

ANALISIS SEISMIK ATRIBUT UNTUK IDENTIFIKASI SEBARAN RESERVOIR BATUPASIR PADA FORMASI BALIKPAPAN, LAPANGAN V

Nisya Aviani, Dwa Desa Warnana, Eki Komara dan Ramsyi Faiz Afdhal

Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil Perencanaan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

e-mail : nisyaaviani@gmail.com

Abstrak. Lapangan V terletak di Formasi Balikpapan, Cekungan Kutai, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur sebagai salah satu bukti cadangan reservoir Cekungan Kutai. Fokus area penelitian pada Zona Utama Lapangan V (VMZ) dipilih karena pada penelitian internal yang tidak dipublikasikan oleh Pertamina Hulu Mahakam (PHM), VMZ didominasi dengan sedimen endapan delta dan reservoir utama berupa fasies *mouth bar* dan fasies *distributary channel*, dimana fasies *distributary channel* berupa batupasir. VMZ pada strata Miosen Tengah yang digunakan untuk penelitian ialah Horizon SU4 - SU5e dimana didalamnya terdapat horizon 4a, 4e, 4h-1, 5a dan 5e dengan dominasi batupasir dan batubara. Untuk memetakan sebaran reservoir batupasir pada Horizon SU4 - SU5e digunakan analisis seismik atribut, yaitu atribut amplitudo RMS, dan amplitudo *sweetness* dengan menggunakan data seismik 3D PSTM, *borehole checkshot*, *well log* dan lima sumur sebagai kontrol. Peta waktu struktur dibuat dengan cara interpolasi konvergen *gridding* dari hasil *picking* horizon seismik. Analisis menggunakan atribut amplitudo RMS, dan amplitudo *sweetness* karena hampir seluruh *marker* horizon digunakan, yaitu SU4 - SU5e, dengan mempertimbangkan seluruh data yang dimiliki baik positif maupun negatif. Berdasarkan hasil analisis atribut seismik menunjukkan bahwa amplitudo RMS, dan amplitudo *sweetness* tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam menggambarkan sebaran batupasir reservoir pada horizon-horison SU4 - SU5e. Namun, atribut *sweetness* memiliki nilai korelasi paling baik, yaitu 0.861 dibandingkan atribut RMS. Hal tersebut membuktikan bahwa atribut *sweetness* dapat memperlihatkan keberadaan anomali reservoir yang lebih baik. Pola sebaran batupasir dominan di bagian timur laut-tenggara dengan dominasi *channel* berada pada *dim area*.

Kata Kunci: reservoir batupasir; *channel*; atribut amplitudo RMS; atribut *sweetness*.

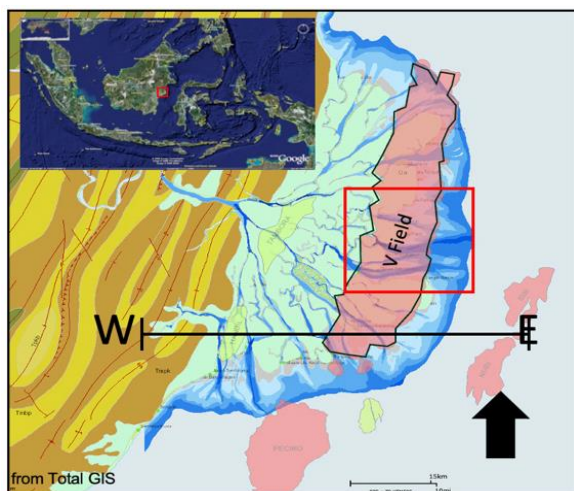
Abstract. Field V is located in the Balikpapan Formation, Kutai Basin, Balikpapan City, East Kalimantan as a proof the viability of the Kutai Basin reservoir. Focus of the research area is on the main zone (VMZ), was chosen because in the internal research that was not published by Pertamina Hulu Mahakam (PHM), the VMZ is interpreted to have a dominance of deltaic sediments and the main reservoir in the form of *mouth bar* facies and *distributary channel* facies, *channel* deposit is in the form of sandstone. VMZ is in the Middle Miocene strata, and Horizons SU4 - SU5e are used for the study, which includes horizons 4a, 4e, 4h-1, 5a and 5e with the dominance of sandstone and coal. To map the distribution of sandstone reservoirs on Horizon SU4 - SU5e seismic attribute analysis was used, namely the RMS amplitude attribute, and the *sweetness* amplitude on 3D PSTM seismic data, combined with *borehole checkshot*, *well log* and five wells as controls. The time structure map was made by interpolating convergent *gridding* resulted from the seismic horizon *picking*. The analysis used the attributes of the RMS and *sweetness* amplitudes because almost all of the *marker* horizons were used, including SU4 - SU5e, by considering all available data, both positive and negative. Based on the results of the seismic attribute analysis, it is shown that the RMS amplitude and the *sweetness* attributes do not have a significant difference in figuring out the distribution of sandstone reservoir on the SU4 - SU5e horizons. However, the *sweetness* attribute has the best correlation value, which is 0.861 compared to the RMS attribute. This proves that the *sweetness* attribute is better to show the presence of a reservoir anomaly. The distribution pattern of sandstone is dominant in the northeast-southeast part with the dominant *channel* is in the *dim area*.

