

# Pemodelan Fasies 3 Dimensi Reservoir Batupasir 'X', Parasekuen 'Y', Formasi Talang Akar, Lapangan 'Z', Sub Cekungan Palembang Selatan, Cekungan Sumatera Selatan

Hidayat Sri Kumboro Mufti<sup>1)</sup>, Jarot Setyowiyoto<sup>1)</sup>, Sarju Winardi<sup>1)</sup>, dan Muhammad Destrayuda Trisna<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada

<sup>2)</sup> Pertamina Hulu Rokan

*Corresponding Author:* Hidayat Sri Kumboro Mufti (Email: hidayatmufti2015@mail.ugm.ac.id)

## *Abstract*

*This study focuses on the 'Z' Field, located within the working area of PT. Pertamina Hulu Rokan Zone 4 in the South Palembang Sub-Basin of the South Sumatra Basin. The primary reservoir under investigation is the 'X' Sandstone interval of the Upper Talang Akar Formation. Notable declines in oil production, coupled with a rising water cut, have prompted the need for targeted development initiatives. Before the implementation of these efforts, it is critical to understand the reservoir's geometry and distribution. To achieve this, we conducted research aimed at constructing a 3D facies model of the 'X' Sandstone Reservoir. The methodology integrated an analysis of well-log data with 3D seismic data to provide a comprehensive view of the reservoir characteristics. The modeling approach utilized Truncated Gaussian with Trends (TGS) and Sequential Indicator Simulation (SIS) techniques. Our findings indicate that the facies within the Talang Akar Formation comprise tidal channels, tidal flats, and sand sheets, suggesting a depositional environment that ranges from a tide-dominated estuary to shallow marine settings. Additionally, the Talang Akar Formation is organized into 15 parasequences and encompasses two system tracts. Chronostratigraphically, the 'X' Sandstone Reservoir is located in Parasequence 9 and features a variety of facies, including sandstone, shaly sandstone, shale, and coal. The 3D facies model reveals a blanket sand geometry with a coarsening-upward vertical pattern, highlighting the complexity of the reservoir's architecture.*

**Keywords:** *Facies Modeling, Depositional Environment, Stratigraphy Sequences, Talang Akar Formation, South Sumatra Basin.*

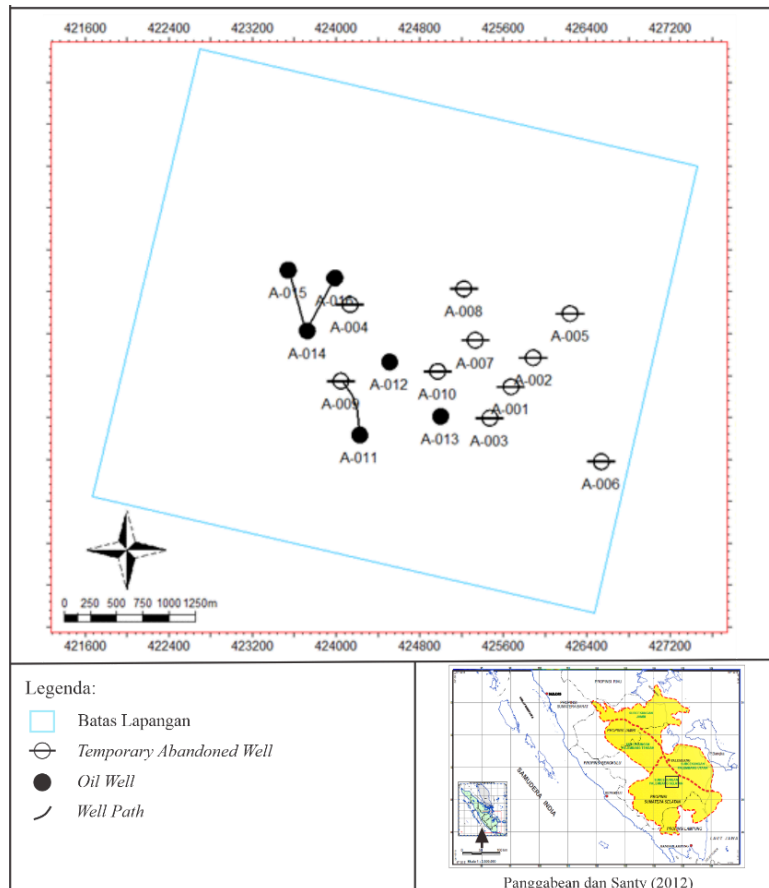
## 1. Pendahuluan

Lapangan 'Z' merupakan salah satu lapangan minyak yang termasuk kedalam wilayah kerja PT. Pertamina Hulu Rokan

Zona 4 pada Gambar 1. Seiring berjalannya waktu, produksi minyak pada Lapangan 'Z' terus mengalami penurunan disertai dengan peningkatan nilai *water cut*. Oleh karena itu, perlu dilakukan beberapa upaya

pengembangan seperti pengeboran sumur *infill* atau *enhanced oil recovery* (EOR) guna mengurangi penurunan laju produksi dan optimalisasi produksi pada interval reservoar utama. Namun, sebelum upaya

pengembangan tersebut dilakukan, perlu dilakukan studi guna mengetahui geometri dan distribusi dari reservoar batupasir pada Lapangan ‘Z’.



