

Identifikasi Reservoir Hidrokarbon Resistivitas Rendah: Studi Kasus Di Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara Dan Formasi Gumai, Sub-Cekungan Jambi

Rian Cahya Rohmana¹, Jarot Setyowiyoto², Salahuddin Husein², Yosse Indra³

Tanri Abeng University¹, Universitas Gadjah Mada², Pertamina EP³
rian@tau.ac.id¹

Abstrak—Zona reservoir hidrokarbon produktif yang memiliki nilai resistivitas rendah, kurang diperhatikan pada awal eksplorasi akan menjadi pembahasan dalam penelitian ini. Identifikasi reservoir resistivitas rendah akan dilakukan di Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara dan di Formasi Gumai, Sub-Cekungan Jambi. Dipilihnya kedua formasi karna *petroleum system* pada masing-masing cekungan terbukti bekerja dengan baik. Dilihat dari faktor geologi, umur kedua formasi relatif sama, terbentuk pada Miosen Awal hingga Miosen Tengah. Litologi penyusun pada kedua formasi yakni batuan sedimen silisiklastik serta sisipan batugamping dengan lingkungan pengendapan adalah laut dangkal. Kedua formasi ini terbentuk di cekungan pada saat *post-rift (sag basin)*. Identifikasi zona reservoir yang memiliki nilai resistivitas rendah dilakukan pada Sumur RCR-1, RCR-2 dan RCR-3 pada Formasi Cibulakan Atas dan Sumur RCR-4, RCR-5 dan RCR-6 pada Formasi Gumai. Identifikasi zona reservoir resistivitas rendah dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan data *well log*, *mud log* dan didukung data *drill stem test (DST)*. Hasil identifikasi didapatkan dua zona potensial reservoir resistivitas rendah dimasing-masing sumur pada Formasi Cibulakan Atas. Pada sumur di Formasi Gumai, didapatkan empat zona potensial di sumur RCR-4, dua zona potensial di sumur RCR-5 dan RCR-6. Berdasarkan identifikasi ini, dapat disimpulkan bahwa kedua formasi menyimpan potensi reservoir hidrokarbon resistivitas rendah yang dapat diproduksi.

Keywords: Reservoir resistivitas rendah, Formasi Cibulakan Atas, Formasi Gumai

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan kebutuhan energi yang terus meningkat, peneliti selalu mencari sumber hidrokarbon baru ataupun mencari metode baru untuk mengoptimalkan sumber yang sudah diketahui keberadaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari zona-zona reservoir produktif yang memiliki nilai resistivitas rendah (*low-resistivity reservoir*) yang kurang diperhatikan pada masa awal eksplorasi. Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara di bagian *offshore* sudah terbukti dapat menghasilkan migas dari reservoir resistivitas rendah yang potensial untuk di produksi [1 dan 2]. Pada penelitian ini Formasi Cibulakan Atas dan Formasi Gumai di bagian daratan yang akan dianalisis untuk mengetahui potensinya sebagai reservoir resistivitas rendah.

Reservoir hidrokarbon ideal, bila dilihat dari data *log* akan menunjukkan nilai resistivitas yang tinggi. Separasi antara *shallow resistivity* yang

membaca *mud filtrate* dengan *deep resistivity* yang membaca hidrokarbon di dalam formasi akan terlihat sangat jelas pada reservoir yang ideal. Reservoir resistivitas rendah dapat terjadi karena pengaruh beberapa faktor yang berasosiasi dengan mineralogi, salinitas air, mikroporositas, ketebalan lapisan batuan, arah jurus kemiringan, dan anisotropi atau ketidakseragaman batuan [3 dan 4]. Semua faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi respon pembacaan log resistivitas.

II. GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

A. Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara

Penelitian dilakukan di Cekungan Jawa Barat Utara, bagian dari cekungan belakang busur Jawa Barat Utara yang lebih luas. Cekungan Jawa Barat Utara terdiri dari sistem graben Utara-Selatan, membagi cekungan menjadi beberapa graben atau beberapa sub cekungan [5]. Akumulasi hidrokarbon melimpah baik minyak

maupun gas dalam reservoir vulkaniklastik, karbonat dan silisiklastik pada cekungan ini [6]. Stratigrafi regional dari Cekungan Jawa Barat Utara dapat dikelompokkan kedalam 2 kurun waktu pembentukan, yaitu pada kurun waktu Paleogen dan Neogen. Formasi Cibulakan Atas yang diteliti termasuk ke dalam Sedimen Neogen. Formasi Cibulakan Atas diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Baturaja, dan disusun oleh perselingan antara serpih, batupasir, dan batugamping. Formasi ini diendapkan pada Miosen Awal - Miosen Tengah.

