



|Research Article

Interpretasi Penampang Seismik Untuk Identifikasi Struktur Geologi Sebagai Perangkap Hidrokarbon pada Lapangan Semberah, Cekungan Kutai

Asrim

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Baubau, Sulawesi Tenggara

ARTICLE INFO

Article history:

Received: March 25, 2023

Accepted: August 30, 2023

Published: September 22, 2023

Keywords:

Interpretasi seismik; struktur geologi; Cekungan Kutai

Corresponding author:

Asrim

Email: asrim@unidayan.ac.id**Read online:**

Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Copyright © 2023 Authors



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

Interpretasi penampang seismik merupakan suatu analisis yang dilakukan untuk mengetahui informasi geologi bawah permukaan. Analisis penampang seismik dapat diaplikasikan untuk mengetahui adanya perangkap hidrokarbon. Lapangan Semberah adalah salah satu lapangan migas yang ada di Cekungan Kutai. Sebagian besar sumur-sumur yang ada di lapangan ini tersebar dengan arah timurlaut-baratdaya, yang mana salah satu lokasi pengembangan lapangan ini terletak pada bagian utara. Jumlah sumur di sekitar lokasi target penelitian ini masih minim, sehingga perlu dilakukan analisis data seismik secara terperinci pada lokasi tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi jenis struktur geologi yang berpotensi sebagai perangkap hidrokarbon pada lokasi target. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dua penampang seismik yang telah diolah hingga tahap *post stack time migration*. Tahapan interpretasi penampang seismik pada penelitian ini meliputi *well seismic tie*, *picking horizon*, analisis, dan kesimpulan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil adanya struktur antiklin dan sesar yang berpotensi sebagai perangkap hidrokarbon.

ABSTRACT

Seismic section interpretation is an analysis which carried out to identify subsurface geological information. Seismic section analysis can be applied to determine the presence of hydrocarbon traps. Semberah Field is one of the oil and gas fields in the Kutai Basin. Most of the wells in this field are distributed in a northeast-southwest direction, where one of the development sites for this field is located in the north. The number of wells around the target location of this research is still low, so it is necessary to analyze the seismic data in detail at that location. The objective of this study is to determine the geological structure that could be a hydrocarbon trap at the target location. The data used in this study are seismic sections that have been processed to the post stack time migration stage. This study's seismic section interpretation stages include well seismic tie, picking horizon, analysis, and conclusions. Based on the results of the research that has been done, it has been found that there is an anticline structure and fault that has the potential to be a hydrocarbon trap.

How to cite: Asrim (2023). Interpretasi penampang seismik untuk identifikasi struktur geologi sebagai perangkap hidrokarbon pada Lapangan Semberah, Cekungan Kutai. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 5(1), pp. 22-27. <https://doi.org/10.56099/ophi.v5i1.p22-27>

1 Pendahuluan

Metode seismik merupakan salah satu bentuk metode geofisika aktif yang menggunakan gelombang elastis untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi. Gelombang berasal dari sumber (*source*) dan merambat melalui bawah permukaan sebelum direkam oleh detektor yang mengukur deformasi tanah (Dentith dan Mudge, 2018). Deformasi tanah sebagai fungsi waktu ketika gelombang menjaral terdiri dari deret waktu, yang disebut jejak seismik. Jalur gelombang dari sumber ke detektor dikendalikan oleh sifat elastis batuan yang dilaluinya. Gelombang yang keluar dari sumber umumnya akan menjaral ke bawah permukaan bumi dan akan kembali ke permukaan setelah mengalami pembiasan dan pantulan pada batas batuan di bawah permukaan.

