



Interpretasi Lingkungan Pengendapan dan Kualitas Reservoir Berdasarkan Analisis Elektrofases dan Analisis Petrofisika Pada Formasi Talang Akar Anggota Zelda Bagian Bawah, Cekungan Asri

Nanda Adhitya Putra^{1*}, Abdurrokhim¹, Yoga Andriana¹, Ary Wahyu Wibowo¹,

Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor

*Email korespondensi : nandaadhityaputra@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan data well loggi dari tiga sumur eksplorasi di daerah Cekungan Asri, *Off Shore South East Sumatera*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui lingkungan pengendapan Formasi Talang Akar Anggota Zelda bagian bawah sehingga dapat mengetahui kualitas reservoir pada lingkungan pengendapan hasil analisis fasies yang kemudian dibuktikan dengan data petrofisikanya sebagai data kuantitatif reservoir tersebut. Untuk penentuan lingkungan pengendapan dilakukan analisis fasies dari elektrofases dan lithofases. Elektrofases diperoleh bentuk kurva log gamma ray *blocky, serrated, funnel, dan bell*. Kemudian diperoleh juga lithofases yang pada umumnya pada bagian bawah setiap sumur tersusun dari batulempung dengan keterdapatan lapisan batubara sebagai sisipan dan pada bagian atas tersusun dari batupasir halus-sangat halus. Berdasarkan analisis tersebut ditentukan lingkungan pengendapan pada Formasi Talang Akar Anggota Zelda bagian bawah yaitu berada pada lingkungan darat (Fluvial) sampai transisi (Delta). Analisis kuantitatif berupa perhitungan petrofisika ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak, dalam perhitungan volume shale rumus yang digunakan adalah *Young Rock*, perhitungan porositas dan saturasi air menggunakan Metode Indonesia.

Kata Kunci : Petrofisika, Lingkungan Pengendapan, Reservoir, Formasi Talang Akar, Anggota Zelda Bagian Bawah.

ABSTRACT

In this study, well logging data from three exploration wells in the Asri Basin, *Off Shore South East Sumatra*, was used. The purpose of this research is to determine the deposition environment of the lower part of the Zelda Member of the Talang Akar Formation in order to assess the reservoir quality in the deposition environment through facies analysis and quantitative petrophysical data. Deposition environment determination was carried out through facies analysis of electrofacies and lithofacies. Electrofacies showed gamma ray log curve forms of *blocky, serrated, funnel, and bell*. Lithofacies analysis revealed that generally, at the bottom of each well, the formation consists of mudstone with coal layers as interbeds, while at the top, it comprises very fine to fine sandstone. Based on this analysis, the deposition environment of the lower part of the Zelda Member of the Talang Akar Formation was determined to be in a transition from fluvial to delta environments. Quantitative analysis, in the form of petrophysical calculations, was conducted using software. The calculation of the shale volume implemented the *Young Rock* formula, while porosity and water saturation were calculated using the Indonesian Method.

Keywords: Petrophysics, Deposition Environment, Reservoir, Talang Akar Formation, Lower Zelda Member.

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu aspek yang berperan penting dalam kehidupan manusia. Salah satu sumber energi yang menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan manusia adalah migas, dalam pemanfaatannya, Indonesia masih sangat bergantung kepada migas untuk memenuhi kebutuhan energi utama dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, hal tersebut dibuktikan dengan tingginya jumlah konsumsi migas oleh masyarakat Indonesia sebesar 1,58 juta barel per hari pada tahun 2022. Salah satu kegiatan eksplorasi adalah interpretasi data well logging karena dapat memberikan gambaran mengenai kondisi bawah permukaan berdasarkan sifat-sifat batuan dan fluidanya, sehingga gambaran kondisi bawah permukaan tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk pencarian zona hidrokarbon.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui lingkungan pengendapan Formasi Talang Akar anggota Zelda bagian bawah sehingga dapat mengetahui gambaran kualitas dari reservoir pada lingkungan pengendapan. Berdasarkan hasil analisis fasies yang kemudian dibuktikan dengan data petrofisikanya sebagai bukti kuantitas reservoir tersebut. Dalam penelitian ini digunakan data well logging sebagai objek penelitian pada dua sumur eksplorasi di Cekungan Asri Offshore South Sumatera.

