

## Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan pada Formasi Pulau Balang Cekungan Kutai

Aga Rizky<sup>1\*</sup> Ignatius Didi Setyawan<sup>2</sup> Sugeng Widada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta  
Jl.Padjaran (Ringroad Utara) No.104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55283

<sup>2</sup>PT. Geoservices

\*Email: [aga.rizky@upnyk.ac.id](mailto:aga.rizky@upnyk.ac.id)

**Abstrak** - Formasi Pulau Balang merupakan salah satu formasi penghasil hidrokarbon yang terdapat pada Cekungan Kutai. Penelitian ini dilakukan pada beberapa sumur pemboran yang mempunyai data Formasi Pulau Balang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *cutting* dan data biostratigrafi pada Sumur X. Analisis yang dilakukan untuk menentukan lingkungan pengendapan pada penelitian ini adalah dengan melakukan interpretasi fasies menggunakan data biostratigrafi dan sifat fisik batuan menggunakan data *cutting*. Sampel yang digunakan pada Sumur X terdapat pada kedalaman 420 m - 2700 m, yang terdiri dari 251 sampel. Berdasarkan hasil interpretasi, didapatkan litologi berupa *packstone* pada kedalaman 420 m - 520 m dengan komposisi berupa fragmen koral dan fragmen *bryozoan*, dan beberapa foraminifera besar yang merupakan marga *Operculina* serta mempunyai pola kurva log *gamma ray* berupa *funnel shape* diinterpretasikan masuk dalam fasies *distributary mouth bar* dengan lingkungan pengendapan adalah *delta front*. Data biostratigrafi yang ditemukan pada kedalaman 520 m – 950 m yang mempunyai litologi berupa batupasir halus adalah *pelecypod*, *gastropods* dan bentuk kecil foraminifera seperti *cellanthus sp.*, *amonia sp.*, dan *pseudorotalia catilliformis*, serta pola log berupa *serrated* dan *bell shape* diinterpretasikan termasuk dalam fasies *distributary mouth bar* dengan lingkungan pengendapan *delta front*. Interval kedalaman 960 m – 1635 m sedikit ditemukan *Nannofossil* pada litologi batupasir sedang berupa *Cyclicargolithus abisectus* dan *C. Floridanus*, *Helicosphaera perchnielseniae*, *Discoaster exilis*, *Coronocyclus nitescens*, *C. Cf. Nitescens*, *Rhabdosphaera poculi* dengan pola *serrated*, *bell shape* dan *funnel shape* diinterpretasikan termasuk dalam fasies *distributary channel* dengan lingkungan pengendapan *lower delta plain*. Interval kedalaman 2071 m – 2210 m pada litologi batulanau ditemukan fosil foraminifera besar seperti *Miogypsina sp.*, dan *Lepidocyclina sp.* dengan pola *serrated*, diinterpretasikan termasuk dalam fasies *crevasse play* yang terendapkan pada lingkungan *upper delta plain*. Interval kedalaman 2500 m – 2700 m ditemukan *Nannoplankton* yang terdiri dari *Cyclicargolithus abisectus*, *C. Floridanus*, *Helicosphaera carteri*, *H. Esuphratis*, *Sphenolithus abies*, *Sphenolithus belemnoides*, dan *Sphenolithus heteromorphus* dengan pola *funnel shape*, diinterpretasikan masuk dalam fasies *interdelta bay* yang terendapkan pada lingkungan *lower delta plain*.

**Kata kunci:** Formasi Pulau Balang, Cekungan Kutai, *distributary mouth bar*, *distributary channel*, *crevasse play*, *interdelta bay*, *delta front*, *lower delta plain*, *upper delta plain*.

