

Identifikasi Sebaran Hidrokarbon Pada Reservoir Batu Pasir Dengan Inversi Ai Dan Si Menggunakan Metode Stokastik

Rizky Gustiansyah¹, Adi Susilo¹, P. A. Saraswati²

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

²Ikon Science Indonesia

Email: rizgust@gmail.com

Abstrak

Metode inversi merupakan salah satu metode andalan dalam identifikasi sebaran hidrokarbon. Metode seismic inversi menghasilkan respon yang tidak unik dan dapat menghasilkan respon yang sangat beragam sehingga perlu dianalisis dengan metode statistik. Metode inversi secara statistic dilakukan dengan metode stokastik yang menggunakan latar belakang model hasil inversi simultan, mampu memberikan hasil dengan tingkat akurasi dan korelasi tinggi. Hasil inversi stokastik yang dilakukan parameter fisis *Accoustic Impedance* (AI) dan *Shear Impedance* (SI) menghasilkan korelasi terhadap data sumur hingga sebesar 0.94 untuk AI dan 0.84 untuk SI. Sebaran hidrokarbon dianalisis berdasarkan kombinasi hasil inversi stokastik AI dan SI dengan kebolehdajian 90%. Nilai AI rendah (5000 - 6000 g/cc m/s) dan SI rendah (2500 - 4000 g/cc m/s) berasosiasi dengan keberadaan hidrokarbon dalam reservoir dengan porositas antara 0.25-0.35. Hidrokarbon Gas 90% tersebar di sekitar sumur NORTON 5, dan Hidrokarbon minyak 85% tersebar disekitar sumur NORTON 1.

Kata kunci : Hidrokarbon, Stokastik, *Accoustic Impedance*, *Shear Impedance*.

Pendahuluan

Metode inversi menghasilkan respon yang tidak unik, sehingga dapat menghasilkan banyak respon berbeda yang memenuhi syarat batas dilakukannya inversi[1]. Dalam hal tersebut, batas yang digunakan dapat berupa model latar belakang. Sehingga bias jadi antara individu satu dengan yang lain akan menghasilkan hasil yang berbeda. Respon hasil inversi yang beraneka ragam tersebut akan lebih optimal jika dikombinasikan dengan analisis secara statistik. Metode inversi stokastik adalah metode inversi yang menggunakan kaidah statistik dalam proses inversi. Selama ini yang menjadi standard eksplorasi hidrokarbon dalam menentukan kondisi fisis reservoir di bawah permukaan adalah inversi acoustic impedance (AI). Namun, penggunaan inversi AI saja dianggap kurang mampu dalam mengatasi beberapa kondisi reservoir karena dapat bersifat ambigu[2]. Gelombang seismic yang ditangkap pada penampang seismic selama ini dianggap hanya berupa gelombang P. padahal pada kenyataannya juga dihasilkan gelombang S sebagai akibat dari adanya sudut pantul lebih dari nol. Oleh sebab itu, inversi AI yang berkorelasi dengan gelombang P perlu dikombinasikan dengan shear impedance (SI yang berkorelasi dengan gelombang S dalam penentuan sebaran keberadaan hidrokarbon. Dengan dilakukannya inversi AI dan SI dengan metode stokastik diharapkan akan dapat tingkat kepercayaan terhadap hasil secara lebih tinggi.

Metode

Data sumur yang digunakan berjumlah dua, yaitu sumur Norton 1 dan sumur Norton 5. Pada masing masing sumur terdapat data tambahan berupa data marker, *checkshot*, dan posisi. Selain data sumur juga terdapat data seismic parsial *stack* 3D. Data seismic parsial dilakukan *stack* pada sudut 8-19 (*near*), 19-30 (*mid*), 30-41 (*far*), dan 34-45 (*ultra far*).

Penelitian dimulai dengan memeriksa kelayakan sumur dan data seismic. Yang perlu diperiksa dari data sumur adalah kualitas data log yang tersedia, sedangkan untuk data seismic adalah kuintinuitas dan juga tingkat noise pada data [3]. Setelah data dipastikan dalam kondisi bagus, kemudian dilanjutkan dengan pengikatan data seismic dengan data sumur sehingga diperoleh wavelet yang mampu memberikan korelasi antara data sumur dan data seismic secara maksimum (korelasi tinggi).