Keywords: sand reservoir; *channel*; RMS amplitude attribute; *sweetness* attribute.

PENDAHULUAN

Salah satu formasi yang menjadi bukti reservoir keekonomian Cekungan Kutai adalah Formasi Balikpapan yang tersusun atas perselingan batupasir dan lempung dengan sisipan lanau, serpih, batugamping dan batubara seperti yang dijelaskan oleh (S. Supriatna dkk., 1995) Pemilihan zona utama Lapangan V (VMZ) sebagai fokus area penelitian karena memiliki dominasi sedimen endapan delta dengan reservoir utama berupa fasies *mouth bar* dan fasies *distributary channel*, dimana fasies *distributary channel* berupa batupasir.

Penggunaan atribut amplitudo seismik dalam analisis mampu menggambarkan sebaran reservoir batupasir di zona utama (VMZ) Lapangan V melalui anomali amplitudo yang dapat dilihat dari kehadiran *bright spot*, *dim spot*, maupun *flat spot*. Selain itu, kontras antar *interface* atau batuan yang digambarkan oleh atribut amplitudo seismik juga dapat menginformasikan ketebalan batuan dan kualitas porositas batuan tersebut. Atribut amplitudo seismik yang digunakan diantaranya adalah amplitudo RMS, dan amplitudo *sweetness*. Maka dari itu, penggunaan metode seismik dengan atribut seismik amplitudo pada data seismik 3D diharapkan mampu menggambarkan keberadaan anomali reservoir melalui peta distribusi atribut. Selain itu, dapat diketahui juga kemenerusan pola sebaran reservoir batupasir di Formasi Balikpapan, Lapangan V, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur.



Gambar 1. Lokasi Lapangan Penelitian

Lapangan V terletak di sebelah tenggara delta mahakam, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Cekungan Kutai terbentuk pada periode ekstensi yang memisahkan bagian timur Pulau Kalimantan dengan bagian barat Pulau Sulawesi sebagai akibat dari penurunan (*subsidence*) bagian timur Paparan Sunda. Sedimentasi pada lapangan V sendiri dipengaruhi oleh bentuk sungai Mahakam yang berkelok-kelok yang membuat arus sungai di hulu sangat kuat dan semakin lemah ke arah laut. Peristiwa tersebut membentuk adanya *prograding sedimentation*, dimana lapisan sedimen sungai mengkasar ke arah atas (*prograde*) sehingga terbentuk penebalan *channel* yang saling terkoneksi. Secara umum, pada Lapangan V siklus regresif (penurunan muka air laut) bekerja lebih dominan dibandingkan dengan siklus transgresi (kenaikan muka air laut).

