



Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 21, No.1
April 2023

ZONA PRODUKTIF RESERVOIR HIDROKARBON BEDASARKAN ANALISIS PETROFISIKA PROBABILISTIK PADA FORMASI BATURAJA, DI LAPANGAN FM, CEKUNGAN SUMATERA SELATAN, MENGGUNAKAN DATA WELL LOG DAN CORE

¹Farrel Malik Ibrahim, ¹Undang Mardiana, ¹Febriwan Mohamad, ²Julian Saputro, ¹M.Kurniawan Alfadli

¹Universitas Padjadjaran ²Pertamina Hulu Rokan

Korespondensi: farrel19002@mail.unpad.ac.id

ABSTRACT

Petrophysical analysis is one of the analytical activities in oil and gas exploration which aims to determine the layer of the hydrocarbon reservoir in a well. The "FM" field is in the South Sumatra Basin at the Musi plateau. The formation that has the prospect of becoming a hydrocarbon reservoir in this field is the Baturaja Formation, which has limestone lithology and is of early Miocene age. The results of electrofacies analysis and mudlog data show that the depositional environment of the Baturaja Formation in this field is the reef front and back reef lagoon environment. The reef facies is characterized by thickening in the FM-1 well and has a reef limestone component, while the back-reef facies tends to be thin and is clastic limestone. The petrophysical analysis method used in this study is probabilistic petrophysics analysis by calculating the volume of each mineral and fluid component. The choice of probabilistic petrophysics analysis is considered because this method is good enough to be used in development wells. The results of determining the reservoir productive zone in the FM field were 13.11 meters in FM-1, 3.81 meters in FM-2, and 1.07 meters in FM-3. The productive zone of the hydrocarbon reservoir is at the top of the Baturaja facies reef at FM-1 and the back-reef at FM-2 and FM-3. The results of probabilistic petrophysics calculations will be better if there is additional data in the form of petrographic and XRD analysis as a support for the minerals making up the rock and the volume of each mineral component.

Keywords: Probabilistik Petrophysical Analysis, South Sumatra Basin, Reservoir Productive Zone

ABSTRAK

Analisis petrofisika merupakan salah satu kegiatan analisis dalam eksplorasi minyak dan gas bumi yang bertujuan untuk mengetahui lapisan reservoir hidrokarbon disuatu sumur. Lapangan "FM" berada di Cekungan Sumatera Selatan daerah tinggian Musi. Formasi yang prospek menjadi reservoir hidrokarbon pada lapangan ini adalah Formasi Baturaja yang berlitologi batugamping dan berumur miosen awal. Hasil dari analisis elektrofasi dan data mudlog didapatkan bahwa lingkungan pengendapan dari Formasi Baturaja pada lapangan ini adalah lingkungan reef front dan back reef lagoon. Fasi reef dicirikan oleh adanya penebalan pada sumur FM-1 dan memiliki komponen batugamping terumbu, sementara fasies back-reef cenderung tipis dan berupa batugamping klastik. Metode analisis petrofisika yang digunakan pada penelitian kali ini adalah analisis petrofisika probabilistik dengan menghitung volume tiap komponen mineral dan fluida. Pemilihan analisis petrofisika probabilistik dinilai karena metode ini cukup baik digunakan pada sumur pengembangan. Hasil penentuan zona produktif reservoir di lapangan FM didapatkan sebesar 13,11 meter di FM-1, 3,81 meter di FM-2, dan 1,07 meter di FM-3. Zona produktif reservoir hidrokarbon berada pada top baturaja fasies reef pada FM-1 dan back-reef pada FM-2 dan FM-3. Hasil perhitungan petrofisika probabilistik akan lebih baik jika terdapat penambahan data berupa analisis petrografi dan XRD sebagai pendukung mineral penyusun batuan dan volume dari tiap komponen mineral.

Kata Kunci: Analisis Petrofisika Probabilistik, Cekungan Sumatera Selatan, Zona Produktif Reservoir

PENDAHULUAN

Analisis petrofisika adalah analisis untuk mengetahui karakteristik reservoir yang terdiri atas *volume shale*, porositas, dan saturasi air dari batuan. Parameter petrofisika tersebut digunakan sebagai alat untuk mengetahui apakah suatu tubuh batuan berpotensi sebagai reservoir minyak dan gas bumi atau tidak. Metode yang konvensional digunakan adalah metode analisis petrofisika deterministik yaitu menghitung parameter petrofisika berdasarkan data log yang dihitung oleh alat *logging* dengan rumus.

Metode analisis petrofisika lainnya adalah metode analisis petrofisika probabilistik yaitu dengan menghitung volume dari tiap komponen mineral dan fluida dari penyusun batuan sehingga didapatkan volume saturasi air dan porositas dari lapisan batuan tersebut. Analisis petrofisika probabilistik banyak digunakan pada sumur pengembangan yang telah dilakukan eksplorasi dan ingin dilakukan perhitungan cadangan hidrokarbon kembali.

Cekungan penghasil hidrokarbon di Indonesia salah satunya adalah Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Selatan memiliki reservoir pada Formasi Baturaja, Formasi Talang Akar dan Formasi Gumai. Formasi Baturaja memiliki litologi yang berbeda dibandingkan reservoir lain yaitu memiliki litologi batugamping.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan analisis petrofisika metode probabilistik dengan pendekatan probabilistik pada Formasi Baturaja di Lapangan FM sehingga didapatkan karakteristik reservoir dan zona produktif reservoir dari setiap sumur.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini terdapat 3 sumur eksplorasi milik PT.Pertamina Hulu Rokan di daerah tinggian musi yang sedang dalam tahap pengembangan dan membutuhkan analisis petrofisika untuk menentukan zona produktif reservoir hidrokarbon yang berada pada setiap sumur.