**Abstract** - The Pulau Balang Formation is one of the hydrocarbon-producing formations found in the Kutai Basin. This study was conducted on several drilling wells with data on the Pulau Balang Formation. The data used in this study are cutting data and biostratigraphy data from Well X. The analysis conducted to determine the depositional environment in this study is by interpreting the facies using biostratigraphy data and the physical properties of rocks using cutting data. The samples used in Well X are located at depths of 420 m - 2700 m, consisting of 251 samples. Based on the interpretation results, the lithology in the depth of 420 m - 520 m is packstone with a composition of coral fragments and bryozoan fragments, and some large foraminifera of the *Operculina* genus with a log gamma ray curve pattern of funnel shape interpreted as belonging to the distributary mouth bar facies with the depositional environment being a delta front. The biostratigraphy data found at a depth of 520 m - 950 m, which has a lithology of fine sandstone, is pelecypod, gastropods, and small benthic foraminifera such as *Cellanthus sp.*, *Ammonia sp.*, and *Pseudorotalia catilliformis*, as well as log patterns of serrated and bell shape interpreted as belonging to the distributary mouth bar facies with the depositional environment being a delta front. The depth interval of 960 m - 1635 m is slightly found Nannofossil in the lithology of medium sandstone in the form of *Cyclicargolithus abisectus* and *C. Floridanus*, *Helicosphaera perchnielseniae*, *Discoaster exilis*, *Coronocyclus nitescens*, *C. Cf. Nitescens*, and *Rhabdosphaera poculi* with serrated, bell shape, and funnel shape patterns are interpreted as belonging to the distributary channel facies with the depositional environment being a lower delta plain. The depth interval of 2071 m - 2210 m in the limestone lithology found large foraminifera fossils such as *Miogypsina sp.*, and *Lepidocyclina sp.*

with a serrated pattern, interpreted as belonging to the crevasse play facies deposited in the upper delta plain environment. The depth interval of 2500 m - 2700 m found Nannoplankton consisting of *Cyclicargelithus abisectus*, *C. Floridanus*, *Helicosphaera carteri*, *H. Esuphratis*, *Sphenolithus abies*, *Sphenolithus belemnus*, and *Sphenolithus heteromorphus* with a funnel shape pattern, interpreted as belonging to the interdelta bay facies deposited in the lower delta plain environment.

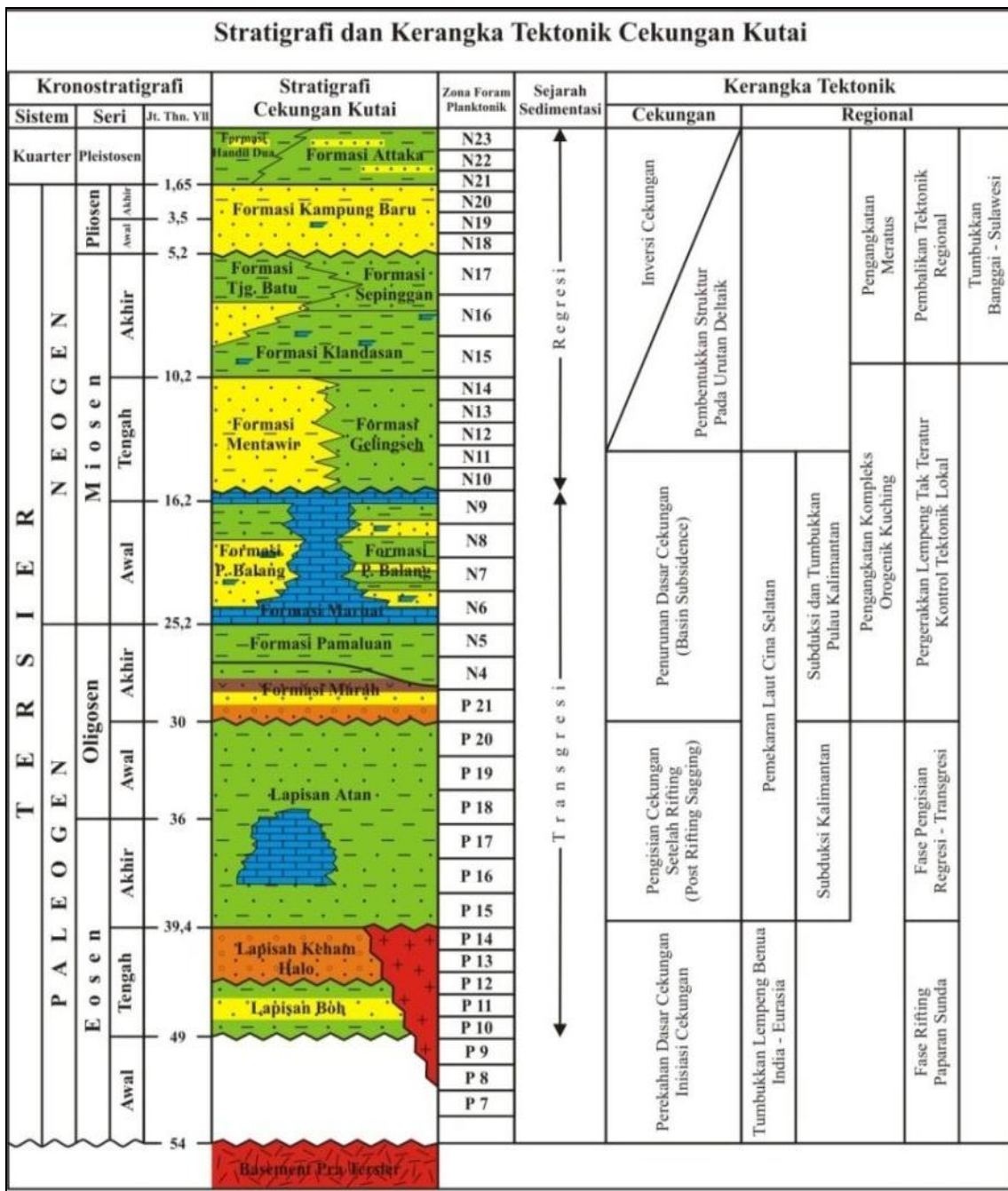
**Keywords:** Pulau Balang Formation, Kutai Basin, distributary mouth bar, distributary channel, crevasse play, interdelta bay, delta front, lower delta plain, upper delta plain.