TINJAUAN PUSTAKA

Cekungan Asri memanjang dari SE Sumatera sampai ke NW Jawa dan berada pada 200 km utara volcanic arc Jawa dan 400 km arah utara pola subduksi E-W Jawa

(Wight, et al., 1997). Berdasarkan Gambar 1 terdapat banyak fitur struktur yang ada pada Cekungan Asri seperti highs, grabens, dan sesar normal (Sutriyono, 1998). Cekungan Asri merupakan jenis Cekungan Back Arc Half Graben Rift Basin (Young & Atkinson, 1993) serta sebuah cekungan yang berawal sebagai kumpulan dari gaya ekstensional yang bermula sebagai intracratonic “sag style” basin (Aldrich, et al., 1995).

Formasi Talang Akar

Formasi Talang Akar terbagi menjadi dua anggota (Gambar 2): Anggota Zelda dan Gita, dimana Anggota Zelda terbagi menjadi bagian bawah dan atas. Anggota Zelda bagian bawah tersusun dari batulempung, batulanau, batupasir halus, dan lapisan tipis batubara. Deposit ini diinterpretasikan sebagai rekaman hasil deposisi lingkungan *abroad shallow lacustrine-fluvio-deltaic*. Rendahnya rasio Net/Gross mencatat tingginya tingkat ruang akomodasi yang tinggi, kemungkinan diakibatkan *rapid subsidence* dari cekungan ini dan terbatasnya suplai sedimen klastik kasar. Diatasnya terendapkan *multi story fluvial middle* sampai *upper* batupasir Anggota Zelda. Ini menandakan bahwa ada penurunan kecepatan *basin subsidence*, penulis berhipotesis bahwa ini sebagai titik balik dari *base level fall to rise (Sequence boundary)* dengan perubahan menjadi rasio net to gross pasir yang tinggi. Perlahan deposisi pun berubah seiring waktu dari *non-marine lacustrine* dan *fluvial to coastal plain* – batupasir estuarin, batulempung, dan batubara dari Anggota Zelda bagian atas. Anggota Gita tersusun dari batulempung

transgresif, *shale*, dan batubara, dan *subordinate distributary and estuarine channel sandstones*.

Lingkungan Pengendapan dan Fasies

Lingkungan pengendapan merupakan bagian dari permukaan bumi dengan keterjadian melalui proses fisika, kimia dan biologi yang berbeda dengan daerah yang berbatasan didekatnya (Selley, 1970). Secara umum lingkungan pengendapan dibagi berdasarkan tiga bagian besar yaitu darat, transisi, dan laut. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa Boyd dan kawan kawan (1992) dalam Posamentier dan Walker (2006) mengklasifikasikan lingkungan pengendapan pada lingkungan transisi yang dipengaruhi oleh naik dan turunnya permukaan air laut. Berdasarkan penciri fisika, kimia, dan biologi pada batuan dapat direkonstruksi lingkungan dimana batuan sedimen diendapkan. Fasies dikenal sebagai penciri fisika, kimia, dan biologi dari suatu batuan sedimen. Konsep fasies ini juga dapat diperluas tidak hanya dalam batuan yang bisa diobservasi akan tetapi perbedaan karakteristik pola log pada penampang kurva log juga dapat digunakan fasies log (Walker dan Posamentier, 2006).

Petrofisika

Analisis petrofisika adalah evaluasi pada rekaman logging sumur eksplorasi minyak untuk mendapatkan data yang meliputi litologi dan sifat petrofisik batuan seperti saturasi air, porositas batuan, dan kandungan shale. Berikut parameter petrofisika yang dihitung dalam penelitian ini., yaitu:

1. Volume Shale

Volume shale adalah persentase dari kandungan shale yang ada di dalam suatu batuan. Rumus yang dipakai adalah Persamaan Young Rock.

$$V_{sh} = 0.083(2^{(3.7 IGR)} - 1)$$

2. Porositas

Terdapat dua jenis porositas, yaitu porositas total dan porositas efektif. Porositas total adalah semua pori yang ada di dalam bantuan, yang saling berhubungan dan yang tidak saling berhubungan. Porositas efektif pori yang saling berhubungan saja, sehingga batuan tersebut dapat meloloskan fluida.

