft word*, *Microsoft excel*, *Notepad*, *Geoview Humpson-Russel Suite 9* dan *Geoview Humpson-Russel Suite 10*.

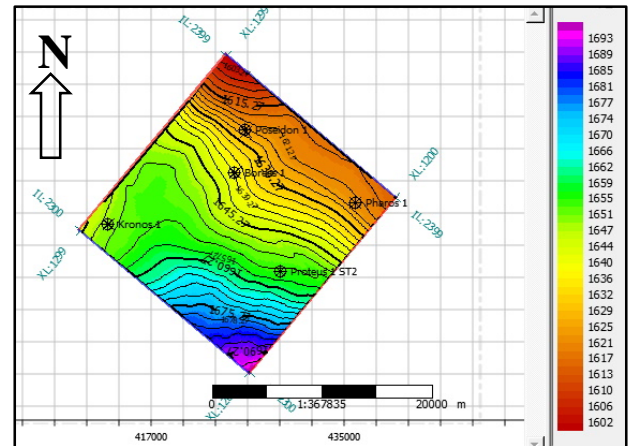
Dilakukan proses *well to seismic tie* untuk pengikatan antara data seismik (domain *time*) dengan data sumur (domain *depth*) sehingga diperoleh data hubungan waktu dengan kedalaman. Setelah *well to seismic tie* dilakukan *picking horizon* dengan cara membuat garis kemenerusan pada penampang seismik. Setelah melakukan *picking horizon*, maka tahap selanjutnya membuat peta struktur waktu (*time structure map*) yang bertujuan untuk melihat bagaimana struktur pada lapangan penelitian dalam domain waktu (*time*). Selanjutnya dilakukan proses inversi *model based* untuk mengubah data seismik yang berupa kumpulan nilai amplitudo ke dalam kumpulan nilai

impedansi akustik (*AI*). Selanjutnya dilakukan analisis multiatribut yang bertujuan untuk memetakan persebaran batu pasir dengan menggunakan prediksi *log*. Persebaran *log* yang diprediksi pada penelitian ini merupakan *log* densitas karena lebih sensitif memisahkan litologi *sandstone* dan *shale*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

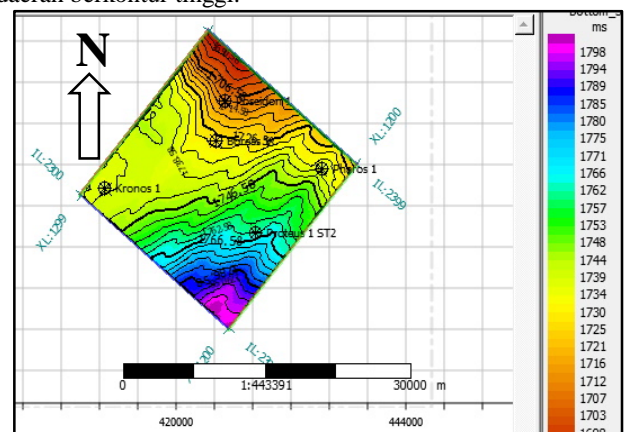
### 3.1 Time Structure Map

(*Time structure map*) yang bertujuan untuk melihat bagaimana struktur pada lapangan penelitian dalam domain waktu (*time*).



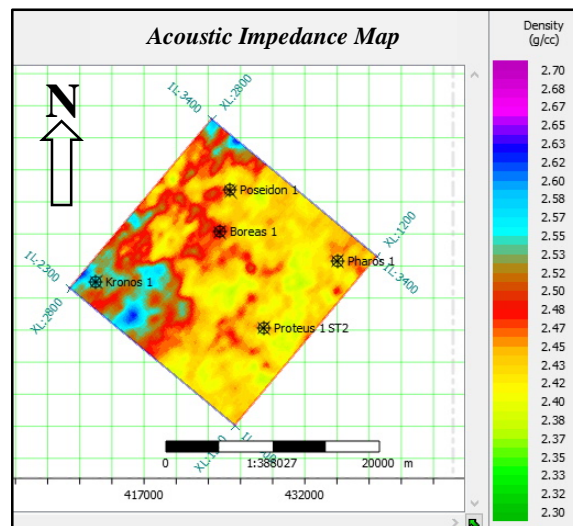
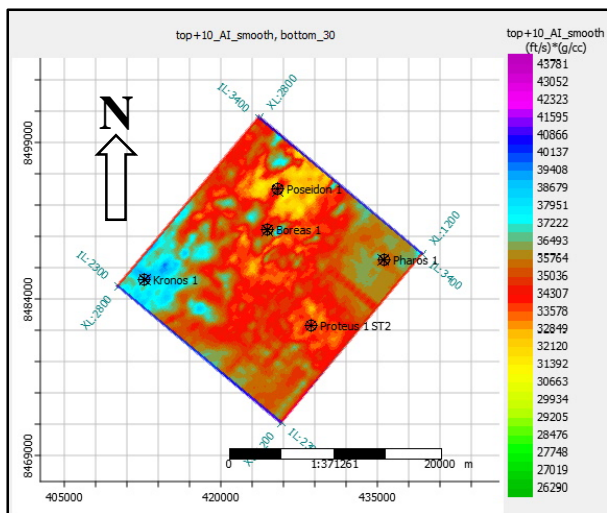
**Gambar 2.** *Time structure map top* reservoir

