



FASIES PENGENDAPAN BATUPASIR FORMASI ARANG BAGIAN TENGAH DI LAPANGAN 'LP' CEKUNGAN NATUNA BARAT

Linda Apriana Paskah^{1*}, Undang Mardiana¹, Yusi Firmansyah¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: lindapaskah@gmail.com

ABSTRAK

Lapangan penelitian 'LP' terletak di Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Pusat penelitian berada pada zona reservoir batupasir Formasi Arang Bagian Tengah, Cekungan Natuna Barat. Cekungan Natuna Barat merupakan cekungan *intra-continental rift* pada Paparan Sunda. Salah satu formasi yang berperan sebagai reservoir dan menjadi pusat penelitian pada cekungan ini adalah Formasi Arang Bagian Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui litofasies, elektrofases, dan fasies pengendapan batupasir lapangan penelitian berdasarkan data *core* dan *well log*. Penentuan litofasies didasarkan pada data deskripsi batuan inti berupa tekstur dan struktur sedimen dan data *mudlog*. Interval penelitian terdiri dari sebelas litofasies dan lima sub-asosiasi fasies, yaitu sub-asosiasi fasies *interdistributary bay*, *bay & marsh deposits*, *distributary channel*, *distributary mouth bar*, dan *barrier bar*. Analisis elektrofases dengan menggunakan Log Gamma-Ray dilakukan pada keenam sumur penelitian dengan pola respon kurva log, yaitu *funnel-serrated shaped*, *bell-serrated shaped*, *cylindrical/blocky shaped*, dan *serrated shaped*. Interval penelitian terbagi menjadi tiga fasies pengendapan, yaitu *delta plain 1*, *delta front*, dan *delta plain 2*. Korelasi fasies pengendapan dilakukan dengan menggunakan prinsip litokorelasi yang didasarkan pada karakteristik litologi dan posisi stratigrafi. Batas fasies pengendapan diinterpretasi melalui data log sumur untuk mengetahui kemenerusan fasies pengendapan di lingkungan delta.

Kata kunci: batupasir, litofasies, elektrofases, fasies pengendapan, Cekungan Natuna Barat, Formasi Arang Bagian Tengah

ABSTRACT

'LP' Field is located in Natuna Regency, Riau Islands Province, Indonesia. The study was focused on the reservoir in Middle Arang Formation, West Natuna Basin. West Natuna Basin is an *intra-continental rift* basin within Sunda Shelf. Middle Arang Formation is one of the formations in West Natuna Basin that plays as reservoir in West Natuna Basin petroleum system. This study aim to determine lithofacies, electrofacies, and depositional facies of the reservoir in 'LP' Field using core and well log data. Lithofacies was interpreted based on core description (sedimentary textures and structures) and mudlog data. The interval study comprised eleven lithofacies and five sub-facies associations: *interdistributary bay*, *bay & marsh deposits*, *distributary channel*, *distributary mouth bar*, and *barrier bar*. Electrofacies was analysed using Gamma-Ray Log in six wells and interpreted as *funnel-serrated shaped*, *bell-serrated shaped*, *cylindrical/blocky shaped*, and *serrated shaped*. The interval study was divided into three depositional facies: *delta plain 1*, *delta front*, and *delta plain 2*. Depositional facies correlation was interpreted using lithocorrelation principal based on lithology characteristics and stratigraphic position. Depositional facies boundaries were interpreted through well log data to determine depositional facies distribution in delta environment.

Keywords: sandstone, lithofacies, electrofacies, depositional facies, West Natuna Basin, Middle Arang Formation

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan kebutuhan gas bumi yang selalu meningkat setiap tahunnya. Menurut Neraca Gas Bumi Nasional (2012-2025), produksi gas Indonesia diperkirakan mencapai puncaknya pada tahun 2018 dan dengan kondisi tersebut diperlukan peninjauan kembali dan penggalan potensi ± 60 cekungan penghasil hidrokarbon yang tersebar di seluruh Indonesia. Salah satu cekungan penghasil hidrokarbon di Indonesia adalah Cekungan Natuna Barat yang menjadi pusat penelitian pada tulisan ini dan secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia.

Lapangan 'LP' memiliki salah satu komponen *petroleum system* yang menjadi pusat penelitian pada tulisan ini, yaitu reservoir gas yang berasal dari batupasir Formasi Arang Bagian Tengah, Cekungan Natuna Barat. Formasi Arang Bagian Tengah menjadi target utama reservoir yang menarik untuk diteliti karena memiliki material penyusun yang terendapkan di lingkungan yang cenderung fluktuatif dan tentu berpengaruh pada karakteristik dan sebaran reservoir di dalamnya.

Studi mengenai batupasir sebagai reservoir gas perlu dilakukan untuk mengetahui fasies pengendapan dan sebarannya. Metode yang digunakan dalam penentuan fasies pengendapan pada studi ini adalah metode terpadu integrasi antara analisis litofasies dan elektrofases yang menghasilkan interpretasi fasies pengendapan sehingga diketahui perkiraan batas dan sebarannya pada interval penelitian. Penentuan batas dan sebaran fasies pengendapan berguna untuk menentukan arah pengembangan prospek gas bumi selanjutnya sehingga dapat meningkatkan dan memaksimalkan eksplorasi pada lapangan penelitian.