Atribut amplitudo telah menjadi salah satu metode dalam analisis indikator langsung hidrokarbon. Atribut ini merupakan atribut yang paling dasar dan berasal dari jejak (*trace*) seismik melalui penurunan perhitungan statistik. Pentingnya atribut amplitudo ini, salah satunya adalah penghilangan pengaruh distorsi dari polaritas refleksi dan fase *wavelet* dari amplitudo seismik, sehingga *bright spot* menjadi lebih mudah terlihat dan antar anomali amplitudo dapat memiliki perbandingan relatif (S. Sukmono, 1999).

Atribut amplitudo RMS dapat digunakan dengan mempertimbangkan data seismik yang ada, baik data positif maupun negatif. Amplitudo RMS disebut juga amplitudo akar kuadrat rata-rata atau *Root Mean Square* (RMS) dalam interval waktu tertentu. Perhitungan dilakukan dengan memasukan kuadrat nilai amplitudo positif dan negatif lalu diakarkan, sehingga menghasilkan amplitudo bernilai positif. Seperti dirumuskan pada persamaan 1, komputasi RMS akan sensitif terhadap perubahan nilai amplitudo tinggi ataupun rendah. Pada umumnya, apabila *bright spot* semakin terang atau nyata kontras amplitudonya, maka akan memiliki prospek yang semakin baik.

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

Keterangan :

N : Jumlah Sampel

a : Besar amplitudo

Atribut *sweetness* sendiri digunakan sebagai atribut pendukung yang mengkonfirmasi hasil amplitudo RMS, dimana atribut *sweetness* memiliki kelebihan sensitifitas terhadap perubahan litologi karena *sweetness* memiliki unsur amplitudo di dalamnya, sehingga berguna untuk memetakan sebaran litologi batupasir pada lapangan ini. Dengan menggunakan atribut ini juga dapat diidentifikasi titik *sweet spots* sebagai tempat gas dan minyak mudah ditemukan. Pada cekungan sedimen klastik yang berusia muda, titik *sweet spots* cenderung memiliki amplitudo tinggi dan frekuensi rendah pada data seismik. Secara garis besar, nilai *sweetness* yang tinggi dapat mengindikasikan keberadaan minyak dan gas (Radovich dan Oliveros, 1998). Atribut ini diusulkan karena sangat berguna dalam pendeteksian (Hart, 2008; Koson dkk., 2014). Terkadang keberadaan anomali *sweetness* berada pada lokasi yang sama dengan amplitudo RMS, dan atribut *envelope* akibat sifat fisiknya. Atribut ini didefinisikan sebagai persamaan berikut.

$$s(t) = \frac{a(t)}{\sqrt{fa(t)}} \quad (2)$$

Keterangan :

a(t) : Trace envelope

fa(t) : Frekuensi sesaat

METODOLOGI

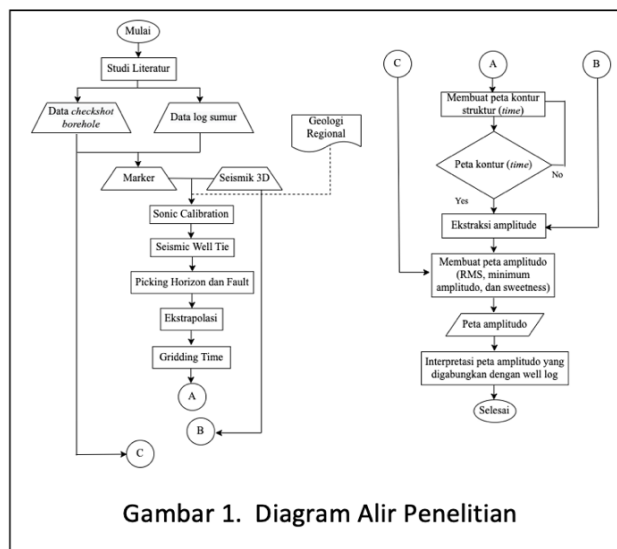
Data

Penelitian ini menggunakan data seismik 3D *post-stack time migration* (PSTM) dengan data sumur yang digunakan sebanyak 5 sumur. Pemilihan penggunaan data sumur berdasarkan kelengkapan data log (*Gamma-Ray*, *density log*, *porosity log*, DT, dan *checkshot*), dan *marker*. Lapangan V memiliki jumlah *inline* 1500 (1099 - 2599) dan *xline* 1000 (3056 - 4056). *Picking horizon* dilakukan setiap jarak 40 pada *trough* dengan jumlah *inline* ter-*picking* sebanyak 38 dan *xline* sebanyak 26. Fokus target

penelitian berada pada batuan berumur Miosen tengah - Miosen atas diantara marker SU4 - SU5e.