Pantulan gelombang seismik tergantung pada kontras atau perbedaan kecepatan dan densitas gelombang antar lapisan batuan di bawah permukaan bumi, sedangkan kecepatan dan densitas bergantung pada litologi, porositas, tekstur batuan, fluida pori, dan tegangan. Kedua hubungan ini, yang pertama yaitu antara struktur batuan dan elastisitasnya, dan yang kedua antara elastisitas dan perambatan sinyal, membentuk fondasi fisik dari interpretasi sifat dan kondisi batuan berbasis seismik (Dvorkin dkk., 2014). Informasi struktur batuan atau struktur geologi dari gelombang seismik dapat diketahui melalui pendekatan interpretasi penampang seismik. Ada dua pendekatan utama dalam interpretasi penampang seismik yaitu analisis struktural dan analisis stratigrafi. Analisis struktural merupakan studi geometri reflektor berdasarkan waktu refleksi (Kearey dkk., 2013).

Penggunaan data seismik untuk identifikasi potensi hidrokarbon sangat bervariasi. Mulai dari interpretasi penampang seismik, inversi seismik, atribut seismik, *seismic rock physics*, dan metode seismik lainnya telah diaplikasikan dalam pencarian hidrokarbon. Walaupun metode seismik sudah berkembang dengan sangat pesat, pendekatan interpretasi penampang seismik tetap harus dilakukan untuk mengetahui elemen *petroleum system* yang berkembang dalam suatu daerah. Menurut Magoon dan Dow (1994), *petroleum system* merupakan suatu sistem alam yang meliputi suatu batuan induk aktif dan semua hal yang berkaitan dengan minyak dan gas, termasuk semua elemen dan proses geologi hingga terdapat akumulasi hidrokarbon. Elemen-elemen dalam sistem *petroleum* antara lain yaitu *source rock* (batuan induk), *reservoir rock* (batuan reservoir), *seal rock* (batuan penutup), *trap* (jebakan atau perangkap), dan *migration route* (jalur migrasi).

Jebakan atau perangkap hidrokarbon merupakan suatu tempat terjebakannya hidrokarbon yang mengalir. Secara umum ada tiga macam tipe jebakan yaitu jebakan struktur, jebakan stratigrafi, dan jebakan kombinasi antara struktur dan stratigrafi (Biddle dan Wielchowsky, 1994). Identifikasi jebakan atau perangkap hidrokarbon dapat dilakukan menggunakan penampang seismik. Aplikasi utama dari analisis struktural penampang seismik adalah untuk pencarian perangkap struktural yang berpotensi sebagai perangkap hidrokarbon (Kearey dkk., 2013). Jebakan atau perangkap struktur umumnya terbentuk oleh deformasi geologi yang menghasilkan struktur seperti lipatan atau patahan (Bjørlykke, 2015). Hal inilah yang menunjukkan pentingnya identifikasi struktur geologi pada suatu lapangan migas.

Lapangan Semberah merupakan salah satu lapangan minyak dan gas bumi yang terletak di area Sanga-Sanga, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. Produksi lapangan Semberah yaitu 1263 BOPD untuk minyak dan 1.2 MMSCFD untuk gas. Sebagian besar sumur-sumur produksi lapangan ini tersebar dengan arah timurlaut - baratdaya (Widyantoro dan Santoso, 2021). Untuk mempertahankan produksi minyak dan gas pada lapangan ini maka perlu dilakukan usaha untuk menemukan adanya potensi hidrokarbon di bagian utara, salah satunya yaitu melalui analisis data seismik, dengan fokus utama pencarian perangkap struktur.

