

Identifikasi Potensi Reservoir Batupasir Menggunakan Atribut Seismik di Lapangan “Aru” Cekungan Jawa Barat Utara

Warni Multi¹, Meidi Arisalwadi²

¹Teknik Geofisika, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

²Fisika, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

Email korespondensi: warni.multi@fatek.unpatti.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian di Lapangan “Aru” yang merupakan lapangan migas di Cekungan Jawa Barat Utara. Penggunaan data konvensional untuk identifikasi potensi reservoir batupasir dan sebarannya di daerah penelitian masih kurang optimal sehingga analisa dilakukan menggunakan atribut *RMS Amplitude*. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran reservoir batupasir yang berpotensi sebagai penyimpan hidrokarbon di daerah penelitian. Data yang digunakan adalah data seismik dan data sumur. Data seismik berupa data sekunder 3D *Pre-Stack Time Migration* (PSTM) yang terdiri atas 381 lintasan *inline* dan 859 *crossline* dengan *sampling rate* 2 ms. Digunakan pula empat data sumur yang dilengkapi properti fisik dan *marker* reservoir kajian. Pengolahan datanya diawali dengan pembuatan sintetik seismogram untuk menyamakan horizon seismik dalam skala waktu dari data seismik terhadap posisi kedalaman sebenarnya pada data sumur. Pembuatan *time structure map* untuk analisa struktur tinggian dan rendahan sebagai potensi jebakan hidrokarbon. Tahap akhir pengolahan yaitu analisa sebaran reservoir batupasir yang berpotensi menyimpan hidrokarbon melalui peta anomali atribut *RMS amplitude*. Hasil interpretasi *time structure map* dari penampang reservoir 39A dan 39C secara struktural menunjukkan sumur B1 dan A4 terletak pada area tinggian dengan nilai *surface elevation* yaitu -1175ms sampai -1025ms. Hasil ini dikorelasi dengan peta anomali atribut *RMS amplitude* dari penampang reservoir 39A dan 39C namun ditunjukkan bahwa hanya area sumur B1 yang memiliki kontras yang ekstrim terhadap anomali amplitudo tinggi dengan nilai -10^3 hingga -30^3 yang penyebarannya hingga ke arah Utara. Kontras anomali amplitudo tinggi ditafsirkan sebagai litologi batupasir terisi hidrokarbon. Hasil ini berkorelasi juga dengan *well test* sumur B1 yang terbukti mengandung hidrokarbon.

Masuk:

25 Februari 2023

Diterima:

18 Maret 2023

Diterbitkan:

21 Maret 2023

Kata kunci:

Reservoir batupasir, Atribut seismik, RMS amplitude, Pre-stack time migration.

1. Pendahuluan

Minyak dan gas bumi berasal dari sumber energi fosil yang menjadi penggerak berbagai bidang industri kehidupan khususnya di Indonesia yang pemakaiannya masih menjadi sumber utama, meskipun sumber energi dari bahan lainnya telah dieksplorasi dan dieksploitasi [1]. Tidak dapat dipungkiri sebagai negara yang luas dengan jumlah penduduk yang relatif banyak dan sektor industrinya terus berkembang, kebutuhan migas melaju dengan cepat hampir di seluruh daerah di Indonesia. Namun dikarenakan tidak seluruh daerah mempunyai sumber cadangan migas maka perlu dilakukan peningkatan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi cadangannya [2]. Keberadaan sumber energi hidrokarbon memang tidak merata di tiap daerah. Pulau Jawa menjadi salah satu daerah yang turut menyumbangkan sumber cadangan hidrokarbon. Adapun kegiatan eksplorasi dan eksploitasi telah cukup banyak dilakukan di daerah tersebut [3]. Cekungan Jawa Barat Utara menjadi salah satu cekungan yang termasuk ke dalamnya. Cekungan ini menjadi penghasil hidrokarbon yang cukup ekonomis karena tersusun atas formasi batuan yang dapat berperan sebagai *source rock* maupun batuan reservoir [4]. Selain itu susunan formasinya terdiri atas sedimen *post-rift* dengan porositas yang baik [5]. Formasi Talang Akar merupakan formasi yang mengisi Cekungan Jawa Barat Utara dan telah *proven* hidrokarbon pada reservoir batupasir [6]. Batuan reservoirnya merupakan batupasir siliklastik yang terdapat di Lapangan “Aru” yang menjadi bahan kajian penelitian ini.