**Gambar 1.** Peta dasar lokasi penelitian. Lapangan ‘Z’ secara administratif berada di Kabupaten Prabumulih, Provinsi Sumatera Selatan.

Salah satu reservoar utama pada Lapangan ‘Z’ adalah interval Batupasir ‘X’, Formasi Talang Akar. Studi untuk mengetahui geometri dan distribusi dari suatu reservoar adalah dengan membangun model fasies dan memvisualisasikannya dalam bentuk 3 dimensi. Model fasies yang dibangun didasarkan pada kerangka kronostratigrafi berdasarkan analisis sekuen stratigrafi, sehingga kesalahan dalam korelasi dapat diminimalkan. Pemodelan fasies 3 dimensi dilakukan menggunakan integrasi antara data sumuran dan data seismik 3 dimensi. Integrasi antara kedua data tersebut akan memberikan prediksi yang lebih presisi

mengenai geometri dari Reservoar Batupasir ‘X’.

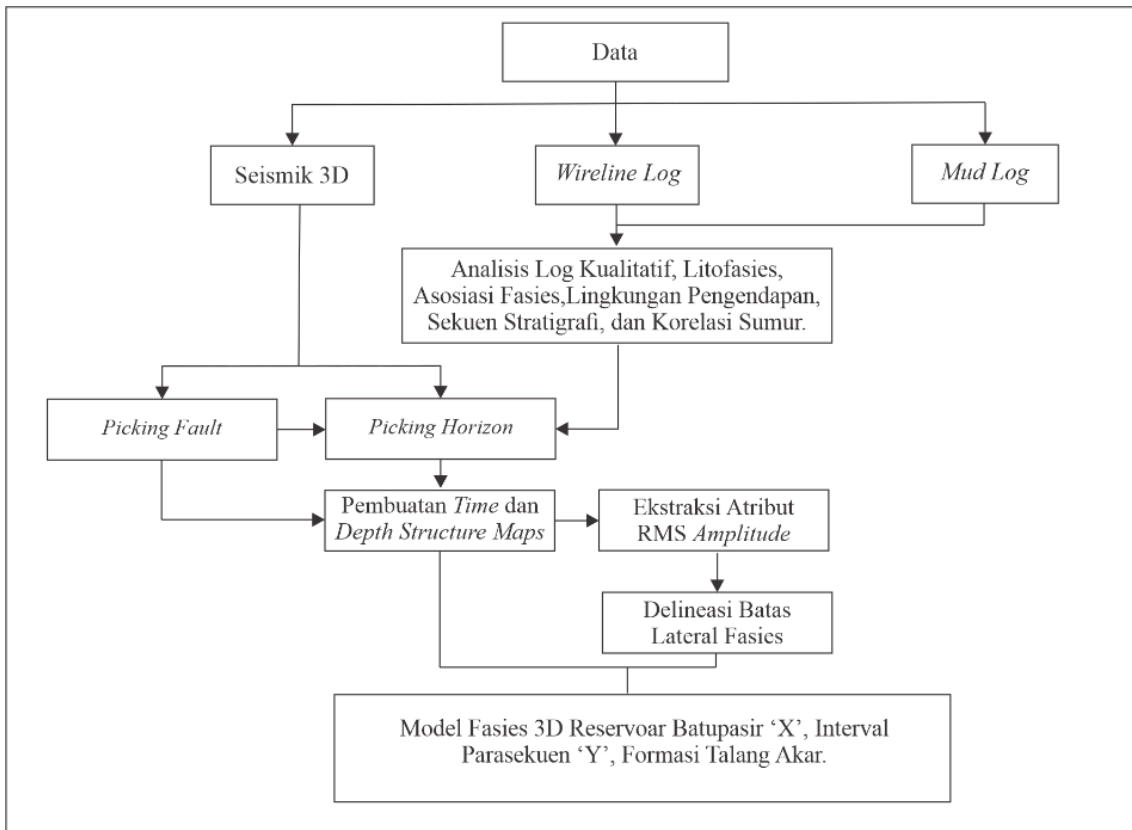
## 2. Data dan Metodologi

Data yang digunakan berupa data *well log* yang terdiri dari *triple combo log* pada 16 sumur, data *mud log* di 6 sumur, data *marker top* formasi, data *checkshot*, dan data seismik 3 dimensi yang diinterpretasi setiap *increment 10*.

Analisis data secara garis besar dilakukan dalam 3 tahap, yaitu analisis data *log* sumur secara kualitatif, interpretasi seismik, dan pemodelan fasies 3 dimensi pada Gambar 2. Analisis *log* kualitatif dimulai dari

interpretasi litologi, fasies, asosiasi fasies, lingkungan pengendapan, sekuen stratigrafi, dan korelasi kronostratigrafi. Interpretasi data seismik meliputi *picking fault* dan *picking horizon* berdasarkan marker stratigrafi, serta interpretasi atribut seismik RMS *amplitude* untuk menginterpretasi distribusi fasies.