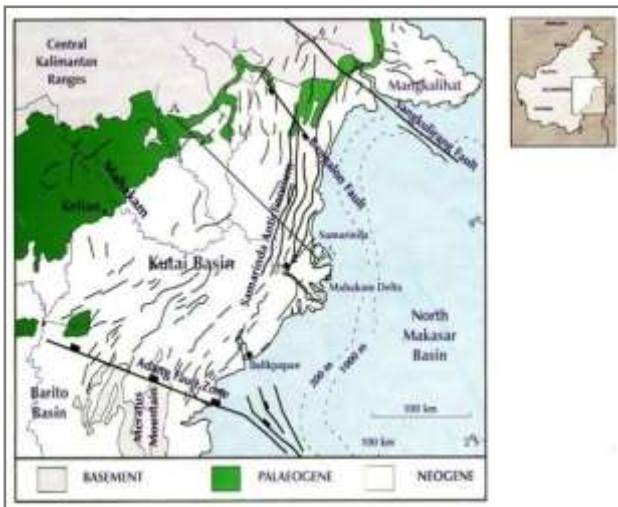
Jumlah sumur di sekitar lokasi target penelitian belum terlalu banyak, sehingga diperlukan analisis penampang seismik untuk identifikasi struktur geologi. Memaksimalkan data seismik pada daerah dengan data sumur yang minim memberikan keuntungan karena penampang seismik mempunyai resolusi horizontal yang lebih baik dan cakupan area yang luas (Amelia dkk., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya struktur geologi yang berpotensi sebagai perangkap atau jebakan hidrokarbon pada lokasi target di Lapangan Semberah melalui analisis penampang seismik.

2 Geologi Regional

Cekungan Kutai terletak di tepi bagian timur dari paparan sunda, yang dihasilkan oleh gaya ekstensi di bagian selatan Lempeng Eurasia. Secara fisiografi Cekungan Kutai dibatasi oleh *Kucing High* dan *Central Range* pada bagian utara dan barat, Cekungan Tarakan-*Mangkalihat Ridge* pada bagian timur laut, Cekungan Barito-*Meratus High* pada bagian barat daya serta selat Makasar pada bagian timur (Allen dan Chambers, 1998) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Cekungan Kutai merupakan hasil dari tumbukan antara kerak samudra Filipina, kerak benua Indo-

Australia dan kerak benua Eurasia yang berlangsung dari Paleogen hingga sekarang. Cekungan ini berupa *graben* yang terjadi dari fase tektonik ekstensional. Pada awal Miosen Tengah merupakan awal dari fase inversi Cekungan Kutai. Deformasi berpindah dari barat ke timur dengan terbentuknya sesar inversi berpasangan pada bagian timur. Pada kala ini juga terjadi progradasi delta ke arah timur. Fase ini terus berlangsung hingga Pliosen Awal. Pada kala Pliosen-Pleistosen terjadi inversi dan pengangkatan dari pegunungan Meratus, bagian selatan dari Cekungan Kutai yang mengindikasikan terjadi kontraksi struktural regional pada kala itu (McClay dkk., 2000), yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.

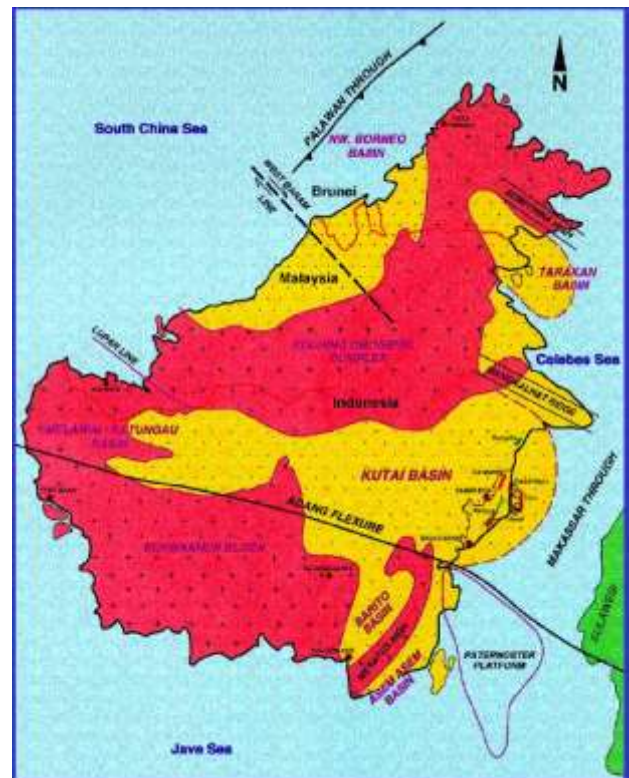


Gambar 1 Fisiografi dan unsur-unsur struktural mayor Kalimantan (Allen dan Chambers, 1998)