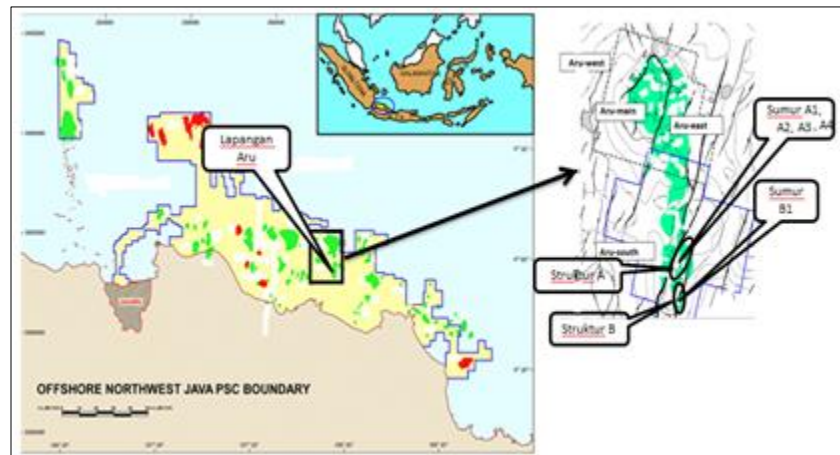
Formasi Talang Akar di Lapangan “Aru” terendapkan pada lingkungan *fluvio-deltaic* hingga *marine* yang merupakan lingkungan pengendapan yang sangat baik sebagai wadah reservoir [7]. Namun mengingat penemuan perangkap reservoir hidrokarbon yang semakin rumit dan keterbatasan kemampuan data konvensional memberikan informasi reservoir di bawah permukaan target seperti yang terjadi di Lapangan “Aru” maka dibutuhkan metode yang lebih efektif untuk diterapkan guna menjawab kendala tersebut. Salah satu metode geofisika yang diaplikasikan adalah atribut seismik. Penggunaan atribut seismik ini sangat luas, umumnya banyak digunakan untuk karakterisasi reservoir [8] tetapi juga digunakan interpreter untuk identifikasi sebaran maupun distribusi reservoir di bawah permukaan. Atribut seismik merupakan teknik yang diperoleh dengan menurunkan secara matematis informasi parameter fisika seperti waktu (*time*), frekuensi (*frequency*), amplitudo (*amplitude*), dan atenuasi (*attenuation*) yang terkandung dalam data *trace* seismik untuk mencitrakan bawah permukaan target [9]. Sehingga informasi yang kurang optimal dicitrakan oleh data konvensional dapat ditampilkan. Atribut amplitudo *Root Mean Square* (RMS) sebagai salah satu jenis atribut seismik adalah atribut yang cenderung memberikan informasi reservoir dengan memanfaatkan kontras perubahan litologi akibat kandungan fluida hidrokarbon. Atribut amplitudo RMS saat ini menjadi aplikasi yang banyak dimanfaatkan untuk membantu mengatasi kekurangan yang disebabkan oleh data konvensional [10].

Hal ini yang menjadi alasan bagi penulis untuk menggunakan atribut amplitudo RMS guna membantu mengidentifikasi potensi reservoir batupasir di Lapangan “Aru” yang kurang dapat dicitrakan dengan data seismik konvensional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan tambahan kajian ilmu bagi kepentingan pengembangan lapangan kedepannya.