$$\phi = \frac{\text{pores volume}}{\text{bulk volume}} \times 100\%$$

3. Saturasi Air (Sw)

Saturasi air atau tingkat kejenuhan air adalah rasio dari volume yang terisi cairan dengan volume porositas total. Metode yang dipakai dalam menghitung nilai saturasi air dan porositas menggunakan Metode Indonesia. Metode ini dilakukan untuk memperhitungkan efek lempung dan semen pada resistivitas formasi, yang umumnya ditemukan pada formasi batuan reservoir di Indonesia.

$$Sw_2^n = \frac{1}{\sqrt{Rt}} \left[\frac{Vsh^d}{\sqrt{Rsh}} + \frac{\phi^m}{\sqrt{a \times Rw}} \right]$$

Keterangan :

$D = 1 - V_{sh}$ atau $d = 1$

S_w = saturasi air

R_t = Resistivitas formasi

R_w = Resistivitas air formasi

V_{sh} = Fraksi volum lempung

$m, n,$ dan c = Parameter empiris

Cutoff

Cut off dalam reservoir adalah nilai batas dari parameter reservoir. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui lapisan yang berperan sebagai reservoir hingga digunakan untuk mengetahui cadangan hidrokarbon yang ada. Cut off digunakan untuk mengeliminasi batuan yang tidak berkontribusi secara signifikan dalam memperhitungkan besarnya hidrokarbon. Cut off digunakan dalam kriteria kandungan shale, porositas, dan saturasi air. Proses ini dilakukan agar dapat mengetahui ketebalan batupasir sebagai reservoir sampai untuk mengetahui besarnya cadangan hidrokarbon. Berikut istilah-istilah dalam perhitungan ketebalan reservoir, yaitu:

- Gross sand merupakan lapisan batuan yang mengandung batupasir dan telah mengalami proses cut off volume shale.
- Net reservoir merupakan lapisan gross sand yang telah mengalami proses cut off porositas efektif
- Net pay merupakan zona produktif reservoir yang tersaturasi oleh hidrokarbon sehingga lapisan ini juga merupakan net reservoir yang

telah mengalami proses cut off saturasi air.

METODE

Pada penelitian Formasi Talang Akar Anggota Zelda bagian bawah ini yang berlokasi di Cekungan Asri, Off Shore South East Sumatera, digunakan dua sumur eksplorasi yang telah tersedia data well log nya (Gambar 6). Sehingga objek utama yang menjadi bahan penelitian ini yaitu data kurva well log, data well log tersebut dapat mengetahui sifat-sifat fisika batuan di bawah permukaan. Namun adanya data hasil penelitian terdahulu pada laporan penelitian sumur-sumur ini, seperti jenis lithologi pada kedalaman tertentu serta top-bottom Formasi Talang Akar, maka data tersebut juga menjadi bahan pertimbangan dalam melakukan interpretasi saat pengolahan data kualitatif maupun kuantitatif seperti contoh dalam melakukan penentuan lithologi pada sumur, data lithologi sidewall core pada titik tertentu dijadikan acuan karakteristik pola dan nilai kurva well log pada jenis lithologinya.

Penentuan lingkungan pengendapan dilakukan dengan cara analisis elektrofases dan analisis lithofases, sehingga suksesi fasiesnya sampai asosiasi fasiesnya dapat memperlihatkan lingkungan tempat proses sedimentasinya. Kemudian untuk mengetahui zona hidrokarbon dilakukan analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan memberikan batas atas dan bawah zona yang menarik atau gross berdasarkan anomali log porositas dan log resistivity. Hasil analisis tersebut kemudian dianalisis secara kuantitatif berdasarkan parameter

petrofisikanya sehingga diperoleh sebuah net pay nya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Lingkungan Pengendapan

Pada Sumur Nania-1 terdapat jenis batuan dengan kedalaman tertentu, berikut adalah ringkasannya, yaitu :

