

# **METODE INVERSI AI (*ACOUSTIC IMPEDANCE*) UNTUK MENENTUKAN ARSITEKTUR OLIVER *CARBONATE* DI CEKUNGAN BROWSE, AUSTRALIA**

Joko Wiyono<sup>1</sup>, Suwondo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan  
Transad KM.08 Karang Joang, Balikpapan, 76125, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Fisika, UIN Syarif Hidayatullah, Jl. Ir. H. Juanda No. 95, Cempaka Putih,  
Ciputat, South Tangerang City, Banten 15412, Indonesia.

Email: jokowiyono19@gmail.com<sup>1</sup>

## **Abstract**

The carbonate in the Oliver formation is a potential reservoir in Browse Basin, Australia. The limited data is the main challenge in getting better knowledge about Oliver's carbonate. In this paper, the author will generate some geophysical and geological methods to solve the problem. The aim of this study is reservoir characterization using seismic attributes, describing the internal architecture, and determining the depositional model of Oliver carbonate.

This study utilized 3D seismic data and one well data. The sensitivity analysis had been generated between resistivity vs P-Impedance log. Based on cross plot analysis, AI (acoustic impedance) log can be used to differentiate porous and non-porous carbonate in Oliver formation. Vertically, based on AI volume, Oliver carbonate can be divided into 3 phases: phase-1 carbonate is indicated by carbonate build-up with low AI (high porosity), phase-2 carbonate is indicated by carbonate build up with high AI (low porosity), and phase-3 carbonate is indicated by pro grading platform with low AI (high porosity).

The conclusions of this study are 1) AI inversion method can be used to know the carbonate distribution related to facies, porosity, and depositional model in Oliver formation, 2) The potential reservoirs in this study area are in carbonate build-up and pro grading platform oriented to the southeast (carbonate B, carbonate C, and carbonate D). Carbonate A with unique geometry (elbow) influenced by the current trend had potential reservoirs in carbonate build-up and pro grading platform in phase 3 oriented to SW – NE. Carbonate E is located on an extensional platform that had a potential reservoir in the

carbonate build-up.

Keywords: carbonate, seismic attribute, AI (acoustic impedance), the Oliver formation

### Abstrak

Karbonat pada formasi Oliver merupakan reservoir potensial di cekungan Browse, Australia. Keterbatasan data menjadi tantangan utama untuk mendapatkan pengetahuan yang lebih baik tentang Oliver karbonat. Dalam makalah ini akan dibahas beberapa analisa metode geofisika dan geologi untuk memecahkan masalah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah karakterisasi reservoir menggunakan atribut seismik, mendeskripsikan arsitektur internal, dan menentukan model pengendapan Oliver karbonat.

Penelitian ini menggunakan data seismik 3D dan satu data sumur. Analisis sensitivitas telah dihasilkan antara log resistivitas vs P-Impedansi. Berdasarkan analisis *crossplot*, log AI dapat digunakan untuk membedakan karbonat berpori dan tidak berpori pada formasi Oliver. Secara vertikal, berdasarkan volume AI, karbonat Oliver dapat dibagi dalam 3 fase: karbonat fase-1 ditandai dengan pembentukan karbonat dengan AI rendah (porositas tinggi), karbonat fase-2 ditandai dengan pembentukan karbonat dengan AI tinggi (porositas rendah), dan karbonat fase-3 ditunjukkan dengan prograding platform dengan AI rendah (porositas tinggi).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah 1) metode inversi AI dapat digunakan untuk mengetahui distribusi karbonat terkait dengan fasies, porositas, dan model pengendapan pada formasi Oliver, 2) reservoir potensial di daerah penelitian ini berada pada platform karbonat *build-up* dan prograding yang berorientasi ke tenggara (karbonat B, karbonat C, dan karbonat D). Karbonat A dengan geometri unik (*elbow*) yang dipengaruhi oleh pola arus laut tren memiliki potensi reservoir dalam *build-up* karbonat dan prograding platform di fase 3 berorientasi barat daya – timur laut. Karbonat E yang terletak pada platform ekstensional memiliki potensi reservoir dalam *build-up* karbonat.

Kata kunci: karbonat, atribut seismik, AI (*acoustic impedance*), formasi Oliver.

### PENDAHULUAN

Reservoir yang mengandung karbonat merupakan target eksplorasi hidrokarbon yang signifikan (Saqab dan Bourget, 2015), dan diperkirakan mencakup setengah dari

cadangan hidrokarbon dunia (Ahr, 2008). Karbonat dalam formasi Oliver merupakan reservoir potensial di cekungan Browse, Australia. Cekungan Browse adalah salah satu dari serangkaian cekungan sedimen yang berkembang di atas *Northwest Shelf* (Stephenson dan Cadman, 1994; Rosleff-Soerensen et al., 2012). Cekungan ini terletak di lepas pantai Barat Laut Australia (Gambar 1).

Daerah ini memiliki data yang terbatas untuk mendapatkan pengetahuan yang lebih baik tentang karbonat Oliver. Ruang lingkup penelitian ini berdasarkan analisis *crossplot*, karbonat berpori dan tidak berpori dapat dipisahkan dengan log AI (acoustic impedance) atau impedansi akustik. Penelitian menggunakan atribut seismik dan metode inversi AI untuk mendapatkan model karbonat yang lebih baik. Identifikasi masalah adalah bagaimana menganalisis sebaran karbonat dari atribut log sumur dan seismik di formasi Oliver. Tujuan dari penelitian ini adalah karakterisasi reservoir menggunakan atribut seismik, mendeskripsikan arsitektur internal, dan menentukan model pengendapan karbonat Oliver.

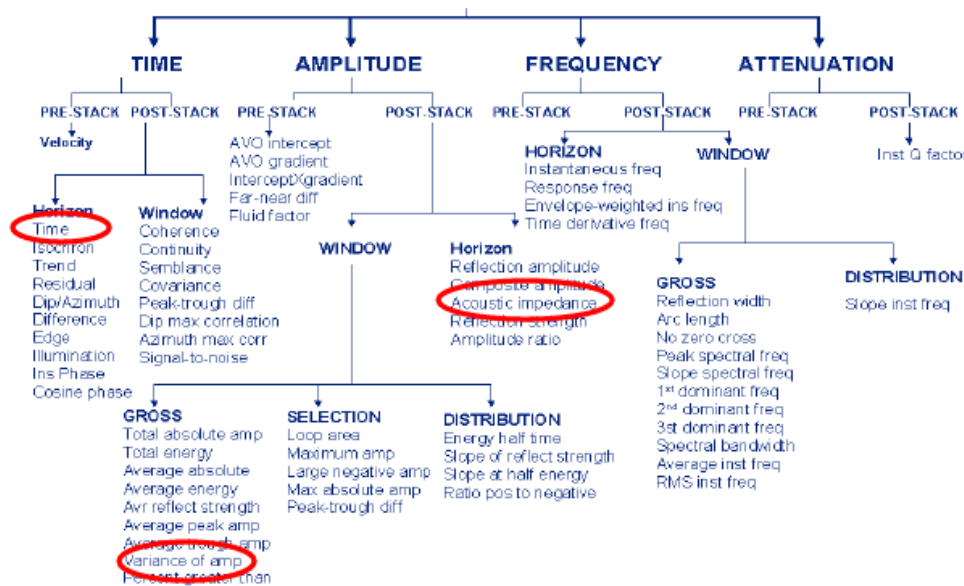


**Gambar 1.** Peta lokasi daerah penelitian, penelitian ini difokuskan pada sebaran karbonat di formasi Oliver, cekungan Browse

**TEORI DAN GEOLOGI REGIONAL**

Analisis atribut seismik telah berkembang sejak tahun 1970-an. Pengukuran metode atribut seismik dari data seismik dapat membantu kita secara visual meningkatkan atau mengukur fitur dari anomali. Berdasarkan Brown, R.A (1999), ada 4 (empat) klasifikasi atribut seismik: waktu, amplitudo, frekuensi, dan redaman (Gambar 2). Penelitian ini menggunakan beberapa metode atribut seismik seperti waktu, amplitudo varians, dan impedansi akustik.