2. Metode Penelitian

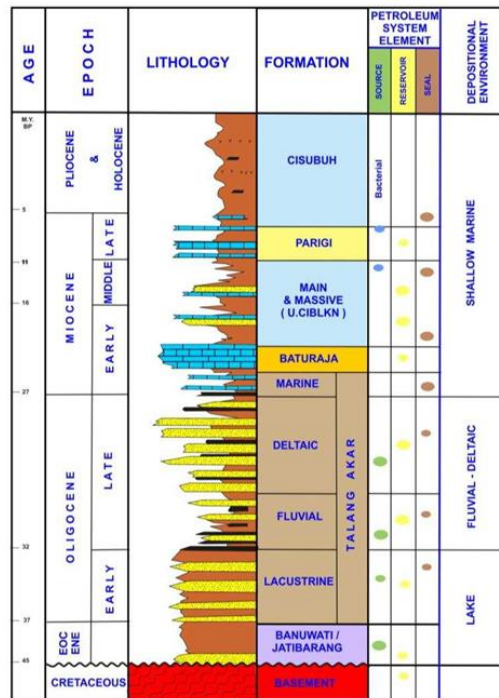
2.1 Geologi Regional

Lapangan “Aru” terletak di Cekungan Jawa Barat Utara yang dioperasikan oleh PT. Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java*. Cekungan ini berada di lepas pantai Jawa tepatnya di bagian Barat Laut Pulau Jawa dengan luas yang mencapai 40.000 km² [11]. Lapangan ini dikontrol oleh sesar turun yang relatif berarah Utara-Selatan sehingga membagi cekungan kedalam beberapa sub-cekungan [12]. Secara umum dapat ditunjukkan melalui peta lokasi daerah penelitian gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Sesar turun pada Cekungan Jawa Barat Utara membagi cekungan menjadi empat sub-cekungan yaitu Sub-cekungan Ciputat, Sub-cekungan Jatibarang, Sub-cekungan Ardjuna, dan Sub-cekungan Pasir Putih. Ke-empat sub-cekungan relatif berarah Barat-Timur. Dari empat sub-cekungan tersebut, Lapangan “Aru” termasuk kedalam Sub-cekungan Ardjuna. Terdapat beberapa formasi batuan pada Cekungan Jawa Barat Utara dari umur tua hingga muda yang tersusun dalam urutan stratigrafi regional seperti gambar 2.

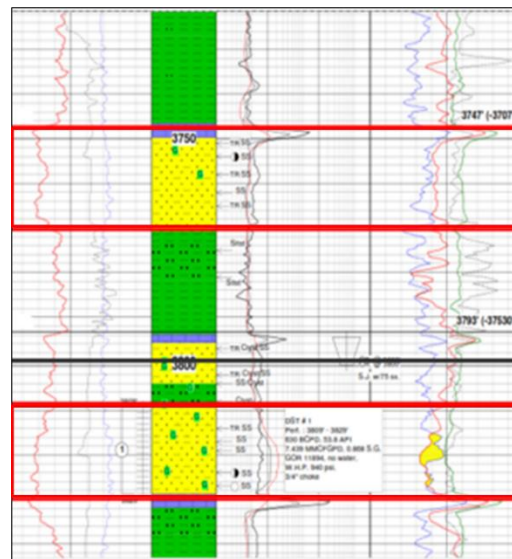


Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara [12]