Pengolahan Data

Saat pengolahan, *software* yang digunakan adalah Schlumberger Petrel 2018 untuk melakukan interpretasi horizon dan visualisasi peta atribut amplitudo. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut.

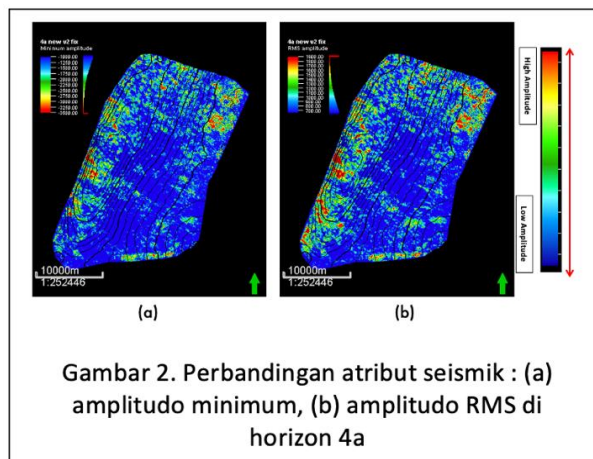


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

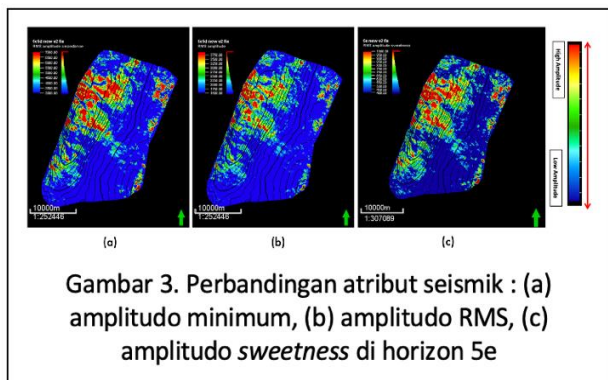
Komparasi Atribut

Sebaran reservoir batupasir pada zona target secara lateral dipetakan menggunakan atribut RMS sebagai atribut *surface* karena sifatnya yang sensitif terhadap perubahan amplitudo ekstrim yang akan mempermudah dalam melakukan analisa adanya anomali amplitudo dan beberapa atribut volume, diantaranya atribut amplitudo RMS, dan *sweetness* pada horizon 4a, 4e, 4h-1, 5a, dan 5e.



Gambar 2. Perbandingan atribut seismik : (a) amplitudo minimum, (b) amplitudo RMS di horizon 4a

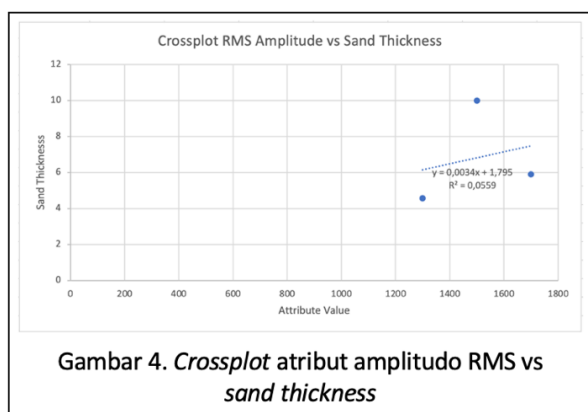
Gambar 2 merupakan salah satu perbandingan dari hasil dilakukannya pemetaan atribut amplitudo RMS, dan amplitudo minimum di horizon 4a. Begitupun pada atribut amplitudo RMS di horizon 4a, 4e, 4h-1, 5a dan 5e juga tidak menghasilkan perbedaan visual yang signifikan. Analisis amplitudo *sweetness* hanya dilakukan pada horizon 5a dan 5e karena hanya kedua horizon tersebut yang memiliki kemenerusan reflektor yang lebih baik.



