

Penentuan Sebaran Reservoir Menggunakan Atribut Seismik Pada Lapangan “Cemara” Cekungan Sumatera Tengah, Riau

Eka Nadila Zalwi¹, Elistia Liza Namigo^{1,*}, Amalia Azlin²

¹Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Limau Manis, Padang, Sumatera Barat 25163, Indonesia

²Bumi Siak Pusako, Pekanbaru, Riau 28121, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 20 November 2024
Direvisi: 19 Desember 2024
Diterima: 9 Januari 2025

Kata kunci:

Atribut seismik
Batupasir
Reservoir
Sweetness

Keywords:

Seismic attributes
Sandstone
Reservoir
Sweetness

Penulis Korespondensi:

Elistia Liza Namigo
Email:
elistializanamigo@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian penentuan sebaran reservoir di Lapangan “Cemara”, Riau menggunakan metode atribut seismik. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil akuisisi PT. Bumi Siak Pusako berupa data seismik 3D *Post-Stack Time Migration* (PSTM) dan data sumur. Analisis atribut seismik dilakukan dengan mengubah volume seismik original menjadi volume seismik *sweetness*, kemudian dilakukan ekstraksi atribut seismik RMS (*Root Mean Square*), *average energy* dan *instantaneous frequency*. Hasil analisis peta atribut RMS dan *average energy* menunjukkan daerah sebaran reservoir berada di daerah tinggian dengan amplitudo tinggi masing-masing nilai atribut 2,4-3,2 dan 8,0-11,00 pada atribut RMS dan *average energy*. Hasil atribut *instantaneous frequency* menunjukkan daerah sebaran reservoir berada di frekuensi rendah dengan nilai atribut 12,5-0,00. *Crossplot* atribut dengan nilai lapisan *net* batupasir menunjukkan korelasi yang baik yaitu sebesar 0,6144. Zona sebaran reservoir berada pada zona ketinggian dengan kedalaman ± 1.830 kaki di arah barat dan timur laut direpresentasikan oleh zona *sweetspot* pada atribut amplitudo.

A research has been carried out to determine the distribution of reservoirs in the "Cemara" Field, Riau using the seismic attribute method. The data used is secondary data resulting from the acquisition of PT. Bumi Siak Pusako in the form of 3D Post-Stack Time Migration (PSTM) seismic data and well data. Seismic attribute analysis is carried out by changing the original seismic volume into a sweetness seismic volume, then extracting the RMS (Root Mean Square), average energy and instantaneous frequency seismic attributes. The results of the RMS and average energy attribute map analysis show that the reservoir distribution area is in a high area with high amplitude, with attribute values of 2.4-3.2 and 8.0-11.00 for the RMS and average energy attributes, respectively. The results of the instantaneous frequency attribute show that the reservoir distribution area is at low frequency with an attribute value of 12.5-0.00. The crossplot of attributes with the sandstone net layer value shows a good correlation, namely 0.6144. The reservoir distribution zone is in the altitude zone with a depth of $\pm 1,830$ feet in the west and northeast directions, represented by the sweetspot zone in the amplitude attribute.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserve

I. PENDAHULUAN

Lapangan Cemara berlokasi di Kabupaten Siak, Provinsi Riau, adalah salah satu lapangan migas yang dikelola oleh PT. Bumi Siak Pusako. Produksi di lapangan ini dimulai sejak tahun 1981 dan terus dikembangkan hingga saat ini dengan total 19 sumur produksi. Potensi migas yang berada pada Lapangan “Cemara” berada di Formasi Bekasap. Berdasarkan data dari perusahaan saat ini potensi migas yang diproduksi pada formasi tersebut baru sekitar 46%. Potensi sumber daya alam ini dapat dieksplorasi lebih lanjut melalui karakterisasi reservoir. Penerapan karakterisasi reservoir dapat membantu dalam mengidentifikasi lokasi reservoir hidrokarbon yang berpotensi untuk dieksplorasi (Hidayat et al., 2018).