Distribusi fasies dimodelkan secara tiga dimensi menggunakan algoritma *truncated gaussian with trends* dan *sequential indicator simulation* berdasarkan hasil interpretasi fasies menggunakan atribut seismik RMS *amplitude*.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Interpretasi Fasies, Lingkungan Pengendapan, dan Sekuen Stratigrafi

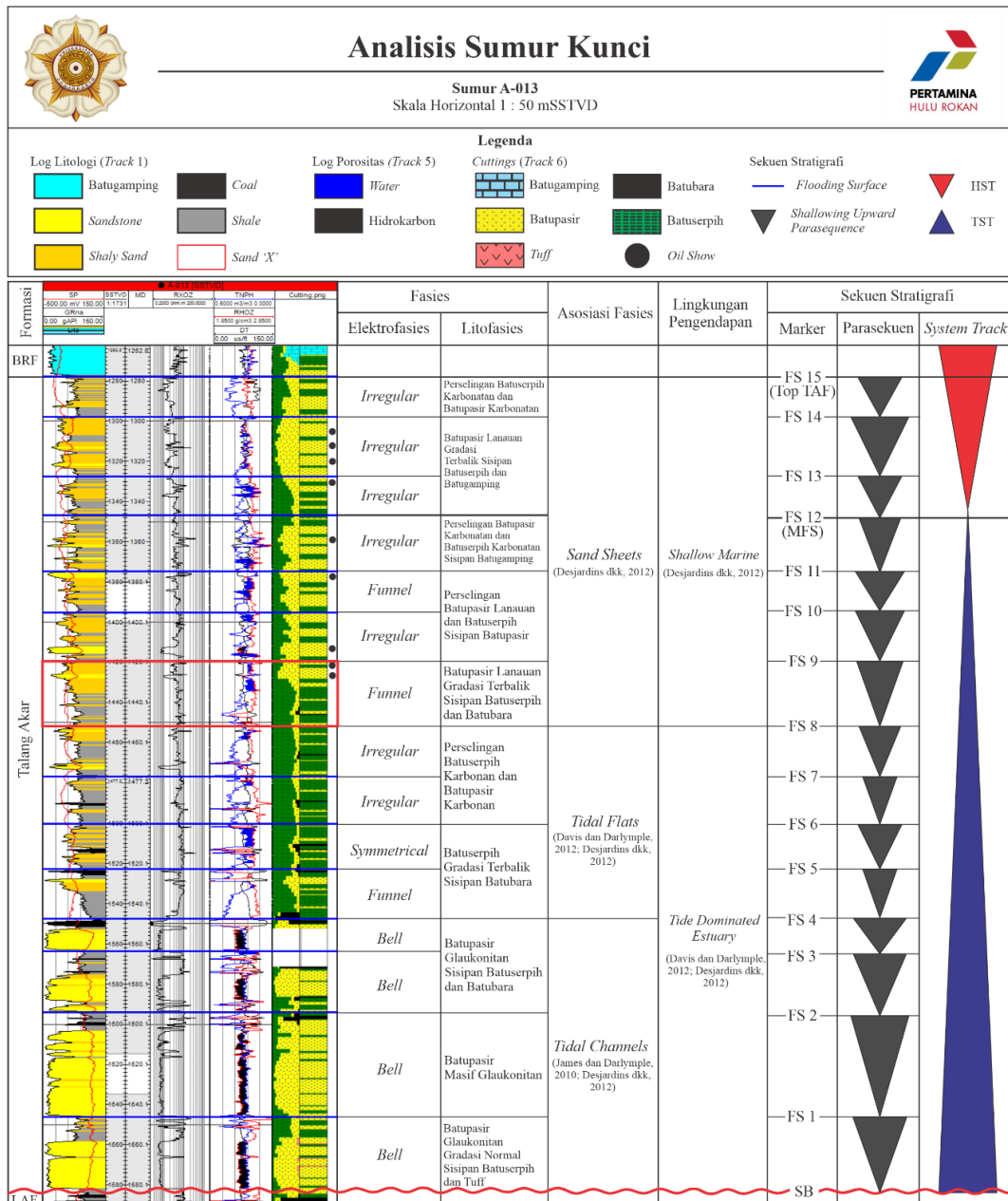
Formasi Talang Akar yang dijumpai pada Lapangan 'Z' memiliki ketebalan yang berkisar antara 400 – 500 m. Batas bawah Formasi Talang akar adalah batas ketidakselarasan terhadap Formasi Lahat yaitu pada saat terjadi *abrupt change* antara pola *irregular* fasies lakustrin Formasi Lahat dengan pola *bell* fasies *channel* Formasi Talang Akar Bawah. Batas akhir Formasi Talang Akar yaitu pada *shale break* sebelum

memasuki fasies batu gamping masif dan batugamping pasiran Formasi Baturaja.