Berdasarkan Blevin et al. (1998), Struckmeyer dkk. (1998) dan Rosleff-Soerensen dkk. (2016), cekungan Browse merupakan deposentrum paleozoikum hingga kenozoikum berarah timur laut-barat daya yang di wilayah lepas pantai Laut Timor, Australia Barat (Gambar 3). Cekungan ini di area seluas sekitar 140.000 km<sup>2</sup> dan mengandung lebih dari 15 km sedimen. Penurunan muka air laut pada Oligosen menyebabkan pengangkatan, erosi dan non-deposisi. Pasca ketidakselarasan Oligosen, terjadi percepatan penurunan muka daratan di daerah cekungan dan pengendapan karbonat *prograding* (formasi Oliver dan Barracouta).

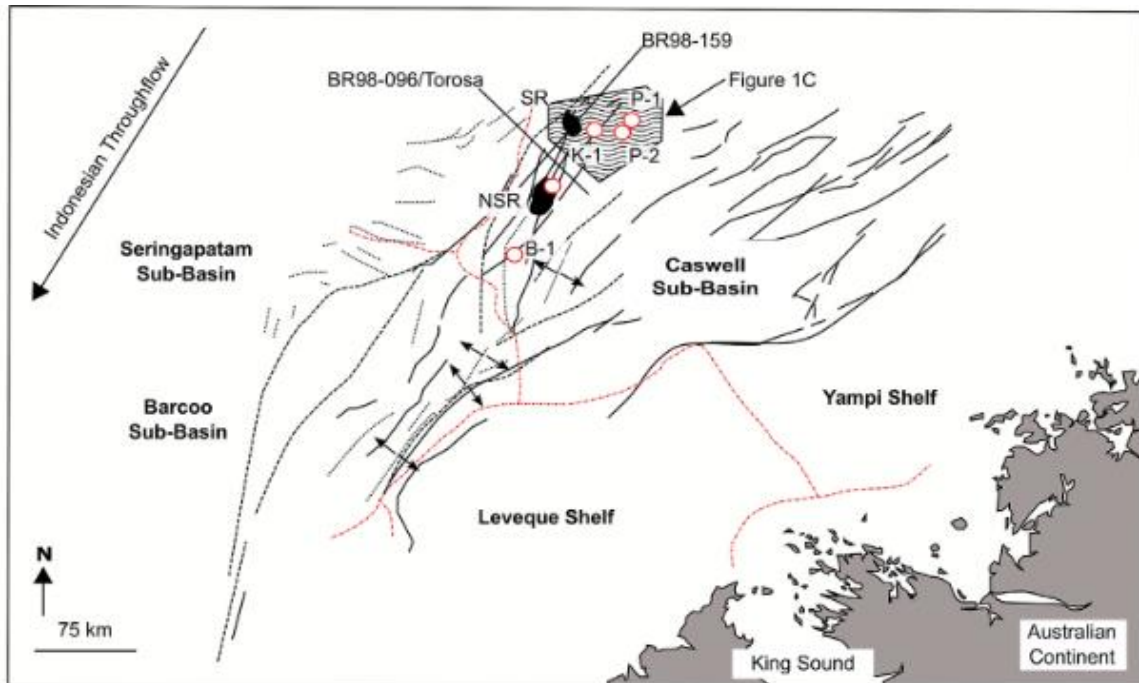


**Gambar 2.** Klasifikasi atribut (Brown, R.A 1999), penelitian ini menggunakan waktu, varians, dan impedansi akustik.

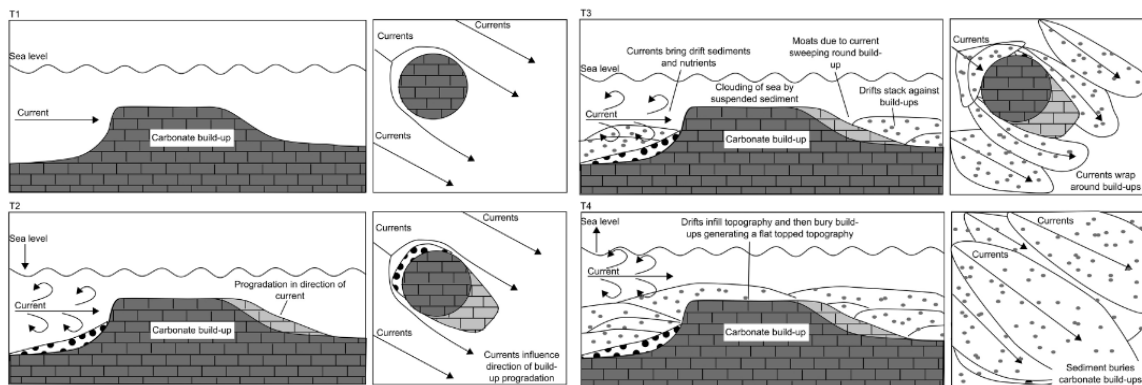
Penumpukan terumbu terlihat dari Miosen hingga saat ini. Bagian Tersier di area 3D Poseidon mewakili paket setebal ~3km di bawah garis lumpur yang didominasi oleh terumbu karbonat/karbonat dan kompleks karbonat dan klastik yang berkembang biak. Bagian Pliosen dan Miosen diwakili oleh lapisan karbonat agradasi yang dipengaruhi oleh tumbukan Timor/Australia. Terumbu Seringapatam modern yang muncul dimulai karena inversi tepi paparan pada Miosen setelah pengendapan Read Limestone Member. Fitur utama ini akan bertindak sebagai penghalang timur laut ke barat daya yang mengarah ke onlap awal ke atas formasi Oliver yang terangkat dan pengendapan karbonat Intra Oligosen.

Menurut Tuyl et al. 2019, model *carbonate build-up* di cekungan Browse tumbuh dalam empat tahap. Ringkasan berakhirnya penumpukan karbonat karena timbulnya sistem yang didominasi arus, membawa sedimen dan nutrisi ke cekungan Browse. Tahap pertama adalah T1, penumpukan karbonat tumbuh dalam kondisi optimal. Permulaan T2 melihat arus meningkat dalam kekuatan, memaksa progradasi. Setelah itu, arus membawa sedimen yang digerakkan oleh arus yang awalnya menumpuk melawan penumpukan. Sedimen tersuspensi dan nutrisi berlebih cukup untuk menekan produksi dengan meningkatkan kompetisi dan mengurangi transmisivitas cahaya kolom air selama T3. Langkah terakhir adalah T4, sedimen yang digerakkan arus mengisi topografi dan selanjutnya menyelimuti penumpukan.