Sedimentasi tertua pada daerah penelitian dimulai pada zaman Eosen Tengah yang ditandai dengan terbentuknya formasi batuan dari umur paling tua hingga muda. Batuan Dasar terbentuk pertama kali pada Kapur Tengah-Atas berupa litologi batuan metamorf yang terendapkan pada permukaan sisa vegetasi tropis. Kemudian diikuti dengan terbentuknya Formasi Jatibarang pada Eosen Akhir-Oligosen Awal yang terisi oleh endapan tuff dan diisi batupasir dibagian atasnya yang diendapkan di lingkungan *continental-fluvial*. Selanjutnya Formasi Talang Akar pada Oligosen-Miosen Awal terisi oleh endapan batupasir yang berselingan dengan serpih *non-marine* yang terendapkan di lingkungan *fluvio-deltaic* hingga *marine*. Formasi Baturaja terbentuk setelahnya yaitu pada Miosen Awal-Miosen Tengah dengan litologi berupa *buildup reef* yang terendapkan di lingkungan laut dangkal dengan air cukup jernih. Formasi Cibulakan selanjutnya terbentuk pada Miosen Tengah-Miosen Akhir yang terbagi menjadi bagian Massive, Main, dan Pre-parigi. Formasi ini didominasi litologi berupa perselingan batulempung dengan batupasir yang diendapkan pada lingkungan neritik. Selanjutnya Formasi Parigi terbentuk pada lingkungan laut dangkal hingga neritik yang diisi oleh batugamping, napal, serpih karbonatan, dan kandungan koral lainnya. Kemudian Formasi Cisubuh menjadi formasi paling akhir terbentuk pada Miosen Akhir-Pleistosen yang terisi oleh litologi perselingan batulempung dengan batupasir dan serpih yang terendapkan di lingkungan laut dangkal [12]. Dari beberapa formasi yang terdapat di cekungan tersebut, kajian penelitian di Lapangan "Aru" termasuk dalam Formasi Talang Akar.

2.2 Data dan Tahapan Pengolahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder Lapangan "Aru" Cekungan Jawa Barat Utara yang dikelola oleh PT.PHE ONWJ. Data penelitian terdiri atas data seismik 3D *pre-stack time migration* yang *preserve amplitude* dengan jumlah lintasan sebanyak 381 *inline* dan 859 *xline* dengan *sampling rate* 2 ms. Sedangkan data sumur yang tersedia sebanyak lima sumur yaitu sumur A1, A2, A3, A4, dan B1 namun dari semua sumur hanya empat sumur yang digunakan yaitu sumur A1, A3, A4, dan B1. Sumur tersebut telah dilengkapi data properti fisik berupa *gamma ray*, *density*, *resistivity*, *velocity*, *checkshot*, *neutron porosity* dan data marker reservoir kajian. Untuk sumur B1 dalam penelitian ini litologi reservoir batupasirnya mengindikasikan adanya kandungan hidrokarbon (minyak dan gas) berdasarkan *well test* yang dilakukan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Well test sumur B1

Dalam pengolahannya, dilakukan proses sintetik seismogram untuk menyamakan horizon seismik (dalam skala waktu) dari data seismik terhadap posisi kedalaman sebenarnya pada data sumur sehingga dapat terkorelasi. Dari proses tersebut diperoleh zona reservoir hidrokarbon yang prospek untuk dikaji, yaitu disebut saja reservoir 39A dan 39C. Selanjutnya dilakukan *picking* horizon dan *fault* untuk memperoleh kemenerusan horizon dari reservoir 39A dan 39C yang menjadi kajian penelitian. Proses ini dilakukan baik pada data seismik lintasan *inline* dan *xline* dengan *increment* 10. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *time structure map* sehingga dapat diperoleh informasi yang tepat terkait struktur tinggian dan rendahan sebagai petunjuk kemungkinan potensi jebakan hidrokarbon. Akhir dari tahap penelitian ini adalah pembuatan peta anomali atribut seismik yaitu amplitudo RMS. Peta tersebut diperoleh dengan melakukan transformasi secara matematis dari data *trace* seismik original yang dirumuskan dengan persamaan:

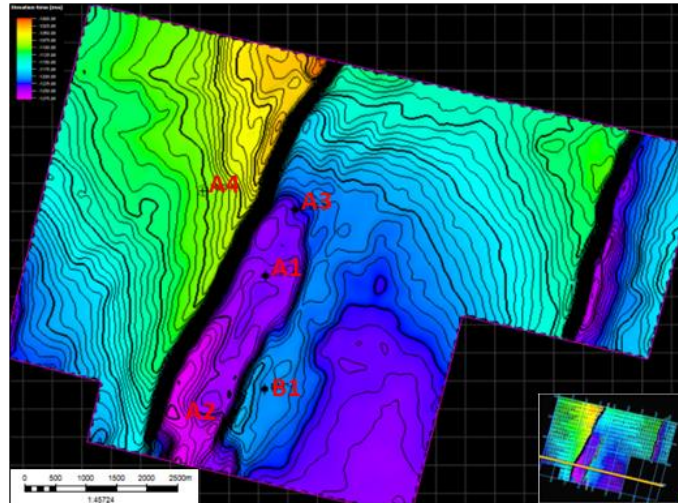
$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i^2} \quad (1)$$

dengan keterangan bahwa nilai N adalah jumlah amplitudo pada *range* tertentu sedangkan *r* adalah nilai dari amplitudo. Peta atribut seismik yang dihasilkan lebih sensitif mengidentifikasi reservoir karena nilai *r* diberikan pangkat kuadrat kemudian setelahnya dirata-ratakan. Dari itu perhitungan dengan RMS mampu mengidentifikasi perubahan kontras nilai amplitudo akibat adanya kandungan fluida hidrokarbon pada litologi batuan [9]. Akhir dari tahapan yang dilakukan yaitu analisa peta struktur waktu untuk mendapatkan informasi letak tinggian dan rendahan guna membantu identifikasi potensi reservoir batupasir berdasarkan peta anomali atribut amplitudo RMS yang dihasilkan sebelumnya. Pengolahan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Petrel versi 2009* untuk mempermudah penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

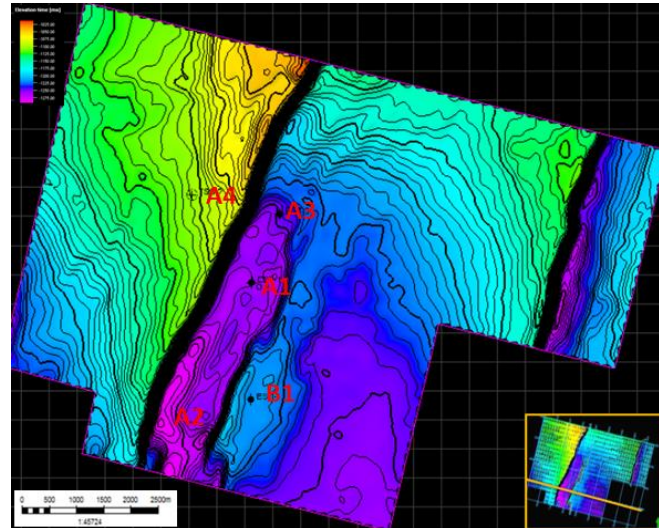
3.1 Peta Struktur Waktu (Time Structure Map)

Kondisi struktural daerah penelitian secara lateral dipetakan melalui penelusuran kemenerusan (*picking*) horizon pada lapisan reservoir kajian yaitu reservoir 39A dan 39C. Dari ini kemudian diperoleh *time structure map* yang memetakan kondisi struktural daerah penelitian pada masing-masing zona target, yakni reservoir 39A dan 39C. *Time structure map* tersebut mempermudah analisa letak struktur tinggian dan rendahan sebagai informasi kemungkinan jebakan hidrokarbon di daerah penelitian. *Time structure map* dari masing-masing zona reservoir prospek pada daerah penelitian dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Peta struktur waktu zona reservoir 39A