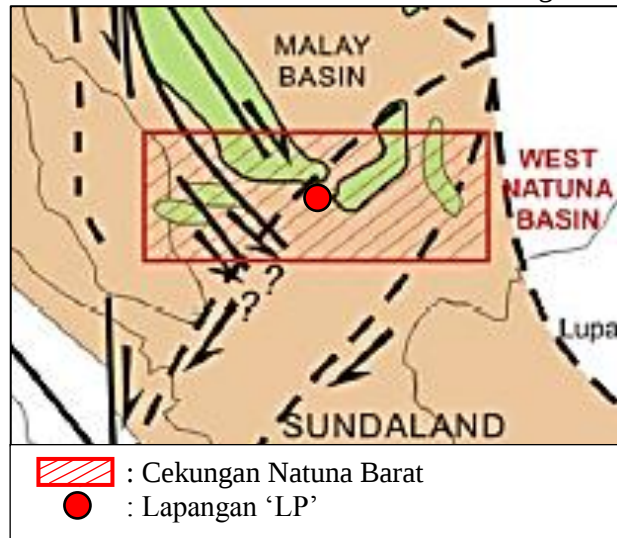
2. TINJAUAN PUSTAKA

Cekungan Natuna Barat merupakan cekungan tersier *intra-continental rift* pada Paparan Sunda (Darman dan Sidi, 2000) yang memiliki sistem *graben* berarah barat laut-tenggara dan barat daya-timur laut (gambar 2.1). Secara umum, Cekungan Natuna Barat terbagi ke dalam empat megasikuen tektonostratigrafi, yaitu Megasikuen *Syn-Rift*, Megasikuen *Post-Rift*, Megasikuen *Syn-Inversion*, dan Megasikuen *Post-Inversion*. Formasi penyusun cekungan ini terdiri dari Formasi Lama, Formasi Benua, Formasi Lower Gabus, Formasi Keras, Formasi Upper Gabus, Formasi Barat, Formasi Arang, dan Formasi Muda (gambar 2.2). Objek penelitian berada pada Formasi Arang Bagian Tengah yang termasuk ke dalam Megasikuen *Syn-Inversion* pada kala Miosen Tengah-Miosen Akhir dengan struktur yang berkembang berupa antiklin dengan arah tegasan barat laut-tenggara (Ginger dkk., 1993). Formasi Arang Bagian Tengah terendapkan pada lingkungan fluktuatif, yaitu *fluvial* dan delta terutama *upper delta plain*, serta *near coastal*.

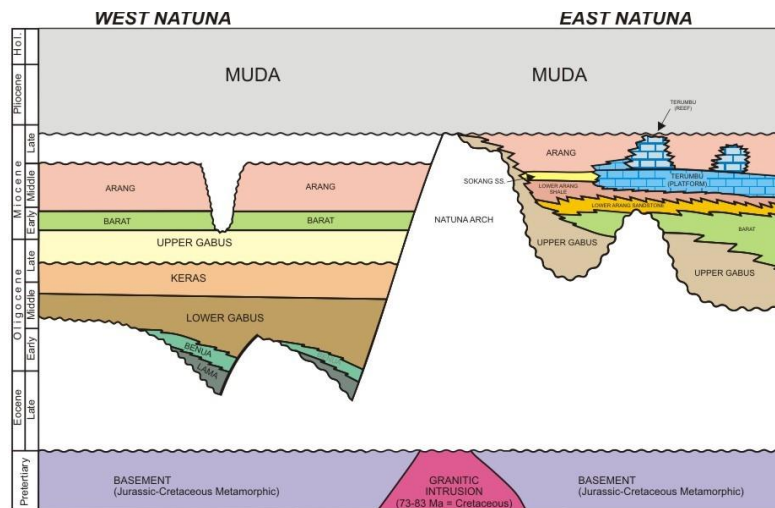
Batupasir sebagai objek penelitian merupakan salah satu reservoir pada Cekungan Natuna Barat yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik sebagai tempat penyimpanan, akumulasi, dan pelolosan fluida hidrokarbon. Batas dan sebaran reservoir batupasir tersebut perlu diketahui melalui analisis fasies pengendapan dengan menggunakan data *core* dan *well log*. Fasies merupakan suatu tubuh batuan yang memiliki kombinasi karakteristik yang khas apabila ditinjau dari segi litologi, struktur sedimen, dan struktur biologi yang menunjukkan karakteristik yang berbeda dari tubuh batuan di atas, di bawah, atau di sekelilingnya (Walker dan James, 1992). Fasies pengendapan merupakan tempat atau wadah bagi suatu tubuh batuan yang memiliki litologi, struktur fisik, dan biologi yang berbeda dengan di atas dan di bawahnya, serta berhubungan secara lateral di dekatnya.

Litofasies merupakan suatu tubuh batuan yang memiliki karakteristik fisik dan

kimia khas (tekstur dan struktur) yang dapat dibedakan dengan batuan di atas, bawah,



Gambar 2. 1 Tektonik Regional Cekungan Natuna Barat (Modifikasi Tjia, 2014)



Gambar 2. 2 Stratigrafi Regional Cekungan Natuna Barat (Darman, 2000)

atau sampingnya. Litofasies dapat diasosiasikan dengan sub-asosiasi dan asosiasi fasies suatu model lingkungan pengendapan tertentu berdasarkan kesamaan karakteristik tubuh batuan. Pada interval penelitian diasosiasikan dengan sub-asosiasi fasies delta menurut Coleman (1981). Elektrofases merupakan suatu analisis pola dan energi sedimentasi beserta asosiasinya dengan fasies tertentu berdasarkan bentuk respon kurva Log *Gamma-Ray* yang terdiri dari bentuk

funnel, *bell*, *blocky/cylindrical*, *symmetrical*, dan *irregular/serrated* (Walker dan James, 1992). Untuk mengetahui sebaran fasies pengendapan interval penelitian, dilakukan korelasi yang merupakan adalah penghubungan titik-titik kesamaan waktu atau penghubungan satuan-satuan stratigrafi dengan mempertimbangkan kesamaan waktu. Korelasi pada interval penelitian dilakukan dengan menggunakan konsep litokorelasi,

yaitu penghubungan titik-titik dengan kesamaan litologi dan posisi stratigrafi.

3. METODE

Objek yang dianalisis dalam penelitian adalah batupasir Formasi Arang Bagian Tengah yang berada di Lapangan 'LP' dengan luas 35,84 km², Cekungan Natuna Barat. Jumlah sumur yang diteliti, yaitu sebanyak enam sumur. Tahapan penelitian terdiri dari tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pemilihan data, tahap pengolahan data, dan tahap analisis dan interpretasi data.

Tahap persiapan meliputi perencanaan penelitian, studi literatur geologi regional lapangan penelitian, dan studi terkait judul penelitian. Tahap pengumpulan dan pemilihan data (tabel 3.1) meliputi pengumpulan data batuan berupa batuan inti (*core*), batuan teras samping (*side wall core*), dan *mudlog* pada setiap sumur, peta sebaran sumur atau peta dasar lapangan penelitian, dan *data wireline log*. Data batuan sumur meliputi data batuan inti (*core*) dan data batuan teras samping (*side wall core*) yang tersedia pada Sumur LP 1 dan Sumur LP 2. Data batuan inti (*core*) pada Sumur LP 1 berada pada interval 4672-4791 ft (TVDSS) dan pada Sumur LP 2 berada pada interval 4484-4577 ft (TVDSS). Data *mudlog* tersedia pada Sumur LP A1, Sumur LP A2, Sumur LP A3, Sumur LP A4, dan Sumur LP 2. Data *wireline log* dari keenam sumur yang tersedia berupa Log *Gamma Ray* (GR), Log Neutron (NPHI), Log Densitas (RHOB), dan Log Resistivitas. Tahap pengolahan data meliputi pembuatan kolom stratigrafi setiap sumur dengan menggunakan *software CorelDraw* dan *RockWare Log Plot* dan *loading data wireline log* setiap sumur dalam *software Petrel*. Tahap analisis dan interpretasi data meliputi pembagian litofasies, sub-asosiasi fasies, elektrofases, fasies pengendapan, dan korelasi fasies pengendapan batupasir Formasi Arang Bagian Tengah di Lapangan 'LP', Cekungan Natuna Barat. Interpretasi sub-asosiasi fasies menggunakan referensi