Litofasies yang diidentifikasi pada interval Formasi Talang Akar terdiri dari batupasir glaukonitan gradasi normal sisipan batuserpih dan tuff, batupasir masif glaukonitan, batupasir glaukonitan sisipan batuserpih dan batubara, batu serpih gradasi terbalik sisipan batubara, perselingan batu serpih karbonan dan batu pasir karbonan, batupasir lanauan gradasi terbalik sisipan batuserpih dan batubara, batu pasir lanauan gradasi terbalik sisipan batu serpih dan batubara, perselingan batu pasir lanauan dan batu serpih sisipan batupasir, perselingan batu

pasir karbonatan dan batu serpih karbonatan sisipan batu gamping, batu pasir lanauan gradasi terbalik sisipan batu serpih dan batu gamping, dan perselingan batu serpih karbonatan dan batu pasir karbonatan. Asosiasi fasies yang berkembang pada interval Formasi Talang Akar berdasarkan

model dari James dan Darlymple (2010) serta Desjardins et al. (2012) didapatkan berupa asosiasi tidal channels, tidal flats, dan sand sheet. Lingkungan yang berkembang pada Formasi Talang Akar berupa lingkungan tide-dominated estuary (supratidal – intertidal) hingga shallow marine (subtidal) pada Gambar 3.



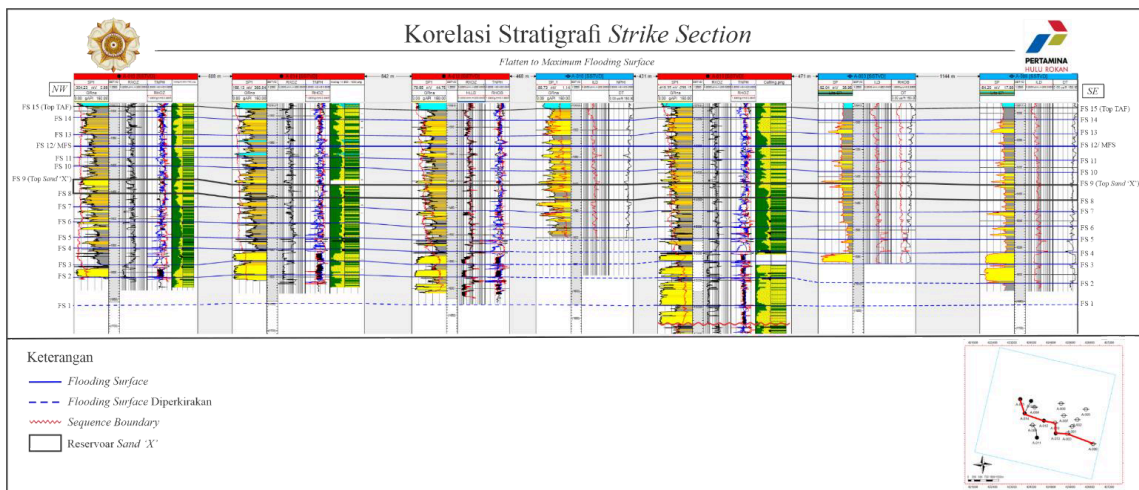
Keterangan:  
BRF = Baturaja Formation  
TAF = Talang Akar Formation  
LAF = Lahat Formation

Gambar 3. Hasil analisis sumur kunci

Didapatkan 15 bidang batas parasekuen (*flooding surfaces*) dengan 15 parasekuen pada interval Formasi Talang Akar. *Marker* batas *system track* yang dijumpai pada Formasi Talang Akar berupa *sequence boundary tipe 2* dan *maximum flooding surface*. *Sequence boundary* dijumpai di bagian bawah yang menandakan akhir dari *highstand system track* Formasi Lahat dan dimulainya *transgressive system track* Formasi Talang Akar pada Gambar 3. *Lowstand system track* tidak dijumpai di lokasi penelitian dikarenakan Lapangan 'Z' pada saat akhir *syn-rift* ketika *relative sea level fall* sudah berada pada tepi cekungan pada lingkungan transisi sehingga tidak

memiliki tanda-tanda kehadiran endapan darat. Berdasarkan Agustin et al. (2012) dan Purwanto et al. (2012), batas sekuen pengendapan (*sequence boundary*) Formasi Talang Akar dan Formasi Baturaja berada pada Top Formasi Baturaja.

Berdasarkan korelasi stratigrafi, didapatkan tren sedimentasi yang memiliki ketebalan parasekuen yang relatif seragam, dikarenakan Anggota Talang Akar Atas terendapkan pada fase *early post-rift* pada lingkungan transisi (Ginger dan Fielding, 2005). Ciri khas dari sedimentasi *post-rift* pada lingkungan transisi salah satunya adalah ketebalan parasekuen yang relatif konstan pada Gambar 4.