Cekungan Kutai adalah salah satu cekungan migas terbesar di Indonesia, yang terletak di Pulau Kalimantan. Cekungan Kutai mempunyai luas mencapai 60000 km² dengan tebal sedimentasi sekitar 14 km dan kandungan minyak diperkirakan sekitar 11 milyar barrel. Selain minyak dan gas bumi, Cekungan Kutai juga menyimpan cadangan batubara dan berbagai mineral yang relatif besar (Allen dan Chambers, 1998). Jenis perangkap atau jebakan hidrokarbon yang ada di Cekungan Kutai sebagian besar didominasi oleh jebakan struktur khususnya tutupan (*closure*) *four-way* yang diikat oleh sesar (Darmawan dkk., 2015). Lapangan Semberah berada di Cekungan Kutai bagian bawah, yang dikenal sebagai penghasil minyak dan gas terbesar di Indonesia (Zulmi dkk., 2014).

Stratigrafi cekungan Kutai dari tua ke muda yaitu Formasi Pamaluan, Bebulu, Pulaubalang, Balikpapan, Kampung Baru, Endapan Kuartar (**Gambar 3**). Formasi Pamaluan tersusun oleh batulempung dengan sisipan napal, batupasir dan batugamping. Formasi ini memiliki ketebalan berkisar antara 1500 hingga 2500 meter. Formasi Bebulu tersusun oleh batugamping

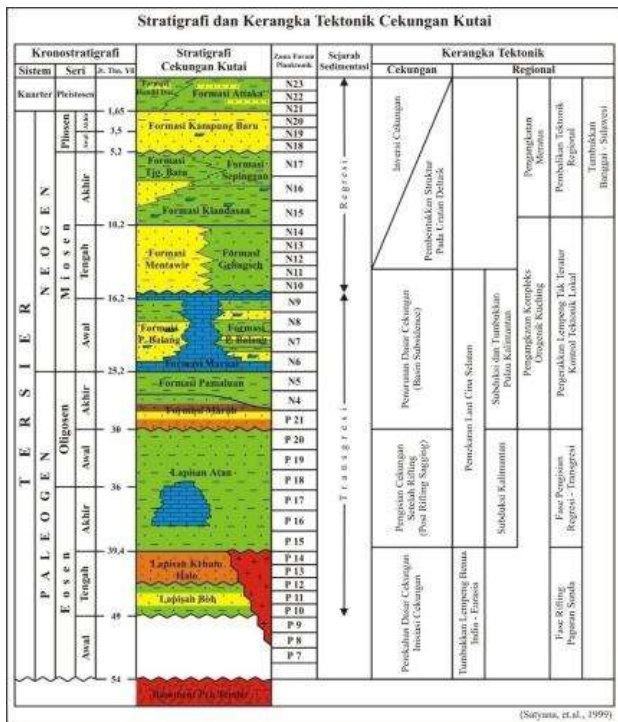
dengan sisipan napal dan lanau karbonatan. Formasi Pulaubalang tersusun oleh *graywacke* dan batupasir kuarsa dengan sisipan lapisan batugamping, serpih, lapisan batubara dan tuf dasitan. Formasi Balikpapan tersusun oleh batupasir dan serpih dengan sisipan lapisan batulempung, batulanau, batugamping dan batubara. Formasi Kampung Baru tersusun atas batupasir kuarsa dengan beberapa sisipan batulempung, serpih dan lignit serta lapisan batulanau. Endapan Kuartar tersusun oleh pasir, lumpur, kerikil dan endapan pantai yang terbentuk pada lingkungan pengendapan sungai, rawa, pantai dan delta (Satyana dkk., 1999).