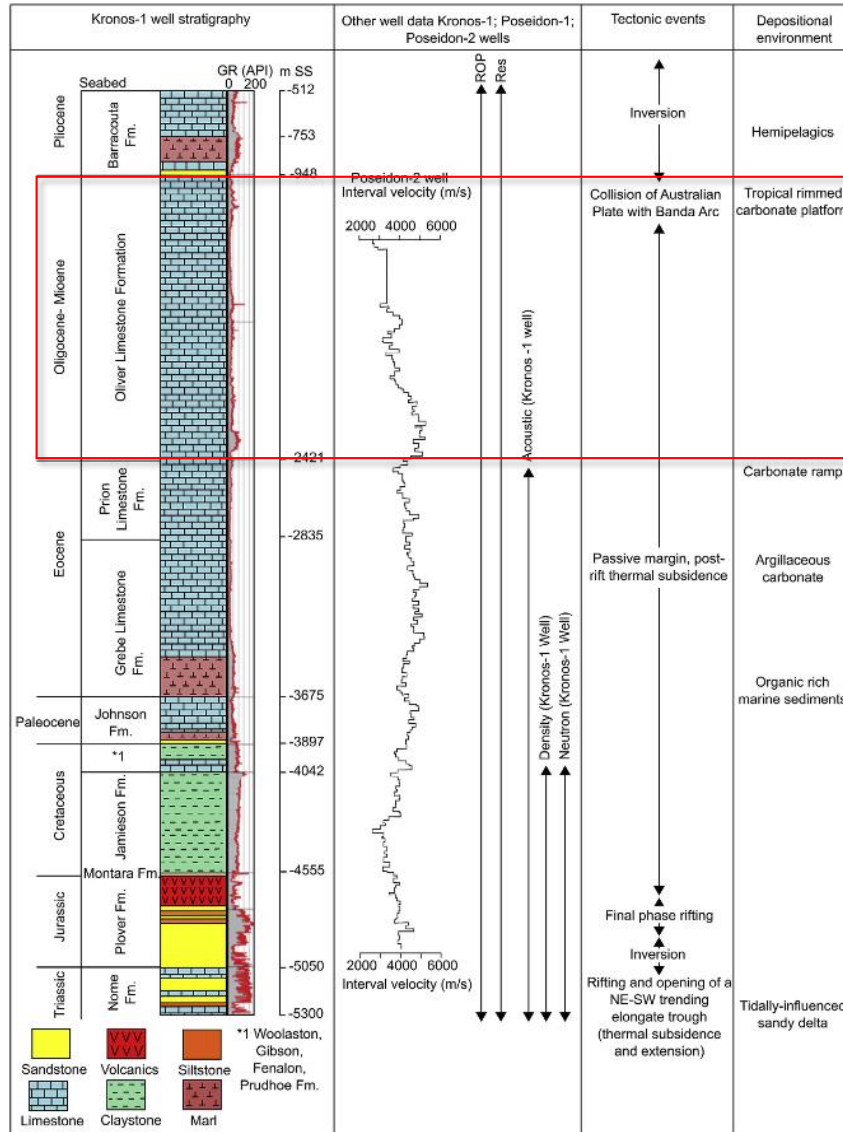
Berdasarkan ConocoPhillips (2010, 2011a, dan 2011b), kolom stratigrafi cekungan Browse menunjukkan litologi yang dilintasi oleh sumur Kronos-1, Poseidon-1 dan Poseidon-2, termasuk data sinar gamma dan kecepatan interval. Sumur Kronos-1 menunjukkan formasi Miosen setebal 1475 m dan terdiri dari batugamping. Terdapat satuan batupasir pada karbonat Miosen, yang mendukung hipotesis peningkatan masukan silisiklastik di cekungan Browse selama runtuhnya pembentukan karbonat. Gambar 5 menunjukkan sistem perminyakan di daerah ini, batuan induk berada pada serpih Jurassic di *grabben*. Reservoarnya terkubur dengan pembentukan karbonat atau struktur terumbu, *set toplap* terpotong, dan talus/kipas terumbu. Salah satu reservoar karbonat adalah formasi Oliver yang menjadi fokus studi dalam penelitian ini. Batuan penutup adalah batuan karbonat. Perangkap tersebut adalah perangkap stratigrafi. Jenis migrasi tersebut adalah sesar-sesar yang dianggap sebagai jalur migrasi minyak bumi (migrasi vertikal).



**Gambar 3.** Peta cekungan Browse yang menunjukkan lokasi sub cekungan Caswell dan Barcoo dan Tren struktural utama timur laut, serta lokasi survei seismik 3D Poseidon dan sumur eksplorasi utama (Blevin et al. (1998), Struckmeyer dkk (1998) dan Rosleff-Soerensen dkk (2016))



**Gambar 4.** Model pembentukan karbonat di cekungan Browse (Tuyl et al. 2019)

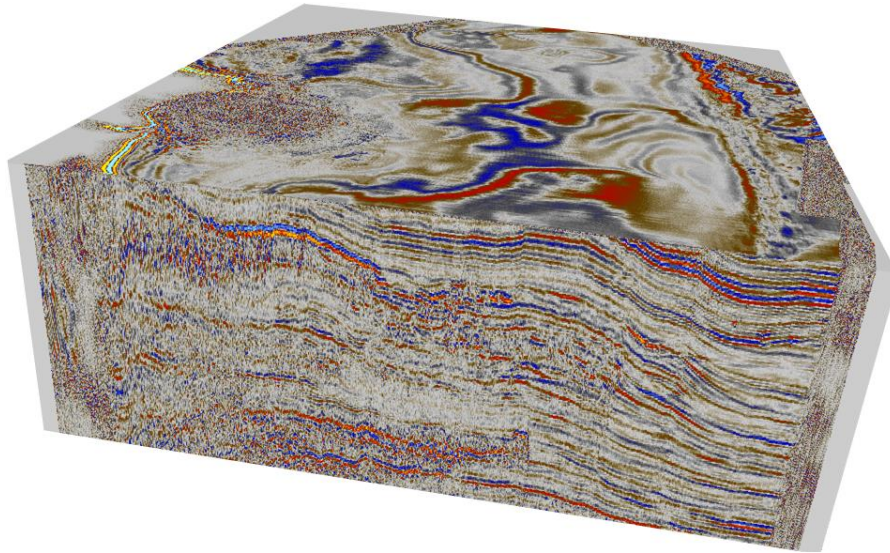


**Gambar 5.** Stratigrafi umum cekungan Browse. Sasaran penelitian adalah formasi Oliver yang ditunjukkan dengan garis kotak merah (dimodifikasi dari ConocoPhillips (2010, 2011a, dan 2011b))