Untuk mengetahui kualitas reservoir dari sisi porositas, digunakan plot AI dan SI yang berasosiasi dengan porositas tinggi yakni sekitar 0.25-0.35. Proses dilanjutkan dengan penggantian fluida pada reservoir menggunakan metode Gassmann. Fluida pada reservoir diganti menjadi tiga fluida yang berbeda yaitu air 100%, minyak 85%, dan gas 90%. Setelah itu untuk masing masing sebaran plot AI dan SI yang berasosiasi dengan masing masing jenis fluida dan juga porositas tinggi dicari fungsi distribusi

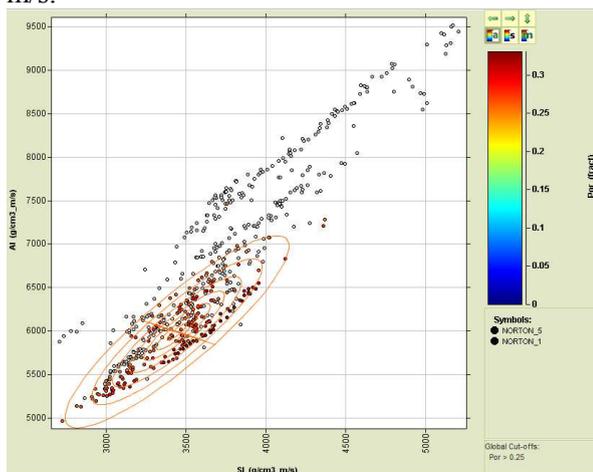
probabilitasnya untuk mengklasifikasikan sebaran probabilitasnya..

AI dan SI pada log kemudian dikombinasi dengan data seismik parsial beserta waveletnya, digunakan dalam inversi simultan. Hasil dari inversi simultan selanjutnya digunakan sebagai latar belakang model pada inversi stokastik. Kedua inversi hanya dilakukan pada area target. Inversi stokastik dengan parameter yang optimal direalisasikan sebanyak 6 kali. Kemudian dari 6 kali realisasi tersebut dipilih respon dengan probabilitas kejadian sebesar 90%. Hasil inversi tersebut digunakan sebagai bahan analisis dan klasifikasi sebaran hidrokarbon dan juga sebaran reservoir dengan porositas antara 0.25-0.35.

Fungsi distribusi probabilitas untuk AI-SI pada kondisi fluida berbeda (air, minyak, dan gas) dan juga porositas tinggi (0.25-0.35) dikombinasikan dengan data inversi stokastik, digunakan dalam menentukan peta sebaran keboleh jadian munculnya respon tersebut pada data hasil inversi. Klasifikasi tersebut dilakukan dengan metode bayessian

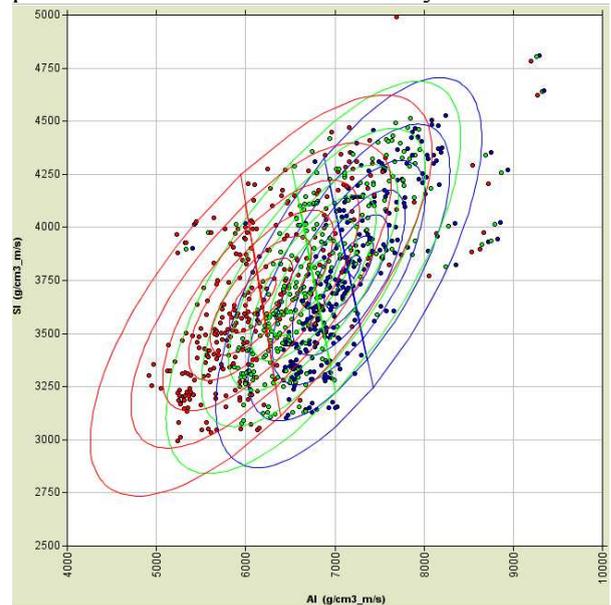
Hasil dan Pembahasan

Nilai Vp dan densitas akan berimplikasi pada nilai AI, jika Vp dan densitas batuan yang rendah bersesuaian dengan nilai porositas tinggi, maka AI rendah juga dapat digunakan sebagai indator porositas tinggi. Tidak semua porositas tinggi berasosiasi dengan nilai AI rendah. Pada batuan dengan porositas tinggi bisa saja terisi oleh air. Oleh sebab itu untuk melacak sebaran reservoir dengan porositas tinggi yang berpotensi tinggi tersisi hidrokarbon, diperlukan fungsi distribusi porositas yang bersesuaian dengan impedansi rendah. nilai AI yang berkorelasi dengan porositas 0.25-0.35 antara berkisar pada 5000-6000 g/cc m/s. Sedangkan untuk SI yang berkorelasi dengan porositas 0.25-0.35 adalah antara 2500-4000g/cc m/s.