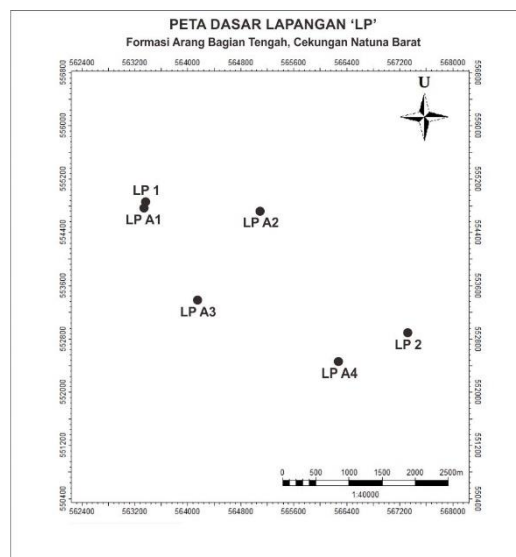
model fasies delta menurut Coleman (1981).

Tabel 3.1 Ketersediaan Data Lapangan Penelitian

Data \ Sumur	LP 2	LP 1	LP A1	LP A2	LP A3	LP A4
CORE-SWC	v	v				
MUDLOG	v		v	v	v	v
Log GR	v	v	v	v	v	v
Log RHOB	v	v	v	v	v	v
Log NPHI	v	v	v	v	v	v
Log Resistivity	v	v	v	v	v	v

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lapangan 'LP' merupakan salah satu lapangan penghasil gas bumi yang berada pada Cekungan Natuna Barat dengan target reservoir utama berada pada batupasir Formasi Arang Bagian Tengah. Lapangan 'LP' berada di sebelah barat Cekungan Natuna Barat (gambar 4.1) dan memiliki struktur yang berkembang berupa antiklin dengan orientasi timur laut-barat daya. Penentuan fasies dan fasies pengendapan, beserta distribusinya diperlukan untuk mengetahui persebaran reservoir di lapangan penelitian.



Gambar 4. 1 Peta Dasar Lapangan 'LP'

4.1 Litofasies

Analisis litofasies batuan bawah permukaan pada penelitian ini menggunakan data batuan inti, yaitu *conventional core* dan *side wall core* yang

kemudian dilengkapi dengan data *mudlog*. Dari keenam sumur penelitian, analisis litofasies secara rinci dilakukan pada dua sumur dengan ketersediaan data batuan paling lengkap, yaitu Sumur LP 2 dan LP 1.

Litofasies Sumur LP 2 dan Sumur LP 1

Sumur LP 2 terdiri dari 10 litofasies (gambar 4.2) dengan batas interval penelitian pada kedalaman 4470,5-5112,5 ft (TVDSS). Data *core* terdapat pada interval 4484-4577 ft (TVDSS) dengan ketebalan 93 ft atau 28,4 meter. Sumur LP 1 terdiri dari 9 litofasies (gambar 4.3) dengan batas interval penelitian pada kedalaman 4500-5095 ft (TVDSS). Data *core* terdapat pada interval 4672-4791 ft (TVDSS) dengan ketebalan 119 ft atau 36,3 meter.

Adapun litofasies interval penelitian berdasarkan karakteristik batuan pada kedua sumur terdiri dari 11 litofasies, yaitu:

- Litofasies K

Litofasies K atau Batulempung Cangkang Karbonan terdiri dari litologi batulempung, batupasir, dan batulanau yang didominasi oleh batulempung. Litofasies ini didominasi oleh batulempung yang mengandung fragmen cangkang, karbon, dan pirit dengan batulanau dan batupasir yang mengandung karbon sehingga diinterpretasikan berada dalam sistem pengendapan lingkungan transisi. Karbon mengindikasikan lingkungan transisi dan tidak jauh dari darat. Pirit merupakan salah satu mineral indikasi endapan pantai yang mengalami reduksi dan berada pada daerah yang cenderung resistif terhadap pengaruh laut.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *interdistributary bay* pada *delta plain*.

- Litofasies J

Litofasies J atau Batupasir Sangat Halus *Flaser-Wavy* terdiri dari litologi batupasir dan batulanau yang didominasi oleh batupasir. Pola pengendapan fasies ini cenderung mengkasar ke atas dari batulanau hingga batupasir. Struktur *wavy* dan *flaser bedded* pada batupasir, serta lensa batupasir pada batulanau merupakan indikasi lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (*tidal*). Kandungan karbon mengindikasikan lingkungan transisi dan tidak jauh dari darat, pirit mengindikasikan lingkungan dekat pantai yang mengalami reduksi dan resistif pada pengaruh laut, serta glaukonit sebagai indikasi pengaruh laut pada lingkungan transisi atau laut dangkal.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar* pada *delta plain*.

- Litofasies I

Litofasies I atau Batupasir Sangat Halus Lanauan terdiri dari litologi batupasir dan batulanau yang didominasi oleh batupasir. Berdasarkan deskripsi batuan teras samping pada interval ini menunjukkan karakteristik yang cenderung identik dengan Litofasies J, dimana menunjukkan material yang terendapkan pada lingkungan transisi dengan pola pengendapan mengkasar ke atas dan ditemukan struktur *wavy-bedded*. Dari karakteristik tersebut menunjukkan bahwa endapan berasal dari lingkungan delta dengan didukung adanya kandungan karbon.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar* pada *delta plain*.

- Litofasies H

Litofasies H atau Batulempung Karbonan terdiri dari litologi batulempung dan batulanau. Adanya laminasi lanauan dan pasir pada batulempung mengindikasikan bahwa lingkungan pengendapan berada di delta atau lingkungan transisi yang menunjukkan heterogenitas batuan. Kandungan karbon pada batulempung dan batulanau menunjukkan bahwa material sedimen terendapkan tidak jauh dari lingkungan darat.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* pada *delta plain*.