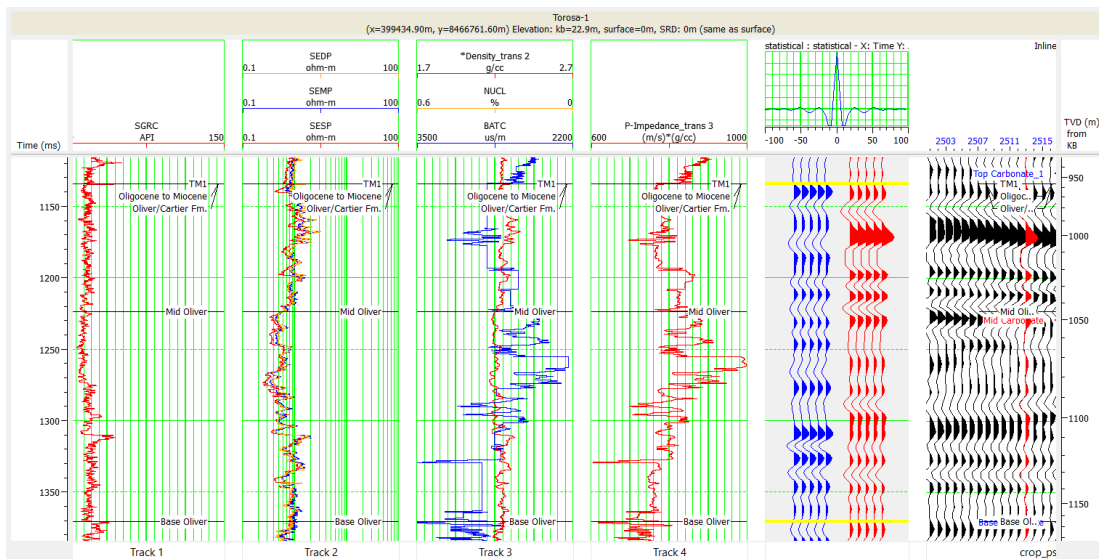
**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan 3D *seismic post-stack time migration* (PSTM) dan satu data sumur. Memiliki *sampling rate* 4 ms, *inline* 983 – 4419, *xline* 504 – 4850, dan interval waktu 900 – 1700 ms. Data sumur adalah Torosa-1, termasuk *checkshot*, dan data marker. Data yang telah diolah meliputi *well seismic tie*, patahan dan horison, seismik atribut, dan inversi impedansi akustik *model-based*. Prakondisi data seismik telah

dilakukan sebelum interpretasi seismik (Gambar 6). Pengikatan data seismik dan sumur telah dilakukan di sumur Torosa-1 menggunakan *wavelet* statistik (Gambar 7). Target karbonat berada pada amplitudo puncak dan palung. Untuk mengetahui sebaran karbonat, telah dilakukan atribut seismik seperti varians dan inversi impedansi akustik.



**Gambar 6.** Data seismik 3D *post-stack time migration* (PSTM) yang digunakan dalam makalah ini



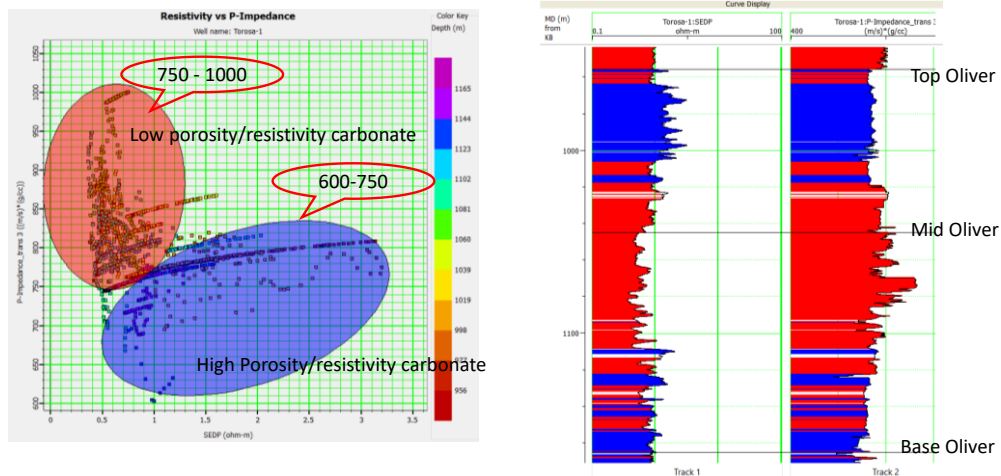
**Gambar 7.** Pengikatan data seismic dan sumur di sumur Torosa-1

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

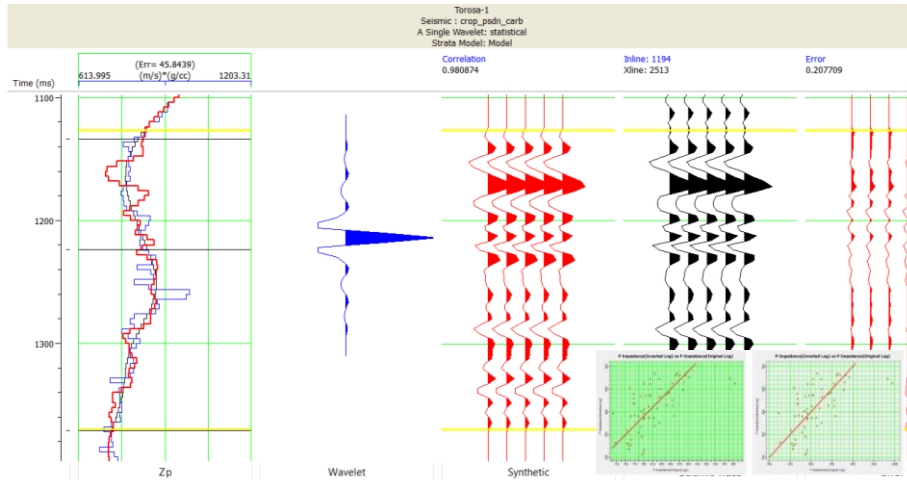
**Analisis Atribut dan Impedansi Akustik (AI)**

*Crossplot* resistivitas vs AI di reservoir karbonat pada formasi Oliver ditunjukkan oleh Gambar 8. Formasi Oliver memiliki tiga (3) penanda: *Top Oliver*, *Mid Oliver*, dan *Base Oliver*. Berdasarkan *crossplot* pada Torosa-1, karbonat dengan porositas rendah (resistivitas rendah) memiliki AI yang relatif tinggi dengan kisaran nilai 750 – 1000 (m/s)\*(g/cc). Kemudian karbonat dengan porositas tinggi (resistivitas tinggi) memiliki AI yang relatif rendah dengan kisaran nilai 600-750 (m/s)\*(g/cc). *Crossplot* ini digunakan untuk mendapatkan metode terbaik untuk menggambarkan distribusi reservoir, analisis menunjukkan bahwa inversi AI dapat digunakan untuk menggambarkan distribusi karbonat.

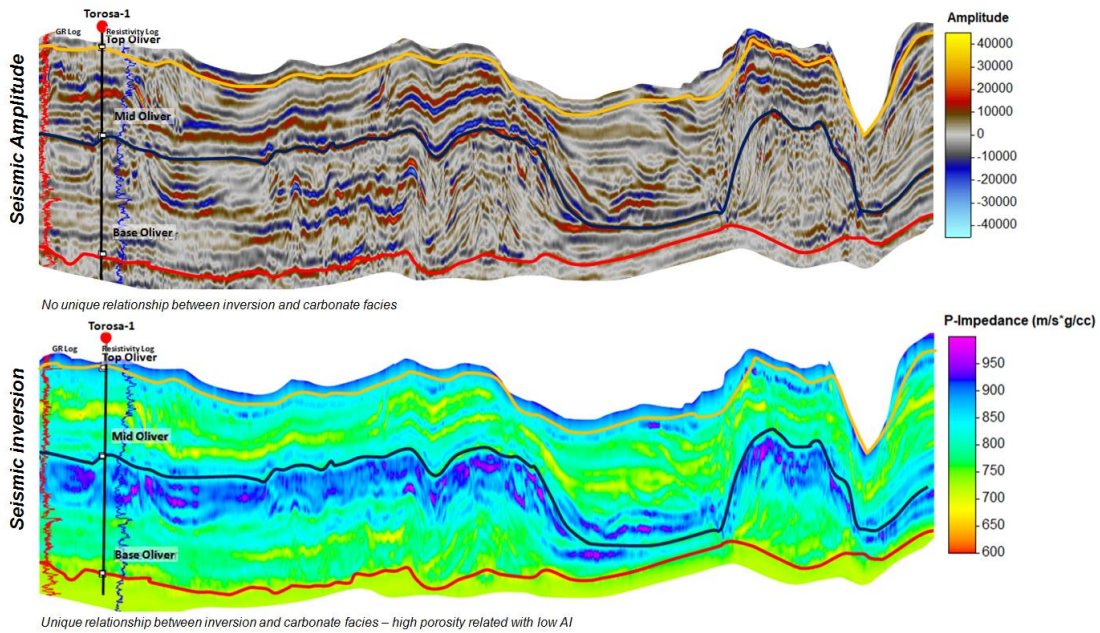
Hasil analisis impedansi akustik menunjukkan bahwa metode inversi impedansi akustik menunjukkan korelasi yang tinggi sekitar 0.98. Metode ini memberikan distribusi dan orientasi target reservoir yang konsisten dengan data sumur. Hasil kombinasi inversi impedansi akustik seismik dengan amplitudo seismik ditunjukkan oleh Gambar 10. Amplitudo seismik menunjukkan tidak ada hubungan yang unik antara inversi dan fasies karbonat. Tetapi inversi impedansi akustik menunjukkan karbonat porositas tinggi terkait dengan AI rendah.