Gambar 3. Perbandingan atribut seismik : (a) amplitudo minimum, (b) amplitudo RMS, (c) amplitudo *sweetness* di horizon 5e

Tabel 1. Nilai persebaran amplitudo RMS hanya di horizon 5e

Sumur	Attribute Value	Sand Thickness (m)
TN-U7	1300	4,56
TGS-1	1500	10
TN-8	Tidak sampai horizon 5e	
TN-20		
TN-R11	1700	5,9



Gambar 4. Crossplot atribut amplitudo RMS vs sand thickness

Pada Gambar 3 dimana amplitudo minimum, amplitudo RMS, dan amplitudo *sweetness* dibandingkan juga tidak memperlihatkan perbedaan visual yang signifikan, kecuali hasil analisis amplitudo *sweetness* memperlihatkan hasil yang lebih jernih tanpa banyak bercak terang di *dim area*.

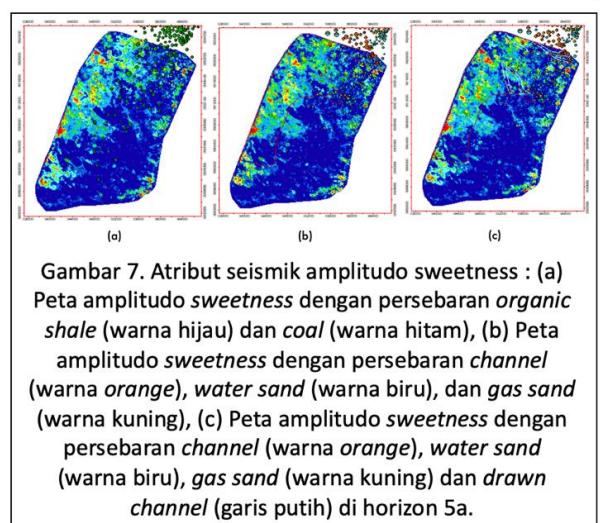
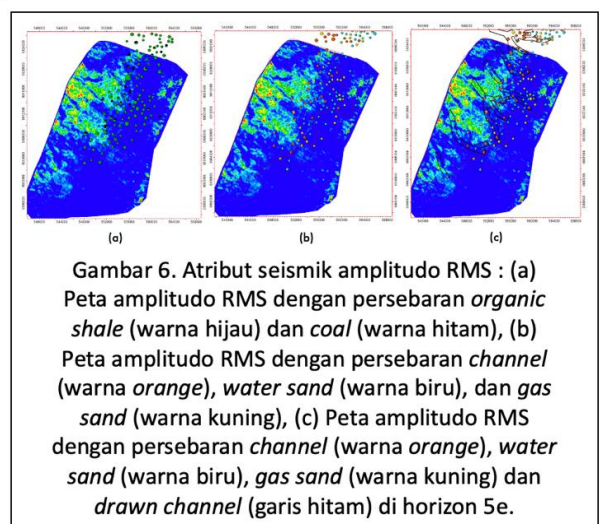
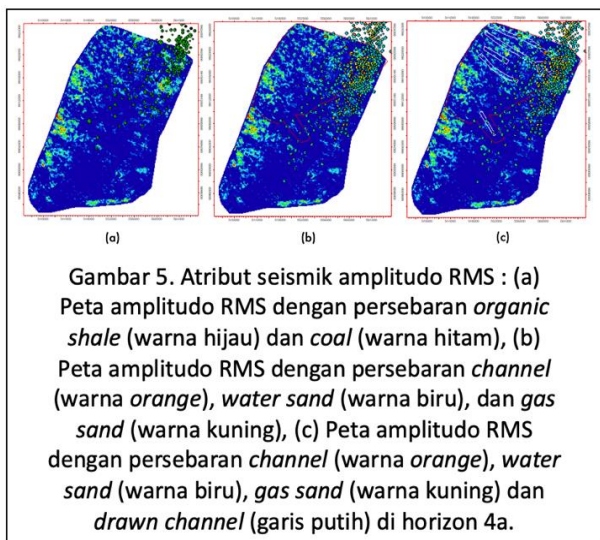
Analisis hanya dilakukan pada horizon 5a dan 5e karena memiliki kemenerusan reflektor yang lebih baik dibandingkan yang lainnya. Selain itu, hasil analisis atribut amplitudo memperlihatkan horizon-horison satu sama lain memiliki *bright area* dan *dim area* yang hampir sama, sehingga tidak bermasalah apabila hanya digunakan salah satu analisis atribut ataupun menggunakan ketiganya, karena jika hanya melihat dari perbedaan disini akan relatif sama.