Tahapan dari penelitian ini sendiri antara lain adalah:

1. Penentuan Fasies dan Lingkungan Pengendapan
2. Analisis Petrofisika Probabilistik
3. Penentuan *Cutoff* dan Lumping

Fasies dan Lingkungan pengendapan dianalisis berdasarkan elektrofases dan dikorelasikan dengan data *mudlog*. Analisis elektrofases menggunakan metode *Kendall* (2008) mengenai pola penumpukan karbonat, yaitu:

1. *Catch-up*

2. *Give-up*

3. *Keep-up*

Analisis lingkungan pengendapan dilakukan berdasarkan data *mudlog*, korelasi elektrofases dan peta kedalaman puncak Formasi Baturaja. Pengklasifikasian lingkungan pengendapan karbonat digunakan klasifikasi berdasarkan *Tucker* (1990) dalam *SEPM* (2013). Terdapat 3 lingkungan pengendapan dari karbonat yaitu *back-reef*, *reef front*, dan *front reef*.

Metode analisis petrofisika yang digunakan adalah analisis petrofisika probabilistik, yaitu dengan menghitung volume dari tiap komponen mineral dan fluida penyusun dengan pendekatan probabilistik. Perhitungan komponen petrofisika probabilistik dibantu menggunakan perangkat lunak *Interactive Petrophysics v.3.5*.

Hasil analisis petrofisika probabilistik kemudian dilakukan *cut off* berdasarkan data DST (*Drill Stem Test*) yang mengalirkan hidrokarbon. Hasil akhir penelitian ini adalah zona produktif reservoir hidrokarbon yang mengalirkan hidrokarbon berupa gas maupun minyak.

Data yang tersedia dari penelitian ini adalah berupa data *well log* dan data *core*. Data log yang digunakan berupa log GR, log *neutron*, log *density*, dan log *resistivity*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fasies dan Lingkungan Pengendapan

Analisis elektrofases yang digunakan menggunakan metode *Kendall* (2008) tentang pola pertumbuhan karbonat pada log *Gamma Ray*. Berdasarkan hasil analisis tersebut didapatkan beberapa kali *catch-up* dan *give-up* pada setiap lapangan yang terjadi akibat kenaikan dan penurunan muka air laut yang terjadi secara bergantian.

Hasil analisis fasies didapatkan terdapat 2 fasies, yaitu fasies *back-reef* dan fasies *reef*. Fasies *reef* hanya berada pada sumur FM-1 yang terbentuk akibat adanya perubahan lingkungan pengendapan dari *back-reed lagoon* menjadi *reef front* kearah selatan. Sementara pada sumur FM-2 dan FM-3 selalu berada pada lingkungan pengendapan *back-reef lagoon*. Perubahan lingkungan ini juga menjadi akibat adanya penebalan pada sumur FM-1 dibandingkan sumur FM-2 dan FM-3.

Fasies *Reef* memiliki deskripsi batuan berukuran butir sangat halus, berwarna krim-putih kekuningan, kekerasan keras, vuggy, tekstur chalky, mengandung fosil cetak, dan fragmen koral. Pengendapan pada fasies *reef* diinterpretasikan pada *reef front* karena

pengendapan fasies ini lebih tebal dibandingkan pada fasies *back reef*. Fasies ini terendapkan pada puncak Formasi Baturaja di sumur FM-1. Fasies ini memiliki nilai porositas². tinggi dilihat dari *crossover* antara log *neutron-density*. Nilai *gamma ray* yang rendah mengindikasikan bahwa penyusun dari fasies ini banyak diisi oleh material organik.

Fasies *Back Reef* memiliki deskripsi batuan berukuran butir sangat halus, berwarna krim-putih kekuningan, kekerasan keras, vuggy, tekstur chalky, mengandung fosil cetak³.

coralline. Pengendapan pada fasies *back reef*⁴. diinterpretasikan pada *back reef lagoon*. Fasies ini memiliki nilai porositas tinggi dilihat dari *crossover* antara log *neutron-density*. Nilai *gamma ray* yang rendah mengindikasikan bahwa penyusun dari fasies ini banyak diisi oleh material organik.

B. Mineral dan Fluida Penyusun

Mineral dan fluida penyusun yang digunakan dalam perhitungan petrofisika probabilistik di Formasi Baturaja menggunakan input mineral *calcite*, *dolomite* dan *clay*, sedangkan fluida penyusunnya adalah *water*, *oil* dan *gas*.

Perhitungan GR clay berdasarkan batas *GRclay* pada perhitungan *vshale* sedangkan *neutron-density clay* digunakan untuk melakukan input nilai sebagai perhitungan probabilistik. Penentuan nilai *neutron-density clay* berdasarkan *crossplot neutron-density* tiap sumur. Hasil perhitungan didapatkan nilai *neutron-density*, yaitu:

Tabel 1. Komponen Log Mineral Lempung

Clay	GR	Neutron	Density
FM-1	100	0,24	2,26
FM-2	168	0,22	2,36
FM-3	183	0,27	2,23

Nilai densitas *calcite* sebesar 2,71, *dolomite* sebesar 2,85, *oil* sebesar 0,8 dan *gas* sebesar 0,2. Nilai GR pada setiap mineral di setiap sumur ditentukan dengan melakukan percobaan hingga nilai error yang tampil sekecil mungkin atau mendekati dengan nilai GR yang sebenarnya, sementara nilai densitas diinput *Auto* karena menyesuaikan dengan perhitungan volume setelah diketahui.

C. Perhitungan Petrofisika Probabilistik

1. Sumur FM-1

Perhitungan histogram petrofisika probabilistik pada Formasi Baturaja didapatkan hasil nilai rata-rata *vshale* 6,6% , rata-rata porositas adalah 24,1%, nilai saturasi air rata-rata

72,8%, dan nilai error terhadap kurva log sebenarnya adalah 1,15.