**Gambar 8.** *Crossplot* resistivitas vs Impedansi Akustik di sumur Torosa-1



**Gambar 9.** Analisis inversi antara log impedansi akustik yang diprediksi dan asli dari sumur Torosa-1



**Gambar 10.** Bagian amplitudo seismik (atas) vs inversi impedansi akustik seismik (bawah). Inversi impedansi akustik menunjukkan porositas karbonat relatif tinggi berkorelasi dengan impedansi akustik rendah.

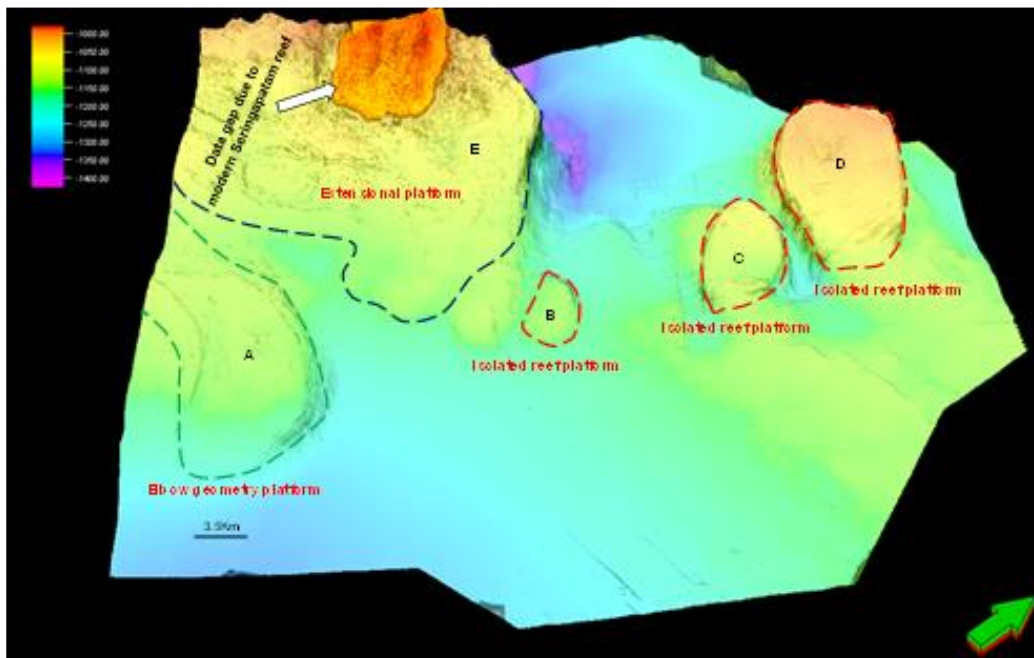
### Arsitektur Oliver Carbonate

*Oliver carbonate* yang terletak di *Northwest Shelf* yang berkembang dengan baik di tinggian lokal, strukturnya dominan sesar NE-SW relatif terhadap orientasi arus laut utama (Gambar 11). Berdasarkan analisis data, makalah ini akan fokus pada beberapa area

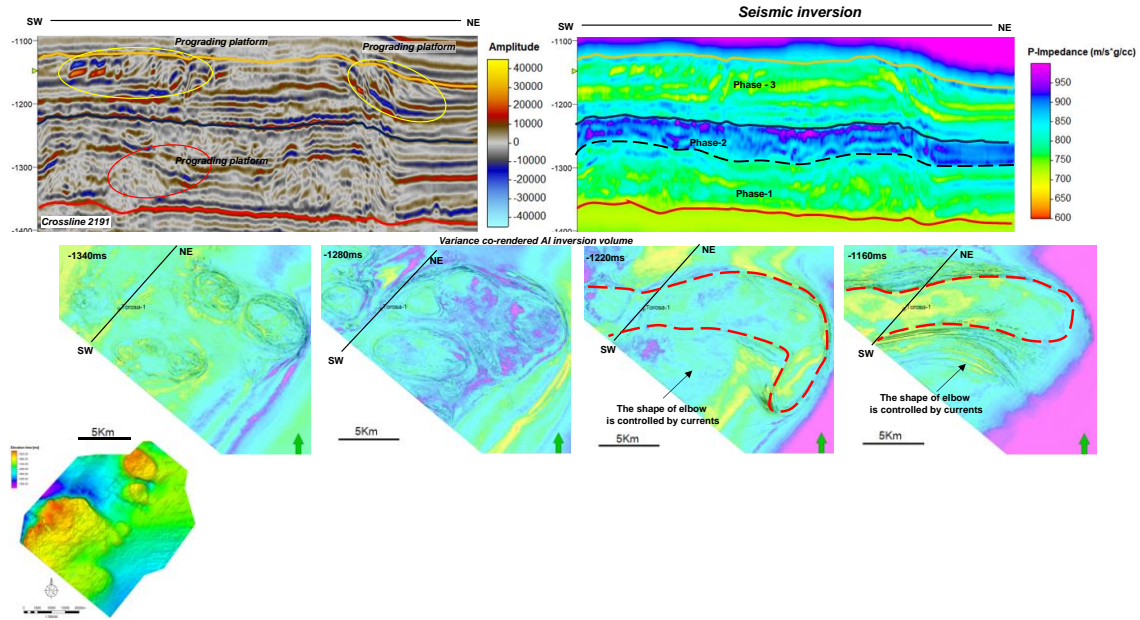
termasuk karbonat A (platform geometri *elbow*), karbonat B (platform terumbu terisolasi), karbonat C (platform terumbu terisolasi), karbonat D (platform terumbu terisolasi), dan karbonat E (platform ekstensional). Atribut varians digunakan untuk mengetahui geomorfologi karbonat, dan inversi impedansi akustik digunakan untuk fasies dan porositas karbonat. Makalah ini telah melakukan *corendered variance* dan impedansi akustik untuk mengetahui arsitektur *Oliver carbonate*.