- Litofasies G

Litofasies G atau Batupasir Sangat Halus-Halus *Flaser-Wavy* terdiri dari litologi batupasir, batupasir lanauan, batulanau, batulempung, dan lapisan tipis batubara yang didominasi oleh batupasir. Adanya struktur sedimen berupa *cross-bedded* pada batupasir mengindikasikan endapan pada arus silang siur. Struktur sedimen *wavy* dan *flaser bedded* pada batupasir, serta lensa batupasir pada batulanau mengindikasikan adanya pengaruh arus pasang surut (*tidal*) pada lingkungan pengendapan interval penelitian. Kandungan karbon mengindikasikan lingkungan transisi dan tidak jauh dari darat, pirit mengindikasikan lingkungan dekat pantai yang mengalami reduksi dan resistif pada pengaruh laut, serta glaukonit sebagai indikasi pengaruh laut pada lingkungan transisi atau laut dangkal. Heterogenitas pada litofasies ini mengindikasikan lingkungan pengendapan daerah delta atau transisi.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar* pada *delta front*.

- Litofasies F

Litofasies F atau Batulempung Pasiran Karbonan terdiri dari litologi batulempung. Adanya laminasi pasir dan lanauan pada batulempung menunjukkan heterogenitas batuan yang mengindikasikan lingkungan pengendapan transisi, yaitu delta. Adanya kandungan karbon mengindikasikan lingkungan transisi dan tidak jauh dari lingkungan darat.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* pada *delta front*.

- Litofasies E

Litofasies E atau Batupasir Halus-Sedang Gradasi Sangat Halus-Halus pada Sumur LP 2 terdiri dari litologi batupasir dan lapisan tipis batubara. Adanya endapan batubara yang ditemukan mengindikasikan suatu lingkungan pengendapan air tawar dengan arus relatif tenang dan sebagai indikasi adanya perubahan fasies. Pola pengendapan batupasir pada fasies ini adalah menghalus ke atas. Litofasies E atau Batupasir Sangat Halus Gradasi Lanau pada Sumur LP 1 terdiri dari litologi batupasir dan batulanau yang didominasi oleh batupasir. Pola pengendapan batupasir dari material berukuran butir pasir sangat halus menuju lanau atau pola menghalus ke atas.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *distributary channel* pada *delta front*.

- Litofasies D

Litofasies D atau Batupasir Sangat Halus terdiri dari litologi batupasir. Berdasarkan deskripsi batuan pada interval ini menunjukkan kandungan atau komposisi yang cenderung identik dengan litofasies

lainnya, dimana menunjukkan material yang terendapkan pada lingkungan delta.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *distributary channel* pada *delta plain*.

- Litofasies C

Litofasies C atau Batulempung Lanauan Sisipan Batubara terdiri dari litologi batulempung dan batupasir lanauan yang didominasi oleh batulempung. Berdasarkan deskripsi batuan pada interval ini menunjukkan kandungan atau komposisi yang cenderung identik dengan litofasies lainnya, dimana menunjukkan material yang terendapkan pada lingkungan delta.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* pada *delta plain*.

- Litofasies B

Litofasies B atau Batupasir Sangat Halus-Halus Lanauan terdiri dari litologi batupasir. Berdasarkan deskripsi batuan pada interval ini menunjukkan kandungan atau komposisi yang cenderung identik dengan litofasies lainnya, dimana menunjukkan material yang terendapkan pada lingkungan delta.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar* pada *delta plain*.

- Litofasies A

Litofasies A atau Batulanau Karbonan terdiri dari litologi batulanau. Berdasarkan deskripsi batuan pada interval ini menunjukkan kandungan atau komposisi yang cenderung identik dengan litofasies

lainnya, dimana menunjukkan material yang terendapkan pada lingkungan delta.

Berdasarkan karakteristik litofasies pada interval ini, sesuai dengan model suksesi vertikal fasies lingkungan delta oleh Coleman (1981), litofasies ini termasuk ke dalam sub-asosiasi fasies *interdistributary bay* pada *delta plain*.

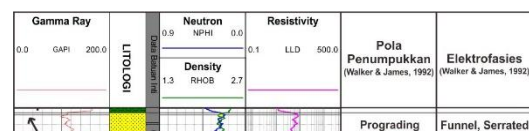
4.2 Elektrofases

Penentuan fasies dan pola pengendapan dilakukan melalui analisis elektrofases. Bentuk elektrofases yang ditemukan di setiap sumur pada lapangan penelitian adalah *funnel-serrated shaped*, *bell-serrated shaped*, *blocky/cylindrical shaped*, dan *serrated shaped*.

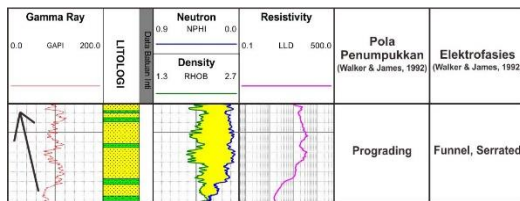
Elektrofases Setiap Sumur

- *Funnel-Serrated Shaped*

Sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar* dan *barrier bar* ditunjukkan oleh elektrofases *funnel*, *serrated shaped* yang menggambarkan pola pengendapan dengan ukuran butir mengkasar ke atas. Bentuk ini menunjukkan pola pengendapan *prograding* dengan adanya perubahan energi pengendapan dari energi pengendapan rendah menuju ke energi pengendapan tinggi. Perbedaan kedua sub-asosiasi fasies ini pada bentuk elektrofases yang sama adalah pada sub-asosiasi fasies *barrier bar* tersusun atas batupasir yang cenderung lebih bersih (*clean sand*) dan adanya perbedaan yang signifikan pada *cross-plot* Log RHOB dan Log NPHI.



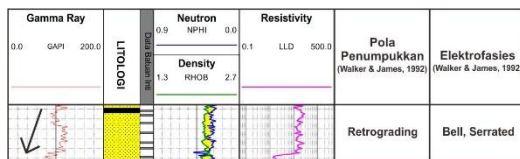
Gambar 4. 4 Bentuk *Funnel-Serrated* pada Sub-Asosiasi *Distributary Mouth Bar*



Gambar 4. 5 Bentuk *Funnel-Serrated* pada Sub-Asosiasi *Barrier Bar*

- *Bell-Serrated Shaped*

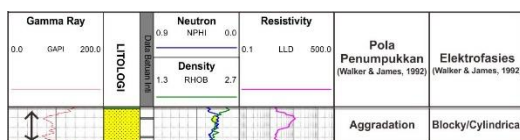
Sub-asosiasi fasies *distributed channel* ditunjukkan oleh elektrofases *bell, serrated shaped* yang menggambarkan pola pengendapan dengan ukuran butir menghalus ke atas. Bentuk ini menunjukkan pola pengendapan *retrograding* dengan adanya perubahan energi pengendapan dari energi pengendapan tinggi menuju ke energi pengendapan rendah.