- Pada kedalaman 7000-7100 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, loose quartz sub angular-sub rounded, moderate-well sorted, fair-good visible porosity dan : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada kedalaman 7100-7140 ft, jenis batuan yaitu : : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada Kedalaman 7140-7160 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, *loose quartz sub angular-sub rounded, moderate-well sorted, fair-good visible porosity*.
- Pada kedalaman 7160-7200 ft, jenis batuan yaitu : : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada kedalaman 7200-7250 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, *loose quartz sub angular-sub rounded, moderate-well sorted, fair-good visible porosity*.
- Pada Kedalaman 7250-7390 ft, jenis batuan yaitu : : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada kedalaman 7390-7410 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, *loose quartz, sub angular-sub rounded, moderate-well sorted, fair-good visible porosity*.
- Pada kedalaman 7410-7790 ft, jenis batuan yaitu : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada kedalaman 7790-7830 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, *friable loose quartz, sub angular-sub rounded, well sorted, poor visible porosity*.
- Pada Kedalaman 7830-7970 ft, jenis batuan yaitu : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada Kedalaman 7970-8000 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, *occasional medium grain, loose friable, sub angular-sub rounded, moderately sorted, fair-good visible porosity, possible oil base contamination*.
- Pada kedalaman 8000-8020 ft, jenis batuan yaitu : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada Kedalaman 8020-8040 ft, jenis batuan yaitu : Batupasir halus-sangat halus, *occasional medium grain, loose friable, sub angular-sub rounded, moderately sorted, fair-good visible porosity, possible oil base contamination*.
- Pada kedalaman 8040-8060 ft, jenis batuan yaitu : Batulempung dengan warna abu-abu muda-abu, *blocky, non calcareous*.
- Pada kedalaman 8060-8070 ft, jenis batuan yaitu, Batubara cokelat gelap

hitam, kekerasan sedang, *sub conchoidal fracture*.

Berdasarkan Gambar 5, lapisan Formasi Talang Akar yang relatif tebal pada Sumur Nania-1 ini mencirikan lingkungan pengendapan yang sangat memadai untuk akumulasi sedimen. Berdasarkan data elektrofases dan data lithologi, maka dapat diduga lingkungan pengendapan Formasi Talang Akar ini berada pada daerah darat sampai transisi, variasi lithologi yang menunjukkan material darat seperti batupasir tebal konglomeratan, kemudian bentuk elektrofases blocky, serrated, funnel dan bell yang menunjukkan adanya lapisan perselingan yang relatif tipis-tipis dengan energi pengendapan yang relatif konstan, dapat diasumsikan lingkungan pengendapan darat-transisi pada bagian delta pada *lower delta plain*.

Berdasarkan Gambar 7, lapisan Formasi Talang Akar yang relatif tebal pada Sumur Nania-5 ini mencirikan lingkungan pengendapan yang sangat memadai untuk akumulasi sedimen. Berdasarkan data elektrofases dan data lithologi, maka dapat diduga lingkungan pengendapan Formasi Talang Akar ini berada pada daerah darat sampai transisi, variasi lithologi yang menunjukkan material darat seperti batupasir tebal konglomeratan, kemudian bentuk elektrofases blocky, serrated, funnel dan bell yang menunjukkan adanya lapisan perselingan yang relatif tipis-tipis dengan energi pengendapan yang relatif konstan, dapat diasumsikan lingkungan pengendapan darat-transisi pada bagian delta pada *lower delta plain*.

2. Analisis Kuantitatif Petrofisika

Pada analisa kuantitatif berupa perhitungan parameter-parameter petrofisika ini digunakan dengan bantuan software *Interactive Petrophysics*, berikut secara berurutan hasil perhitunga petrofisika pada Sumur Nania-1 dan Sumur Nania-5.

Pada Tabel 1, lapisan Formasi Talang Akar pada sumur ini memperlihatkan adanya suatu lapisan yang bagus untuk reservoir minyak dan gas. Hasil perhitungan petrofisika yang didapatkan dengan menggunakan nilai *cutoff volume shale* sebesar 40%, lalu untuk saturasi air sebesar 70%, dan porositas sebesar 20% dengan nilai baik menurut Koesoemadinata (1978).