Atribut varians *co-rendered* inversi impedansi akustik menunjukkan beberapa jenis karbonat di beberapa area. Karbonat A (Gambar 12) menunjukkan *carbonate build-up* hingga karbonat geometri *elbow*. Karbonat ini memiliki lebar rata-rata ~ 3,5- 4 km dan panjang ~ 4-9 km. Berdasarkan penampang impedansi akustik, terdapat 3 fase pada karbonat A antara lain:

- 1) Fase karbonat 1: Ketebalan rata-rata ~ 100 m, impedansi akustik rendah, porositas tinggi
  - 2) Fase karbonat 2: Ketebalan rata-rata ~ 50 m, impedansi akustik tinggi, porositas rendah
  - 3) Fase karbonat 3: Ketebalan rata-rata ~ 100 m, impedansi akustik rendah, porositas tinggi.
- Ada *prograding platform* berkembang dengan baik di fase 3 dengan geometri *elbow* dengan berorientasi barat daya-timur laut. Karbonat geometri *elbow* memiliki panjang rata-rata ~21 km dan lebar rata-rata ~5 m.



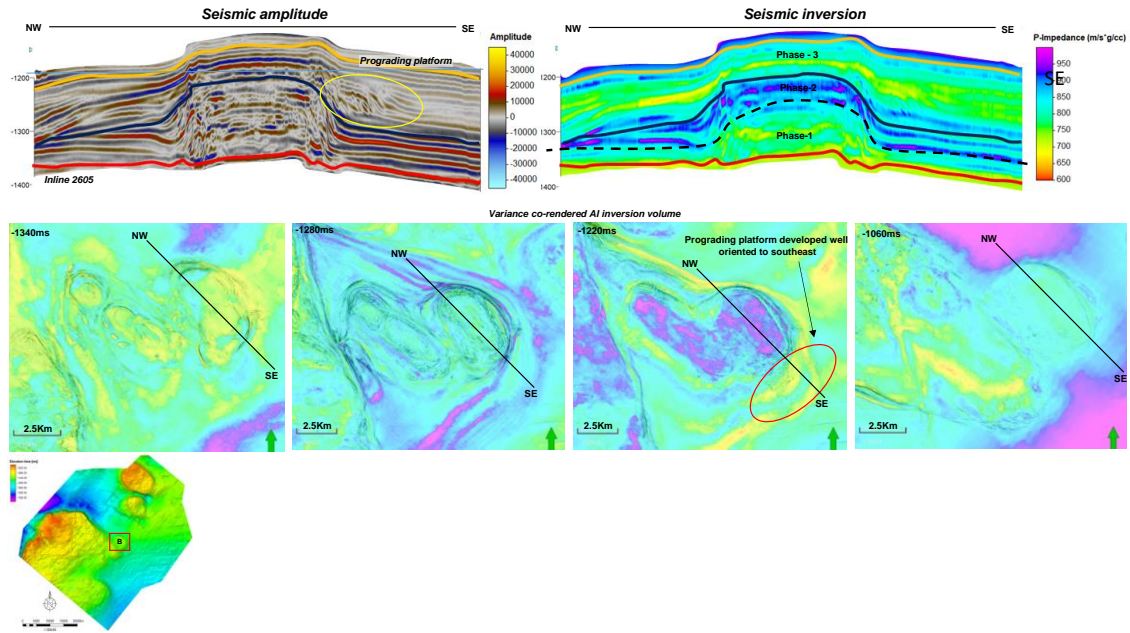
**Gambar 11.** Penampang perspektif *Oliver Carbonate*



**Gambar 12.** Arsitektur karbonat A, amplitudo seismik dan inversi seismik digunakan untuk mengetahui arsitektur secara vertikal. Volume inversi impedansi akustik yang digabung bersama varians untuk mengetahui arsitektur secara lateral

Karbonat B (Gambar 13) ditunjukkan dengan baik oleh amplitudo dan bagian inversi. Berdasarkan inversi impedansi akustik yang digabung bersama atribut varians, jelas menunjukkan pembentukan karbonat yang terisolasi. Karbonat tersebut memiliki lebar rata-rata ~ 3,5 km dan panjang rata-rata ~ 5 km. Berdasarkan penampang impedansi akustik, ada 3 fase dalam karbonat B:

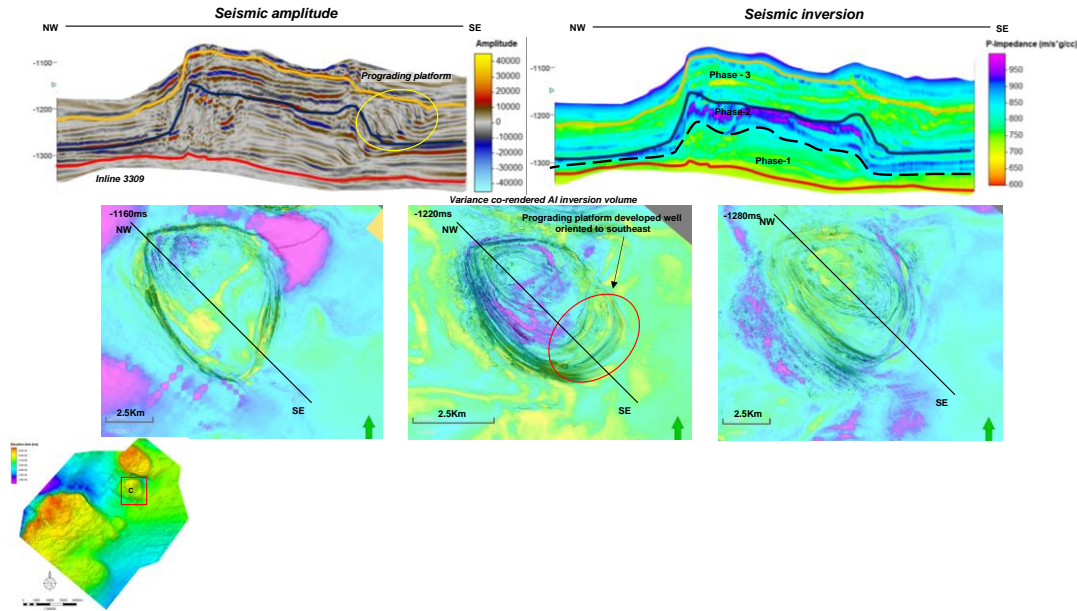
- 1) Fase karbonat 1: Ketebalan rata-rata ~ 80 m, impedansi akustik rendah, porositas tinggi
- 2) Fase karbonat 2: Ketebalan rata-rata ~ 70 m, impedansi akustik tinggi, porositas rendah
- 3) Fase karbonat 3: Ketebalan rata-rata ~ 60 m, impedansi akustik rendah, porositas tinggi. Bagian ini menunjukkan *prograding platform* berkembang dengan baik di fase 3.



**Gambar 13.** Arsitektur karbonat B, amplitudo seismik dan inversi seismik digunakan untuk mengetahui arsitektur secara vertikal. Volume inversi yang digabung bersama varians dihasilkan untuk mengetahui arsitektur secara lateral

Gambar 14 menunjukkan karbonat C, merupakan karbonat terisolir yang terbentuk dengan tren barat daya – timur laut. Karbonat ini memiliki lebar rata-rata ~3,5 km dan panjang rata-rata ~7,5 km. Berdasarkan penampang impedansi akustik, ada 3 fase dalam karbonat C:

- 1) Fase karbonat 1: Ketebalan rata-rata ~ 90 m, impedansi akustik rendah, porositas tinggi
- 2) Fase karbonat 2: Ketebalan rata-rata ~ 70 m, impedansi akustik tinggi, porositas rendah
- 3) Fase karbonat 3: Ketebalan rata-rata ~ 100 m, impedansi akustik rendah, porositas tinggi. Penampang inversi menunjukkan *platform prograding* yang berkembang dengan baik di fase 3. Dan juga *pinnacle reef* ditampilkan dengan jelas di setiap fase.