Berdasarkan peta struktur waktu pada gambar 4 diperlihatkan bahwa terdapat *fault* yang cukup besar dengan arah relatif Utara-Selatan yang memisahkan struktur bawah permukaan pada daerah penelitian. Peta struktur waktu menunjukkan perbedaan skala warna yang merupakan nilai *elevation time* yaitu berkisar antara -1000ms hingga -1275ms. Pada penampang zona reservoir 39A terdapat perbedaan skala nilai *elevation time* yang diklasifikasi menjadi dua yaitu skala nilai tinggi dan rendah. Rentang skala nilai rendah berkisar pada nilai -1275ms hingga -1200ms ditunjukkan sebagai struktur rendahan dan rentang skala nilai tinggi berkisar -1175ms hingga -1000ms ditunjukkan sebagai struktur tinggian. Beberapa sumur eksplorasi di daerah penelitian tersebut seperti sumur A4 dan B1 termasuk kedalam struktur tinggian sedangkan sumur lainnya seperti A1, A2, dan A3 berada pada struktur rendahan. Tentunya dengan letak sumur yang berada pada area tinggian tersebut secara struktural menjadi potensi reservoir yang baik untuk jebakan hidrokarbon.

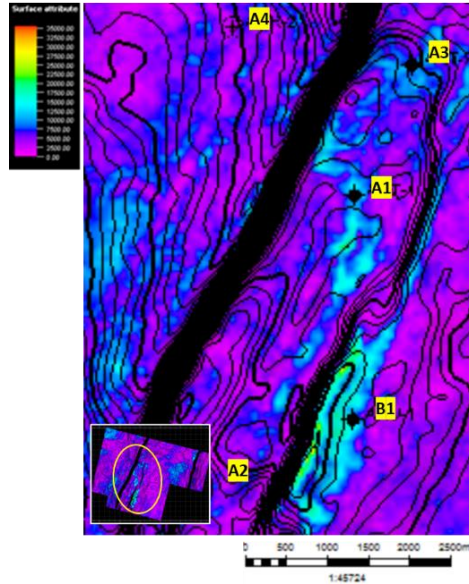


Gambar 5. Peta struktur waktu zona reservoir 39C

Peta struktur waktu yang telah dihasilkan seperti pada gambar 5 tidak mengalami perbedaan atau perubahan yang cukup jauh terhadap gambar 4. Hal ini terlihat dari skala warna yang menunjukkan nilai *elevation time* yang berada pada rentang nilai -1275 ms hingga -1025 ms. Anomali rendah dan anomali tinggi pada peta penampang reservoir 39C ini menggambarkan letak struktur tinggian dan rendahan masih memiliki kemiripan dengan peta struktur waktu *top* reservoir 39A. Dari gambar 5 diketahui bahwa sumur B1 dan A4 masih terletak di area tinggian. Tentunya hal ini masih menjadi prospek bagi sumur tersebut untuk menjadi reservoir yang baik sebagai jebakan minyak dan gas bumi secara struktural.

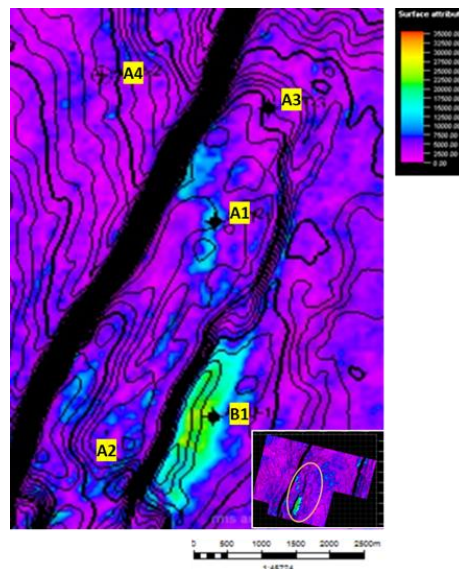
3.2 Peta Atribut Amplitudo Root Mean Square (RMS)

Pada dasarnya untuk interpretasi data hanya dengan menggunakan *time structure map* dari zona reservoir target seperti pada gambar 4 tidaklah cukup. Informasi tentang potensi reservoir batupasir yang menjadi fokus kajian di Lapangan "Aru" tidak dapat dipetakan dengan baik. Hal ini dikarenakan *time structure map* hanya mampu menggambarkan keberadaan struktur tinggian dan rendahan (cekungan) saja. Namun dengan menggunakan peta anomali atribut amplitudo RMS seperti gambar 6 informasi tentang potensi reservoir batupasir yang prospek dapat diidentifikasi melalui anomali amplitudonya.