## PENDAHULUAN

Cekungan Kutai merupakan cekungan sedimen terdalam (15 km) dan terluas (60.000 km<sup>2</sup>) yang terdapat di Indonesia (Kusuma & Darin, 1989). Cekungan ini juga merupakan penghasil minyak terbesar kedua setelah Cekungan Sumatra Tengah. Salah satu formasi yang cukup produktif penghasil hidrokarbon adalah Formasi Pulau Balang yang tersusun atas batuan sedimen klastik berupa batupasir, batulanau, batulempung dan sisipan batugamping (Satyana, dkk., 1999). Perubahan litologi yang cukup bervariasi menandakan adanya perubahan energi pengendapan serta suplai sedimen yang cukup bervariasi terjadi pada umur Miosen di Cekungan Kutai. Menurut Satyana dkk., (1999) stratigrafi daerah Cekungan Kutai (Gambar 1) merupakan endapan-endapan sedimen Tersier sebagai hasil dari siklus transgresi dan regresi laut. Sistem delta pada Cekungan Kutai yang berumur Miosen Tengah berkembang secara cepat ke arah timur dan ke arah tenggara, batupasir yang terbentuk di *delta plain* dan *delta front* yang regresif berumur Miosen Tengah secara umum merupakan reservoir di sejumlah lapangan minyak dan gas bumi di Cekungan Kutai, urutan stratigrafi dari tua ke muda. Kecepatan sedimentasi cukup tinggi dan dihitung dengan hasil rata-rata sekitar 3.500 ft/m.y. (secara dekomposisi) (Jhon A. Bates, 1996).