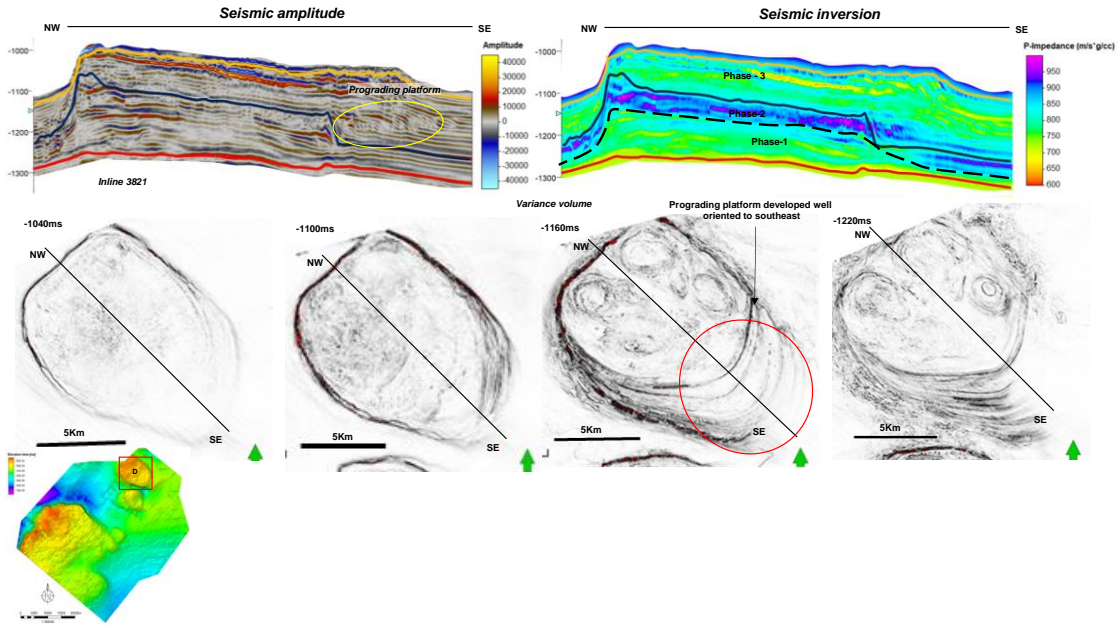


**Gambar 14.** Arsitektur karbonat C, amplitudo seismik dan inversi seismik digunakan untuk mengetahui arsitektur secara vertikal. Volume inversi impedansi akustik yang digabung bersama varians dihasilkan untuk mengetahui arsitektur secara lateral

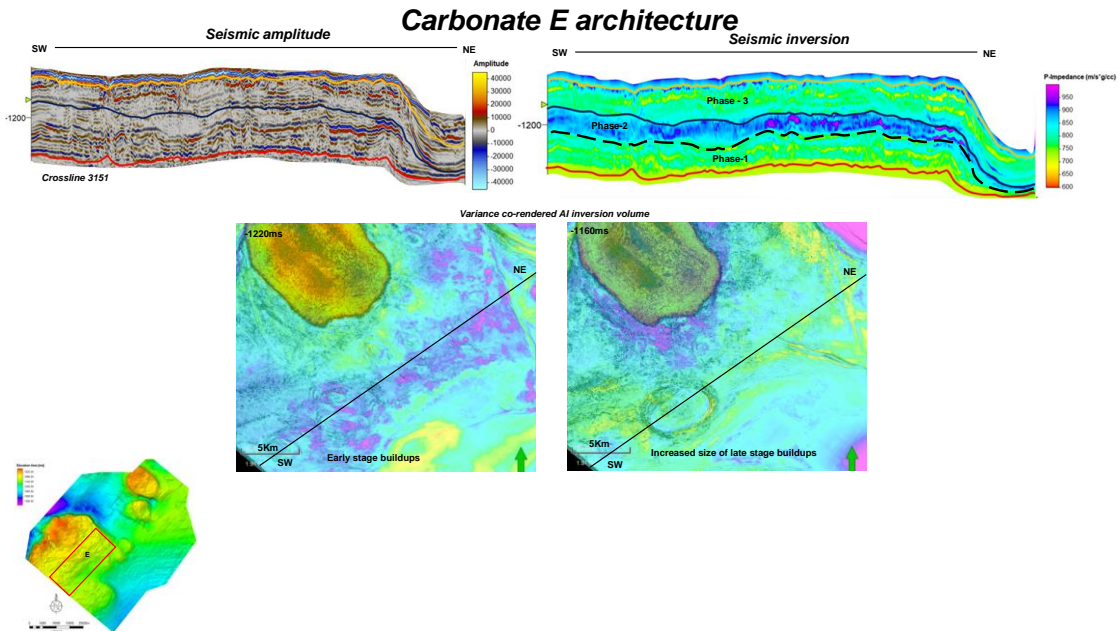
Karbonat D jelas ditunjukkan oleh amplitudo dan penampang inversi impedansi akustik. Berdasarkan inversi impedansi akustik yang digabung bersama atribut varians, ini menunjukkan pembentukan karbonat yang terisolasi. Karbonat ini memiliki lebar rata-rata ~11km dan panjang rata-rata ~13 km. Berdasarkan penampang inversi, terdapat 3 fase pada karbonat D:

- 1) Fase karbonat 1: Ketebalan rata-rata ~ 110 m, nilai inversi rendah, porositas tinggi
- 2) Fase karbonat 2: Ketebalan rata-rata ~ 80 m, nilai inversi tinggi, porositas rendah
- 3) Fase karbonat 3: Ketebalan rata-rata ~ 90 m, nilai inversi rendah, porositas tinggi.

*Platform prograding* dikembangkan dengan baik di fase 3 ditunjukkan pada penampang inversi impedansi akustik. Penumpukan karbonat terlihat jelas dan besar pada fase 2 dan fase 1 (Gambar 15).



**Gambar 15.** Arsitektur karbonat D, amplitudo seismik dan inversi seismik digunakan untuk mengetahui arsitektur secara vertikal. Volume inversi impedansi akustik (AI) yang digabung bersama varians dihasilkan untuk mengetahui arsitektur secara lateral