Gambar 6. Peta atribut amplitudo RMS zona reservoir 39A

Berdasarkan gambar 6 dapat ditunjukkan bahwa pada zona reservoir 39A terdapat kontras anomali amplitudo RMS tinggi yang ditandai oleh warna biru muda hingga hijau kekuningan yang mengindikasikan bahwa terdapat litologi batupasir yang menyebar dengan arah Utara-Selatan. Perbedaan kontras warna anomali amplitudo tersebut terlihat di sekitar sumur B1 yang cukup terang (amplitudo lebih tinggi) kemudian menerus ke arah sumur A1 dan sumur A3 namun kontras anomali amplitudonya menurun namun masih terlihat. Kontras anomali amplitudo pada area sumur B1 tersebut ditunjukkan oleh skala *surface elevation* yang cukup tinggi pada rentang -10° hingga -20° . Umumnya kontras anomali amplitudo yang tinggi tersebut cenderung dipengaruhi oleh litologi batupasir yang kemungkinan terisi fluida hidrokarbon.



Gambar 7. Peta atribut amplitudo RMS zona reservoir 39C

Peta pada gambar 7 ditunjukkan bahwa kontras anomali amplitudo masih terlihat di area sumur B1 bahkan perbedaan litologi semakin terlihat karena adanya pengaruh kontras warna yang sangat terang yang menunjukkan nilai amplitudo yang cukup tinggi dibandingkan area sekitarnya. Anomali amplitudo ditandai oleh warna hijau muda hingga kuning yang ditunjukkan oleh skala *surface elevation* pada rentang nilai -17500 hingga -30000. Adanya kontras anomali amplitudo tinggi di area sumur B1 ditafsirkan sebagai litologi batupasir yang terisi fluida berupa hidrokarbon atau sering juga disebut *brighspot*. Hal ini juga didukung oleh data *well test* dari sumur B1 bahwa reservoir 39C (gambar 3) litologi reservoir batupasirnya mengandung hidrokarbon. Namun pada peta atribut anomali amplitudo reservoir 39C ini semakin ke Utara menuju sumur A-1 dan A-3 kontras anomali amplitudonya semakin lemah. Berbeda dengan kontras anomali amplitudo pada peta anomali atribut gambar 6 yang masih terlihat.

Dengan adanya peta anomali atribut amplitudo RMS dari kedua zona reservoir, yaitu reservoir 39A dan 39C maka litologi reservoir batupasir terisi fluida hidrokarbon yang ditandai dengan kontras anomali amplitudo tinggi di area sumur B1 dapat ditafsirkan menjadi reservoir yang potensial untuk dikembangkan dengan baik. Hal ini juga dikorelasi dengan gambaran struktur dari peta penampang (*time structure map*) bahwa di area sumur B1 terdapat pada area tinggian (punggungan) sehingga menjadi potensi yang cukup baik bagi jebakan hidrokarbon untuk dikembangkan di Lapangan "Aru".