Hasil yang didapatkan setelah melakukan *cutoff* pada Sumur Nania-1 dan Sumur Nania-5 adalah sebagai berikut :

- Sumur Nania-1, ketebalan *netpay* 25 meter pada interval 7975-8000 m.
- Sumur Nania-5, ketebalan *netpay* A 12,5 meter pada interval 9918,5-9931 m. Ketebalan *netpay* B 4 meter pada interval 10003-10007 m.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis fasies diketahui lingkungan pengendapan pada daerah penelitian ini, yaitu berada pada lingkungan darat-transisi secara spesifik di *lower delta plain*.

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif petrofisika didapat ada tiga reservoir yang sudah di *cutoff* dengan nilai *volume shale* 40%, saturasi air 70%, dan porositas 20% yang tergolong baik menurut Koesoemadinata (1978).

- Sumur Nania-1 Sumur Nania-1, ketebalan *netpay* 25 meter pada interval 7975-8000 m.
- Sumur Nania-5, ketebalan *netpay* A 12,5 meter pada interval 9918,5-9931 m. Ketebalan *netpay* B 4 meter pada interval 10003-10007 m.

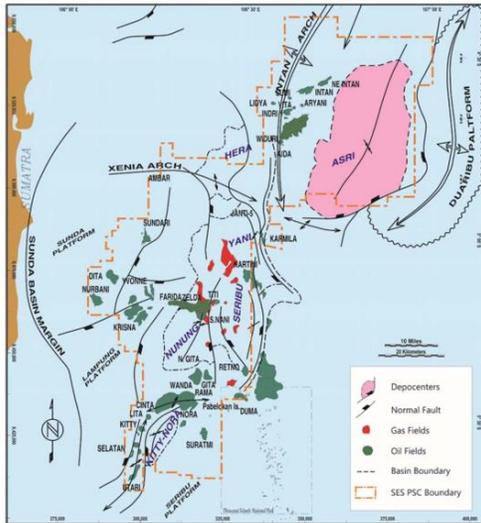
UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Bapak Ary Wahyu Wibowo S.T., M.Si. selaku mentor tugas akhir penulis di PT Pertamina EP yang telah meluangkan waktunya dan memberikan arahan selama berkegiatan tugas akhir.