## GEOLOGI REGIONAL

Cekungan Kutai dibatasi oleh dua jalur sesar berarah barat laut-tenggara yaitu Zona Sesar Sangkulirang di bagian utara dan Zona Sesar Adang di bagian selatan. Bagian selatan dibatasi Pegunungan Meratus pada bagian barat dibatasi oleh Tinggian Kuching. Menurut Van de Weerd & Armin (1992) Cekungan Kutai terbentuk pada Kala Eosen Tengah sebagai cekungan ekstensional. Struktur batuan dasar dari Cekungan Kutai merupakan produk tektonik Mesozoik Akhir hingga Tersier Awal. Pembentukan Cekungan Kutai berkaitan dengan proses tektonik yang berupa *rifting* Selat Makassar sepanjang Eosen Tengah sampai Oligosen Awal (Asikin, 1976). Proses tumbukan lempeng India dengan lempeng benua Asia membentuk gaya berarah baratdaya, hal tersebut memacu terbentuknya *rifting* Selat Makassar sepanjang rangkaian *strike-slip fault parallel* yang merupakan reaktifasi struktur sebelumnya yaitu Patahan Adang, Patahan Mangkalihat, dan lainnya. Stratigrafi Cekungan Kutai menurut Allen dan Chamber (1998) terdiri dari dua fase utama yaitu fase transgresi Paleogen dan fase regresi Neogen. Fase transgresi Paleogen dimulai saat tektonik ekstensional dan pengisian cekungan pada Kala Eosen dan diakhiri dengan ekstensional *post-rift* serpih laut dalam dan paparan karbonat pada Kala Oligosen Akhir. Fase regresi Neogen dimulai pada Miosen awal sampai sekarang yang menghasilkan progradasi delta. Sedimen regresi ini terdiri dari lapisan-lapisan sedimen klastik delta hingga laut dangkal dengan progradasi dari barat ke arah timur. Stratigrafi Cekungan Kutai dari tua ke muda tersusun atas *basement* (bataun beku), Lapisan Boh, Lapisan Keham Halo, Lapisan Atan, Formasi Merah, Formasi Pamaluan, Formasi Bebulu, Formasi Pulau Balang, Formasi Balikpapan, Formasi Kampung Baru, dan Kelompok Mahakam (Gambar 1).



Gambar 1. Stratigrafi dan kerangka tektonik Cekungan Kutai (Satyana dkk., 1999).

**METODOLOGI**

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui lingkungan pengendapan batuan sedimen, adalah dengan melakukan analisis biostratigrafi untuk mengetahui lingkungan bathymetri batuan tersebut terendapkan berdasarkan kandungan fosilnya. Analisis pola log gamma ray (GR) sangat penting dilakukan untuk melakukan interpretasi fasies. Lingkungan bathymetri akan di integrasikan dengan pola log GR untuk menarik interpretasi fasies dan lingkungan pengendapan batuan sedimen.