Analisis Atribut

Atribut amplitudo RMS (*Root Mean Square*) sering digunakan untuk menunjukkan zona sebaran hidrokarbon atau *direct hydrocarbon indicator* (DHI) karena atribut ini sangat sensitif pada nilai amplitudo yang ekstrim. Hal tersebut memudahkan untuk identifikasi perubahan litologi ekstrim seperti pada batupasir, gas, dan *channel deltaic* secara lateral berdasarkan parameter amplitudo dengan domain waktu pada penampang seismik. Dalam pembuatan atribut ini, volume atribut terlebih dahulu dibuat menggunakan data seismik dan horizon sebagai *input*.

Berdasarkan perhitungan dengan regresi linear korelasi antara amplitudo RMS terhadap ketebalan lapisan pasir pada Gambar 4 didapatkan nilai korelasi sebesar 0,0559. Namun, hampir seluruh sebaran atribut amplitudo RMS *organic shale, coal, channel, water sand* dan *gas sand* pada seluruh horizon berada di *dim area*. Hal tersebut menyebabkan ketidakpastian yang tinggi dalam menemukan reservoir batupasir dikarenakan hampir semua fasies *channel* berada di *dim area*, salah satunya ditunjukkan oleh Gambar 5 bagian c.

Hadirnya *organic shale, coal*, dan hampir semua *channel* pada daerah *diming* dimungkinkan karena *coal - organic shale - gas sand - watersand* mengalami *mixing*, dan juga adanya beberapa litologi tersebut yang mengalami *overlapping*. Selain itu, faktor lain yang memungkinkan ialah masalah pengaturan *colorscale*, apabila rentang *colorscale* berubah maka warna-warna pada peta tersebut juga akan berubah dan membuat area *diming* memiliki bercak-bercak *bright area*.



Delta plain yang berupa garis merah sebagai contoh yang ditunjukkan pada Gambar 5 bagian b yang membatasi berdasarkan sesuatu yang kuat, seperti *organic shale* atau *coal* yang melimpah.

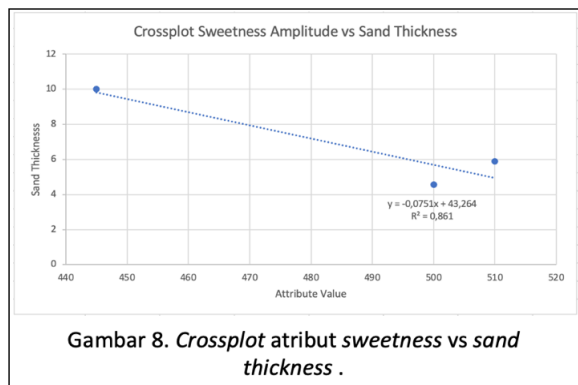
Namun, hanya di horizon 5e pada Gambar 6 yang memiliki *delta plain* yang hampir sesuai dengan batasan akan hadirnya *organic shale*, *coal*, *channel*, *water sand* dan *gas sand*.

