

The cover.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
ABSTRAK.....	ii
I Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	2
I.3 Rumusah Permasalahan	2
II Tinjauan Pustaka	3
II.1 Klasifikasi Batuan Karbonat	3
II.2 Inversi Litologi dan Fluida Bayesian	4
II.2.1 Pemodelan Fisika Batuan	4
II.2.2 Inversi AVO Terlinearisasi.....	4
III Teknis Penelitian	5
III.1 Jadwal Penelitian.....	5
III.2 Sumber Daya	5
III.3 Alur Penelitian dan Luaran.....	5
III.4 Publikasi	5

ABSTRAK

INVERSI PROBABILISTIK DATA SEISMIK UNTUK PREDIKSI LITOFASIES DAN KONTEN FLUIDA RESERVOIR KARBONAT LAPANGAN X

Oleh

Rizky Adityo Prastama

NIM: 22319311

(Program Studi Magister Teknik Geofisika)

Reservoir karbonat menempati posisi pertama sebagai cadangan hidrokarbon terbesar di dunia. Akan tetapi, kompleksitas sistem pori yang dimiliki oleh batuan sedimen non-klastik ini membuat analisis data seismik secara kuantitatif lebih sulit dibandingkan dengan reservoir klastik konvensional. Sudah banyak studi yang mempelajari karakteristik parameter elastik pada batuan karbonat. Salah satu faktor yang belum dikaji secara luas adalah aspek ketidakpastian hasil pemodelan parameter elastik itu sendiri. Informasi ketidakpastian akan sangat berguna dalam tahapan eksplorasi migas di lapangan yang sulit seperti reservoir karbonat, baik dari segi karakterisasi reservoir, identifikasi struktur, hingga penempatan sumur bor. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi litologi dan fluida reservoir karbonat dengan menggunakan kerangka kerja Bayes. Prediksi litologi pada kerangka kerja Bayes tidak memberikan hasil mutlak, melainkan probabilitas litologi dan fluida berdasarkan informasi input yang digunakan. Setidaknya terdapat dua informasi yang digunakan sebagai input yaitu data log sumur dan parameter elastik (V_p , V_s , dan densitas) hasil inversi Bayes AVO terlinearisasi. Data sumur akan digunakan untuk klasifikasi litologi dan fluida yang terdapat pada zona yang akan diteliti beserta parameter elastik apa yang sensitif dalam memisahkan kelas-kelas litologi tersebut. Parameter elastik tersebut diperoleh dari proses inversi Bayes AVO terlinearisasi. Keunggulan kerangka kerja Bayes dalam inversi AVO adalah hasil parameter elastik yang diperoleh merupakan nilai dengan probabilitas posterior terbaik. Pada tahap akhir, parameter elastik ini digunakan untuk prediksi kelas-kelas litologi dan fluida yang sudah diperoleh dari analisa data log sumur. Masing-masing kelas litologi dan fluida tersebut akan ditampilkan dalam bentuk penampang 2D probabilitas. Harapannya, dengan mengetahui probabilitas dari setiap litologi dan fluida, tahapan eksplorasi selanjutnya dapat memperhitungkan aspek ketidakpastian dari setiap keputusan yang akan diambil.

Kata kunci: karbonat, Bayes, fisika batuan, inversi AVO, probabilistik

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Karbonat merupakan salah satu jenis litologi yang dapat menjadi reservoir hidrokarbon. Persentase reservoir karbonat di dunia diperkirakan mencapai 50-60% seluruh cekungan yang telah teridentifikasi. Angka yang cukup besar ini memunculkan potensi penemuan hidrokarbon yang tinggi. Namun, kenyataannya, karbonat merupakan batuan yang sangat kompleks. Karbonat memiliki struktur internal yang sangat berbeda dengan batuan reservoir klastik pada umumnya. Porositas pada batuan karbonat terbagi menjadi dua jenis, yaitu primer dan sekunder. Hal ini disebabkan oleh proses pembentukan batuan karbonat yang melibatkan proses fisika, kimia, dan biologi ketika proses sedimentasi sehingga memiliki fasies yang heterogen disertai dengan permeabilitas yang buruk (Xu dan Payne, 2009). Proses diagenesis juga mempersulit analisa fisika batuan dan parameter elastis batuan serta hubungannya dengan data seismik (Zhao dkk., 2014). Proses karakterisasi data seismik dan analisa persebaran litofasies pun menjadi relatif lebih sulit.

Meskipun memiliki kompleksitas yang tinggi, sudah cukup banyak penelitian tentang karakterisasi reservoir karbonat di Indonesia. Interpretasi kualitatif mulai dilakukan untuk melihat persebaran reservoir karbonat menggunakan informasi sumur dan data seismik (Alam dkk., 1999, Fainstein dan Meyer, 1997). Analisis kuantitatif kemudian menjadi metode yang berkembang secara signifikan, khususnya di bidang AVA dan inversi akustik, untuk memetakan distribusi reservoir karbonat (Adriansyah dan McMechan, 2001, Pramudito dkk., 2017). Penelitian terbaru melibatkan metode statistik neural network dalam estimasi parameter fisik batuan (distribusi porositas dan rekahan), litofasies, serta distribusi fluida (Hasanusi, 2014, Merza Media dkk., 2019). Meski demikian, penelitian ini masih menggunakan inversi deterministik.