## PEMBAHASAN

### Litofasies *Packstone*

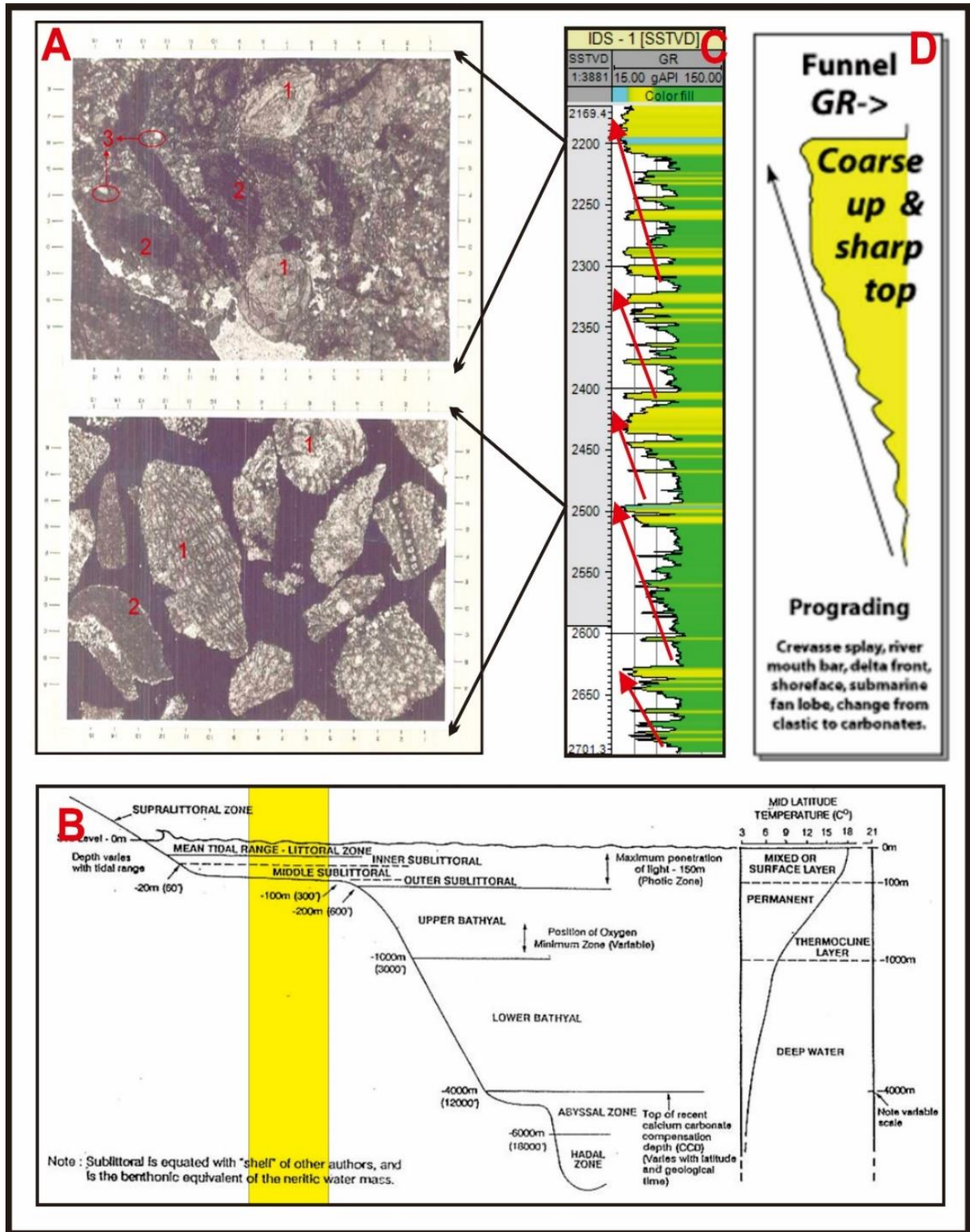
Berdasarkan deskripsi dari data *cutting* pada Sumur X, didapatkan litologi berupa batugamping berwarna abu-abu cerah, memiliki porositas besar hingga berongga dan sedikit *argillaceous* dengan sedikit perselingan *clay*. *Clay* berwarna abu-abu hingga kehijauan, terdapat pirit, serta terdapat kandungan foram, *clay* mudah terlarut. Berdasarkan analisis petrografi, komponen *allochemical* dari *grain supported*, rongga yang terisi oleh lumpur. Komponen *allochemical* yang paling banyak ditemukan adalah fragmen koral, *foraminifera* besar (termasuk beberapa *miliolids*), dan alga merah. Fragmen *bivalve*, *echinoids spines*, *bryozoans*, *agglutinating* dan *planktonic foraminifera* juga ditemukan (Gambar 2). Berdasarkan analisis biostratigrafi pada kedalaman 420 m – 520 m dari Sumur X ditemukan koral dan fragmen *bryozoan*, sedikit *pelecypods*, *gastropods*, *echinoid spines*, dan beberapa *foraminifera* besar yang merupakan marga *Operculina*. Tidak ditemukan *Nannoplankton*. Perlapisan lignit dan muskovit ditemukan pada kedalaman 450 m – 490 m. Berdasarkan fosil yang ada lingkungan pada interval ini diinterpretasikan sebagai *inner neritic*. Berdasarkan pola kurva log *gamma ray* menunjukkan pola *funnel shape* (Gambar 3), mengindikasikan litologi pada kedalaman ini semakin mengkasar ke atas. Hadirnya lempung menunjukkan lingkungan laut dangkal yang mulai terpengaruh oleh endapan dari darat dengan energi yang rendah. Berdasarkan integrasi dari data-data tersebut, kemudian penulis interpretasikan bahwa fasies pengendapannya yaitu *distributary mouth bar* dengan lingkungan pengendapan adalah *delta front*.