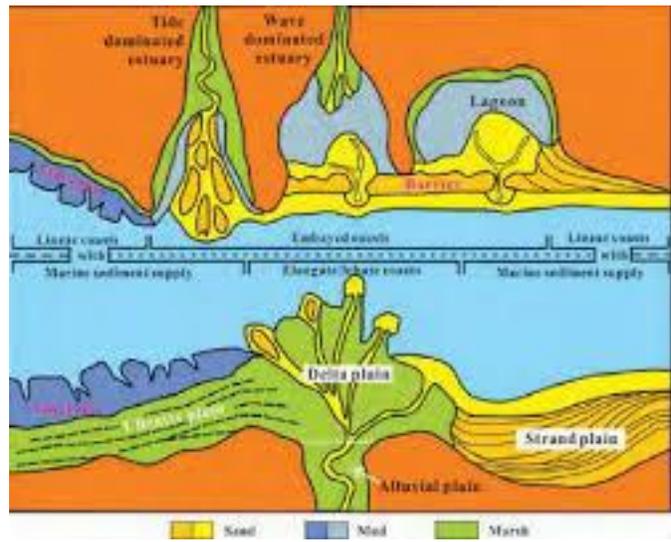
DAFTAR PUSTAKA

- Aldrich, J.B., Rinehart, G.P., Susandhi, R., and Shuepbach, M.A. 1995. *Paleogene Basin Architecture of the Sunda and Asri Basins, and Associated NonMarine Sequence Stratigraphy, Proceeding, International Symposium on Sequence Stratigraphy in SE Asia*, p. 261-287.
- Armon, J., Harmony, W., Smith, S., Budiyo, T., Romina Himawan, Harman, B., Lukito, P., Gilmore, L., Syarkawi, I., 1995, *Complimentary Role of Seismic and Well Data in Identifying Upper Talang Akar Stratigraphic Sequences - Widun Field Area, Asri Basin, in Proceedings of the International Symposium on Sequence Stratigraphy in SE Asia*, 289-309.
- Butterworth, P.J. and Atkinson, C.D. 1993. *Syn-rift deposits of the Northwest Java Basin: Fluvial sandstone reservoir and lacustrine source rocks. Indonesian Petroleum Association, Core Workshop, Clastic Rocks and Reservoirs of Indonesia*, 2, 1 1229. Indonesian Petroleum Association publication.
- J.Sukanto, Nunuk.F, J.B.Aldrich, G.P.Rinchart, J.Mitchell. *Petroleum Systems Of The Asri Basin, Java Sea, Indonesia*.
- Kendall, C G. St. C., Abdulrahman. S. Alsharhan, Kurt Johnston and Sean R. Ryan; 2003. *"Can The Sedimentary Record Be Dated From A Sea-Level Chart? Examples from the Aptian of the UAE and Alaska"*
- Posamentier, H.W. dan Walker R.G., 2006. *Facies Models. Revisited Sepm (Society for Sedimentary Geology), Oklahoma: Special Publications SEPM Special Publication 84 Tulsa, U.S.A.*
- Koesoemadinata, R.P. 1978. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Bandung: ITB.
- Selley, R.C., 1970, *Ancient Sedimentary Environments, Chapman and Hall, London*.
- Stephen R. Brown. 1995. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth: Volume 100, Issue B4*.
- Sukanto, J., F, Nunuk, Aldrich, J.B., Rinehart, G.P., and Mitchell, J. 1998. *Petroleum System of the Asri Basin, Java Sea, Indonesia. Jakarta, Proceeding, 26th Annual Convention Indonesian Petroleum Association*.
- Wight, A., Friestad, H., Anderson, I., Wicaksono, P. and Remington, C.H. 1997. *Exploration History of the Offshore Southeast Sumatra PSC, Java Sea, Indonesia, in Petroleum Geology of Southeast Asia, Fraser, Matthews, and Murphy (eds.), Geol. Soc. Sp. Pub. No. 126, p. 121-142*.

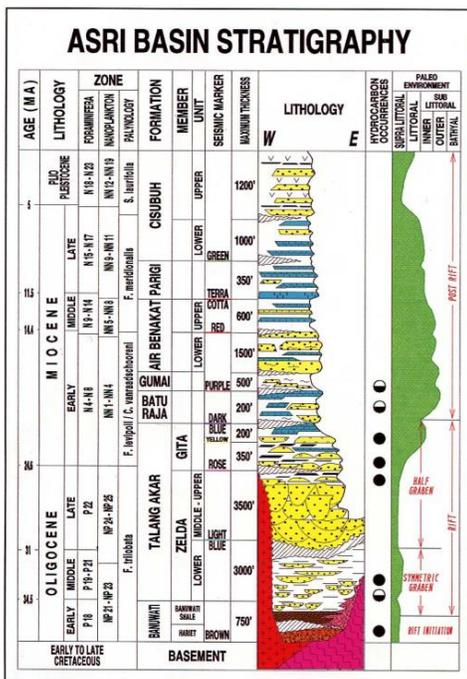
LAMPIRAN



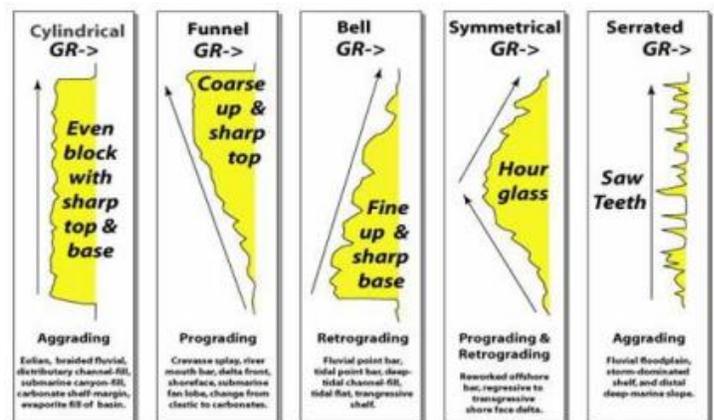
Gambar 1 Fitur Struktural Cekungan Asri (Sukanto. et al. 1998).