Gambar 4. 6 Bentuk *Bell-Serrated* pada Sub-Asosiasi *Distributary Channel*

- *Blocky/Cylindrical Shaped*

Sub-asosiasi fasies *distributed channel* ditunjukkan juga oleh elektrofases *blocky/cylindrical shaped* yang menggambarkan pola pengendapan yang cenderung konstan (*aggrading*) dan memiliki kontak tegas atau tajam pada batas atas dan bawahnya. Bentuk ini menunjukkan adanya energi pengendapan yang cukup tinggi dan konstan.

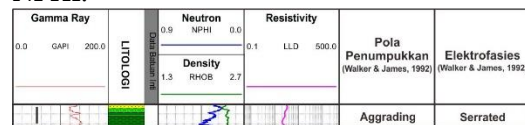


Gambar 4. 7 Bentuk *Blocky/Cylindrical* pada Sub-Asosiasi *Distributary Channel*

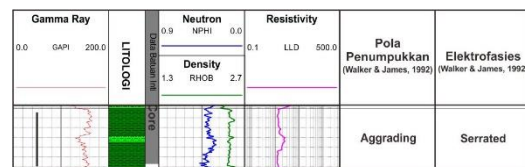
- *Serrated Shaped*

Sub-asosiasi fasies *interdistributary bay* dan *bay & marsh deposits* ditunjukkan

oleh elektrofases *serrated shaped* yang menggambarkan pola pengendapan tidak beraturan dengan adanya ketidakberaturan ukuran butir. Bentuk ini menunjukkan pola pengendapan *aggrading* dengan adanya perubahan energi pengendapan yang cenderung cepat dan singkat sehingga mengendapkan batuan dengan ukuran butir beragam secara berseling. Perbedaan kedua sub-asosiasi fasies ini pada bentuk elektrofases yang sama adalah berdasarkan interpretasi data batuan inti dan didukung dengan pola *cross-plot* Log RHOB dan Log NPHI.



Gambar 4. 7 Bentuk *Serrated* pada Sub-Asosiasi *Interdistributary Bay*



Gambar 4. 8 Bentuk *Serrated* pada Sub-Asosiasi *Bay & Marsh Deposits*

Distribusi Sub-Asosiasi Fasies

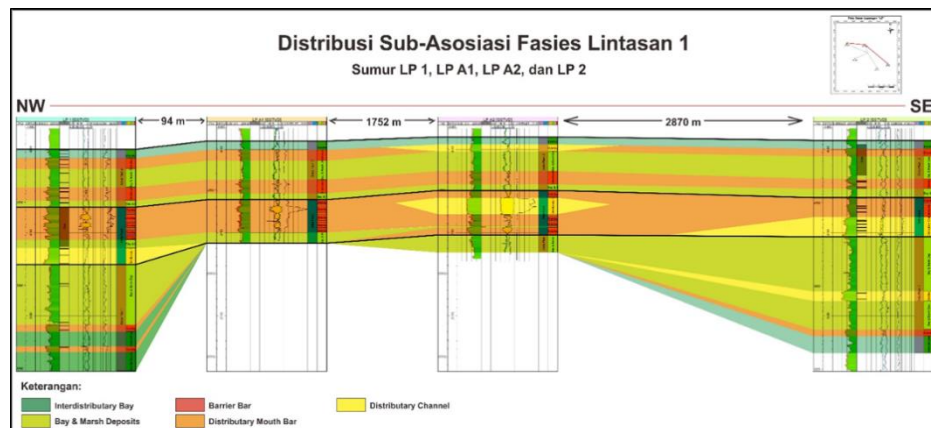
Sub-asosiasi fasies interval penelitian telah ditentukan pada seluruh sumur berdasarkan hasil analisis litofasies dan elektrofases. Secara umum, sub-asosiasi fasies yang telah ditentukan pada interval penelitian terbagi menjadi lima sub-asosiasi fasies, yaitu *distributary mouth bar*, *distributary channel*, *barrier bar*, *interdistributary bay*, dan *bay & marsh deposits*.

Interpretasi distribusi sub-asosiasi fasies dilakukan pada dua lintasan, yaitu lintasan 1 dengan arah barat laut-tenggara (gambar 4.9) dan lintasan 2 dengan arah barat-timur (gambar 4.10). Interpretasi distribusi sub-asosiasi fasies dilakukan untuk mengetahui perubahan ketebalan sub-asosiasi fasies dan perbedaan sub-asosiasi fasies yang muncul pada setiap sumur.

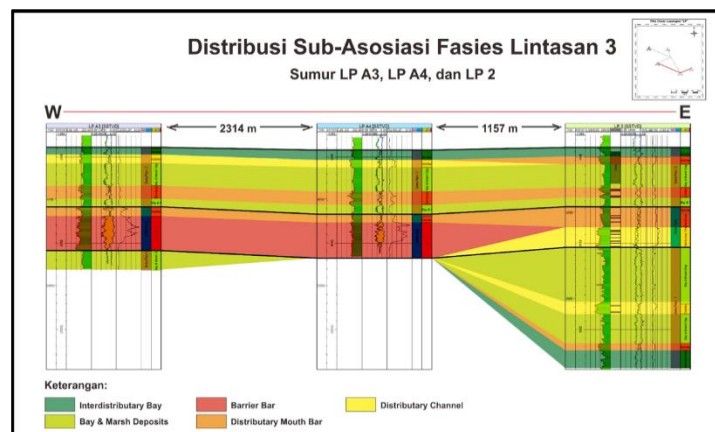
Pada distribusi sub-asosiasi fasies lintasan 1 menunjukkan adanya distribusi sub-asosiasi fasies *interdistributary bay* dan

distributary mouth bar pada bagian bawah interval yang ditemukan pada sumur LP 1 dan LP 2, serta menebal pada sumur LP 1. Kemudian ditemukan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* yang menerus dari sumur LP 1, LP A2, dan LP 2 yang menebal pada sumur LP 2. Sub-asosiasi fasies *distributary channel* ditemukan pada

sumur LP 2 diantara sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* yang menunjukkan adanya arah material endapan dari darat yang berasal dari bagian timur lapangan penelitian. Pada bagian tengah interval, ditemukan persebaran sub-asosiasi fasies *distributary*



Gambar 4. 9 Distribusi Sub-Asosiasi Fasies Lintasan 1



Gambar 4. 10 Distribusi Sub-Asosiasi Fasies Lintasan 2

channel yang menyebar pada sumur LP 1, LP A2, dan LP 2, serta sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar* yang menyebar pada seluruh sumur lintasan ini. Sub-asosiasi fasies *distributary channel* yang ditemukan pada sumur LP 1, LP A2, dan LP 2 menunjukkan adanya sumber material endapan yang berasal dari arah utara hingga timur pada lapangan penelitian. Endapan sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar*

tersebar meluas pada setiap sumur lintasan 1 dan mengalami penipisan ketebalan menuju pada sumur LP 2. Endapan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* ditemukan pada sumur LP 1, LP A1, dan menipis menuju sumur LP A2. Pada bagian atas interval, ditemukan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits*, *distributary mouth bar*, dan *interdistributary bay* yang menyebar pada seluruh sumur lintasan 1,

serta *tributary channel* yang hanya ditemukan pada sumur LP A2. Endapan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* cenderung menebal ke arah timur dan endapan sub-asosiasi *tributary mouth bar* cenderung menebal ke arah barat lapangan penelitian. Dengan ini dapat diinterpretasikan arah pengendapan berasal dari arah timur laut.