Pada Gambar 2 *time structure map* menunjukkan bahwa pada lapisan *top* reservoir memiliki rentang domain *TWT* 1.693 ms sampai 1.602 ms dan *bottom* reservoir pada Gambar 3 memiliki rentang domain *TWT* 1.798 ms sampai 1.689 ms. Dari *time structure map* dapat dilihat bahwa semakin kearah utara warna berubah menjadi merah yang menunjukkan kedalaman semakin dalam. Pada sumur Poseidon 1 terletak pada puncak antiklin, dari sini dapat diprediksi bahwa hidrokarbon bermigrasi dari selatan ke arah utara, yang mana arah selatan berwarna ungu menunjukkan adanya kontur pada daerah rendah, dan arah utara berwarna merah yang merupakan daerah berkontur tinggi.



**Gambar 3.** *Time structure map bottom* reservoir

### 3.2 Inversi Acoustic Impedance



Gambar 4. Peta persebaran Impedansi Akustik

Metode inversi seismik merupakan metode untuk mendapatkan gambaran model geologi bawah permukaan dengan data seismik sebagai input utama dan data sumur sebagai data kontrol (Russel, 1994).

Terlihat pada peta persebaran impedansi akustik berada pada rentang nilai 31.547 ft/s<sup>2</sup>\*g/cc – 39.147 ft/s<sup>2</sup>\*g/cc. Pada Gambar 4 terlihat bahwa sumur Kronos 1 memiliki nilai impedansi yang cukup tinggi dengan nilai 39.084 ft/s<sup>2</sup>\*g/cc yang ditunjukkan dengan indikator warna biru muda hal ini dikarenakan sumur Kronos 1 mempunyai karakteristik impedansi akustik yang tinggi. Berdasarkan analisis petrofisika sumur Kronos 1 merupakan zona prospek atau produktif tetapi mempunyai ketebalan reservoir yang relatif tipis hanya 30 meter. Sumur Boreas 1, Pharos1, Poseidon1 dan Proteus1 ST2 memiliki nilai impedansi akustik yang rendah dengan rentang nilai 34.176 ft/s<sup>2</sup>\*g/cc - 35.437 ft/s<sup>2</sup>\*g/cc atau 10.416,8 m/s<sup>2</sup>\*g/cc – 10.801,2 m/s<sup>2</sup>\*g/cc yang ditunjukkan dengan indikator warna oranye hingga merah yang menunjukkan bahwa sumur tersebut mengindikasikan zona prospek hidrokarbon. Berdasarkan peta persebaran nilai impedansi akustik, daerah yang memiliki nilai impedansi akustik rendah ditunjukkan dengan indikator berwarna merah hingga kuning yang menyebar hampir keseluruhan lapangan penelitian, pada bagian barat daya yang ditunjukkan dengan indikator berwarna biru muda yang mengindikasikan nilai impedansi akustik tinggi.

### 3.3 Analisis Multiatribut log densitas

Berdasarkan hasil *crossplot* dari analisis sensitivitas dari data *log density* lebih sensitive dari *log p-impedance* maupun *PHIE* dalam memisahkan litologi *sand* dan *shale*, sehingga *log density* akan digunakan untuk melakukan analisis multiatribut untuk memprediksi volume *pseudo log* densitas yang dapat dibentuk dengan bantuan volume impedansi akustik dari hasil inversi digunakan dalam perhitungan multiatribut properti *log* densitas sebagai atribut eksternal dan atribut internalnya adalah atribut-atribut yang dihitung dari data seismik. Analisis multiatribut dilakukan pada semua sumur kemudian disebar keseluruhan volume data seismik.