Formasi Cibulakan Atas pada umumnya diendapkan pada lingkungan fluvial hingga *shelf* [7]. Formasi Cibulakan Atas terbentuk di lingkungan *inner shelf* pada Sumur RCR-2 dan RCR-3, sedangkan Sumur RCR-1 di lingkungan *outer shelf*.

B. Formasi Gumai, Sub Cekungan Jambi

Cekungan Sumatera Selatan dibentuk oleh tektonik ekstensional yang berarah Timur-Barat pada saat Mesozoikum Tengah. Seiring dengan aktivitas orogen (pembentukan pegunungan) pada Kapur Akhir hingga Eosen. Terbentuk empat sub cekungan pada Cekungan Sumatera Selatan ini, termasuk di dalamnya Sub Cekungan Jambi. Formasi Gumai yang diteliti pada penelitian ini dimulai dari pengendapan karbonat pada Formasi Baturaja di Cekungan Sumatra Selatan diakhiri oleh peristiwa transgresi yang tersebar dengan luas dan dalam, yang kemudian mengawali pengendapan serpih marin Gumai pada keseluruhan cekungan [8]. Formasi Gumai yang berumur Miosen Awal - Miosen Tengah mewakili fasa akhir dari transgresi Neogen.

Formasi ini dicirikan dengan adanya serpih marin yang mengandung fosil dan lapisan tipis dari batugamping glaukonit dan batulanau. Tepi cekungan muncul batulanau dan batupasir halus serta batugamping yang muncul dengan serpih. Lingkungan pengendapan pada saat Formasi Gumai terbentuk, menunjukkan lingkungan marine di fasies *shallow marine sandstone/siltstone* pada Sumur RCR-5 dan RCR-6, sedangkan menunjukkan lingkungan *marine* di fasies *marine shale* [9] pada Sumur RCR-4.

III. METODE PENELITIAN

Identifikasi zona reservoir yang memiliki nilai resistivitas rendah dilakukan pada setiap sumur, yakni Sumur RCR-1, RCR-2 dan RCR-3 pada Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara dan juga Sumur RCR-4, RCR-5 dan

RCR-6 pada Formasi Gumai, Sub-Cekungan Jambi. Tahap awal adalah mengumpulkan data regional geologi dan studi pustaka khususnya tentang reservoir resistivitas rendah. Tahap kedua adalah mengumpulkan data *well log*, *mud log* dan *cutting* (serbuk pemboran). Tahap ketiga, mengumpulkan data DST pada setiap sumur. Tahap terakhir adalah menganalisis semua data untuk mencari zona reservoir resistivitas rendah yang potensial.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang dicari pada *well log* adalah nilai *gamma ray* (GR) yang relatif kecil sehingga diharapkan disusun oleh litologi batupasir atau batugamping, resistivitas rendah dan terdapat *cross over* pada *neutron-density* yang menunjukkan adanya gas. Parameter yang dicari pada *mud log* adalah hadirnya gas C1-C5 yang menunjukkan hadirnya hidrokarbon, litologi pada *cutting* batupasir atau batugamping dan terdapat tanda-tanda hidrokarbon (*gas show/oil show*). Parameter terakhir adalah melihat data DST (jika ada) pada zona tersebut, sehingga dapat mengetahui jenis hidrokarbon di zona tersebut.

A. Zona Reservoir Resistivitas Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara

Zona reservoir resistivitas rendah pada Sumur RCR-1 terbagi atas dua zona yakni CA-1 dan CA-2. Zona Reservoir CA-1 (Gambar 1.a) merupakan lapisan batuan yang memiliki data DST dan terbukti terdapat hidrokarbon yang berada di kedalaman 1522 m – 1525 m. Zona Reservoir CA-2 (Gambar 1.c) merupakan lapisan batuan yang memiliki data DST yang terbukti terdapat hidrokarbon dan berada pada kedalaman 1753.5 m – 1754.7 m.

Sumur RCR-2 terbagi atas dua zona reservoir resistivitas rendah yakni CA-3 dan CA-4. Zona Reservoir CA-3 (Gambar 2.a) berada di kedalaman 822 m – 830 m yang merupakan lapisan batuan yang memiliki data DST dan terbukti terdapat hidrokarbon. Zona Reservoir CA-4 (Gambar 2.c) juga memiliki data DST yang terbukti terdapat hidrokarbon dan berada di kedalaman 868 m – 871 m.