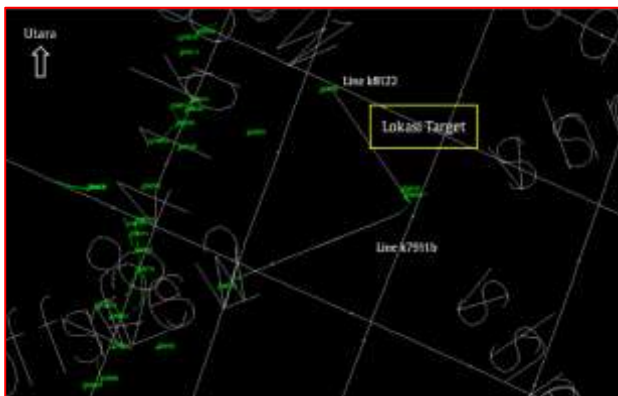
Gambar 2 Struktur regional Pulau Kalimantan (McClay dkk., 2000)

3 Metode Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Lapangan Semberah, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur, Indonesia. Adapun tahapan interpretasi penampang seismik dalam penelitian ini meliputi; *well seismic tie*, yaitu melakukan korelasi data seismik dengan data sumur. Kemudian *picking horizon*, yaitu memilih dan menandai reflektor seismik pada penampang seismik berdasarkan hasil *well seismic tie*. Tahapan selanjutnya adalah yaitu melakukan interpretasi dan analisis terhadap penampang seismik yang telah di *picking* sebelumnya. Langkah terakhir yaitu menentukan jenis struktur geologi berdasarkan hasil interpretasi pada penampang seismik.



Gambar 3 Stratigrafi Cekungan Kalimantan (Satyana dkk., 1999)



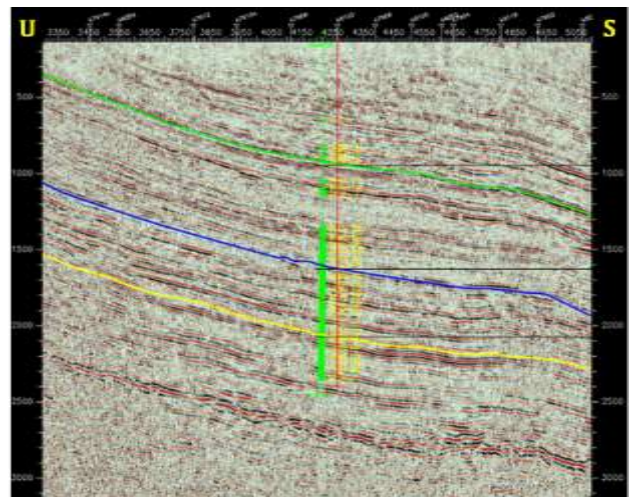
Gambar 4 Basemap lintasan seismik dan lokasi target penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa penampang seismik yang telah diolah sampai dengan tahap *post stack time migration* dan data sumur yang berisi marker regional. *Software* yang digunakan dalam analisis penampang seismik yaitu *SeisWorks*. *Basemap* lintasan seismik (Gambar 4) menunjukkan dua lintasan seismik yaitu k8122 dan k7911b dengan fokus lokasi target penelitian (kotak warna kuning). Sumur yang berada di sebelah barat lokasi target merupakan sumur deviasi yang tidak berproduksi dan tidak mengenai lintasan seismik k8122 sehingga tidak dapat digunakan untuk *well seismic tie*.

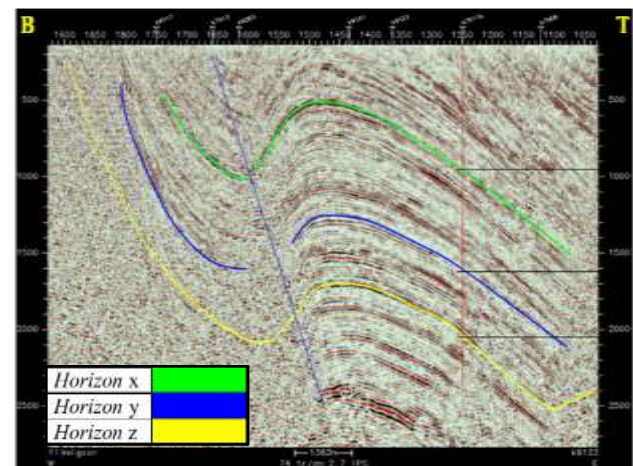
3.1 Well Seismic Tie

Langkah pertama dalam interpretasi penampang seismik adalah melakukan korelasi data seismik pada