### Litofasies Batupasir Halus

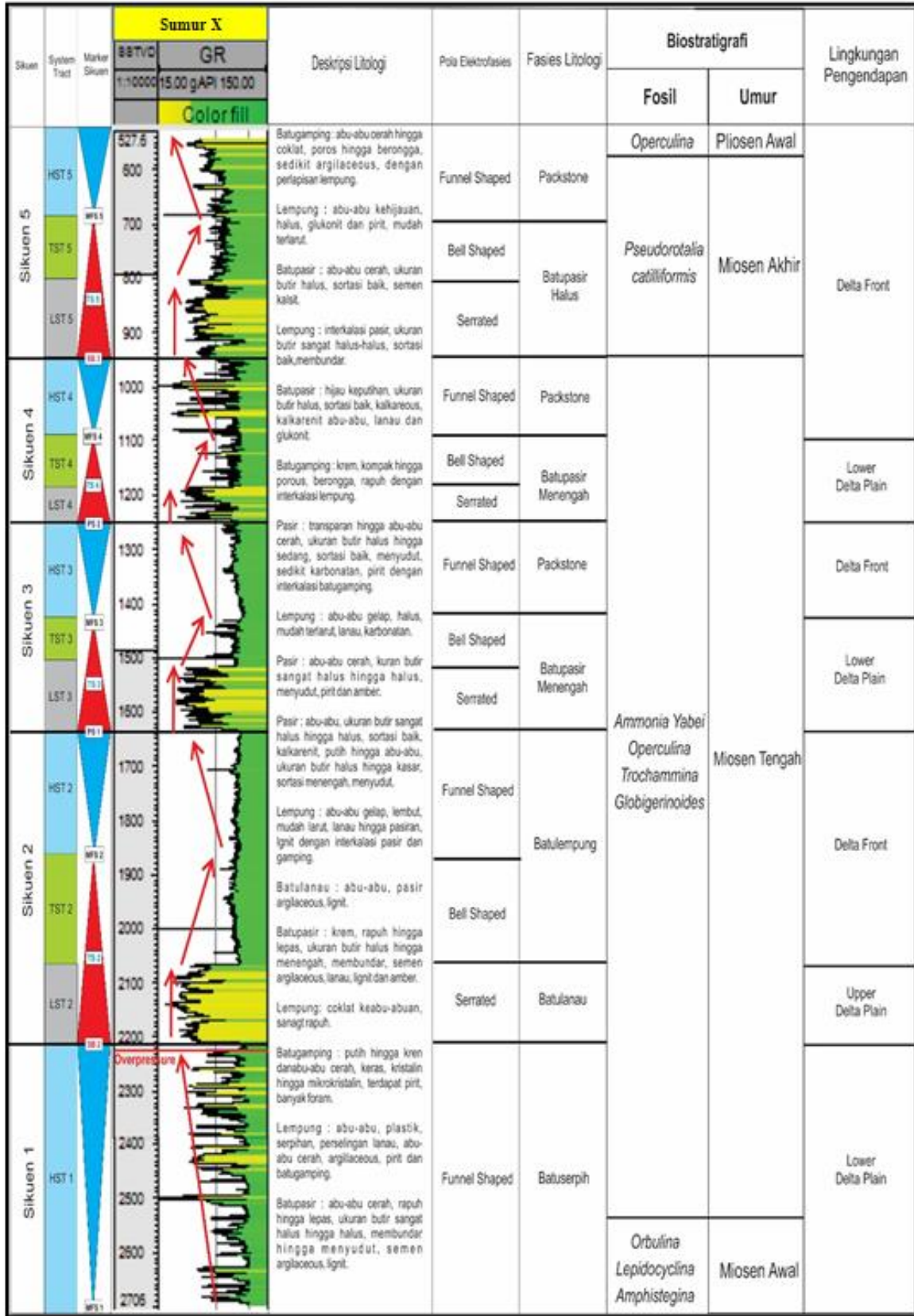
Berdasarkan deskripsi dari data *cutting* pada Sumur X, didapatkan litologi berupa batupasir berwarna abu-abu cerah, ukuran butirnya sangat halus, tersortasi dengan baik, bentuk *subangular-subrounded*, dengan sementasi kalsit, terdapat perselingan *clay*. *Clay* berwarna abu-abu hingga kehijauan, lembut, terdapat pirit, terdapat banyak foram, lempung mudah terlarut. Berdasarkan analisis biostratigrafi pada kedalaman 520 m – 950 m ditemukan banyak *pelecypod*, *gastropods* dan bentuk kecil *foraminifera* seperti *cellanthus sp.*, *amonia sp.*, dan *pseudorotalia catilliformis*. Berdasarkan fosil yang ada lingkungan pada interval ini diinterpretasikan sebagai *inner neritic*. Berdasarkan pola log *gamma ray* pada kedalaman ini menunjukkan pola *serrated* dan *bell shape* (Gambar 3), menunjukkan litologi pada interval kedalaman ini adalah batupasir berukuran halus hingga sangat halus. Hal ini menunjukkan litologi pada interval ini terendapkan pada energi yang tinggi atau konstan namun sudah cukup jauh dari sumber sedimen sehingga ukuran butir halus hingga sangat halus. Energi semakin berangsur menurun menjadi rendah dengan adanya sisipan lempung. Berdasarkan integrasi data yang ada diinterpretasikan interval ini fasies pengendapannya yaitu *distributary mouth bar* dengan lingkungan pengendapan *delta front*.