Sumur FM-2

Perhitungan Histogram digunakan untuk menghitung nilai rata-rata dari parameter petrofisika multi-mineral yang telah dihitung dengan hasil nilai *vshale* rata-rata 16,1 %, nilai rata-rata porositas adalah 18,4%, nilai saturasi air rata-rata 79,8% dan nilai error terhadap nilai sebenarnya adalah 0,99.

Sumur FM-3

Perhitungan dari histogram untuk menghitung nilai petrofisika formasi dengan hasil nilai *vshale* rata-rata 24,42%, nilai rata-rata porositas adalah 19,63%, nilai saturasi air rata-rata 86,8% dan nilai error terhadap nilai sebenarnya adalah 0,49.

D.

E. Penentuan Cut Off Probabilistik

Penentuan *cut off* ditujukan untuk mendapatkan lapisan yang produktif. Pada penelitian kali ini penentuan nilai *cut off* ditentukan berdasarkan laporan DST (*drill stem test*) yang di dapatkan dari setiap sumur. Pada sumur FM-1 di lakukan 2 kali DST yaitu pada kedalaman 1042-1048 meter dan 1059-1060 meter. Pada sumur FM-2 DST dilakukan pada kedalaman 1082-1083,5 meter. Pada sumur FM-3 DST dilakukan pada kedalaman 1071-1072 meter.

Hasil DST ketiga sumur mengalirkan hidrokarbon, lalu dilakukan penentuan *cut off* dari data batas terkecil hidrokarbon dapat mengalir. Berdasarkan hasil *crossplot* dari DST yang mengalirkan hidrokarbon didapatkan nilai *cut off* Sw sebesar 60%, nilai *cut off* PHIE 26,6% dan nilai *cut off* Vshale 14%.

F.

G. Zona Produktif Reservoir Petrofisika Probabilistik

Lumping memiliki tujuan untuk menentukan nilai *gross pay*, *net pay* dan NTG reservoir yang ditentukan berdasarkan dengan batasan nilai *cutoff*. Zona lumping ini merupakan prospek dan beberapa zona telah diuji dan mengalirkan hidrokarbon.

1. Lumping FM-1

Zona *net pay* pada sumur FM-1 berada pada kedalaman 1042,5-1061,9 meter dengan *net gross* bernilai 19,35 meter, *net pay* bernilai 13,11 meter dan NTG bernilai 67,7%. Porositas rata-rata adalah 32,3%, saturasi air 14,5% dan *vshale* 2,3%. Zona *net pay* berada pada fasies *reef 1* dan *back-reef 1* yaitu lingkungan pengendapan *reef* dan *back reef*.

Lumping FM-2

Zona *net pay* pada sumur FM-2 berada pada kedalaman 1080,2-1101,1 meter dengan *net gross* bernilai 20,88 meter, *net pay* bernilai 3,81 meter dan NTG bernilai 18,2%. Porositas rata-rata adalah 33,1%, saturasi air 24,8% dan *vshale* 8,3%. Zona *net pay* berada pada fasies *back reef* 1 dengan lingkungan pengendapan *back reef lagoon*.

Lumping FM-3

Zona *net pay* sumur FM-3 berada pada kedalaman 1069,1-1074,2 meter dengan *net gross* bernilai 5,81 meter, *net pay* bernilai 1,07 meter dan NTG bernilai 20,6%. Porositas rata-rata adalah 31,5%, saturasi air 53,4% dan *vshale* 10,2%. Zona *net pay* berada pada fasies *back reef* 1 dengan lingkungan pengendapan *back reef lagoon*.

KESIMPULAN

Analisis petrofisika probabilistik pada setiap sumur di lapangan FM menghasilkan zona produktif reservoir hidrokarbon pada sebesar 13,11 meter di FM-1, 3,81 meter di FM-2 dan 1,07 meter di FM-3. Reservoir hidrokarbon di lapangan FM cukup tebal pada fasies *reef front* dan beberapa berada di fasies *back-reef*.

Perhitungan petrofisika probabilistik pada penelitian ini menggunakan komponen mineral yang umum ada pada litologi batugamping. Untuk menghasilkan perhitungan petrofisika yang lebih baik diperlukan data petrografi dan XRD sehingga volume mineral dan fluida penyusun dapat dideterminasi lebih baik dibandingkan perhitungan probabilistik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada dosen pembimbing bapak Ir. Undang Mardiana, M.Si. dan bapak Febriwan Mohamad, S.Si., M.Si. karena telah membimbing selama pengerjaan tulisan ini. Ucapan terima kasih juga saya tuturkan kepada bapak Julian Saputro sebagai pembimbing dari Pertamina Hulu Rokan yang telah membimbing dalam tahap pengolahan data hingga akhirnya tulisan ini dapat diselesaikan dengan hasil pengolahan data yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Asquith, G. and Krygowski, D. 2004. "Basic Well Log Analysis, 2nd edition". AAPG Methods in Exploration Series.
Bishop, M.G. 2000. *Petroleum System of The Northwest Java Province, Java, Offshore Southeast Sumatra*, Indonesia: USGS Open-File Report 99—05R.

De Coster, G.L. 197. The Geology of Central and South Sumatra Basin. Indoensia: *Proceedings of 2nd Indonesia Petroleum Association (IPA) Annual Convention*, halaman 77-110.

Ginger, D. dan Fielding, Kevin. 2005. The Petroleum Systems and Future Potential Of The South Sumatra Basin. *Proceedings, Indonesia Petroleum Association*

Thirtieth Annual Convention & Exhibition. Gorsel, V. 2018. Bibliography of The Geology of Indonesia and Surrounding Areas II. Sumatra-Sundaland. Jakarta.