Sumur RCR-3 juga terbagi atas dua zona reservoir resistivitas rendah yakni CA-5 dan CA-6. Kedua zona pada sumur ini tidak memiliki data DST, sehingga zona tersebut merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang dapat dilakukan DST untuk melihat keterdapatannya hidrokarbon. Zona Reservoir CA-5 (Gambar 3.a) berada di kedalaman 1270 m – 1271 m,

sedangkan zona reservoir CA-6 (Gambar 3.c) berada di kedalaman 1362 m – 1362.5 m. Tabulasi setiap zona reservoir pada Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan data *well log*, semua zona reservoir resistivitas rendah memiliki nilai GR yang relatif kecil yang diinterpretasi disusun oleh batupasir atau batugamping. Zona CA-1, CA-2, CA-3 dan CA-4 memiliki *cross over neutron-density*, yang mengindikasikan adanya gas pada zona ini. Selain itu, gas kromatograf pada *mud log* di zona CA-1 dan CA-2 menunjukkan kehadiran gas C1 hingga C5, di zona CA-3 dan CA-4 terdapat gas C1 hingga C3 dan di zona CA-5 dan CA-6 terdapat gas C1 hingga C2 yang cukup tinggi. Hadirnya gas C1 hingga C5 yang cukup tinggi dapat memberikan indikasi adanya hidrokarbon pada lapisan batuan tersebut.

Cutting pemboran pada zona reservoir adalah batugamping dan batupasir dan merupakan target reservoir dalam penelitian ini. Pada *cutting* di zona CA-1 dan CA-2 juga terdapat *oil show* sehingga mengindikasikan adanya hidrokarbon. Sementara itu, pada zona lainnya, tidak ditemukan adanya *oil show* pada *cutting*. Adanya hidrokarbon dalam bentuk gas dikonfirmasi pada data DST di zona CA-1, CA-2, CA-3 dan CA-4.

B. Zona Reservoir Resistivitas Formasi Gumai, Sub Cekungan Jambi

Zona reservoir pada Sumur RCR-4 terbagi atas empat zona reservoir resistivitas rendah yakni GM-1, GM-2, GM-3 dan GM-4, dan diantara ketiga reservoir tersebut hanya satu zona reservoir memiliki data DST yang terbukti terdapat hidrokarbon, sedangkan tiga zona reservoir lainnya merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang dapat di *test* (DST) untuk melihat keterdapatannya hidrokarbon. Zona Reservoir GM-1 (Gambar 4.a) merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang berada di Sumur RCR-4 pada kedalaman 1686 m - 1689.8 m. Zona Reservoir GM-2 (Gambar 4.c) merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang berada di kedalaman 1795.4 m – 1805 m. Zona Reservoir GM-3 (Gambar 4.e) merupakan lapisan batuan yang memiliki data DST dan terbukti terdapat hidrokarbon, berada di kedalaman 1871 m – 1874 m. Zona Reservoir GM-4 (Gambar 4.g) merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang berada di kedalaman 2180.7 m – 2182.8 m.

Zona reservoir pada Sumur RCR-5 terbagi atas dua zona reservoir resistivitas rendah yakni

GM-5 dan GM-6, dan salah satu reservoir tersebut hanya satu zona reservoir yang memiliki data DST yang terbukti terdapat hidrokarbon, sedangkan satu zona reservoir lainnya merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang dapat di *test* (DST). Zona Reservoir GM-5 (Gambar 5.a) merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang berada di Sumur RCR-5 pada kedalaman 1572 m – 1592 m. Zona Reservoir resistivitas rendah GM-6 (Gambar 5.c) merupakan lapisan batuan yang memiliki data DST dan terbukti terdapat hidrokarbon, berada di Sumur RCR-5 pada kedalaman 1606 m – 1611 m.