### Litofasies Batupasir Sedang

Berdasarkan deskripsi dari data *cutting* pada Sumur X, didapatkan litologi berupa batupasir berwarna krem, gembur dan mudah lepas, berukuran butir halus hingga sedang, berbentuk subangular, tersementasi *argillaceous*, *silty*, terdapat lignit dan sisipan *clay*. *Clay* berwarna abu-abu, lembut, mudah larut ketika dicuci, berukuran halus hingga sangat halus dan terdapat perlapisan dolomit. Berdasarkan analisis biostratigrafi pada interval kedalaman 960 m – 1635 m sedikit ditemukan *Nannofossil* yang menunjukkan semakin menurunnya ketinggian air laut relatif. Kumpulan *Nannoplankton* yang ditemukan terdiri dari *Cyclicargolithus abisectus* dan *C. Floridanus*, *Helicosphaera perchnielseniae*, *Discoaster exilis*, *Coronocyclus nitescens*, *C. Cf. Nitescens*, *Rhabdosphaera poculi*. Berdasarkan fosil yang ditemukan lingkungan pada interval ini diinterpretasikan sebagai *near shore*. Berdasarkan pola log *gamma ray* pada interval ini menunjukkan pola *serrated*, *bell shape* dan *funnel shape* (Gambar 3), menunjukkan pengendapan terjadi pada awal mengalami agradasi yaitu pasokan sedimen dengan ruang pengendapan berbanding sama. Kemudian berangsur berubah menjadi retrogradasi yaitu pasokan sedimen yang sedikit dibandingkan dengan ruang pengendapan atau terjadinya kenaikan muka air laut relatif yang tidak diimbangi dengan pasokan sedimen. Setelah itu terjadi progradasi atau pasokan sedimen lebih banyak dibandingkan dengan ruang pengendapan atau terjadinya penurunan muka air laut relatif. Berdasarkan integrasi dari data yang ada maka pada interval ini fasies pengendapan diinterpretasikan *distributary channel* yang terendapkan pada lingkungan *lower delta plain*.



**Gambar 2.** A) Analisis petrografi pada Sumur X yang menunjukkan : 1) *Foraminifera* besar, 2) Alga Merah, dan 3) Kalsit yang secara lokal tergantikan oleh *hypidiotypic dolomite*. B) Interpretasi lingkungan pengendapan fosil. C) Pola log gamma ray pada interval kedalaman sampel petrografi. D) Lingkungan pengendapan berdasarkan pola log menunjukkan *Delta Front*.



Gambar 3. Pola log gamma ray pada Sumur X yang digunakan sebagai dasar penentuan fasies.

### Litofasies Batulanau

Berdasarkan deskripsi dari data *cutting* pada Sumur X, didapatkan litologi berupa batulanau, berwarna abu-abu, *argillaceous*, *sandy*, dan terdapat lignit. Berdasarkan analisis biostratigrafi pada kedalaman 2130 m – 2210 m dan 2071 m – 2090 m ditemukan batulanau dengan fosil *foraminifera* besar seperti *Miogypsina sp.*, dan *Lepidocyclina sp.* sehingga pada interval ini diinterpretasikan sebagai *inner shelf*. Berdasarkan pola dari log *gamma ray* pada interval ini menunjukkan pola *serrated* (Gambar 3), menunjukkan muka air laut yang konstan. Ukuran butir halus hingga sangat halus menunjukkan pengendapan terjadi pada energi yang rendah. Berdasarkan integrasi dari data yang ada maka fasies pada interval ini diinterpretasikan *crevasse play* yang terendapkan pada lingkungan *upper delta plain*.