Horas, E. 2021. The Stratigraphy of Pre-Tertiary Economic Basement in South Jambi B Block, South Sumatera Basin. Jakarta.

Ragab, G. and Najm, E., 2016. Sand-Silt-Clay Evaluation Models: Wich One to Use-A Case Study in the Malay Basin. *Offshore Technology Conference*.

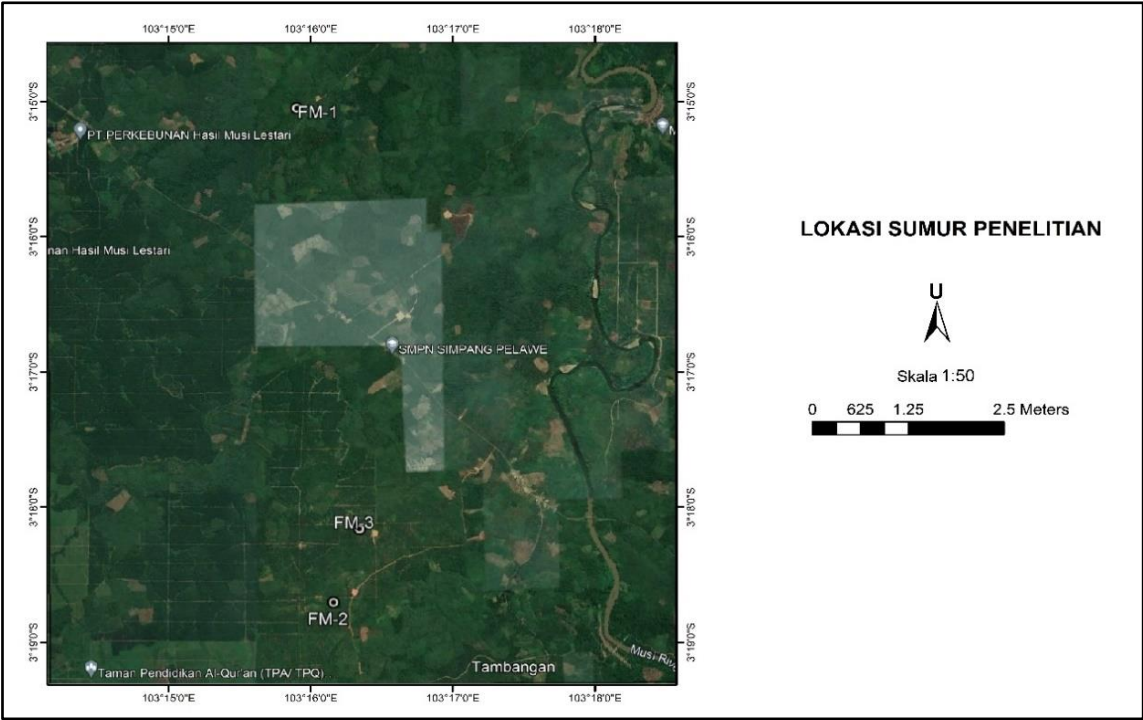
Schlumberger. 1972. Log Interpretation I - Principles. Huoston: Schlumberger Ltd.

Schlumberger. 1997. Log Interpretation Charts: Schlumberger Ltd.

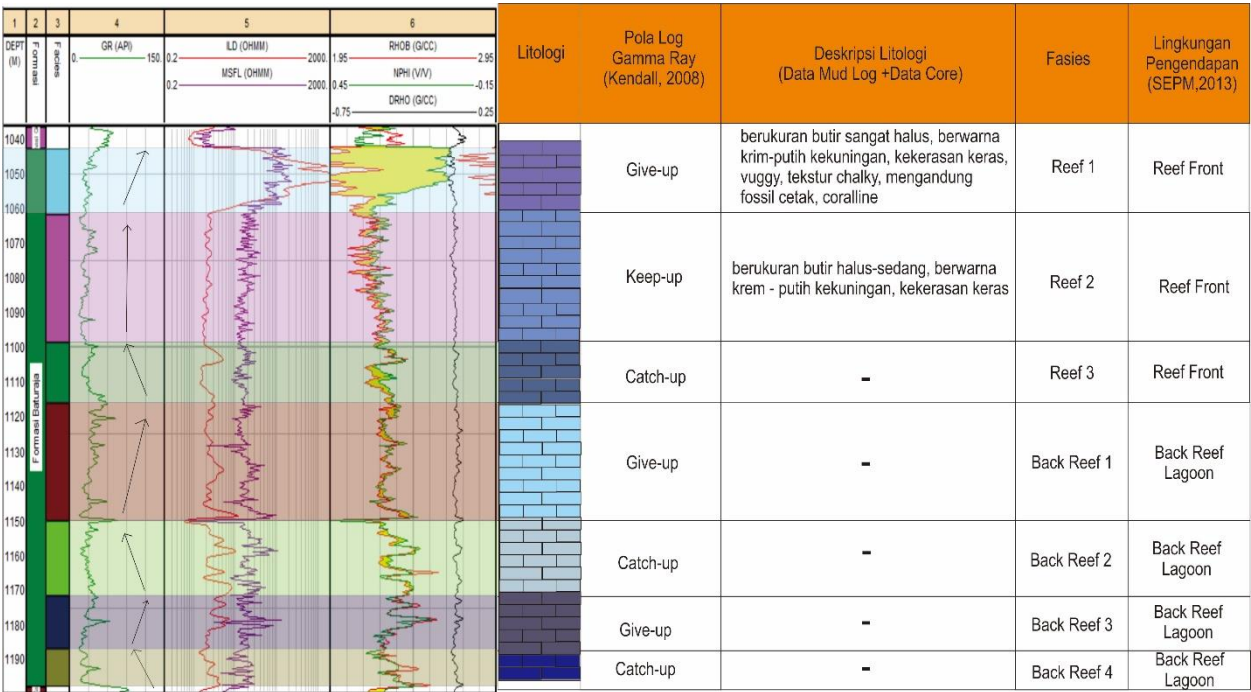
SEPM, 2013. Carbonate Facies. <http://sepmstrata.org/page.aspx?&pageid=90&4>. Diakses pada 28 Januari 2023 pukul 19.40.