Zona reservoir pada Sumur RCR-6 terbagi atas dua zona reservoir resistivitas rendah yakni GM-7 dan GM-8, dan hanya satu zona reservoir yang memiliki data DST yang terbukti terdapat hidrokarbon, sedangkan satu zona reservoir lainnya merupakan kandidat yang dapat di *test* (DST). Zona Reservoir GM-7 (Gambar 6.a) merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah pada kedalaman 1857.5 m – 1860 m. Zona Reservoir GM-8 (Gambar 6.c) merupakan kandidat reservoir resistivitas rendah yang berada di Sumur RCR-6 pada kedalaman 2025 m – 2027.5 m. Tabulasi setiap zona reservoir pada Formasi Gumai, Sub-Cekungan Jambi dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan data *well log*, nilai GR relatif kecil pada semua zona reservoir resistivitas rendah, sehingga dapat diinterpretasi disusun oleh litologi batupasir atau batugamping. *Cross over neutron-density* hanya ditemui pada zona GM-3, yang mengindikasikan adanya gas. Gas kromatograf pada *mud log* di zona GM-1 sampai GM-4 menunjukkan kehadiran gas C1 hingga C5, di zona GM-5 dan GM-6 hadir gas C1 hingga C3 dan di zona GM-7 dan GM-8 hadir gas C1 hingga C5 yang cukup tinggi. Kehadiran gas C1 hingga C5 yang cukup tinggi dapat memberikan indikasi adanya hidrokarbon pada lapisan batuan tersebut.

Cutting pemboran pada zona reservoir di Formasi Gumai adalah batupasir dengan sisipan *shale*. *Oil show* hanya ditemukan pada *cutting* di zona GM-6 yang mengindikasikan adanya minyak pada zona tersebut. Kehadiran hidrokarbon juga dikonfirmasi pada data DST di zona GM-3, GM-6 dan GM-8. DST pada zona GM-3 menunjukkan adanya gas, pada GM-6 menunjukkan adanya minyak sedangkan pada GM-8 menunjukkan adanya gas. Sementara itu zona lain merupakan kandidat yang dapat di lakukan DST bila potensial.

V. KESIMPULAN

Reservoar resistivitas rendah pada Cekungan Jawa Barat Utara dan Sub Cekungan Jambi cukup potensial bila diteliti lebih lanjut pada data sumur yang lainnya. Pada Formasi Cibulakan Atas dan Formasi Gumai cukup banyak ditemukan zona reservoar resistivitas rendah dan kandidat reservoar resistivitas rendah yang dapat dieksplorasi dan diproduksi jika ekonomis. Eksplorasi dan penelitian reservoar resistivitas rendah diharapkan menjadi salah satu langkah untuk menambah cadangan hidrokarbon Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Pertamina EP yang telah menyediakan data untuk penelitian ini. Terima kasih juga atas bantuan dari Tim Eksplorasi Pertamina EP khususnya, Eko Arie Wibowo dan Aldis Ramadhan yang menyempatkan waktunya untuk berdiskusi. Terima kasih juga kepada Khalaksita Amikani Asbella yang membantu hal teknis ataupun non teknis selama penelitian dan Panitia SNARTEK TAU 2019 yang telah menerbitkan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widjanarko, W., Integrating Nuclear Magnetic Resonance Logging Data with Traditional Down Hole Petrophysical Data to Optimized New Development Wells Strategies in the Bravo Field Offshore North-West Java, Arco Indonesia PSC, Proceedings of Indonesian Petroleum Association, Jakarta, 1996.
- [2] Prasetyo, T., dan Herbudianto, S., First Screening Method in Low Contrast Low Resistivity Pay Evaluation of the Upper Cibulakan Reservoirs in the L Field, Offshore Northwest Java, Proceeding IAGI XXVI, 1997.
- [3] Boyd, A., Darling, H., Tabanou, J., Davis, B., Lyon, B., Flaum, C., Klein, J., Sneider, R. M., Sibbit, A., dan Singer, J., The Lowdown on Low-Resistivity Pay, Oilfield Review Schlumberger, 1995.
- [4] IHRDC e-learning (<https://ihrdc.com/IHRDC-e-LearningSolutions/PetroleumOnline/>)
- [5] Suyono., Sahudi, K., Prasetya., Exploration in West Jawa: Play Concepts in The Past, Present, and Future, Efforts to Maintain Reserves Growth, Proceedings Indonesian Petroleum Association, Jakarta, 2005.
- [6] Noble, R. A., Pratomo, K. H., Nugrahanto, K., Ibrahim, A. M. T., Prasetya, I., Mujahidin, N., Wu, C. H., dan Howes, J. V. C., Petroleum Systems of Northwest Java, Indonesia, Proceedings Indonesian Petroleum Association, Jakarta, 1997.
- [7] Ponto, C.V., Pranoto, A., Wu, C.H., dan Stinson, W.H., Controls on Hydrocarbon Accumulation in the Main and Massive Sandstone of the Upper Cibulakan Formation, Offshore Northwest Java Basin, 16th Regional Congress on Geology, Mineral and Hydrocarbon Resources of Southeast Asia (GEOSEA), Jakarta, 1987.
- [8] Bishop, M. G., South Sumatera Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System, U. S. Geological Survey, Colorado, 2001.
- [9] Ginger, D. dan Fielding, K., The Petroleum System and Potential of the South Sumatera Basin, Proceedings Indonesian Petroleum Association, Jakarta, 2005.