Gambar 4. Peta persebaran densitas dari analisis multiatribut

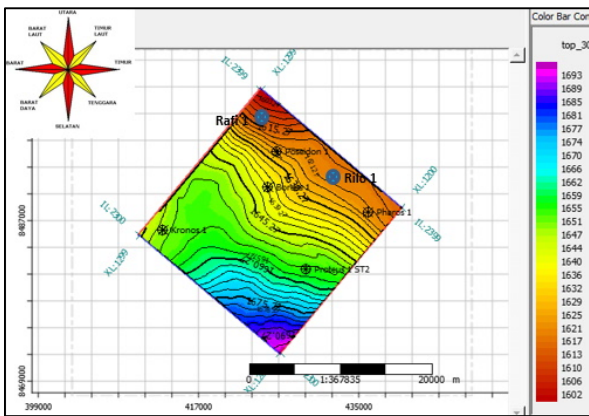
Berdasarkan peta persebaran nilai densitas dari analisis multiatribut zona reservoir yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dimana nilai densitas pada sumur Boreas 1 memiliki nilai 2,43 g/cc – 2,51 g/cc, sumur Kronos 1 memiliki nilai densitas 2,58 g/cc – 2,63 g/cc, sumur Pharos 1 memiliki nilai densitas 2,44 g/cc – 2,58 g/cc, sumur Poseidon 1 memiliki nilai densitas 2,45 g/cc – 2,47 dan sumur Proteus 1 ST2 memiliki nilai densitas 2,37 g/cc – 2,58 g/cc. Berdasarkan analisis sensitivitas didapatkan nilai *cut-off* densitas sebesar 2,6 g/cc. Dari hasil analisis multiatribut dapat diketahui bahwa pada sumur Kronos 1 memiliki nilai densitas sedikit tinggi yang menunjukkan litologi *tigh sandstone* ditandai dengan *sand* yang ketat dan lebih kompak, sedangkan pada sumur Boreas 1, Pharos 1, Poseidon 1 dan Proteus 1 ST2 memiliki nilai densitas di bawah *cut-off* 2,6 g/cc yang mengindikasikan densitas rendah dengan litologi *sand* yang *porous*. Nilai densitas dipengaruhi oleh suhu, tekanan, porositas dan kandungan fluida nya. Berdasarkan peta persebaran nilai densitas, daerah yang memiliki nilai densitas rendah ditunjukkan dengan indikator berwarna merah hingga kuning yang menyebar hampir keseluruhan lapangan penelitian, pada bagian barat daya yang ditunjukkan dengan indikator berwarna biru muda yang mengindikasikan nilai densitas sedikit tinggi.

### 3.4 Sumur Usulan Potensi Hidrokarbon

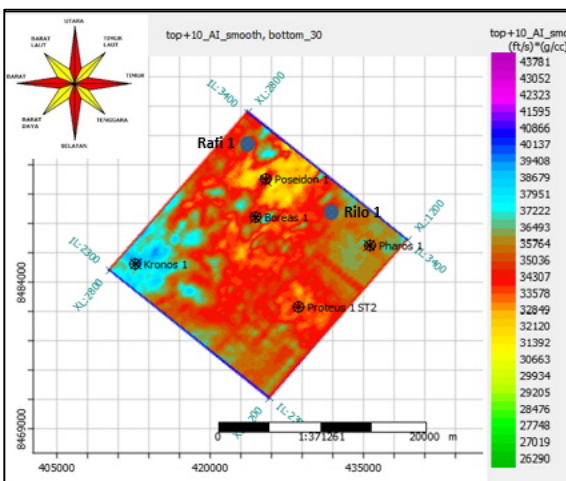
Berdasarkan hasil interpretasi dalam menganalisis karakteristik reservoir pada cekungan Browse diatas dengan menggunakan metode inversi akustik impedansi, *time structure map*, dan analisis multiatribut seismik memiliki pola sebaran daerah potensi hidrokarbon yang mirip. Pada daerah utara merupakan daerah prospek hidrokarbon dengan nilai impedansi akustik dan densitas yang rendah yang diidentifikasi sebagai litologi *sandstone*. Sedangkan berdasarkan *time structure map* daerah potensi hidrokarbon juga berada disebelah utara dikarenakan daerah tersebut merupakan daerah tinggian (kontur 4.909 m hingga 4.921 m). Apabila dilihat dari *time structure map*, dapat diprediksi bahwa hidrokarbon bermigrasi dari selatan (kontur rendahan) ke arah utara (kontur tinggian). Hal ini disebabkan karena hidrokarbon memiliki densitas atau massa jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan, sehingga akan cenderung bermigrasi ke daerah yang lebih tinggi yang memungkinkan hidrokarbon terakumulasi. Dari hasil interpretasi tersebut dapat digunakan untuk acuan dalam melakukan pembaruan sumur untuk tujuan eksplorasi lanjutan (*development area*).