Silaen, M. dkk. 2018. Perbandingan Perhitungan Petrofisik Menggunakan Metode Deterministik dan Probabilistik Dalam Keterkaitan Karakteristik Reservoir Dengan Persentase Tingkat Validasi Terhadap Data Core: Studi Kasus Sub Cekungan Jambi, Blok Jabung, Formasi Talang Akar. *Proceding Seminar Nasional Kebumian ke-11*.

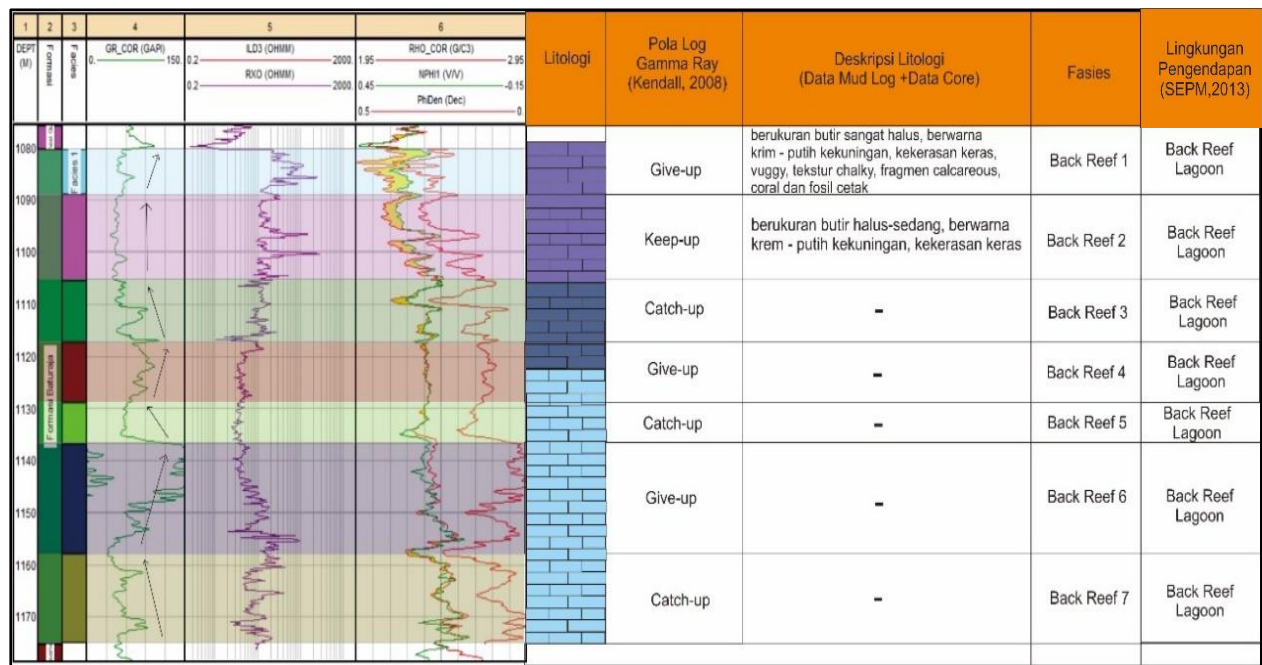
Tucker, M dan Wright, VP. 1990. Carbonate Sedimentology. *Blackwell Science*.