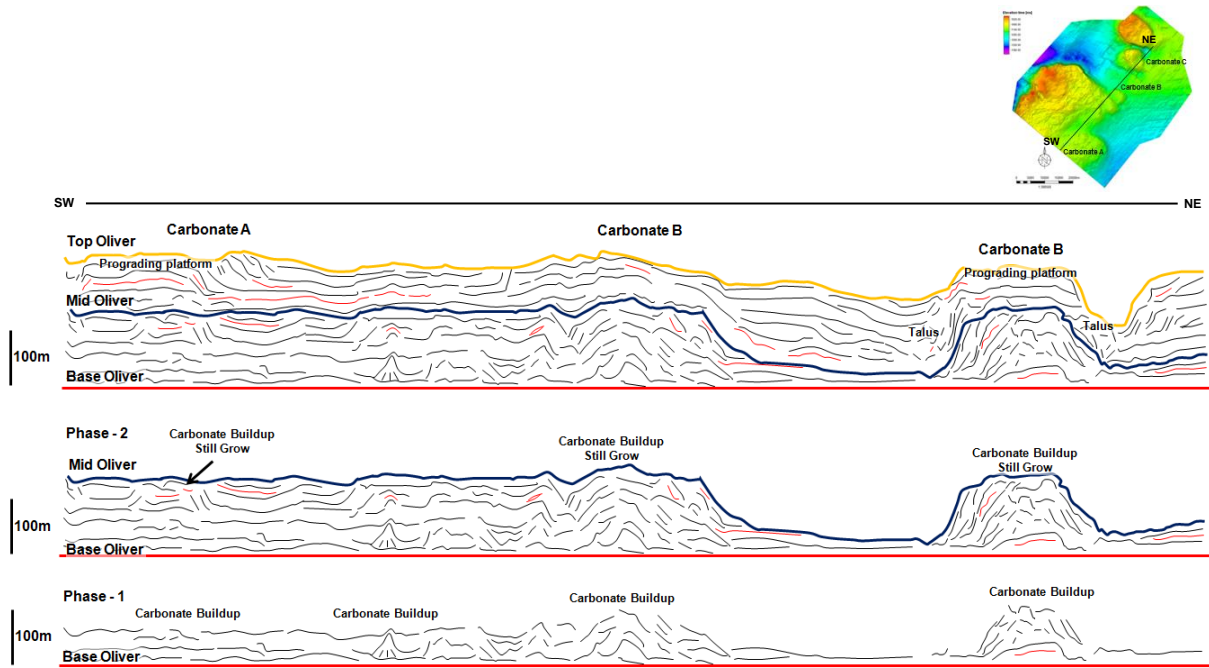


**Gambar 16.** Arsitektur karbonat E, amplitudo seismik dan inversi seismik digunakan untuk mengetahui arsitektur secara vertikal. Volume inversi AI yang digabung bersama varians dihasilkan untuk mengetahui arsitektur secara lateral

Interpretasi inversi AI yang digabung bersama atribut varians menunjukkan jenis karbonat E yang merupakan karbonat platform ekstensional. Berdasarkan penampang AI, terdapat 3 fase pada karbonat E:

- 1) Fase karbonat 1: Ketebalan rata-rata ~ 100 m, AI rendah, porositas tinggi
- 2) Fase karbonat 2: Ketebalan rata-rata ~ 90 m, AI tinggi, porositas rendah
- 3) Fase karbonat 3: Ketebalan rata-rata ~ 90 m, AI rendah, porositas tinggi. Penampang AI tidak menunjukkan karbonat *platform prograding*. *Carbonate build-up* ditunjukkan dengan jelas pada fase 3 (Gambar 16).

Berdasarkan karakter internal seismik di formasi Oliver, kami telah merekonstruksi model konseptual *Oliver carbonate*. Pada fase-1, terdapat pembentukan karbonat pada tahap awal. Fase-2 menunjukkan pembentukan karbonat yang masih tumbuh memiliki lapisan yang lebih tebal dibandingkan fase-1. Fase-3 menunjukkan karbonat *platform prograding* berkembang dengan baik (Gambar 17). Reservoir potensial adalah carbonate buil up dan prograding platform.



**Gambar 17.** Model konseptual di *Oliver carbonate*

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis *crossplot*, log AI dapat digunakan untuk membedakan karbonat berpori dan tidak berpori pada formasi Oliver. Secara vertikal, berdasarkan volume AI (*acoustic impedance*) atau impedansi akustik, Oliver karbonat dapat dibagi dalam 3 fase: karbonat fase-1 ditandai dengan pembentukan karbonat dengan AI rendah (porositas tinggi), karbonat fase-2 ditandai dengan pembentukan karbonat dengan AI tinggi (porositas rendah), dan karbonat fase-3 ditunjukkan dengan *prograding platform* dengan AI rendah (porositas tinggi). Metode inversi AI dapat digunakan untuk mengetahui sebaran karbonat terkait dengan fasies, porositas, dan model pengendapan pada formasi Oliver. Penumpukan karbonat terisolasi berkembang baik dengan orientasi ke arah timur laut, hal ini dapat dilihat dari geometri karbonat. Reservoir potensial di wilayah studi ini berada dalam bentuk karbonat *build-up* dan *prograding platform* yang berorientasi ke tenggara (karbonat B, karbonat C, dan karbonat D). Karbonat A dengan geometri unik (*elbow*) yang dipengaruhi oleh arus memiliki potensi reservoir dalam karbonat *build-up* dan *prograding platform* di fase 3 berorientasi barat daya – timur laut. Karbonat E yang terletak pada platform ekstensional memiliki potensi reservoir dalam karbonat *build-up*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada dGB Earth Sciences yang telah menyediakan data open ini sehingga dapat digunakan untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahr, W.M., 2008. Geology of Carbonate Reservoirs: the Identification, Description and Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in Carbonate Rocks. Wiley, pp. 265.
- Blevin, J.E., Struckmeyer, H.I.M., Cathro, D.L., Totterdell, J.M., Boreham, C., Romine, K.K., Loutit, T.S., Sayers, J., 1998. Tectonostratigraphic framework and petroleum systems of the Browse Basin, North West Shelf. In: Purcell, P.G., Purcell, R.R. (Eds.), The Sedimentary Basins of Western Australia 2: Proceedings of the Petroleum Exploration Society of Australia Symposium, Perth, pp. 369–420.
- Brown, R.A., 1999. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data Fifth Edition, AAPG Memoir 42

- ConocoPhillips, 2010. Poseidon-1 Well Completion Report, vol. 1. Basic Data, pp. 1–1133.
- ConocoPhillips, 2011a. Poseidon-2 Well Completion Report, vol. 1. Basin Data, pp. 1–1466.
- ConocoPhillips, 2011b. Kronos-1 Well Completion Report, vol. 2. Interpretive Data, pp. 1–954.
- Rosleff-Soerensen, B., Reuning, L., Back, S., Kukla, P., 2012. Seismic geomorphology and growth architecture of a Miocene barrier reef, Browse Basin, NW-Australia. *Mar. Petrol. Geol.* 29, 233-254.
- Rosleff-Soerensen, B., Reuning, L., Back, S., Kukla, P., 2016. The response of a basin scale Miocene barrier reef system to long term, strong subsidence on a passive continental margin, Barcoo sub-basin. *Aust. North West Shelf. Basin Res.* 28, 103-123.
- Saqab, M.M., Bourget, J., 2015. Controls on the distribution and growth of isolated carbonate build-ups in the Timor Sea (NW Australia) during the quaternary. *Mar. Petrol. Geol.* 62, 123–143.).
- Stephenson, A.E., Cadman, S.J., 1994. Browse Basin, North West Australia: the evolution, paleogeography and petroleum potential of a passive continental margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 111, 337–366.
- Struckmeyer, H.I.M., Blevin, J.E., Sayers, J., Totterdell, J.M., Baxter, K., Cathro, D.L., 1998. Structural evolution of the Browse Basin, North West Shelf: new concepts from deep-seismic data. In: Purcell, P.G., Purcell, R.R. (Eds.), *The Sedimentary Basins of Western Australia 2: Proceedings of the Petroleum Exploration Society of Australia Symposium*, vol. 1998. pp. 345-367 (Perth, WA).
- Tuyl et al. 2019. Geomorphological evidence of carbonate build-up demise on equatorial margins: A case study from offshore northwest Australia. *Marine and Petroleum Geology* 104. 126-127