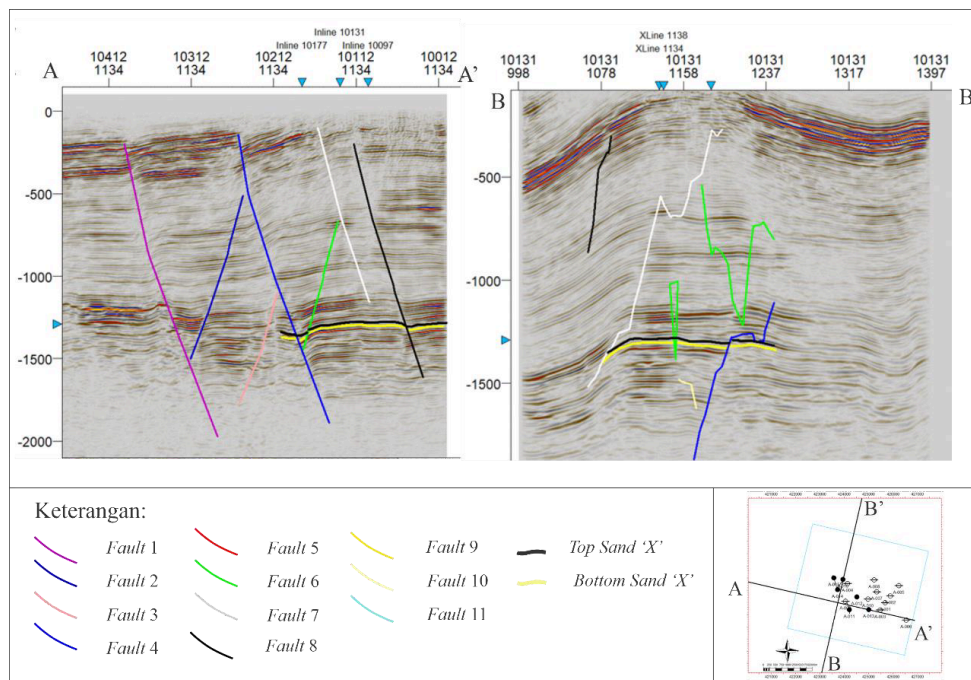


Gambar 4. Korelasi stratigrafi sejajar *strike*.

### Interpretasi Seismik

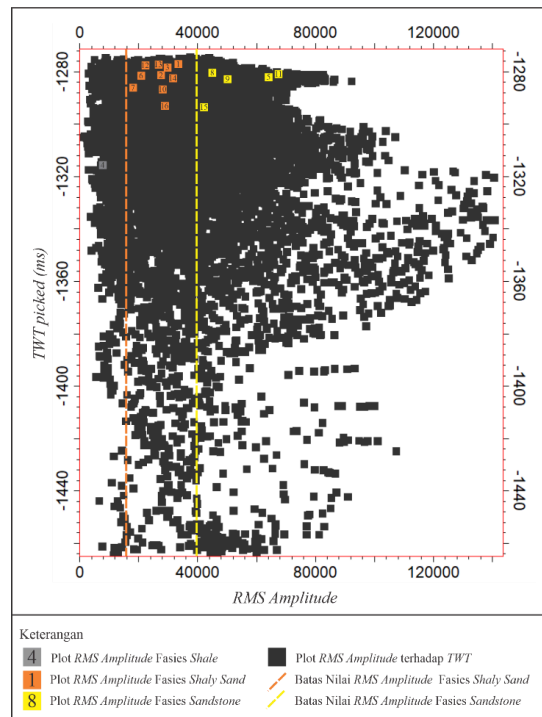
Berdasarkan hasil interpretasi seismik, didapatkan sesar sesar yang berkembang pada

Lapangan 'Z' didominasi berupa *negative flower structure* yang berorientasi timur laut – barat daya dengan antiklin simetris berorientasi barat laut – tenggara pada Gambar 5.