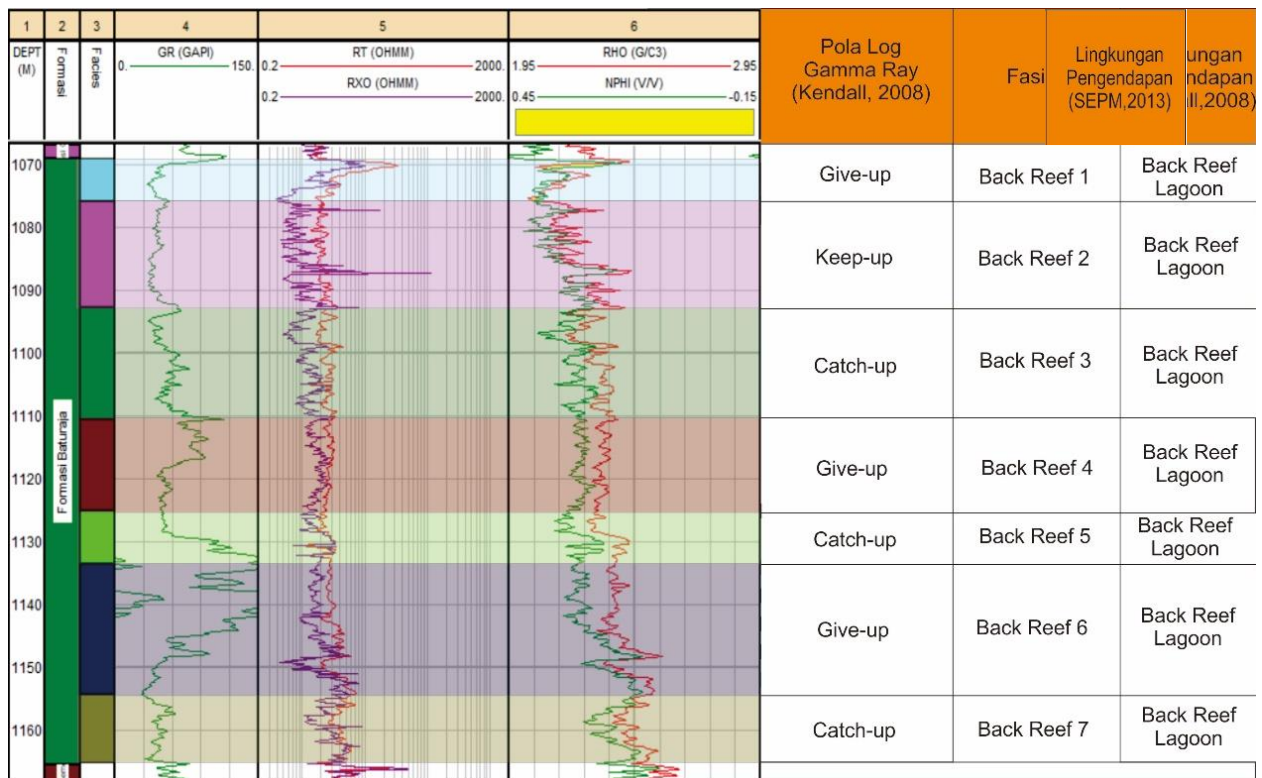
Gambar 1. Lokasi Sumur Penelitian



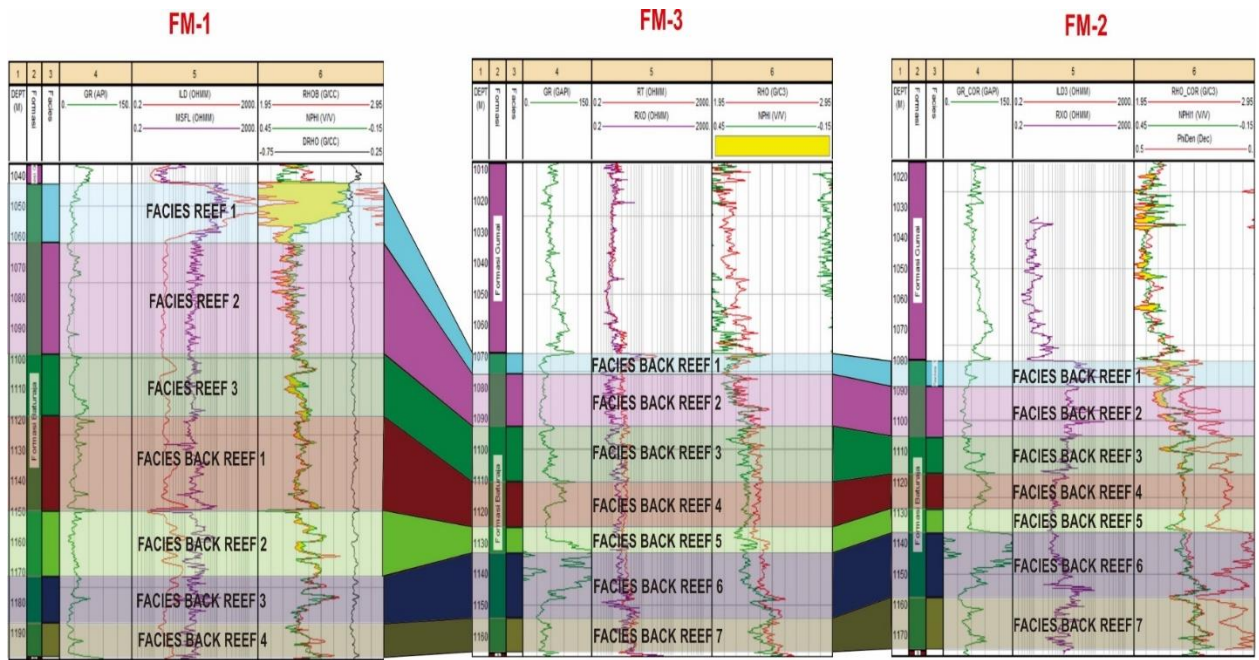
Gambar 2. Analisis Elektrofasis FM-1



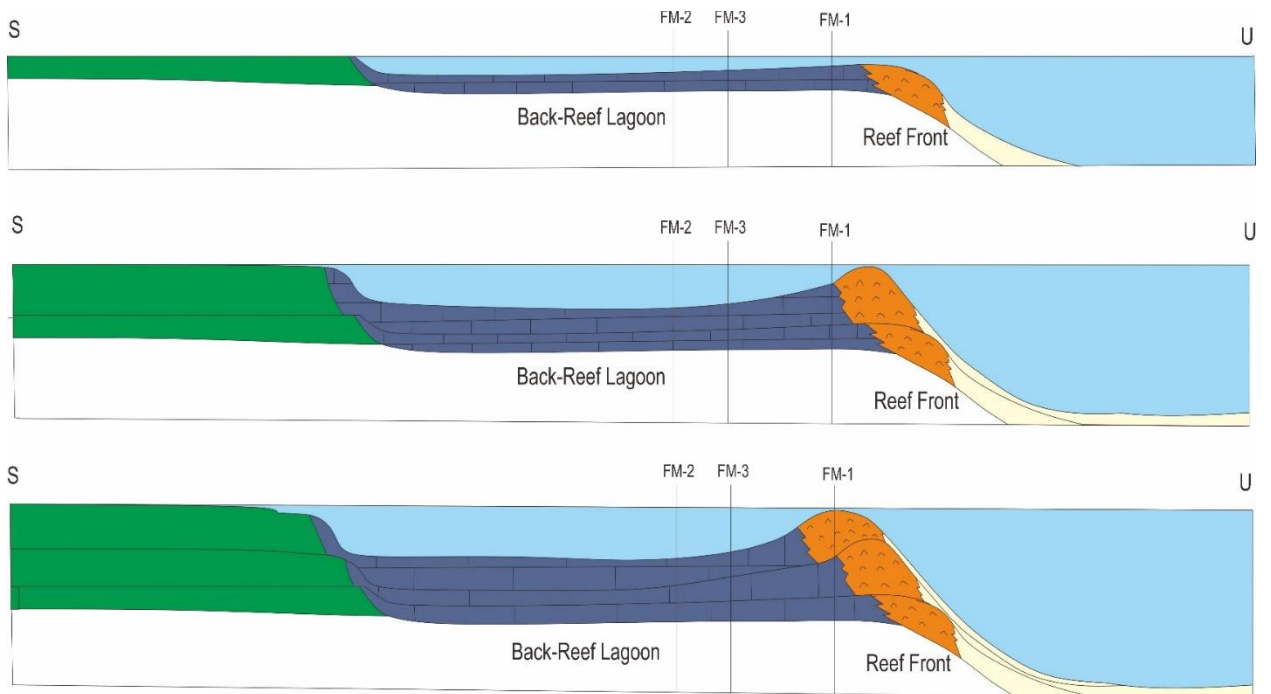
Gambar 3. Analisis Elektrofasies FM-2