Berdasarkan hasil pemetaan sebaran reservoir menggunakan atribut *sweetness* dapat dikonfirmasi sebaran reservoir batupasir secara lateral pada peta atribut sebelumnya, yaitu RMS amplitudo. Menurut sebaran warna pada Gambar 7, semakin terang warnanya (kuning - merah) maka semakin tinggi nilai *sweetness*, yang merupakan representasi dari *sweet spots* (tempat terakumulasinya hidrokarbon) dengan dominan pola sebaran di barat dan timur lapangan V. Selain itu, fitur geologi seperti *channel* dapat diamati melalui Gambar 7 bagian c. Begitupun nilai atribut *sweetness* pada masing-masing sumur pada zona target juga dapat diketahui dari peta atribut melalui Tabel 2.

Analisis *crossplot* dilakukan sebagai kontrol sumur mengindikasikan adanya hubungan nilai sebaran atribut dengan properti fisik reservoir horizon 5e. Dengan mengkombinasikan *attribute value* dan *sand thickness* dari tiga sumur (karena dua sumur lainnya tidak sampai ke horizon 5e). Berdasarkan perhitungan dengan regresi linear pada Gambar 8 didapatkan korelasi sebesar 0,861.

Tabel 2. Nilai persebaran *sweetness* hanya di horizon 5e

Sumur	Attribute Value	Sand Thickness (m)
TN-U7	500	4,56
TGS-1	445	10
TN-8	Tidak sampai horizon 5e	
TN-20		
TN-R11	510	5,9



Gambar 8. Crossplot atribut sweetness vs sand thickness .

PENUTUP

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Penentuan keberadaan anomali reservoir menggunakan atribut amplitudo seismik *sweetness* memberikan nilai korelasi yang lebih baik dibandingkan penggunaan atribut amplitudo RMS, yaitu sebesar 0.861, sehingga memperlihatkan keberadaan anomali reservoir *dim spot* yang lebih baik.
2. Interpretasi seismik dalam domain waktu dan ekstraksi atribut telah dilakukan pada zona utama lapangan V (4a, 4e, 4h-1, 5a, 5e). Keberadaan batubara dan batuserpih telah mempengaruhi kualitas dan kejelasan interpretasi atribut amplitudo sebagai representasi sebaran fasies batupasir. Pola sebaran batupasir dominan di bagian timur laut-tenggara Lapangan V dengan dominasi *channel* berada pada *dim area* yang diduga semakin ke hulu litologi *coal*, *organic shale*, *water sand*, dan *gas sand* saling *overlapping* dan *mixing*. Hanya horizon 5e yang menggambarkan persebaran paling baik diantara horizon lainnya karena memiliki kesesuaian persebaran litologi dengan batas *delta plain*, dan kemungkinan SU5 - SU6 atau lebih dalam akan menunjukkan litologi yang lebih baik.

Saran

Adapun saran yang perlu dilakukan pada lapangan V, adalah:

1. Analisis serupa perlu dilakukan untuk mencakup semua SU yang lebih dalam di data seismik 3D95 menggunakan metoda data *reprocessing* terbaru.
2. Analisis lebih lanjut untuk zona utama lapangan V diperlukan dengan menggunakan atribut lain atau metode klasifikasi litologi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Dwa Desa Warnana, Bapak Eki Komara, S.T, M.T. dan Bapak Ramsyi Faiz Afdhal, S.Si, M.Sc. selaku pembimbing tugas akhir dan Pertamina Hulu Mahakam yang telah memberikan fasilitas kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hart, B.S. (2008), "Channel detection in 3-D seismic data using sweetness", *AAPG Bulletin*, Vol.92, No.6, hal. 733–742. <http://doi.org/10.1306/02050807127>.
- Koson, S., Chenrai, P. dan Choowong, M. (2014), *Seismic Attributes and Their Applications in Seismic Geomorphology*, Vol.6, No.1, hal. 9.
- Radovich, B.J. dan Oliveros, R.B. (1998), "3-D sequence interpretation of seismic instantaneous attributes from the Gorgon Field", *The Leading Edge*, Vol.17, No.9, hal. 1286–1293. <http://doi.org/10.1190/1.1438125>.
- S. Sukmono (1999), *Seismik Inversi untuk Karakterisasi Reservoir*, Jurusan Teknik Geofisika, ITB, Bandung.
- S. Supriatna, Sukardi, dan E. Rustandi (1995), *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan.*