Karakterisasi reservoir dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk menggambarkan karakter reservoir secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan data seismik, data geologi, data checkshot, data marker, dan data sumur (Sukmono & Abdullah, 2001). Informasi tersebut dapat diperoleh dengan mengamati parameter fisis dari batuan reservoir seperti porositas, permeabilitas, dan kandungan volume shale (Akhmad, 2014). Karakterisasi reservoir dapat dilakukan dengan metode seismik inversi, atribut seismik, multiatribut seismik, dan lain lain. Salah satu teknik yang sering digunakan dalam menganalisa karakteristik reservoir adalah atribut seismik (Agustiani, 2011).

Atribut seismik merupakan segala informasi yang diekstrak dari data seismik yang mewakili waktu, amplitudo, fasa, frekuensi, dan attenuasi. Atribut seismik dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik distribusi retakan reservoir, lapisan batuan yang menunjukkan sifat fisika, geometri, dan sedimen tertentu yang berbeda dari sekitarnya (Brown, 2004 dalam Ruliyanti et al., 2017). Atribut seismik amplitudo berfungsi dalam mengidentifikasi parameter parameter seperti akumulasi gas dan fluida, gros litologi, ketidakselarasan, efek *tuning* dan perubahan stratigrafi sekuen sedangkan atribut frekuensi dan fase dapat memberikan informasi berupa keberadaan sesar, pembajian (distribusi fluida), *channels* dan geometri internal sistem endapan (Prayoga, 2011).

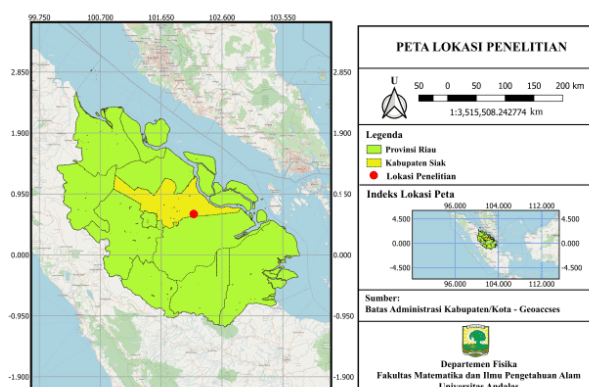
Schmidt et al. (2013) melakukan analisis atribut seismik pada Lapangan Bonito-RJ yang terletak di bagian selatan Cekungan Campos, Brazil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa atribut RMS dan *average energy* memiliki respons terbaik diantara atribut lainnya. Berdasarkan peta atribut seismik tersebut menunjukkan distribusi geometri anomali terkait dengan reservoir utama. Alawy (2020) melakukan penerapan inversi *acoustic impedance* dan atribut seismik RMS (Root Mean Square). Hasil penelitiannya menunjukkan atribut RMS dapat digunakan untuk membedakan sifat fisik antara batuan reservoir dengan batuan sekitarnya.

Ryka et al. (2021) melakukan analisis atribut seismik *instantaneous frequency* untuk mengetahui sebaran reservoir batupasir Formasi Tensleep Lapangan Teapot Dome yang terletak di Wyoming Tengah, Amerika Serikat. Hasil penelitiannya menunjukkan atribut *instantaneous frequency* merepresentasikan sebaran reservoir dominasi batupasir melalui nilai frekuensi yang rendah pada peta atribut sehingga dapat dilihat pola persebaran zona reservoir berdasarkan perubahan warna pada peta. Aviani et al. (2022) melakukan analisis seismik atribut untuk identifikasi sebaran reservoir di Lapangan V kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Hasil penelitiannya menunjukkan penentuan keberadaan anomali reservoir menggunakan atribut amplitudo seismik *sweetness* memberikan nilai korelasi yang lebih baik dibandingkan penggunaan atribut amplitudo RMS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peta sebaran reservoir menggunakan atribut seismik RMS, *average energy*, dan *instantaneous frequency*.

II. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

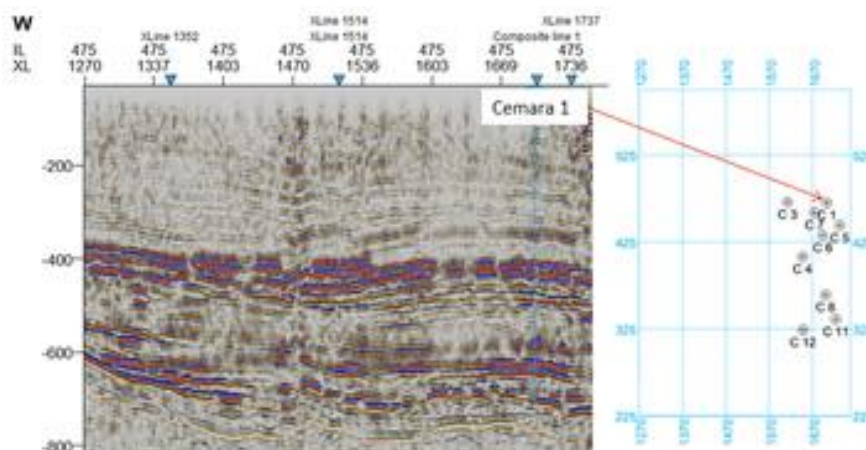
Penelitian dilaksanakan dari November 2023 sampai Januari 2024 di PT Bumi Siak Pusako. Peneliti mengumpulkan data sekunder hasil akuisisi dari PT Bumi Siak Pusako. Daerah penelitian yaitu Lapangan “Cemara” yang terletak di Kabupaten Siak, Provinsi Riau, dapat dilihat pada Gambar 1. Lapangan ini memiliki 19 sumur dengan luas 9.865,95 km² dan akuisisi data seismik 3D di lapangan ini telah dilakukan pada tahun 1994.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

2.2 Data

Data penelitian yang digunakan adalah data seismik 3D PSTM (*post stack time migration*) meliputi lintasan *inline* 225-600 dan *crossline* 1270-1777 dan 9 data sumur (C1, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C11 dan C12). Data sumur terdiri dari data *gamma-ray log*, *density log*, *sonic log*, *vshale log* dan *net sand log*. Semua data tersebut merupakan milik Asset PT. Bumi Siak Pusako. Gambar lintasan dan penampang seismik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 (a) Lintasan seismik inline dan crossline Lapangan Cemara (b) Penampang Seismik pada Inline 475

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Petrel*. Langkah-langkah yang dilakukan pada pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Input data

Data yang dimasukkan adalah data sumur dan seismik, *well tops* dan *checkshot*. Kemudian dilakukan *well correlation* untuk melihat batas atas dari lapisan formasi pada setiap sumur.

2. Pengikatan Data Sumur dan Data Seismik (*Well Seismic Tie*)

Well seismic tie dilakukan dengan membuat seismogram sintetik yang berasal dari data sumur melalui hasil konvolusi koefisien reflektivitas dan ekstraksi *wavelet*. Kemudian seismogram sintetik dibuat semirip mungkin dengan data seismik dengan cara menggeser garis amplitudo sampai diperoleh nilai korelasi yang cukup tinggi ($\geq 0,5$). Proses ini dilakukan untuk mengikat data sumur yang memiliki domain kedalaman (*feet*) dan data seismik dengan domain waktu (*s*) sehingga kita dapat melihat letak titik jatuh *marker* dari formasi yang selanjutnya akan digunakan pada proses *picking horizon*.

3. Penarikan Garis Batas (*Picking Horizon*)

Pada data yang telah melalui tahap *well seismic tie* dilakukan *picking horizon* untuk melihat kemenerusan lapisan formasi pada penampang seismik.

4. Penarikan Garis Sesar (*Picking Fault*)

Interpretasi sesar penting dilakukan untuk mendukung interpretasi kemenerusan horizon. *Fault picking* dilakukan mulai dari kemenerusan horizon yang nampak jelas dan diteruskan pada zona pergeseran horizon secara vertikal.

5. Pembuatan Peta Struktur Waktu dan Kedalaman (*Time-Depth Structure Map*)

Setelah melakukan *picking horizon* dan *picking fault* tahap selanjutnya adalah pembuatan peta struktur bawah permukaan. Peta struktur bawah permukaan yang dibuat adalah *time structure map* dan *depth structure map* untuk melihat struktur daerahinggian dan rendahan pada lapangan penelitian.

6. Analisis Atribut Seismik

Analisis atribut seismik diperlukan untuk memperjelas anomali yang tidak terlihat secara kasat mata pada data seismik konvensional. Atribut seismik dapat membantu interpretasi kondisi bawah permukaan melalui informasi atau gambaran yang dihasilkan. Atribut yang digunakan adalah atribut RMS, atribut *average energy* dan atribut *instantaneous frequency* dengan data seismik yang telah divolume atribut *sweetness*.