Gambar 3 Klasifikasi Lingkungan Pengendapan Pada Garis Pantai (Boyd et. Al. 1992)

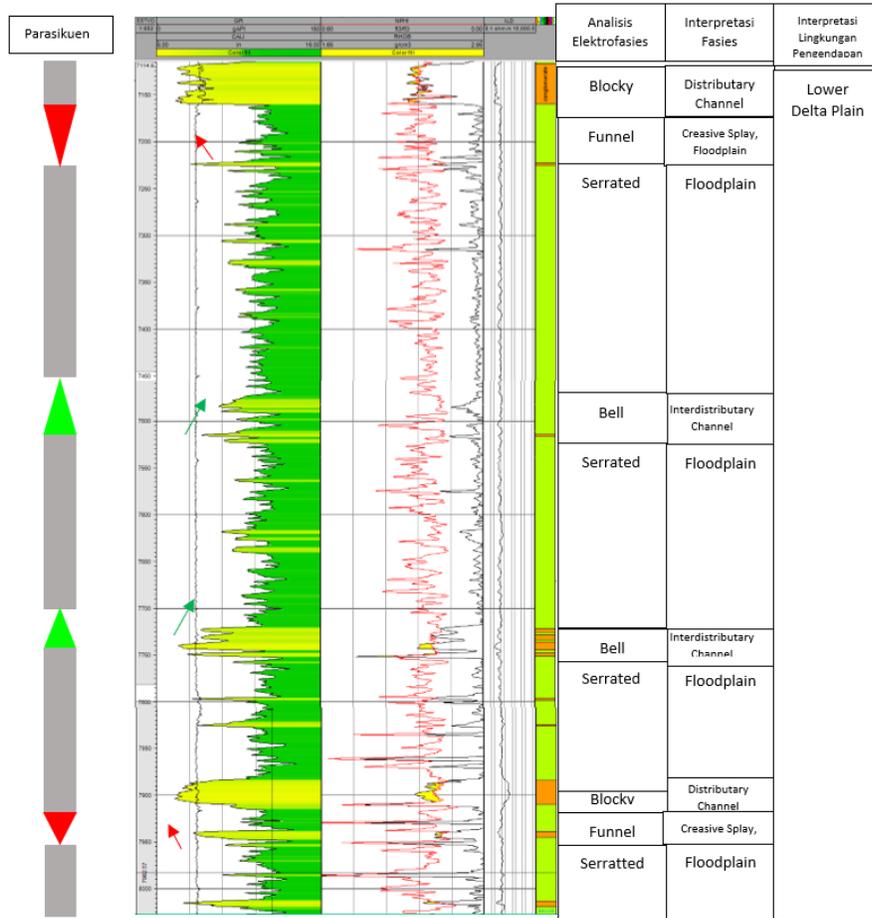


Gambar 2 Stratigrafi Cekungan Asri (Sukanto. et al. 1998).



Gambar 4 Bentuk Pola Gamma Ray (Kendal, 2003).

Interpretasi Lingkungan Pengendapan dan Kualitas Reservoir Berdasarkan Analisis Elektrofases dan Analisis Petrofisika Pada Formasi Talang Akar Anggota Zelda Bagian Bawah, Cekungan Asri (Nanda)



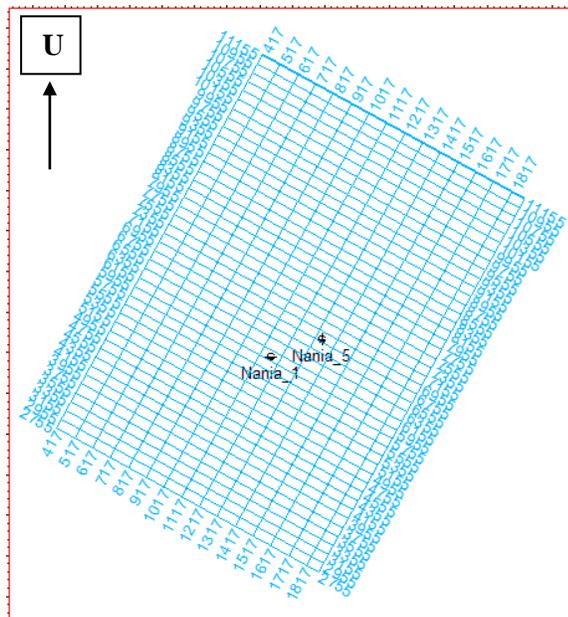
Gambar 5 Analisis Elektrofases dan Lithofacies Sumur Nania-1.