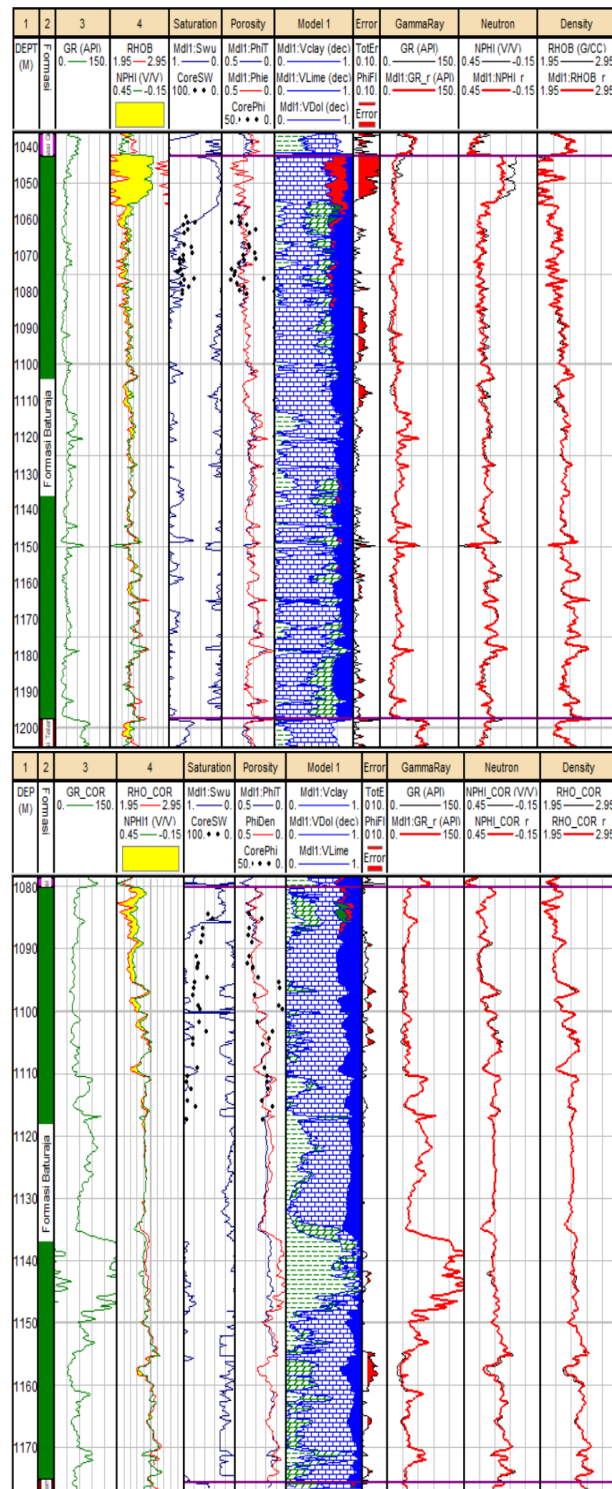
Gambar 4. Analisis Elektrofasies FM-3

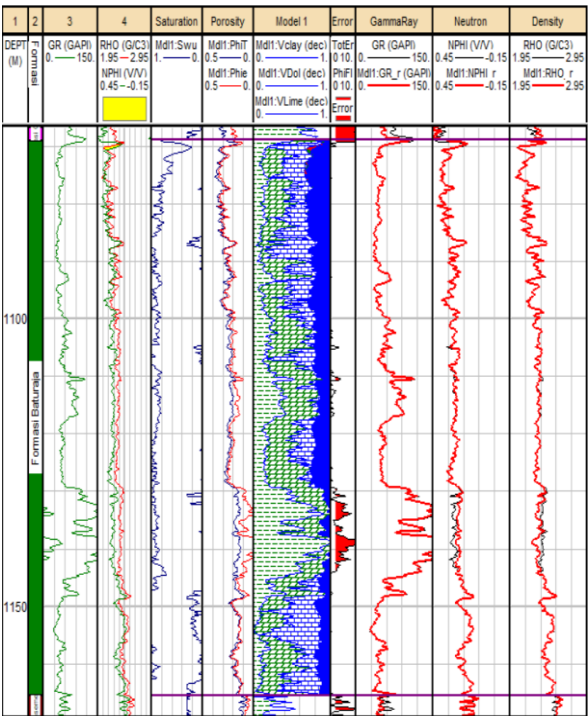


Gambar 5. Korelasi fasies antar sumur di Lapangan FM

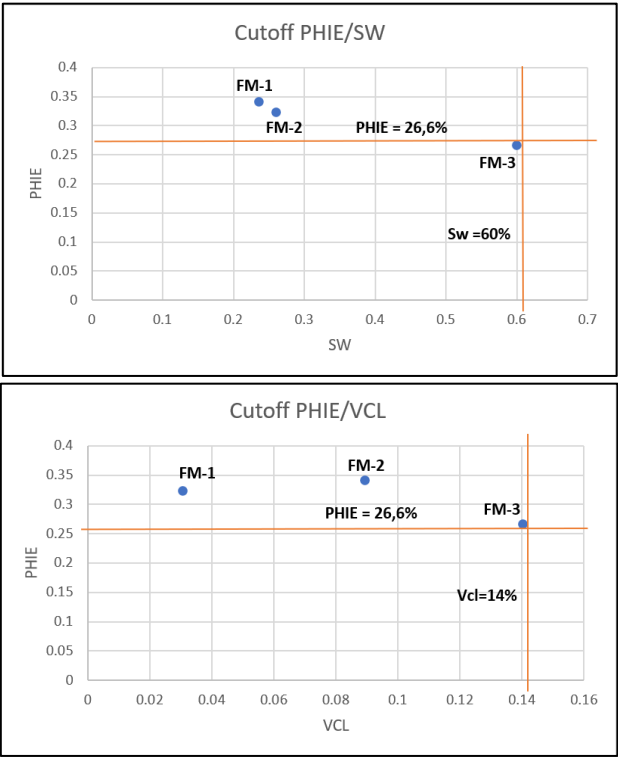


Gambar 6. Ilustrasi Pertumbuhan Karbonat di Lapangan FM