Pada distribusi sub-asosiasi fasies lintasan 2 menunjukkan adanya sub-asosiasi fasies *intertributary bay* dan *tributary mouth bar* pada bagian bawah interval yang ditemukan pada sumur LP 2. Kemudian ditemukan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* yang menerus dari sumur LP A3 hingga LP 2. Sub-asosiasi fasies *tributary channel* ditemukan pada sumur LP 2 di antara sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits*. Ditemukannya sub-asosiasi *tributary channel* pada sumur LP 2 menunjukkan adanya sumber material endapan dari darat yang berasal dari bagian timur lapangan penelitian. Pada bagian tengah interval, ditemukan sub-asosiasi fasies *tributary channel* yang terdapat pada sumur LP 2 dan persebaran sub-asosiasi fasies *tributary mouth bar* pada sumur LP A3, LP A4, dan LP 2, serta sub-asosiasi fasies *barrier bar* yang menyebar pada sumur LP A3 dan LP A4. Endapan sub-asosiasi fasies *tributary mouth bar* tersebar meluas pada setiap sumur lintasan 2 dan mengalami penipisan ketebalan menuju pada sumur LP 2. Endapan sub-asosiasi fasies *barrier bar* ditemukan pada sumur LP A3 dan LP 4 yang menunjukkan adanya pengaruh gelombang laut pada pengendapan material sedimen sehingga laut diinterpretasikan berada pada bagian selatan atau barat daya lapangan penelitian. Pada bagian atas interval, ditemukan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits*, *tributary mouth bar*, dan *intertributary bay* yang menyebar pada seluruh sumur lintasan 3, serta *tributary channel* yang hanya ditemukan pada sumur LP A3 dan LP A4. Endapan sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits* cenderung menebal ke arah timur dan endapan sub-asosiasi *tributary mouth*

bar cenderung menebal ke arah barat lapangan penelitian. Dengan ini dapat diinterpretasikan arah pengendapan berasal dari timur.

Korelasi Fasies Pengendapan

Fasies pengendapan batupasir di Lapangan 'LP' terbagi menjadi tiga secara berurutan dari paling tua (bawah) hingga paling muda (atas), yaitu fasies pengendapan *delta plain 1*, *delta front*, dan *delta plain 2*. Korelasi fasies pengendapan sumur dilakukan dalam dua lintasan, yaitu lintasan 1 berarah barat daya-timur laut (gambar 4.11) dan lintasan 2 berarah barat-timur (gambar 4.12). Korelasi fasies pengendapan menunjukkan pola distribusi dan perubahan ketebalan fasies pengendapan setiap sumur pada lapangan penelitian.

Ruang akomodasi sedimen atau cekungan sedimen terbentuk akibat adanya *rifting* sebagai hasil dari proses tektonik berupa gaya ekstensional yang mengakibatkan terjadinya penurunan cekungan sebagai ruang pengisian sedimen. Adanya tektonik kompresi dengan tegasan berarah barat laut-tenggara yang juga terjadi pada kala pembentukan Formasi Arang Bagian Tengah pada lapangan penelitian menyebabkan terbentuknya antiklin dengan orientasi timur laut-barat daya yang mempengaruhi penebalan dan penipisan fasies pengendapan pada lapangan penelitian.

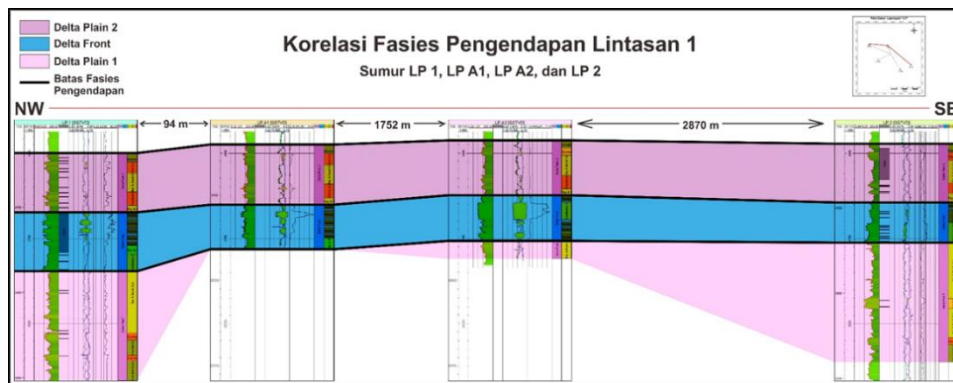
Lingkungan pengendapan pada interval penelitian berada pada lingkungan transisi, yaitu delta berupa *delta plain* dan *delta front*. Penentuan arah pengendapan atau arah sumber material endapan didasarkan pada interpretasi adanya sub-asosiasi fasies *tributary channel* sebagai petunjuk sumber endapan pada sungai yang berasal dari lingkungan darat dan sub-asosiasi fasies *barrier bar* sebagai petunjuk adanya pengaruh laut. Adanya sub-asosiasi fasies *tributary channel* yang ditemukan pada setiap sumur dengan kedalaman berbeda dan sub-asosiasi fasies *barrier bar* yang hanya ditemukan pada sumur LP A3 dan LP A4 menunjukkan bahwa sumber

material sedimen berasal dari arah timur laut menuju ke selatan-barat daya yang mengarah menuju laut. Dengan ini dapat diinterpretasikan arah pengendapan material sedimen berasal dari timur laut.