Sumur usulan Rafi 1 mempunyai nilai impedansi akustik rendah yaitu 33.365 ft/s\*gr/cc - 34.979 ft/s\*gr/cc atau 10.169,65 m/s\*gr/cc - 10661,6 m/s\*gr/cc dan nilai densitas 2,46 g/cc - 2,51 g/cc yang mengindikasikan lapisan prospek hidrokarbon. Sedangkan berdasarkan *time structure map* mempunyai nilai 1.608,5 ms - 1612,5 ms (kontur tinggian 4.909 m - 4.921,5 m) rekomendasi pengeboran supaya mencapai lapisan reservoir, pengeboran sumur berada pada kedalaman 4909 m hingga kedalaman 5090 m.

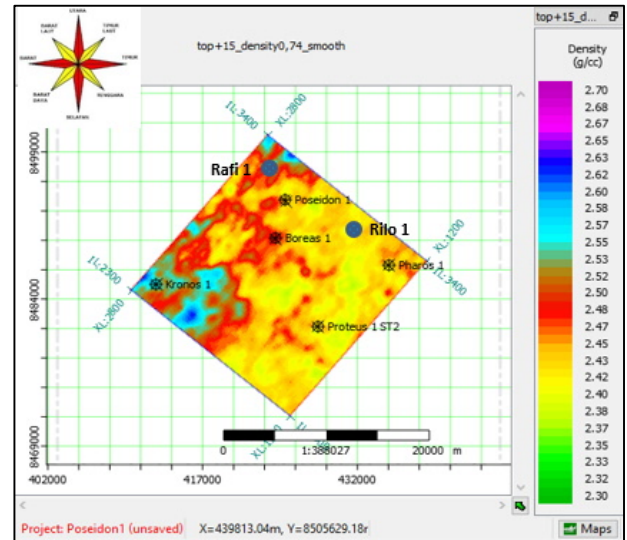
Sumur usulan kedua terletak disekitar *inline* 3290 dan *xline* 1880 yang bisa dilihat pada Gambar 5 sampai Gambar 7 yang ditunjukkan dengan titik berwarna biru dengan nama sumur Rilo 1. Sumur usulan Rilo 1 mempunyai nilai impedansi akustik rendah yaitu 33.989 ft/s\*gr/cc - 34.987 ft/s\*gr/cc atau 10.359,8 m/s\*gr/cc - 10.664 m/s\*gr/cc dan nilai densitas 2,40 g/cc - 2,43 g/cc yang mengindikasikan lapisan prospek hidrokarbon. Sedangkan berdasarkan *time structure map* mempunyai nilai 1619,9 ms - 1621 ms (kontur tinggian 5003 m - 5008 m) rekomendasi pengeboran supaya mencapai lapisan reservoir, pengeboran sumur berada pada kedalaman 5003 m hingga kedalaman 5086 m.



Gambar 5. Sumur usulan berdasarkan *time structure map* top reservoir



Gambar 6. Peta sumur usulan berdasarkan persebaran Impedansi Akustik



Gambar 7. Peta sumur usulan berdasarkan persebaran nilai densitas multiatribut zona reservoir

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *time structure map*, peta persebaran akustik impedansi dan peta persebaran densitas analisis multiatribut pada lapangan Poseidon, daerah yang mengindikasikan prospek hidrokarbon berada pada bagian utara dan timur laut yang memiliki nilai akustik impedansi rendah antara 28.480 ft/s\*gr/cc - 35.831 ft/s\*gr/cc atau 8.680,7 m/s\*gr/cc - 10.921,3 m/s\*gr/cc, daerah antiklin dengan ketinggian 4909 m - 5008 m, dan densitas yang rendah dengan nilai 2,40 g/cc - 2,51 g/cc.

Sumur usulan untuk *development area* yaitu sumur Rafi 1 terletak pada *inline* 32245 dan *xline* 2627 dengan rekomendasi pengeboran pada kedalaman 4909 m hingga 5090 m dan sumur Rilo 1 yang terletak pada *inline* 3290 dan *xline* 1880 dengan rekomendasi pengeboran pada kedalaman 5003 m hingga 5086 m.

#### Daftar pustaka

Geoscience Australia. (2020) *Regional Geology of The Browse Basin*. Australian Government.  
 International Energy Agency. (2020) *Total final consumption (TFC) by source, world 1990-2018*, www.iea.org, diakses 25 Januari 2021 pukul 10.36 WIB.  
 Russel, B.H. (1994) *Seismic Inversion*. USA: SEG course notes.  
 Sukmono, S. (2000) *Seismik Inversi Untuk Karakterisasi Reservoir*. Jurusan Teknik Geofisika Institut Teknologi Bandung, Bandung.