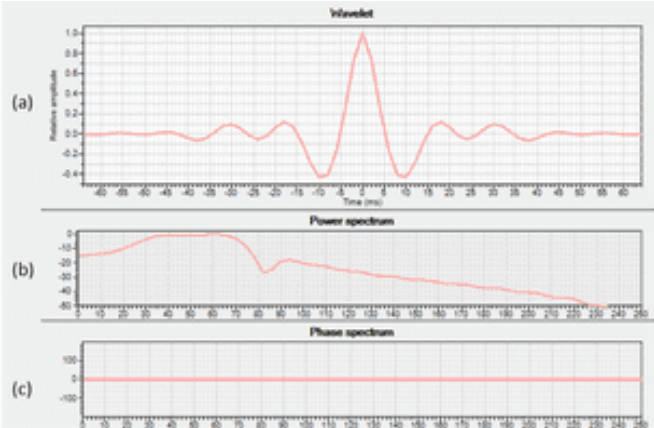
7. Analisis Crossplot Atribut

Analisis *crossplot* atribut dilakukan untuk mengetahui lapisan batupasir bersih beserta porositas dan permeabilitas pada lokasi penelitian

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Well Seismic Tie

Sebelum melakukan *well seismic tie* dilakukan ekstraksi *wavelet* menggunakan *wavelet statistical*. Parameter yang digunakan terdiri dari frekuensi amplitudo dominan data seismik dengan *sample rate 2 ms* dan *wavelet length 128 ms*. Berikut adalah tampilan ekstraksi *wavelet* seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Ekstraksi wavelet statistical (a) Wavelet statistical (b) Power spectrum (c) Phase spectrum

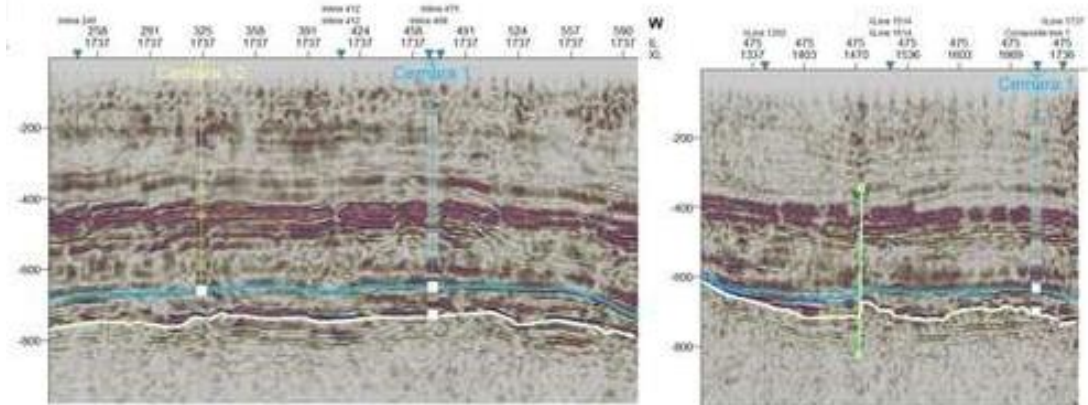
Seismogram sintetik diperoleh dari hasil konvolusi *wavelet* dengan *log impedansi akustik (IA)*. Seismogram sintetik dibuat semirip mungkin dengan *trace* seismik sehingga memiliki korelasi besar dari 0,5 melalui proses *stretching*, *squeezing*, dan *shifting* antara dua amplitudo yang berdekatan pada seismogram sintetik. *Stretching* dan *squeezing*, merupakan proses meregangkan dan memampatkan dua amplitudo seismogram yang berdekatan. *Shifting* merupakan proses memindahkan seluruh komponen dari seismogram sintetik ke tempat yang diinginkan. *Well seismic tie* dilakukan pada sumur yang memiliki *log sonic* dan *log density*. Berikut nilai korelasi *well seismic tie* dari sumur yang memiliki *log sonic* dan *log density* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil well seismic tie

Sumur	Inline	Crossline	Nilai Korelasi	Time Shift (ms)
Cemara 1	470	1703	0,84	0
Cemara 12	324	1648	0,64	0