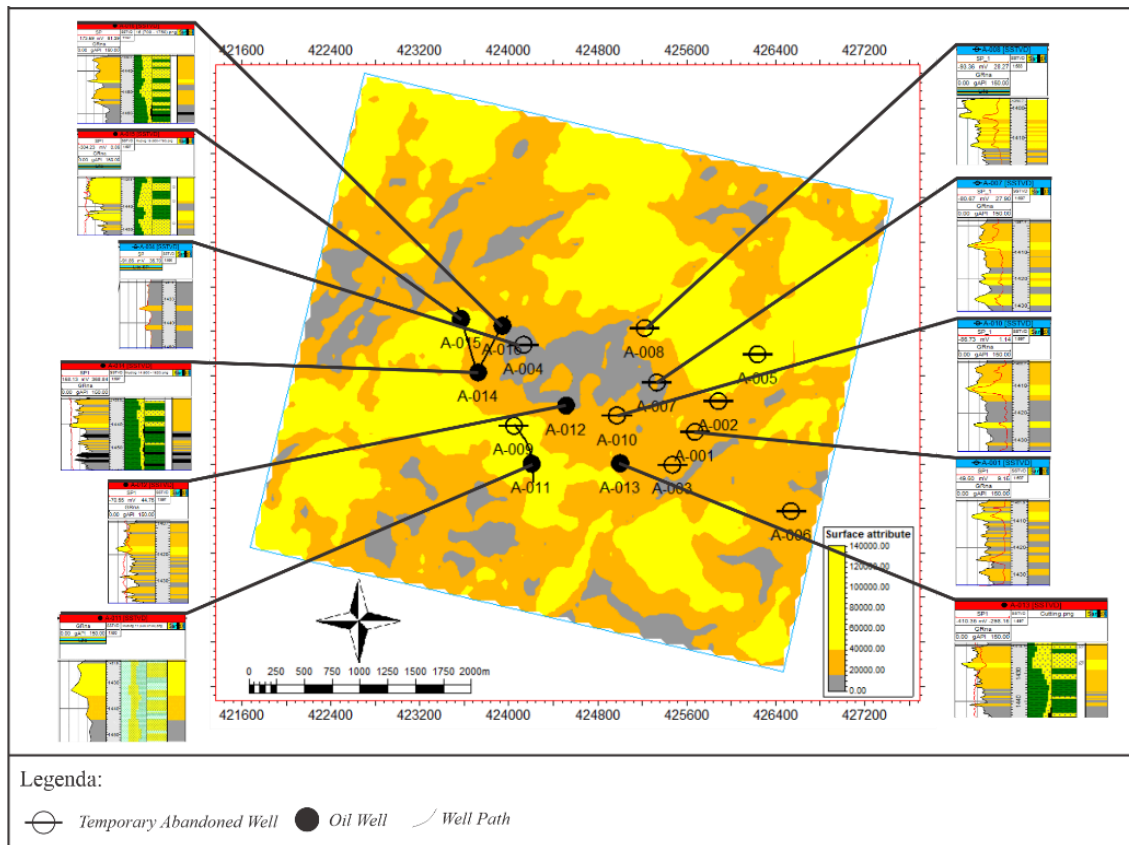


Gambar 5. Interpretasi seismik.

Sesar normal yang berorientasi timur laut – barat daya dan lipatan bersumbu barat laut – tenggara umum dijumpai pada Cekungan Sumatera Selatan (Pulunggono et al., 1992). Hasil running atribut RMS *amplitude* pada interval Batupasir 'X' didapatkan pola *amplitude* yang relatif tinggi (> 40000) untuk sumur yang didominasi *fasies clean sand*, *amplitude* sedang (16000 – 40000) untuk *fasies shaly sand*, dan *amplitude* rendah untuk *fasies shale* (< 16000) pada gambar 6. Distribusi sand pada interval Batupasir 'X' relatif membentuk geometri *blanked sand* yang tersebar di seluruh lokasi penelitian dengan ketebalan yang relatif tipis pada gambar 7. Hal tersebut umum dijumpai terutama pada lingkungan transisi pada asosiasi *fasies sand sheets*.



Gambar 6 Plot atribut RMS *amplitude* terhadap nilai *two way time* untuk mengetahui karakteristik amplitudo masing masing fasies.

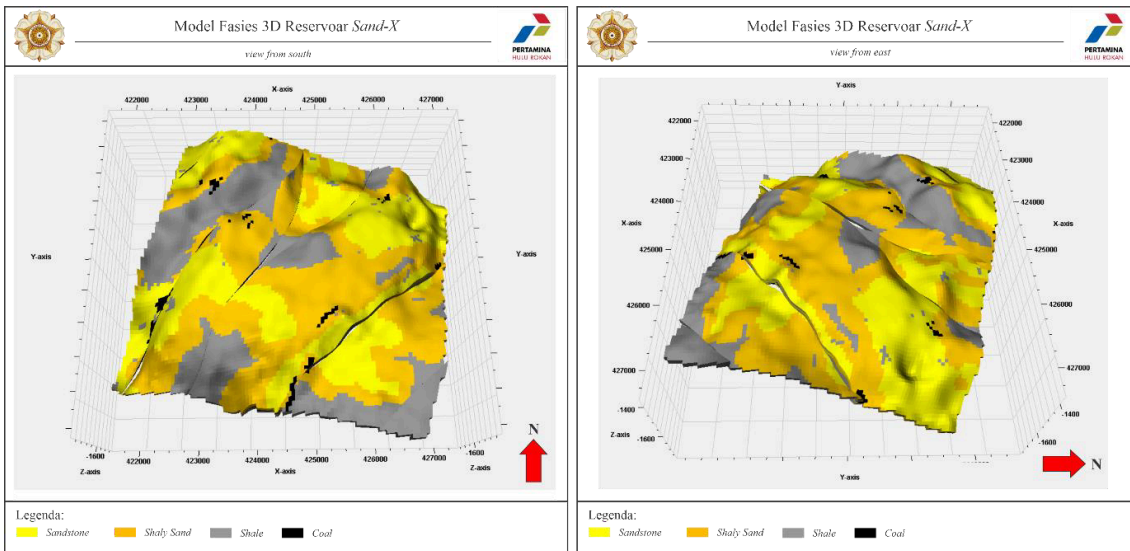


**Gambar 7.** Log diskret dan interpretasi atribut RMS *amplitude* interval Sand 'X' didapatkan sebaran *sand* yang membentuk geometri *blanked sand*.