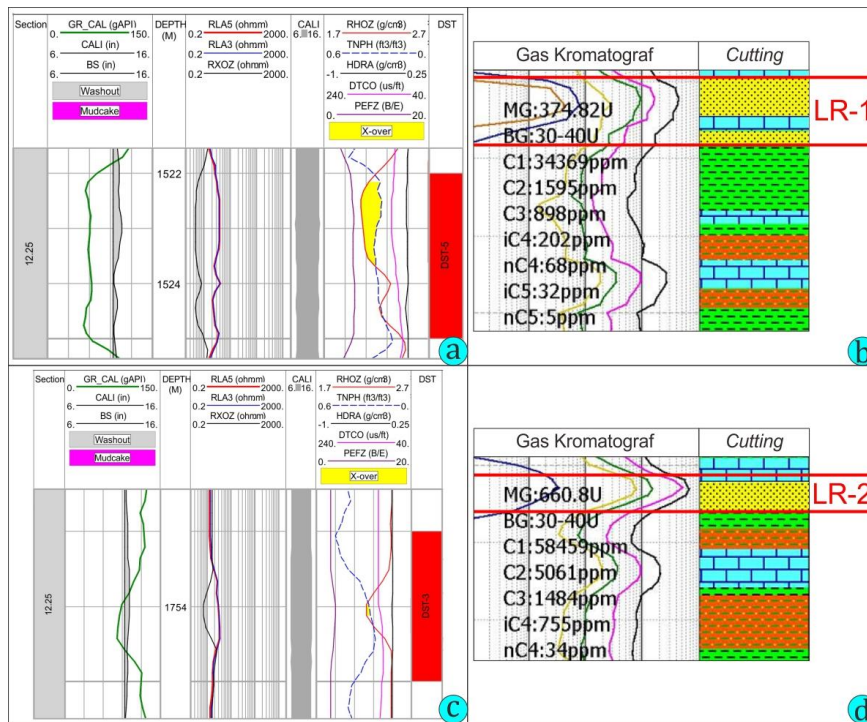
Tabel 1. Zona reservoar resistivitas rendah di Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara

Sumur	Zona	Kedalaman (m)	Gas Kromatograf	DST
RCR-1	CA-1	1522 – 1525	C1 – C5	Gas
	CA-2	1753.5 – 1754.7	C1 – C5	Gas
RCR-2	CA-3	822 – 830	C1 – C3	Gas
	CA-4	868 – 871	C1 – C3	Gas
RCR-3	CA-5	1270 – 1271	C1 – C2	Kandidat
	CA-6	1362 – 1362.5	C1 – C2	Kandidat

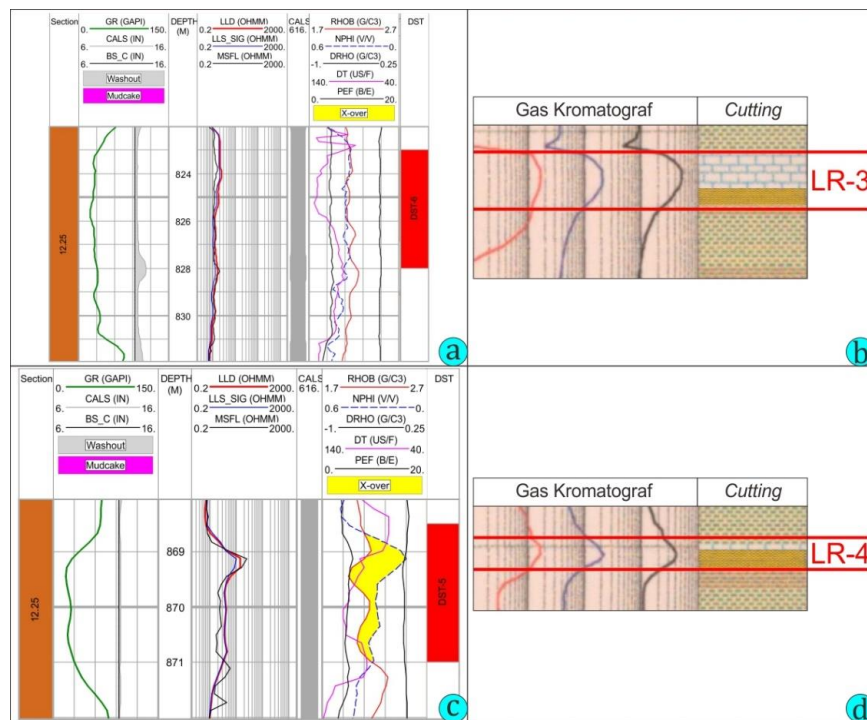
Tabel 2. Zona reservoar resistivitas rendah di Formasi Gumai, Sub Cekungan Jambi