3.2 Horizon Picking dan Fault Picking

Picking horizon dilakukan pada Formasi *Top Bekasap* dan Formasi *Top Basement* sepanjang daerah penelitian dimulai dari *inline* 225-600 dan *crossline* 1272-1757 dengan *increment* 5 ditunjukkan oleh garis berwarna biru (Formasi *Top Bekasap*) dan garis berwarna kuning (Formasi *Top Basement*) dapat dilihat pada Gambar 4 (a). Berdasarkan hasil *fault picking* dapat diinterpretasikan adanya patahan pada lintasan seismik. Interpretasi patahan ditunjukkan oleh Gambar 4 (b) menunjukkan sesar mendatar dengan arah utara-selatan.

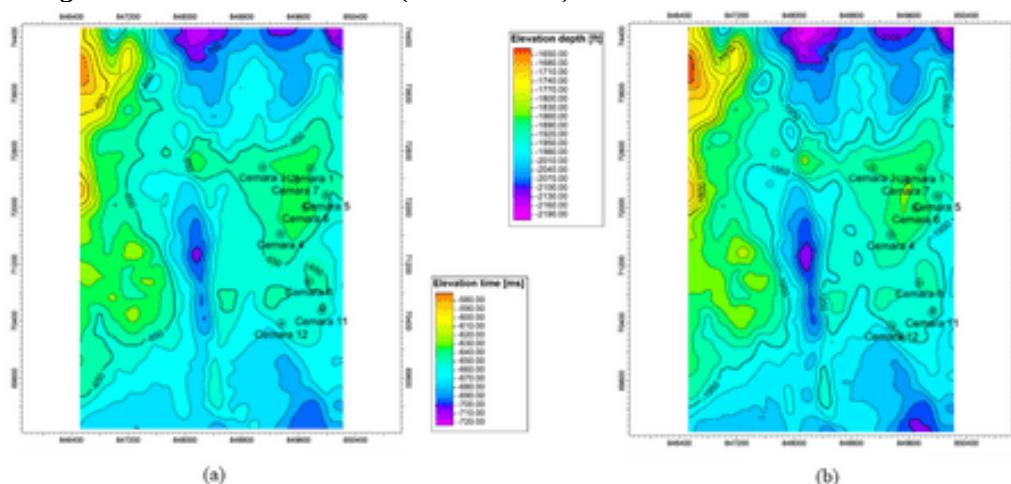


Gambar 4 (a) Arbitrary line picking horizon (b) Fault picking line 475

3.3 Peta Bawah Permukaan

Peta bawah permukaan merupakan peta yang menunjukkan zona tertinggi dan zona rendahan dari lapangan penelitian. Berdasarkan peta bawah permukaan dapat diketahui posisi tiap sumur pada kedalaman formasi. Peta bawah permukaan dapat dilihat pada Gambar 5 (a) berupa domain waktu (*time structure map*) dan (b) domain kedalaman (*depth structure map*). Peta *time structure map* dikonversi menggunakan persamaan *velocity model* yang diperoleh dari data *checkshot* untuk memperoleh peta *depth structure map*. Proses yang digunakan adalah *time depth conversion* yaitu mengubah domain waktu pada peta bawah permukaan menjadi domain kedalaman.