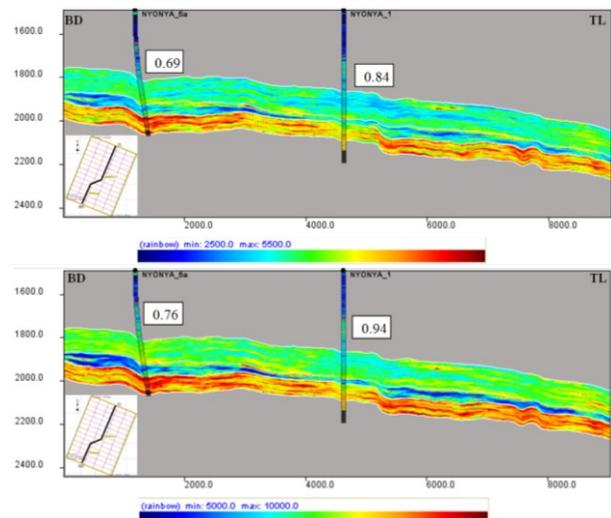


Gambar 1. Distribusi data impedansi rendah yang berkorelasi dengan porositas 0.25-0.35

Hasil substitusi fluida Gassmann yang diberlakukan pada AI dan SI untuk kasus reservoir dengan fluida yang berbeda ditunjukkan pada gambar 2. Terlihat bahwa fungsi distribusi yang saling tumpang tindih, semakin terpisah distribusi tersebut maka akan semakin tinggi probabilitas kebenaran klasifikasinya.

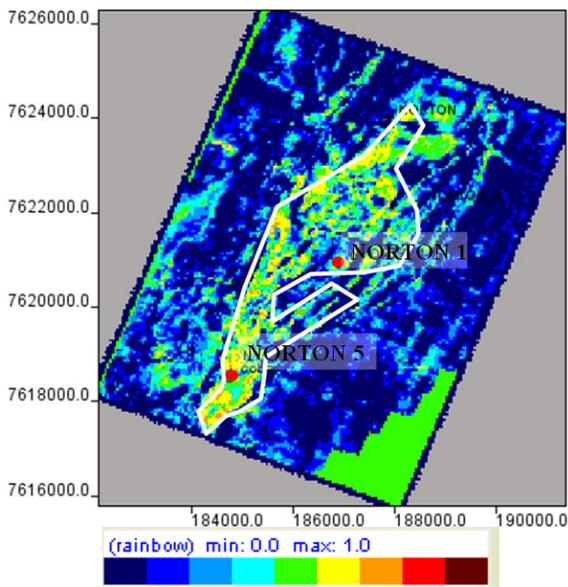


Gambar 2. Plot distribusi nilai AI dan SI pada kasus reservoir gas 90%, minyak 85%, dan air 100%.



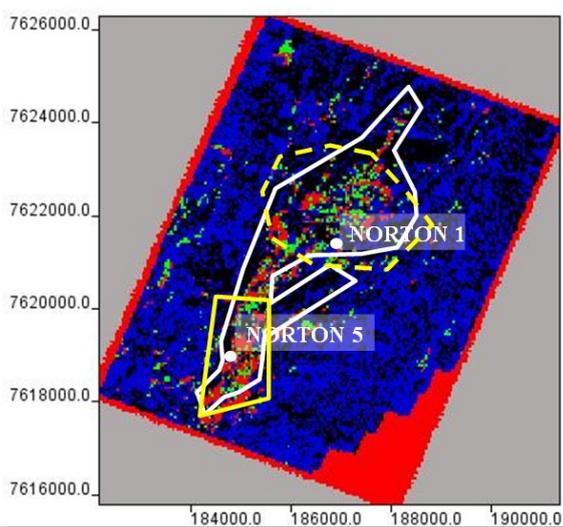
Gambar 3. Korelasi data hasil inversi stokastik dengan probabilitas 90% dari 6 realisasi. (AI :atas, SI: bawah)

Pada gambar 3. Terlihat hasil inversi stokastik mampu memberikan korelasi tinggi pada sumur dengan peluang terjadi 90% dari 6 kali realisasi. Pada inversi AI, sumur NORTON 1 memiliki korelasi 0.94 dengan hasil inversi, sedangkan sumur NORTON 5 memiliki korelasi 0.76 dengan hasil inversi. Pada inversi SI sumur NORTON 1 asli memiliki korelasi 0.84 dengan hasil inversi, sedangkan sumur NORTON 5 asli memiliki korelasi 0.69 dengan hasil inversi.