Sumur	Zona	Kedalaman (m)	Gas Kromatograf	DST
RCR-4	GM-1	1686 - 1689.8	C1 – C5	Kandidat
	GM-2	1795.4 – 1805	C1 – C5	Kandidat
	GM-3	1871 – 1874	C1 – C5	Gas
	GM-4	2180.7 – 2182.8	C1 – C5	Kandidat
RCR-5	GM-5	1572 – 1592	C1 – C3	Kandidat
	GM-6	1606 – 1611	C1 – C3	Oil

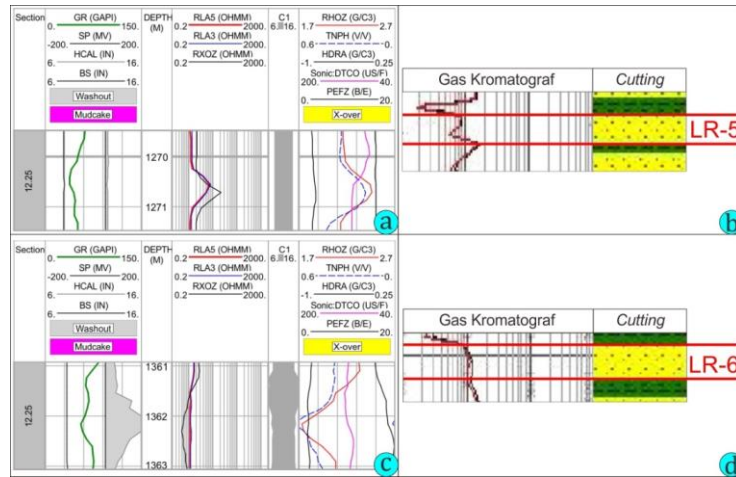
RCR-6	GM-7	1857.5 – 1860	C1 – C5	Kandidat
	GM-8	2025 – 2027.5	C1 – C5	Gas



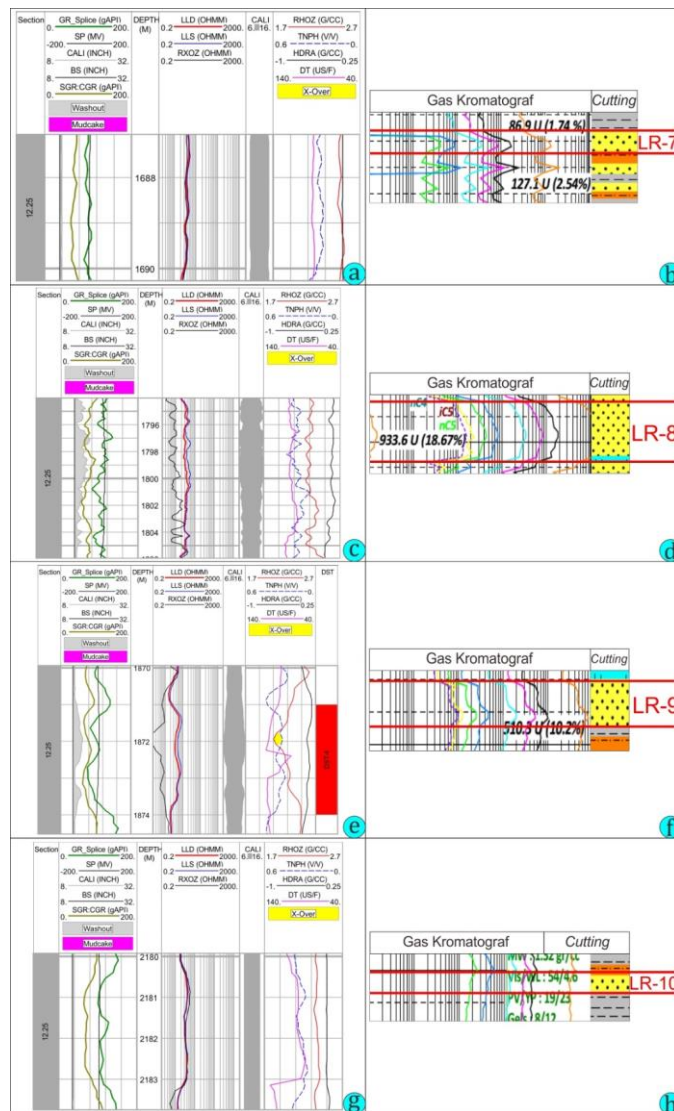
Gambar 1. Zona reservoir Sumur RCR-1. a) data well log zona CA-1 menunjukkan nilai GR yang kecil, resistivitas rendah, cross over neutron-density serta DST berisi gas; b) data mud log menunjukkan gas kromatograf zona CA-1 dan cutting batupasir. c) data well log pada zona CA-2 menunjukkan nilai GR yang kecil, resistivitas rendah, cross over neutron-density serta DST berisi gas; d) data mud log menunjukkan gas kromatograf zona CA-2 dan cutting batupasir.