### Litofasies Serpih

Berdasarkan deskripsi dari data *cutting* pada Sumur X, didapatkan litologi berupa serpih dengan warna coklat keabu-abuan, ukuran butir halus, plastik dan *locally calcareous*. Berdasarkan analisis biostratigrafi pada kedalaman 2500 m – 2700 m ditemukan *Nannoplankton* yang terdiri dari *Cyclicargelithus abisectus*, *C. Floridanus*, *Helicosphaera carteri*, *H. Esuphratis*, *Sphenolithus abies*, *Sphenolithus belemnoides*, dan *Sphenolithus heteromorphus*. Berdasarkan fosil yang ditemukan interval ini diinterpretasikan sebagai *middle neritic*. Berdasarkan pola dari log *gamma ray* pada interval ini menunjukkan pola *funnel shape* (Gambar 3), menggambarkan sedimen terendapkan dengan pola mengkasar ke atas. Berdasarkan integrasi data yang ada fasies pada interval ini diinterpretasikan *interdelta bay* yang terendapkan pada lingkungan *lower delta plain*.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada Sumur X dengan menggunakan data *wireline log* dan data *cutting*, didapatkan urutan litofasies berupa *packstone*, batupasir halus, batupasir sedang, batulanau, dan serpih. Dari data biostratigrafi yang dianalisis, didapatkan lingkungan *bathymetri* berupa *inner neritic*, *near shore*, *inner shelf*, dan *middle neritic*. Berdasarkan hasil analisis biostratigrafi yang kemudian dikaitkan dengan pola log *gamma ray*, dapat diinterpretasikan bahwa Formasi Pulau Balang mempunyai fasies berupa *distributary mouth bar*, *distributary channel*, *crevasse play*, dan *interdelta bay*. Berdasarkan dari fasies tersebut, dapat disimpulkan bahwa Formasi Pulau Balang terendapkan pada lingkungan *delta plain* pada bagian bawahnya, kemudian secara gradasional ke bagian atas formasi berubah menjadi lingkungan *delta front*. Hal tersebut mencerminkan bahwa pada Formasi Pulau Balang secara umum terjadi kenaikan muka air laut atau transgresi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P. and Chambers, J.L.C., 1998. Deltaic Sediment in The Modern and Miocene Mahakam Delta, *Indonesian Petroleum Association*, Jakarta.
- Asikin, S., 1976, *Geologi Struktur Indonesia*, Departemen Teknik Geologi ITB, Bandung, Indonesia.
- Blow, W.H. (1969). Late Mid-Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Proceedings 1<sup>st</sup> International Conference Planktonic Microfossil*, Geneva 1967, 1, 199-421.
- Burrus, J., Brosse, E., Choppin de janvry, G., Grosjean, Y., Oudin, J.L., 1992, Basin Modelling in The Mahakam Delta Based on the Integrated 2D Model Temispack. *Indonesian Petroleum Association, 21<sup>st</sup> Annual Convention Proceeding I*.
- Friedman, G.M., and Sanders J.E., 1978, *Principles of Sedimentology*, Wiley, New York. USA.
- Kusuma, I. And Darin, T., 1989. The Hydrocarbon Potential of The Lower Tanjung Formation, Barito Basin, Kalimantan Selatan, *Proceedings Indonesian Petroleum Association 1989*, p.107-138.
- Marks, E., Sujatmiko, Samuel, L., Dhanutirto, H., Ismoyowati, T., Sidik, B.B., 1982. Cenozoic Stratigraphic Nomenclature in Kutai Basin, Kalimantan, *Proceeding of Indonesian Petroleum Association, 11<sup>th</sup> Annual Convention*, Jakarta, Indonesia.
- Martini, E. (1971). *Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation*. -Proc. 2<sup>nd</sup> Planktonik Conf., Rome 1970, II, 739-785.

- Satyana, A.H., Nugroho, D., and Surantoko, I., 1999. Tectonic Controls on The Hydrocarbon Habitats of the Barito, Kutai and Tarakan Basin, Eastern Kalimantan, Indonesia; Major Dissimilarities. *Journal of Asian Earth Sciences Special Issue*, Vol. 17, No. 1-2, Elsevier Science, Oxford 99-120.
- Van de Weerd, A., and Armin R.A., 1992. Origin and Evolution of the Tertiary Hydrocarbon Bearing Basins in Kalimantan (Borneo), Indonesia. *AAPG Bulletin*, 76 (11), pp1778-1803.