Gambar 3. Peta probabilitas ditemukannya reservoir hidrokarbon dengan porositas >0.25

Probabilitas ditemukannya reservoir dengan fraksi porositas lebih dari 0.25 di area penelitian terakumulasi di bagian tengah seperti yang terlihat pada gambar 4. Probabilitas ditemukannya adalah berkisar antara 50 hingga 80% (berdasarkan skala). Apabila reservoir ini berkaitan dengan potensi ditemukannya hidrokarbon, maka secara otomatis juga meningkatkan probabilitas ditemukannya hidrokarbon tersebut. Karena probabilitas porositas reservoir ini didasarkan juga pada nilai impedansi rendah. Selanjutnya jika diberlakukan klasifikasi lebih tegas seperti gambar 4.43, akan terlihat bahwa warna kuning merupakan sebaran reservoir berporositas >0.25 dengan probabilitas di atas 50-75%.



Gambar 5. Peta distribusi sebaran shale (hitam), air (biru), minyak dengan saturasi 85% (hijau) dan gas dengan saturasi 90% (merah) di zona reservoir menggunakan klasifikasi bayesian berdasarkan horizon jubilee.

Pada gambar 5 merupakan sebaran hidrokarbon yang terakumulasi diantara sebaran shale (hitam). Terlihat bahwa hidrokarbon berupa gas dengan saturasi 90% terkonsentrasi di sekitar sumur NORTON 5 (di dalam area yang dibatasi lingkaran kuning), sedangkan minyak dengan saturasi 85% terkonsentrasi di sekitar sumur NORTON 1 (di dalam area yang dibatasi lingkaran kuning putus-putus). Dari hasil interpretasi tersebut terlihat bahwa hidrokarbon memiliki kecenderungan migrasi dari Timur Laut ke arah Barat Daya mengikuti pola reservoir dengan porositas efektif dengan fraksi lebih dari 0.25 yang berada di tengah area penelitian. Hal ini terkait dengan terakumulasinya fluida ringan (gas dengan densitas 0.159 g/cm³) di daerah Barat Daya sementara fluida yang lebih berat (minyak dengan densitas 0.81 g/cm³) berada di bagian timur lautnya. Fluida yang lebih ringan akan cenderung menempati posisi lebih jauh dari pusat gravitasi. Selain akibat interaksi dengan pusat gravitasi, juga dipengaruhi oleh besar tekanan akibat massa yang menyimpannya. Semakin ke dalam, maka massa penimpa akan semakin besar, sehingga tekanan yang diberikan oleh penimpa juga besar. Fluida yang lebih ringan lebih mudah mengalami mobilisasi, sehingga fluida tersebut akan menuju posisi dengan tekanan paling kecil.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada IKON Science Indonesia karena telah mengizinkan dan mengabdikan permohonan pemakaian software beserta lisensinya dan data pendukung penelitian ini.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal yang antara lain adalah:

Reservoir area penelitian memiliki potensi hidrokarbon yang berasosiasi dengan nilai Accoustic Impedance rendah yaitu antara 5000 hingga 6000 g/cc m/s, dan Shear Impedance dengan kisaran nilai antara 2500 hingga 4000 g/cc m/s. Nilai impedansi rendah bersesuaian dengan porositas efektif tinggi yakni dengan fraksi lebih dari 0.25

Hasil inversi stokastik dinilai mampu memberikan gambaran sebaran hidrokarbon di area penelitian secara lebih detil dan relevan baik secara vertikal maupun lateral, dengan korelasi komulatif lateral sebesar 0.7871586 untuk AI sedangkan untuk SI sebesar 0.7557758. Hasil inversi stokastik mampu memberikan korelasi tinggi pada sumur dengan peluang terjadi 90% dari 6 kali realisasi. Pada inversi AI sumur

NORTON 1 asli memiliki korelasi 0.94512 dengan hasil inversi, sedangkan sumur NORTON 5 asli memiliki korelasi 0.76652 dengan hasil inversi. Pada inversi SI sumur NORTON 1 asli memiliki korelasi 0.84234 dengan hasil inversi, sedangkan sumur NORTON 5 asli memiliki korelasi 0.68982 dengan hasil inversi.

Hidrokarbon berupa gas dengan saturasi 90% terkonsentrasi di sekitar sumur NORTON 5,

sedangkan minyak dengan saturasi 85% terkonsentrasi di sekitar sumur NORTON 1, hidrokarbon memiliki kecenderungan migrasi dari Timur Laut ke arah Barat Daya mengikuti pola reservoir dengan porositas efektif dengan fraksi lebih dari 0.25 yang berada di tengah area penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Haas, A., and Dubrule, O., 1994, *Geostatistical inversion – a sequential method of stochastic reservoir modeling constrained by seismic data*: First Break, 12.
- [2] Pendrel, J., Debeye, B., Goodway, Stewart, Robert R., 2000, *Estimation and interpretation of P and S impedance volumes from simultaneous inversion of Pwave offset seismic data*, SEG 2000.
- [3] Kemper, M., 2010, *Rock physics driven inversion: the importance of workflow*, EAGE first break volume 28, Oktober 2010.