Keterangan:

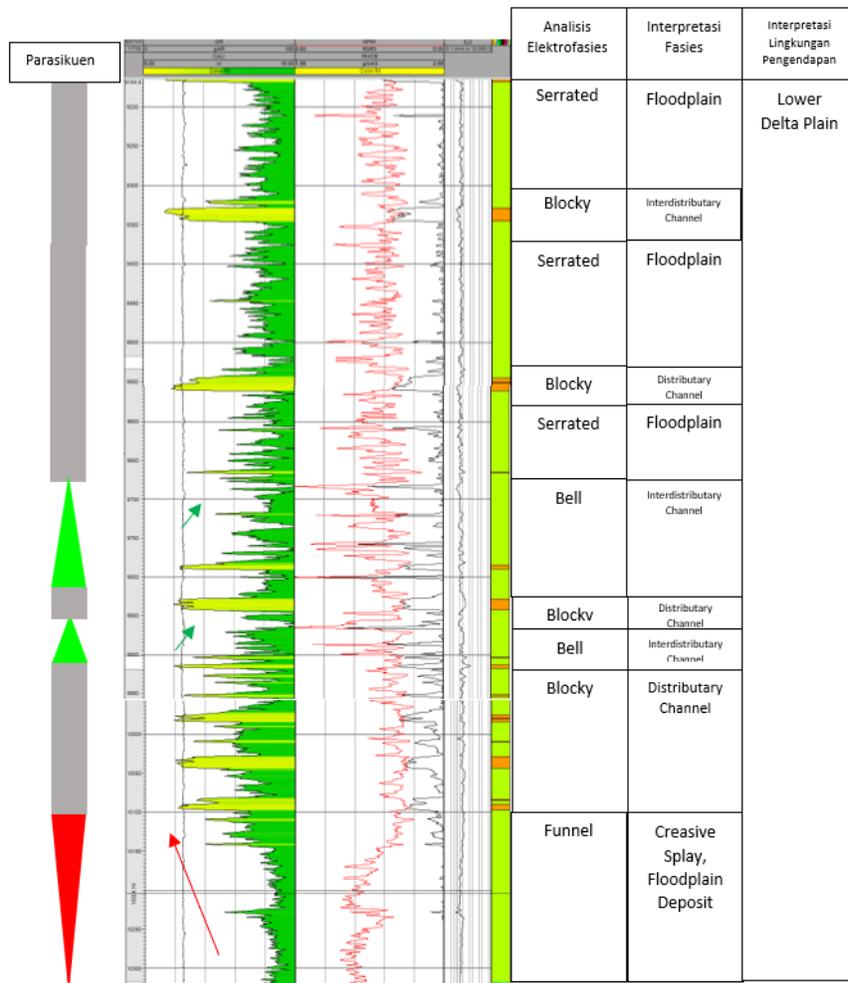
 Batupasir halus-sangat halus, *loose quartz, sub angular-sub rounded, moderate-well sorted, fair-good visible porosity.*

 Batulempung abu-abu muda - abu, *blocky, non calcareous.*

 Batubara coklat gelap-hitam, kekerasan sedang, *sub conchoidal fracture.*



Gambar 6 Basemap Sumur Nania-1 dan Sumur Nania-5.



Gambar 7 Analisis Elektrofasis dan Lithofasis Sumur Nania-5.

Keterangan:

Batupasir halus-sangat halus, *loose quartz, sub angular-sub rounded, moderate-well sorted, fair-good visible porosity.*

Batulempung abu-abu muda - abu, *blocky, non calcareous.*

Tabel 1 Hasil Analisis Kuantitatif Petrofisika Pada Sumur Nania-1 dan Sumur Nania-5

Sumur	Vshale (%)	PHIE (%)	Sw (%)	Net Pay (m)
Nania-1	40	20	70	25
Nania-5 (A)	40	20	70	12,5
Nania-5 (B)	40	20	70	4