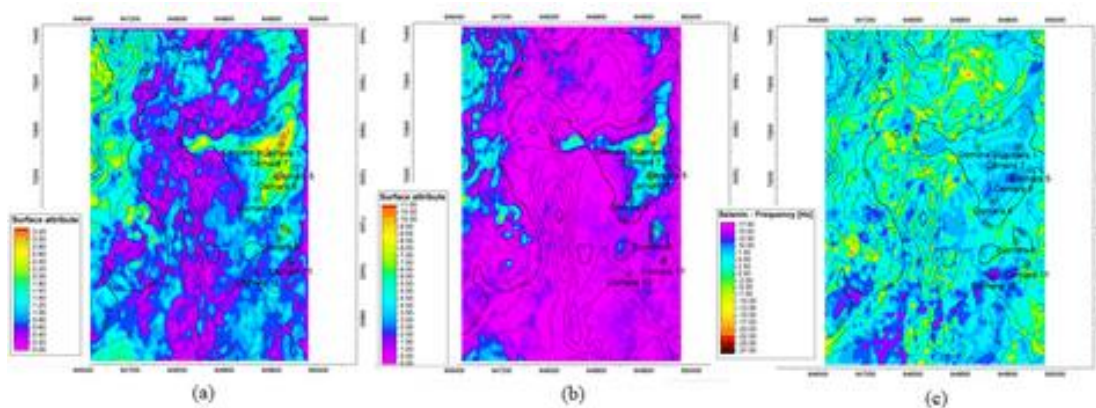
Berdasarkan Gambar 5 (b) dapat dilihat skala *elevation depth* pada Formasi Bekasap Lapangan Cemara berada pada rentang -1.650 sampai -2.190 kaki. *Elevation depth* mempresentasikan zona tertinggi berada pada daerah berwarna hijau-merah dan zona rendahan berada pada daerah berwarna biru-ungu yang menunjukkan kedalaman yang semakin besar. Sumur penelitian berada pada zona tertinggi dengan kedalaman ± 1.830 kaki (557,78 meter).



Gambar 5 (a) Time structure map (b) Depth structure map

3.4 Peta Atribut Seismik

Peta atribut yang dibuat diantaranya atribut RMS, *average energy* dan *instantaneous frequency*. Sebelum membuat peta atribut, data seismik terlebih dahulu diubah ke volume seismik *sweetness*. Pemanfaatan volume seismik *sweetness* dilakukan untuk menunjukkan zona-zona *sweetspot* yang dapat diasumsikan sebagai zona reservoir hidrokarbon. Peta atribut seismik dapat dilihat pada Gambar (6).



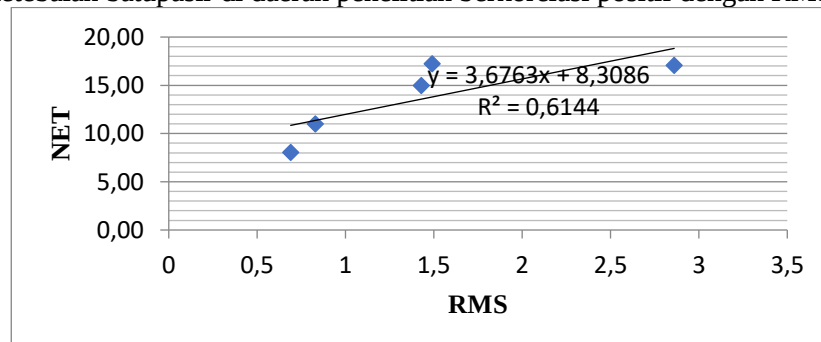
Gambar 6 (a) Peta atribut RMS (b) Peta atribut *average energy* (c) Peta atribut *instantaneous frequency*

Berdasarkan peta atribut RMS pada Gambar 6 (a) dan *average energy* pada Gambar 6 (b) yang berbasis amplitudo, dapat diketahui zona sebaran reservoir ditandai dengan warna kuning-merah. Zona sebaran reservoir tersebut berada pada daerah tinggian dengan nilai amplitudo yang tinggi, ditunjukkan nilai atribut 2,4-3,2 pada atribut RMS dan 8,0-11,0 pada atribut *average energy*. Nilai amplitudo yang tinggi menandakan adanya kuat refleksi gelombang ketika melewati zona reservoir hidrokarbon.

Zona reservoir memiliki tingkat porositas yang tinggi, porositas yang tinggi memiliki nilai impedansi akustik yang rendah. Ketika gelombang melewati batuan dengan impedansi yang rendah maka frekuensi tinggi akan cenderung diteruskan dan frekuensi rendah yang akan terpantul pada data seismik. Berdasarkan Gambar 6 (c) pada atribut *instantaneous frequency* dapat dilihat zona sebaran reservoir berada pada frekuensi rendah dengan nilai atribut 12,50-0 (diinterpretasikan dengan warna biru muda sampai biru tua).