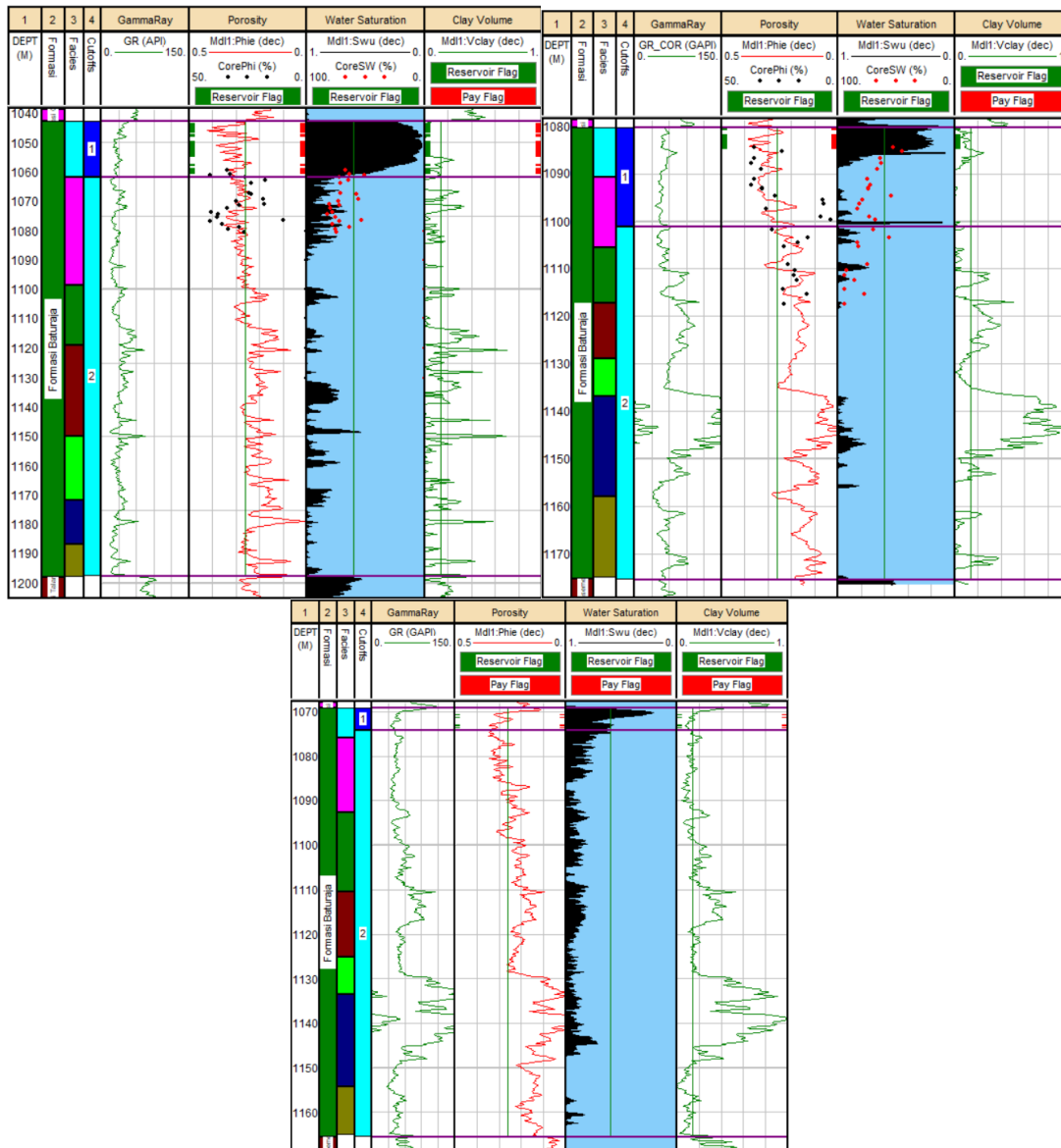




Gambar 7. Hasil Analisis Petrofisika Multimineral FM-1, FM-2 dan FM-3 pada Formasi Baturaja



Gambar 8. Penentuan Cutoff



Gambar 9. Zona Lumping FM-1, FM-2 dan FM-3 pada Formasi Baturaja