### Pemodelan Fasies 3 Dimensi

Fasies dimodelkan menggunakan algoritma *truncated gaussian with trends* dan *sequential indicator simulation* dengan mempertimbangkan persebaran fasies berdasarkan interpretasi atribut seismik. Algoritma *truncated gaussian with trends*

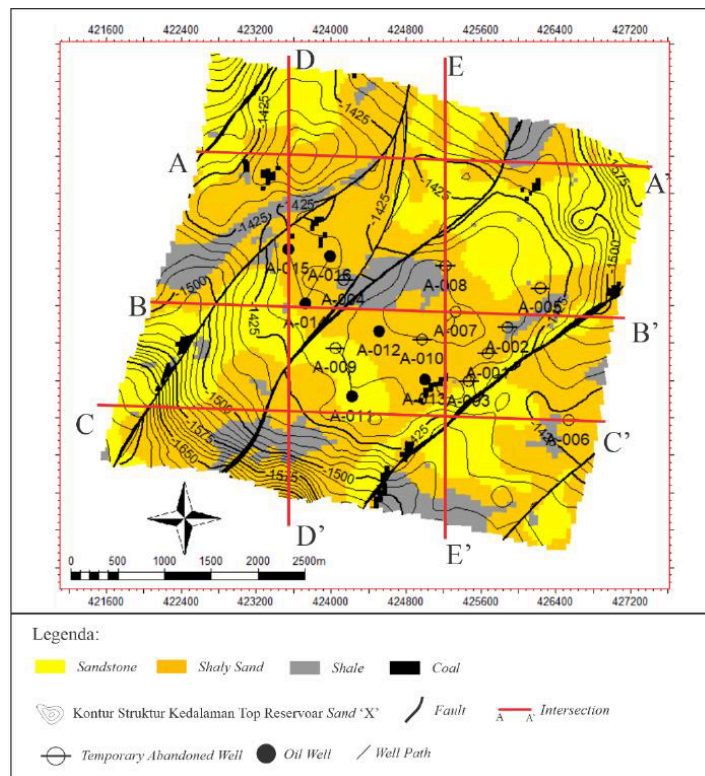
digunakan ketika fasies memiliki persebaran yang kontinu dengan pola tertentu seperti pada fasies *sand*, *shaly sand*, dan *shale*, sedangkan fasies fasies yang hadir secara lokal di beberapa tempat tertentu seperti *coal* dan *dispersed shale* dimodelkan dengan algoritma *sequential indicator simulation* (Pyrcz dan Deutsch, 2014).



Gambar 8. Model fasies 3 dimensi interval Batupasir ‘X’.

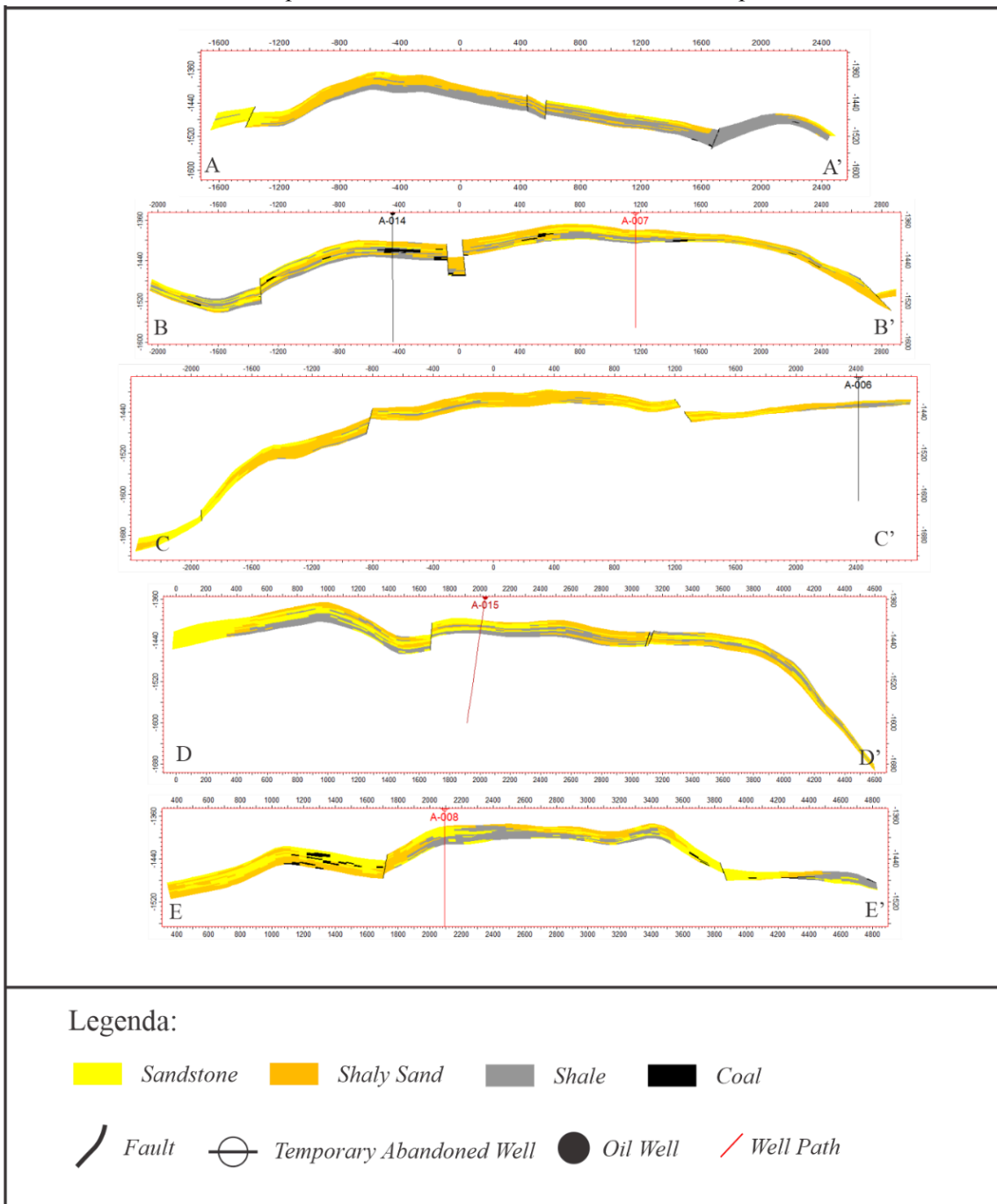
Berdasarkan model fasies yang telah dibangun, didapatkan distribusi fasies pada interval Batupasir ‘X’. Terdapat setidaknya 4 tubuh batupasir yang saling terkoneksi dengan kehadiran shale dan coal yang melensa di beberapa tempat (Gambar 8 dan 9). Fasies *clean sandstone* dan *shaly sand* relatif menyebar di seluruh lokasi penelitian dengan geometri berupa *blanked sand*. Secara