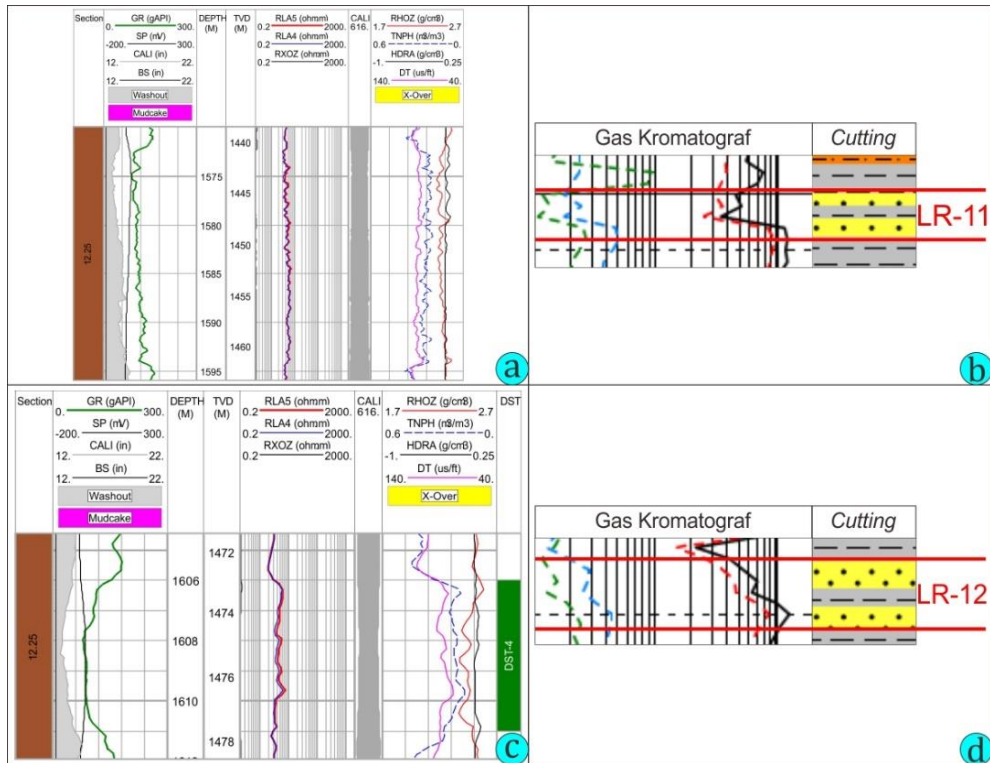
Gambar 1. Zona reservoir pada Sumur RCR-2. a) Zona CA-3 memiliki GR kecil, resistivitas rendah, cross over neutron-density serta DST berisi gas; b) gas kromatograf pada zona ini dan cutting batupasir. c) Zona CA-4 memiliki GR yang kecil, resistivitas rendah, cross over neutron-density serta DST berisi gas; d) gas kromatograf pada zona ini dan cutting batupasir.