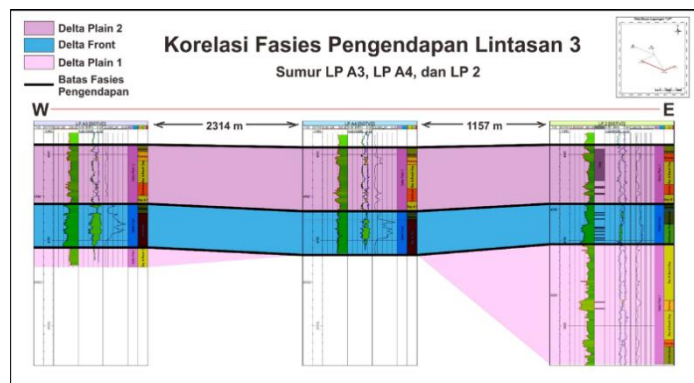
Pada fasies pengendapan *delta plain 1* terdiri dari sub-asosiasi fasies *interdistributary bay*, *distributary mouth bar*, *distributary channel*, dan didominasi oleh sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits*. Distribusi fasies pengendapan *delta plain 1* hanya dapat direkonstruksi sesuai dengan korelasi sumur pada lintasan 1 karena data log sumur LP 2 dan LP 1

yang cukup lengkap. Hasil korelasi menunjukkan adanya penipisan ketebalan *delta plain 1* pada sumur LP 1 dan menebal pada sumur LP 2. Dengan ini dapat diinterpretasikan bahwa pengaruh darat lebih dominan pada bagian timur lapangan penelitian dibandingkan bagian barat laut lapangan penelitian.

Pada fasies pengendapan *delta front* terdiri dari sub-asosiasi fasies *distributary mouth bar*, *distributary channel*, dan *barrier bar*. Distribusi fasies pengendapan *delta front* dapat direkonstruksi dari hasil korelasi



Gambar 4. 11 Korelasi Fasies Pengendapan Lintasan 1



Gambar 4. 12 Korelasi Fasies Pengendapan Lintasan 2

sumur pada lintasan 1 dan 2. Hasil korelasi pada lintasan 1 menunjukkan adanya penebalan fasies pengendapan *delta front* pada sumur LP 1 yang berada di bagian barat laut dan menipis pada sumur LP 2 yang berada pada bagian timur lapangan penelitian. Korelasi pada lintasan 2

menunjukkan adanya penipisan ketebalan fasies pengendapan *delta front* menuju arah timur dan penebalan pada arah barat. Dengan ini dapat diinterpretasikan bahwa pengaruh darat lebih dominan pada bagian utara, timur laut, dan timur dengan

pengaruh laut pada bagian selatan dan barat daya lapangan penelitian.

Pada fasies pengendapan *delta plain 2* terdiri dari sub-asosiasi fasies *interdistributary bay*, *distributary mouth bar*, *distributary channel*, dan didominasi oleh sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits*. Distribusi fasies pengendapan *delta plain 2* dapat direkonstruksi dari hasil korelasi sumur pada lintasan 1 dan 2. Hasil korelasi pada lintasan 1 menunjukkan adanya penebalan fasies pengendapan *delta plain 2* pada arah timur laut-timur dan menipis menuju arah barat laut-barat. Korelasi pada lintasan 2 menunjukkan adanya penipisan ketebalan fasies pengendapan *delta plain 2* pada bagian barat dan penebalan pada bagian timur lapangan penelitian. Dengan ini dapat diinterpretasikan bahwa pengaruh darat lebih dominan pada arah utara, timur laut, dan timur dengan pengaruh laut berada pada bagian selatan hingga barat daya lapangan penelitian.

4.3 Fasies Pengendapan

Fasies pengendapan pada interval penelitian tersusun atas *delta plain 1*, *delta front*, dan *delta plain 2* dengan dominasi pengaruh *tidal* sehingga delta berbentuk seperti corong (Bhattacharya, 2006).

1. Fasies Pengendapan *Delta Plain 1*

Fasies pengendapan *delta plain 1* (gambar 4.13) memiliki distribusi atau persebaran yang cenderung menebal ke arah timur dan menipis ke arah barat lapangan penelitian. Fasies pengendapan ini tersusun atas empat sub-asosiasi fasies, yaitu sub-asosiasi fasies *interdistributary bay*, *bay & marsh deposits*, *distributary channel*, dan *distributary mouth bar*. Pada fasies pengendapan *delta plain 1*, pengaruh atau kontrol pasang surut (*tidal*) cenderung rendah dan didominasi oleh pengaruh *fluvial*. Hal ini ditunjukkan oleh mendominasinya endapan batulempung dan batulanau yang termasuk dalam sub-asosiasi *bay & marsh deposits*. Arah pengendapan pada fasies pengendapan ini berasal dari timur laut lapangan penelitian.

2. Fasies Pengendapan *Delta Front*

Fasies pengendapan *delta front* (gambar 4.14) memiliki distribusi atau persebaran yang cenderung menebal ke arah barat laut-barat dan menipis ke arah timur, serta cenderung menebal ke arah selatan lapangan penelitian. Fasies pengendapan ini tersusun atas empat sub-asosiasi fasies, yaitu sub-asosiasi fasies *bay & marsh deposits*, *distributary channel*, *distributary mouth bar*, dan *barrier bar*.

Pada fasies pengendapan *delta front*, pengaruh atau kontrol pasang surut (*tidal*) cenderung lebih tinggi dibandingkan oleh pengaruh *fluvial*. Hal ini ditunjukkan oleh mendominasinya endapan batupasir yang termasuk dalam sub-asosiasi *distributary mouth bar* dan *barrier bar*. Arah pengendapan pada fasies pengendapan ini berasal dari timur laut yang ditunjukkan dengan ditemukannya sub-asosiasi fasies *distributary channel* pada Sumur LP 1, LP A2, dan LP 2. Pada bagian selatan-barat daya diindikasikan sebagai arah endapan menuju laut dengan adanya sub-asosiasi fasies *barrier bar* pada bagian selatan lapangan penelitian, yaitu pada Sumur LP A3 dan LP A4.