data sumur. Hal ini dilakukan agar *horizon* yang akan dipilih pada penampang seismik sesuai dengan zona marker yang ada pada data sumur. *Well seismic tie* sangat penting dilakukan untuk memadukan data seismik yang mempunyai resolusi horizontal yang baik dan data sumur yang mempunyai resolusi vertikal yang baik. Data seismik yang digunakan untuk *well seismic tie* yaitu lintasan k7911b karena lintasan k8122 tidak melewati sumur. Marker regional telah disediakan oleh perusahaan. Dalam korelasi seismik dengan data sumur, ada tiga marker regional yang dipilih pada penampang k7911b (Gambar 5).



Gambar 5 Well seismic tie dan picking horizon pada penampang seismik k7911b (lintasan Utara-Selatan)



Gambar 6 Picking horizon pada penampang seismik k8122 (lintasan Barat-Timur)

3.2 Picking Horizon

Tahap selanjutnya adalah melakukan *picking horizon* pada penampang seismik k7911b sesuai dengan marker yang telah dipilih sebelumnya. *Picking horizon* dilakukan dengan menandai dan mengikuti kemenerusan reflektor pada penampang seismik. Setelah *picking horizon* pada penampang seismik k7911b selesai maka selanjutnya menentukan titik

atau nilai *time* pada perpotongan lintasan seismik k7911b dengan k8122. Pada *horizon x* yang berwarna hijau perpotongannya terletak pada kisaran *time* 940, *horizon y* yang berwarna biru pada kisaran *time* 1610, dan *horizon z* yang berwarna kuning pada kisaran *time* 2070 (Gambar 5). Setelah itu dilakukan *picking horizon* pada penampang seismik k8122 (Gambar 6).

4 Hasil dan Pembahasan

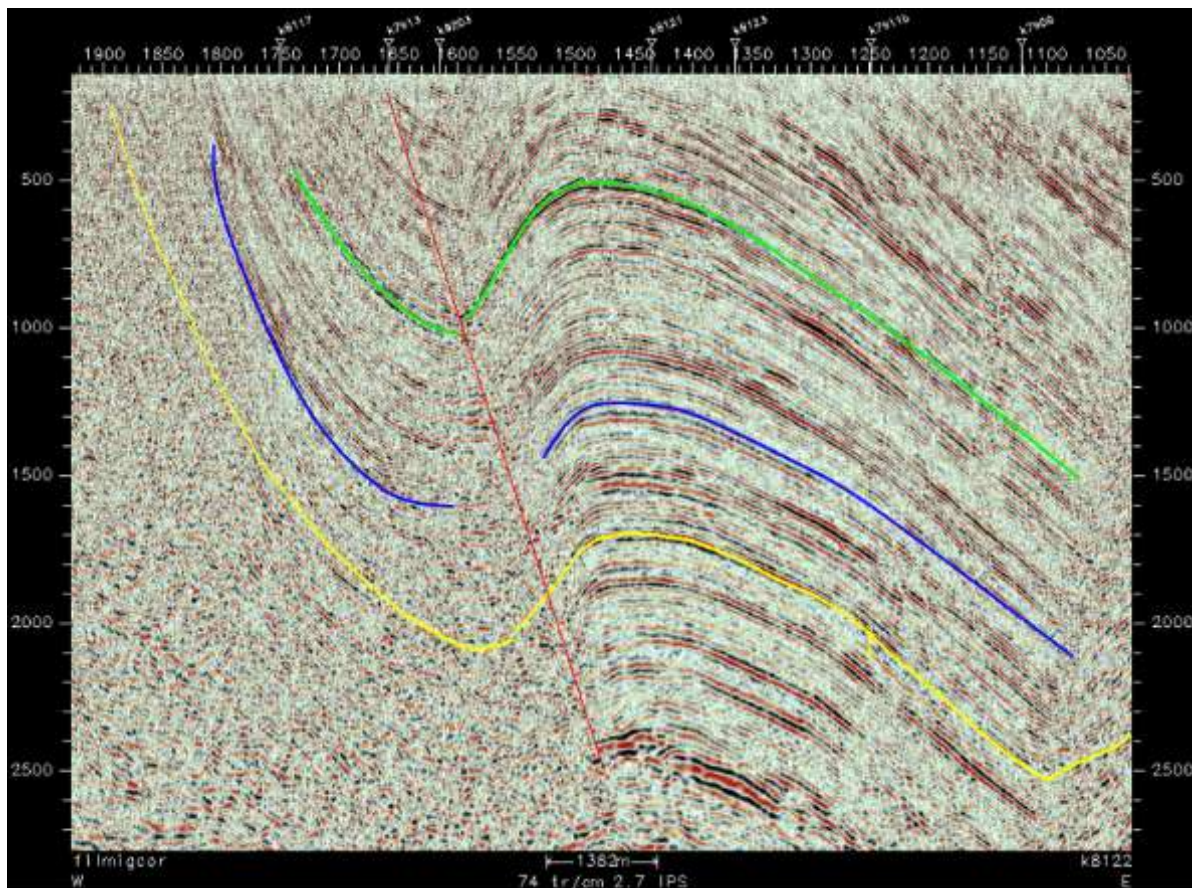
4.1 Analisis Struktur pada Penampang k8122