vertikal, fasies memiliki pola mengkasar keatas dengan kehadiran lensa *shale* dan *coal* di beberapa tempat. Terdapat pembajian *sand* di beberapa interval yang menunjukkan batas antara fasies *sand sheet* dengan *marine shale* (Gambar 10). Geometri *blanked sand* secara lateral dan membaji secara vertikal umum dijumpai di interval Formasi Talang Akar Atas (Purwanto dkk., 2018).





Tabel 9. Map view model fasies 3 dimensi interval Batupasir 'X'.



Gambar 10. Penampang model fasies 3 dimensi interval Batupasir 'X'

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Fasies yang berkembang pada Formasi Talang Akar terdiri dari asosiasi *tidal channels*, *tidal flats*, dan *sand sheets* dengan lingkungan pengendapan berupa *tide dominated estuary* dan *shallow marine*. Formasi Talang Akar terdiri dari 15 parasekuen, dua *system track*, dan satu sekuen dengan marker stratigrafi berupa 15 *flooding surfaces*, satu *sequence boundary*, dan satu *maximum flooding surface*. *System track* pada Formasi Talang Akar terdiri dari *transgressive system track* dan *highstand system track*.
2. Reservoir Batupasir 'X' berada pada Parasekuen 9 yang terdiri dari fasies batupasir, *shaly sandstone*, *shale*, dan batubara pada asosiasi *sand sheets*. Berdasarkan model fasies 3 dimensi, fasies *clean sandstone* dan *shaly sand* pada interval Batupasir 'X' memiliki geometri *blanked sand* yang tersebar di seluruh lokasi penelitian dengan pola vertikal mengkasar keatas dengan sisipan lensa *shale* dan *coal* pada tubuh batupasir dan membaji di beberapa tempat.

#### Ucapan Terimakasih

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang mengizinkan penulis menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada PT. Pertamina Hulu Rokan Zona 4 yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian dan memberikan izin untuk mempublikasikan penelitian ini. Terimakasih kepada dosen dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada, pembimbing dari PT. Pertamina Hulu Rokan, serta pihak pihak yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

#### Daftar Pustaka

- Agustin, M. V., Novian, M. I., Darmawan, A., & Agung, T. (2017). Sekuen stratigrafi sub cekungan Palembang Selatan berdasarkan data pemboran pada sumur SSB, Kabupaten Musi Waras, Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Nasional Kebumihan ke 10*, 921–934.
- Desjardins, P. R., Mangano, M. G., & Buatois, L. A. (2012). Tidal flats and subtidal sand bodies. *AAPG Memoir*.
- Ginger, D., & Fielding, K. (2005). The petroleum systems and future potential of the South Sumatera Basin. *Proceedings Indonesian Petroleum Association*, IPA05-G-039, 67–89.
- James, N. P., & Darlymple, R. W. (2010). *Facies model (4th ed.)*. Geological Association of Canada.
- Panggabean, H., & Santy, L. D. (2012). Sejarah penimbunan cekungan Sumatera Selatan dan implikasinya terhadap waktu generasi hidrokarbon. *Jurnal Sumberdaya Geologi*, 22(4), 225–236.
- Pulunggono, A., Agus, H. S., & Kosuma, C. G. (1992). Pre-Tertiary and Tertiary fault systems as a framework of the South Sumatera Basin: A study of SAR maps. *Indonesian Petroleum Association Proceedings*, 11(37), 339–361.
- Purwanto, T., Isnaniawaghani, V., Mulyana, B., & Widiyanto, E. (2012). Penentuan posisi marker sekuen stratigrafi sebagai dasar pengikat korelasi litostratigrafi di daerah Limau, Cekungan Sumatera Selatan. *Seminar Nasional ke-2 Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran*, Bandung, 32–44.
- Pyrcz, M. J., & Deutsch, C. V. (2014). *Geostatistical reservoir modeling*. Oxford University Press.