3.5 Analisis Atribut

Analisis *crossplot* atribut dilakukan sebagai kontrol sumur untuk mengindikasikan hubungan antara nilai sebaran atribut seismik dengan properti fisik reservoir Top Bekasap. *Crossplot* atribut dilakukan dengan lapisan net batupasir menunjukkan korelasi yang bagus dengan data atribut. Berdasarkan perhitungan dengan regresi linear pada Gambar 7 didapatkan korelasi sebesar 0,6144 menunjukkan ketebalan batupasir di daerah penelitian berkorelasi positif dengan RMS *amplitude*.



Gambar 7 *Crossplot* atribut RMS dan lapisan net batupasir

IV. KESIMPULAN

Zona sebaran reservoir pada Lapangan “Cemara” diketahui melalui peta struktur kedalaman, peta atribut seismik dan *crossplot* atribut dengan lapisan *net sand* dan *vshale*. Berdasarkan peta atribut seismik berbasis amplitudo yaitu atribut RMS dan *average energy*, diketahui sebaran reservoir berada pada zona *high amplitude* dan pada atribut berbasis frekuensi sebaran reservoir berada pada zona *low frequency*. Sebaran reservoir pada Lapangan Cemara berada di zona ketinggian dengan kedalaman ± 1.830 kaki (557,78 meter) di arah barat dan timur laut direpretasikan oleh zona *sweet spot* pada atribut amplitudo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada PT. Bumi Siak Pusako yang telah memfasilitasi penelitian ini dan segala bantuan teknis serta diskusi yang diberikan selama penelitian berlangsung. Bapak dan Ibu penguji tugas akhir, serta tim reviewer Jurnal Fisika Universitas Andalas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, R. (2011). *Atribut Seismik untuk Penentuan Karakterisasi Reservoir Batu Pasir Studi Kasus Pada Lapangan Eksplorasi Kanada*. Universitas Jember.
- Akhmad, S. (2014). *Karakterisasi Reservoir-Pengantar*. Garcia, G., Sanz, C., Sherratt, P., Assefa, S., Pallottini, F., Bendel, E., & de La Rosa, V. H. (2009). A Reservoir Characterization Study in the Burgos Basin Including Simultaneous Prestack. 2009 SEG Annual Meeting.
- Alawy, H. (2020). *Penerapan Inversi Acoustic Impedance dan Atribut Seismik untuk Memprediksi Penyebaran Reservoir Batupasir Konglomeratan pada Formasi Talangakar Bawah di Lapangan Tabah, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatra Selatan*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Aviani, N., Warnana, D. D., Komara, E., & Afdhal, R. F. (2022). Analisis Seismik Atribut untuk Identifikasi Persebaran Reservoir Batupasir pada Formasi Balikpapan, Lapangan V. *Jurnal Geosaintek*, 8(2), 200–205.
- Brown, A. R. (2004). *Interpretation of Three Dimensional Seismic Data*. American Association of Petroleum Geologists Memoir.
- Hidayat, R., Namigo, E. L., & Marwan, M. (2018). Penentuan Sebaran Reservoir Belumai Sand Menggunakan Integrasi Inversi Model Based dan Atribut RMS Pada Lapangan “Teratai” Cekungan Sumatera Bagian Utara. *Jurnal Ilmu Fisika*, 12(1), 26–34.
- Prayoga, P. (2011). *Karakterisasi Reservoir dengan Menggunakan Inversi Elastic Impedance Studi Kasus Lapangan Penobscot Kanada*. FMIPA UI.
- Ruliyanti, R., Hiskiawan, P., & Arkundato, A. (2017). Instantaneous Analysis Attribute for Reservoir Characterization at Basin Nova-Scotia, Canada. *UNEJ E-Proceeding*, 195–196.
- Ryka, H., Nainggolan, L. H., & Waskita, K. J. (2021). Analisis Atribut Seismik Instantaneous Frequency Untuk Sebaran Reservoir Batupasir Formasi Tensleep Lapangan Teapot Dome. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 4(3), 151–158.
- Schmidt, R. O. R., Vincentelli, M. G. C., & Contreras, S. A. C. (2013). Seismic Characterization of Macaé Group in Bonito Field Campos Basin–RJ. *13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & EXPOGEF, Rio de Janeiro, Brazil, 26–29 August 2013*, 616–620.
- Sukmono, S., & Abdullah, A. (2001). *Karakteristik Reservoir Seismik*. Lab. Geofisika Reservoir Teknik Geofisika ITB.