Setelah *picking horizon* selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan interpretasi dan analisis penampang seismik. Penampang seismik pertama yang akan dianalisis adalah penampang k8122. Penampang seismik ini sangat menarik karena dari gambaran kasat mata langsung terlihat adanya pola struktur geologi. Dari *horizon* pada penampang seismik k8122 menunjukkan adanya lipatan dan sesar yang membentuk pola geometri *fault-propagation fold* (Gambar 7). Lipatan yang terdapat pada penampang seismik membentuk struktur antiklin yang cenderung miring ke arah timur, dengan sayap antiklin yang memanjang pada bagian barat dan membentuk sesar naik pada bagian timur. Berdasarkan Mitra (1990), *fault-propagation fold*

merupakan salah satu bentuk perangkap hidrokarbon yang sangat penting. Adanya struktur antiklin pada penampang seismik tersebut menunjukkan kemungkinan adanya potensi hidrokarbon di lokasi yang dilewati oleh lintasan seismik k8122. Dari sudut pandang *petroleum system*, Selley dan Sonnenberg (2015) menjelaskan bahwa sebagian besar hidrokarbon terjebak di sesar dan struktur antiklin. Hal ini disebabkan karena sesar dan antiklin merupakan wadah yang sangat bagus untuk tertampungnya hidrokarbon.

4.2 Analisis Struktur pada Penampang k7911b

Penampang seismik k7911b (Gambar 5) mempunyai *horizon* yang cenderung menurun dari selatan ke utara. Ketiga *horizon* seismik yaitu *horizon x*, *horizon y*, dan *horizon z* mempunyai pola kemenerusan yang sama. Perbedaan geometri *horizon* pada penampang k7911b dan penampang k8122 diakibatkan oleh adanya deformasi regional di Cekungan Kutai. Adanya sesar dan lipatan pada penampang k8122 merupakan hasil dari fase tektonik dengan orientasi deformasi barat – timur yang ditandai dengan adanya fase inversi Cekungan Kutai pada awal Miosen Tengah.



Gambar 7 Struktur antiklin pada penampang seismik k8122 (lintasan Barat-Timur)

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil interpretasi dan analisis yang telah dilakukan pada penampang seismik, khususnya pada penampang k8122, maka dapat disimpulkan bahwa jenis struktur geologi bawah permukaan yang

terdapat pada lokasi penelitian merupakan struktur lipatan dan sesar yang membentuk geometri *fault-propagation fold*. Struktur lipatan (berupa antiklin) dan sesar menunjukkan kemungkinan adanya jebakan hidrokarbon pada lokasi target penelitian.