Salah satu faktor yang belum diperhatikan oleh penelitian-penelitian terkait karakterisasi reservoir karbonat di Indonesia adalah unsur ketidakpastian (uncertainty) dari hasil analisis yang diperoleh. Target dari proses inversi tidak hanya mendapatkan model parameter yang diinginkan, namun harus bisa menampilkan ketidakpastian dari model yang diperoleh itu sendiri (Buland dan Omre, 2003). Ketidakpastian yang diperoleh dapat membantu penentuan keputusan pada tahapan eksplorasi hidrokarbon selanjutnya. Dalam ranah prediksi litofasies dan fluida (LFP) dari data seismik, ketidakpastian dapat muncul dari banyak sumber seperti noise pengukuran dan pengolahan, aproksi-

masi model, dan perubahan skala. Reservoir karbonat sendiri menambah ketidakpastian hasil inversi dari kompleksitas fisis yang dimilikinya. Ketidakpastian tersebut, secara statistik, dapat diatasi dengan memperbanyak data, informasi, dan pemahaman terkait reservoir yang akan dikarakterisasi dari data seismik. Oleh karena itu, kerangka kerja Bayesian sangat tepat dalam menggabungkan berbagai data tersebut untuk menghitung ketidakpastian suatu proses inversi (Eidsvik dkk., 2004, Gunning dan Glinsky, 2007, Zhao dkk., 2014).

Penelitian ini akan memprediksi distribusi litofasies dan konten fluida dari reservoir karbonat menggunakan inversi Bayesian. Kerangka kerja inversi Bayesian sangat bergantung pada parameter elastik batuan yaitu V_p , V_s , dan densitas. Peneliti akan melakukan analisa fisika batuan terlebih dahulu untuk mengetahui parameter elastik yang sensitif dalam mengklasifikasi reservoir karbonat dari data seismik. Metode amplitude variation with offset (AVO) terlinearisasi dalam kerangka Bayesian akan digunakan untuk menginversi parameter elastik batuan dari data seismik (Buland dan Omre, 2003). Parameter tersebut kemudian digunakan untuk melakukan inversi probabilistik Bayesian untuk memperoleh hasil akhir berupa prediksi litofasies dan konten fluida dalam bentuk distribusi posterior (Zhao dkk., 2014).

I.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan parameter elastik untuk klasifikasi litofasies dan konten fluida reservoir karbonat lapangan migas x;
2. Memprediksi sebaran litofasies dan konten fluida secara probabilistik pada lapangan migas x;
3. Melakukan evaluasi akurasi prediksi sebaran litofasies dan konten fluida pada reservoir karbonat.

I.3 Rumusah Permasalahan

1. Apa sajakah kategori litofasies dan konten fluida dari reservoir karbonat pada lapangan x?
2. Apakah parameter elastik yang sensitif dalam memisahkan kelas litofasies dan konten fluida tersebut?
3. Apakah inversi AVO terlinearisasi dalam kerangka dapat digunakan untuk mendapatkan parameter elastik dari data seismik pada lapangan x?
4. Apakah distribusi posterior prediksi litofasies dan konten fluida dari data seismik memiliki kesesuaian dengan informasi pada sumur?

Bab II Tinjauan Pustaka

II.1 Klasifikasi Batuan Karbonat

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

II.2 Inversi Litologi dan Fluida Bayesian

II.2.1 Pemodelan Fisika Batuan

II.2.2 Inversi AVO Terlinearisasi

Bab III Teknis Penelitian

III.1 Jadwal Penelitian

Lampiran A

III.2 Sumber Daya

Pada penelitian ini, diperlukan data-data sebagai berikut:

Jenis Data	Jumlah
Data seismik (<i>Pre-STM</i> dan <i>angle gather</i>) 2D/3D	1
Data sumur	
Marker litologi	2
Core	2
Log Vp	2
Log Vs	2
Log densitas	2
Log saturasi air	2

III.3 Alur Penelitian dan Luaran

Alur penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar di bawah ini: Penjabaran dari masing-masing bagian pada alur penelitian di atas adalah sebagai berikut:

Tahap	Metode
1	Analisis Fisika Batuan - for more than single page table, use longtable package <i>Input:</i> img <i>Output:</i> img

III.4 Publikasi

Penulis menggunakan tiga paper referensi utama (Buland dan Omre, 2003, Eidsvik dkk., 2004, Zhao dkk., 2014) untuk mendapatkan rekomendasi jurnal internasional dari penerbit Elsevier. Berikut merupakan potensi jurnal untuk publikasi:

No.	Nama Jurnal	Kuartil Scimagojr
1	Journal of Petroleum Science and Engineering	Q1
2	Journal of Applied Geophysics	Q2
3	Petroleum	Q3
4	Interpretation	Q3

Mengingat rentang waktu penerimaan draft paper pada jurnal internasional yang relatif lama, penulis juga berencana untuk mendaftarkan paper pada konferensi internasional. Konferensi internasional yang dipilih minimal memberi penawaran terbit di proceeding terindeks Scopus.