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa identifikasi potensi reservoir batupasir di daerah penelitian menggunakan data konvensional masih kurang optimal. Melalui hasil pemetaan atribut seismik yaitu atribut amplitudo RMS, penampang reservoir 39A menunjukkan adanya potensi reservoir batupasir yang ditandai dengan kontras anomali amplitudo tinggi terlihat pada area sumur B1 yang menyebar menuju ke arah Utara di area sumur A1 dan A3. Begitu pula pada penampang reservoir 39C, potensi reservoir batupasirnya ditandai oleh kontras warna hijau muda - kuning sebagai nilai anomali amplitudo tinggi yang semakin terang di area sumur B1. Namun sebarannya ke arah Utara hanya terlihat sampai area sumur A1 saja, tetapi potensi reservoir pada area sumur A1 tidak cukup baik sebagai prospek jebakan karena berdasarkan peta struktur waktu (*time structure map*) sumur tersebut berada pada struktur rendahan (cekungan). Oleh karena itu potensi reservoir batupasir sebagai jebakan minyak dan gas bumi di sumur B1 lebih baik. Adapun untuk hasil yang lebih baik kedepannya pada daerah penelitian dapat ditambahkan sumur eksplorasi dan diterapkan aplikasi lainnya untuk mengetahui distribusi atau sebaran reservoir dalam cakupan yang lebih luas guna pengembangan lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Wahyu Triyono, Bapak Asep Ginanjar, dan Bapak Francisco Yulianus yang telah banyak membantu dan memfasilitasi penulis dalam pengerjaan penelitian selama di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.

Daftar Pustaka

- [1] A. F. Sa'adah, A. Fauzi, and B. Juanda, "Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik," *J. Ekon. dan Pembang. Indones.*, vol. 17, no. 2, pp. 118-137, 2017, doi: 10.21002/jepi.v17i2.661.
- [2] P. Basundoro, "Minyak Bumi dalam Dinamika Politik dan Ekonomi Indonesia 1950-1960an," *Airlangga Univ. Press*, p. 5, 2017.
- [3] R. Bagus, F. Irshadibima, and D. D. Warnana, "Pengolahan data seismik pada daerah batuan vulkanik," 2016.
- [4] A. Hakim and P. Yuniarto, "Karakterisasi Reservoir Karbonat Akustik Dan Atribut Seismik Di Lapangan ' Clm ' Cekungan Jawa Barat Utara Penelitian menggunakan integrasi metode inversi seismik dan atribut seismik telah [6]. Interpretasi persebaran karbonat di Formasi Cibulakan Atas dengan," vol. 05, no. 02, pp. 95-104, 2021.
- [5] J. Setyowiyoto, M. F. Arismara, and A. B. Saputra, "Studi Paleogeografi Pada Formasi Talang Akar, Blok X, Cekungan Jawa Barat Utara," *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-12*. pp. 240-263, 2019.
- [6] A. Aveliansyah, "Pre-Talang Akar Formation: New Hopes for Hydrocarbon Exploration in the Offshore North West Java Basin," no. May, p. 2016, 2018, doi: 10.29118/ipa.0.16.146.g.
- [7] B. Muljana and U. Padjadjaran, "Sikuen Stratigrafi dan Paleogeografi Formasi Talang Akar Pada Area ' Fercanza ', Cekungan Jawa Barat Utara," no. August, 2017.
- [8] P. Studi, T. Kelautan, and S. Pascasarjana, "1 , 2* , & 3 1," no. December, pp. 697-710, 2020.
- [9] F. Its, "Karakterisasi Reservoir Karbonat dengan Aplikasi Seismik Atribut".

- [10] N. Aviani, D. D. Warnana, E. Komara, and F. Afdhal, "Analisis Seismik Atribut untuk Identifikasi Sebaran Reservoir Batupasir Pada Formasi Balikpapan , Lapangan V," vol. 8, no. 2, pp. 2-7, 2022.
- [11] H. Di, F. Jatibarang, D. A. N. Talangakar, S. Jatibarang, C. Jawa, and B. Utara, "Interpretasi Seismik dalam Menentukan Zona Potensial," no. November, 2019.
- [12] C. Jawa, B. Utara, M. F. Ghifarry, I. Syafri, and F. Mohamad, "Gambar 1 . Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Barat Utara," pp. 183-191.