Referensi

- Allen, G. P. & Chambers, J. L. C. 1998. Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta. Jakarta, Indonesian Petroleum Association.
- Amelia, N. R., Supriyanto & Haryanto, H. 2021. Identifikasi Struktur Geologi Sebagai Potensi Area Jebakan Hidrokarbon Berdasarkan Integrasi Data Gaya Berat dan Data Seismik di Pulau Timor, Indonesia Timur. *Jurnal Geosains Terapan*, 4(1), pp. 1-14.
- Biddle, K. T. & Wielchowsky, C. C. 1994. Hydrocarbon Traps. *In: Magoon, L. B. & Dow, W. G. (eds.) The Petroleum System-From Source to Trap*. American Association of Petroleum Geologists. pp. 219-236. <https://doi.org/10.1306/m60585c13>
- Bjørlykke, K. 2015. Petroleum Geoscience-From Sedimentary Environments to Rock Physics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34132-8>
- Darmawan, W., Subekti, A., Guritno, E., Smart, J., Mustapha, H., Nugroho, B. & Bachtiar, A. 2015. Structural and Stratigraphic Evolution and Implications for Paleogene Syn-Rift Exploration in North East Bangkanai, Upper Kutai Basin, Indonesia. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association, 39th Annual Convention & Exhibition, Jakarta*. Indonesian Petroleum Association. pp.
- Dentith, M. & Mudge, S. T. 2018. Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist. Cambridge, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139024358>
- Dvorkin, J., Gutierrez, M. A. & Grana, D. 2014. Seismic Reflections of Rock Properties. New York, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511843655>
- Kearey, P., Brooks, M. & Hill, I. 2013. An Introduction to Geophysical Exploration (3 ed.). Wiley-Blackwell.
- Magoon, L. B. & Dow, W. G. 1994. The Petroleum System. *The Petroleum System-From Source to Trap*. American Association of Petroleum Geologists. pp. 3-24. <https://doi.org/10.1306/m60585c1>
- McClay, K., Dooley, T., Ferguson, A. & Poblet, J. 2000. Tectonic Evolution of the Sanga Sanga Block, Mahakam Delta, Kalimantan, Indonesia. *AAPG Bulletin*, 84(6), pp. 765-786. <https://doi.org/10.1306/a96733ec-1738-11d7-8645000102c1865d>
- Mitra, S. 1990. Fault-Propagation Folds: Geometry, Kinematic Evolution, and Hydrocarbon Traps (1). *AAPG Bulletin*, 74(6), pp. 921-945. <https://doi.org/10.1306/0c9b23cb-1710-11d7-8645000102c1865d>
- Satyana, A. H., Nugroho, D. & Surantoko, I. 1999. Tectonic controls on the hydrocarbon habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: major dissimilarities in adjoining basins. *Journal of Asian Earth Sciences*, 17(1-2), pp. 99-122. [https://doi.org/10.1016/s0743-9547\(98\)00059-2](https://doi.org/10.1016/s0743-9547(98)00059-2)
- Selley, R. C. & Sonnenberg, S. A. 2015. Elements of Petroleum Geology (3 ed.). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/c2010-0-67090-8>
- Widyantoro, A. & Santoso, W. D. 2021. Seismic Forward Modeling of Semberah Fluvio-deltaic Reservoir. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association, 45th Annual Convention & Exhibition, Jakarta*. Indonesian Petroleum Association. pp. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29118/IPA21-G-5>
- Zulmi, I., Ramadian, R., Fabian, F., Momen, M. & Sukanta, U. 2014. Stratigrafi Sikuen Resolusi Tinggi untuk Memahami Distribusi Reservoir di Lapangan Semberah, Cekungan Kutai Bagian Bawah *Proceedings PIT IAGI Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-43, Jakarta*. pp.