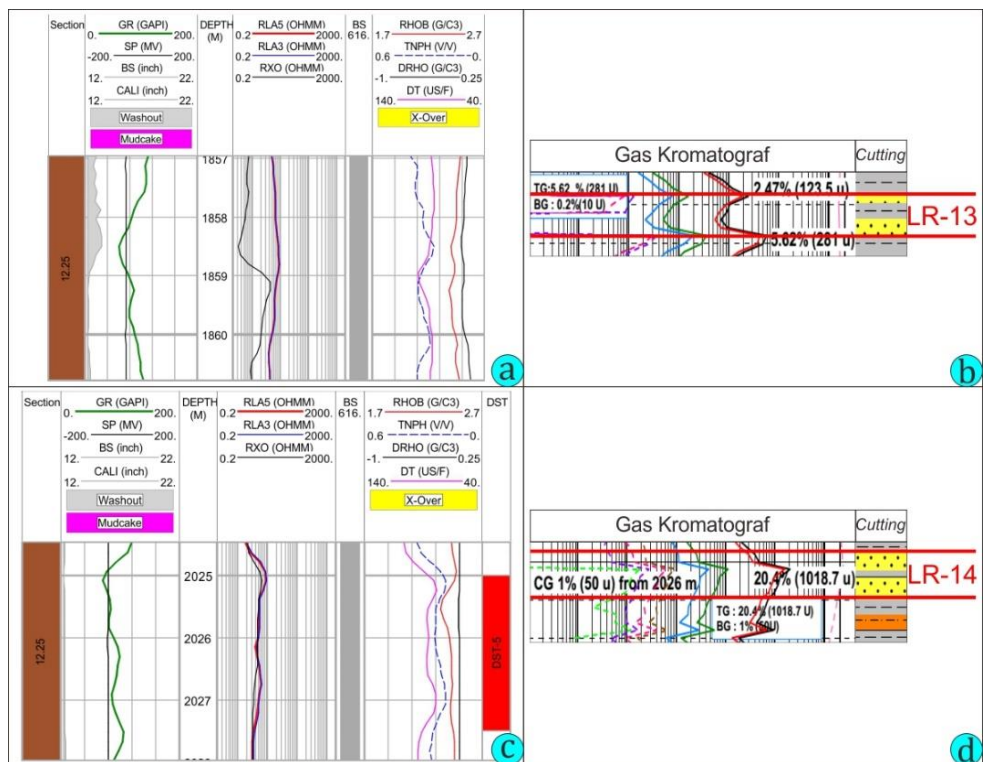
Gambar 3. Zona reservoir pada Sumur RCR-3. a) Zona CA-5 memiliki GR kecil, resistivitas rendah; b) gas kromatograf zona CA-5 dan *cutting* batupasir. c) Zona CA-6 memiliki nilai GR yang kecil, resistivitas rendah; d) gas kromatograf yang hadir pada zona ini dan *cutting* batupasir.



Gambar 4. Zona reservoir Sumur RCR-4. a) Nilai GR Zona GM-1 kecil, resistivitas rendah; b) gas kromatograf pada zona ini dan *cutting* batupasir. c) Zona GM-2 bernilai GR kecil, resistivitas rendah; d) gas kromatograf pada zona ini dan *cutting* batupasir. e) Zona GM-3 bernilai GR kecil, resistivitas rendah, *cross over neutron-density* dan DST berisi gas; f) gas kromatograf pada zona ini dan *cutting* batupasir; g) Zona GM-4 bernilai GR kecil, resistivitas rendah; h) gas kromatograf pada zona ini dan *cutting* batupasir.



Gambar 5. Zona reservoir pada Sumur RCR-5. a) Zona GM-5 memiliki GR kecil, resistivitas rendah; b) gas kromatograf yang hadir pada zona GM-5 dan *cutting* batupasir. c) Zona GM-6 memiliki nilai GR yang kecil, resistivitas rendah; d) gas kromatograf yang hadir pada zona ini dan *cutting* batupasir.



Gambar 6. Zona reservoir pada Sumur RCR-6. a) Zona GM-7 memiliki GR yang kecil, resistivitas rendah; b) gas kromatograf yang hadir pada zona GM-7 dan *cutting* batupasir. c) Zona GM-8 memiliki nilai GR yang kecil, resistivitas rendah; d) gas kromatograf yang hadir pada zona ini dan *cutting* batupasir.