3. Fasies Pengendapan *Delta Plain 2*

Fasies pengendapan *delta plain 2* (gambar 4.15) memiliki distribusi atau persebaran yang cenderung menebal ke arah timur dan menipis ke arah barat laut lapangan penelitian. Fasies pengendapan ini tersusun atas empat sub-asosiasi fasies, yaitu sub-asosiasi fasies *interdistributary bay*, *bay & marsh deposits*, *distributary channel*, dan *distributary mouth bar*. Pada fasies pengendapan *delta plain 2*, pengaruh atau kontrol pasang surut (*tidal*) cenderung rendah dan didominasi oleh pengaruh *fluvial*. Hal ini ditunjukkan oleh mendominasinya endapan batulempung yang termasuk dalam sub-asosiasi *bay & marsh deposits*. Arah pengendapan pada fasies pengendapan ini berasal dari timur laut yang ditunjukkan dengan ditemukannya sub-asosiasi fasies

tributary channel pada Sumur LP A2, LP A3, dan LP A4 yang berada di sebelah utara dan tengah lapangan penelitian. Adanya *tributary channel* menunjukkan arah pengendapan dari darat berasal dari utara hingga timur laut lapangan penelitian.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis litofasies berdasarkan data batuan inti (*core*), batuan teras samping (*side wall core*), dan data *mudlog* pada Sumur LP 2 dan LP 1, maka diperoleh sebelas litofasies yang termasuk ke dalam empat sub-asosiasi fasies lingkungan delta (*bay & marsh deposits*, *interdistributary bay*, *distributary channel*, dan *distributary mouth bar*), yaitu: Litofasies A (Batulanau Karbonan), Litofasies B (Batupasir Sangat Halus-Halus Lanauan), Litofasies C (Batulempung Lanauan Sisipan Batubara), Litofasies D (Batupasir Sangat Halus), Litofasies E (Batupasir Sangat Halus Gradasi Lanau dan Batupasir Halus-Sedang Gradasi Sangat Halus-Halus), Litofasies F (Batulempung Pasiran Karbonan), Litofasies G (Batupasir Sangat Halus-Halus *Flaser-Wavy*), Litofasies H (Batulempung Karbonan), Litofasies I (Batupasir Sangat Halus Lanauan), Litofasies J (Batupasir Sangat Halus *Flaser-Wavy*), dan Litofasies K (Batulempung Cangkang Karbonan).

Dari hasil analisis elektrofases dengan menggunakan data Log *Gamma-Ray* pada enam sumur penelitian, terdapat empat pola respon kurva log berupa *funnel-serrated shaped*, *bell-serrated shaped*, *cylindrical/blocky shaped*, dan *serrated shaped*. Setiap pola respon kurva log mewakili interpretasi sub-asosiasi fasies pada lingkungan delta.

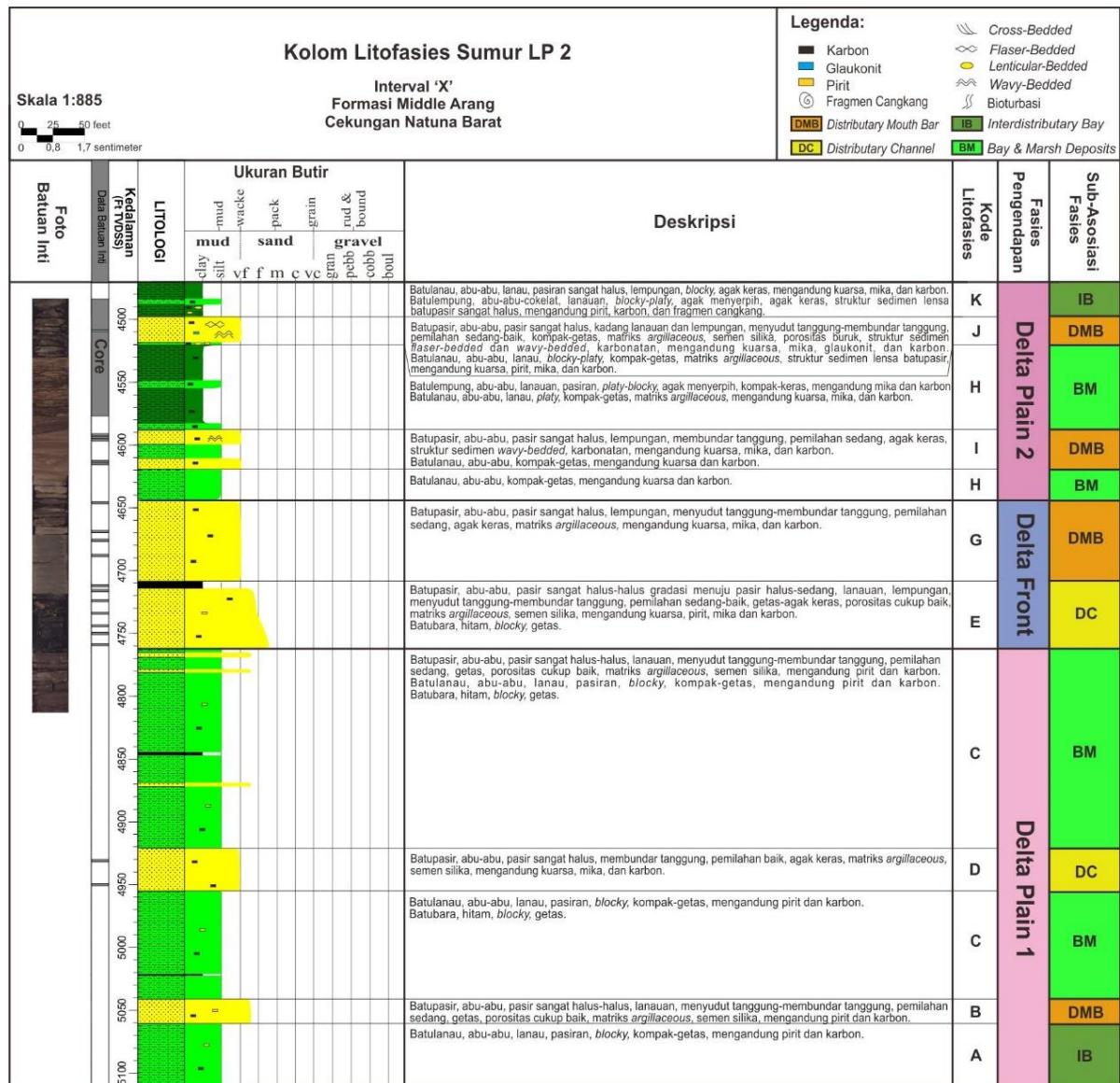
Berdasarkan integrasi dari hasil analisis litofasies, sub-asosiasi fasies, dan elektrofases seluruh sumur, maka diperoleh tiga fasies pengendapan lingkungan delta pada batupasir Formasi Arang Bagian Tengah lapangan penelitian, yaitu fasies pengendapan *delta plain 1*, *delta front*, dan *delta plain 2*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya artikel ilmiah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Premier Oil Indonesia sebagai perusahaan penyedia data dan Bapak Wawan Satriawan beserta Ibu Putri Riadini yang telah memberikan akses dalam pengumpulan data dan bimbingan selama melaksanakan pengolahan data di PT. Premier Oil Indonesia.

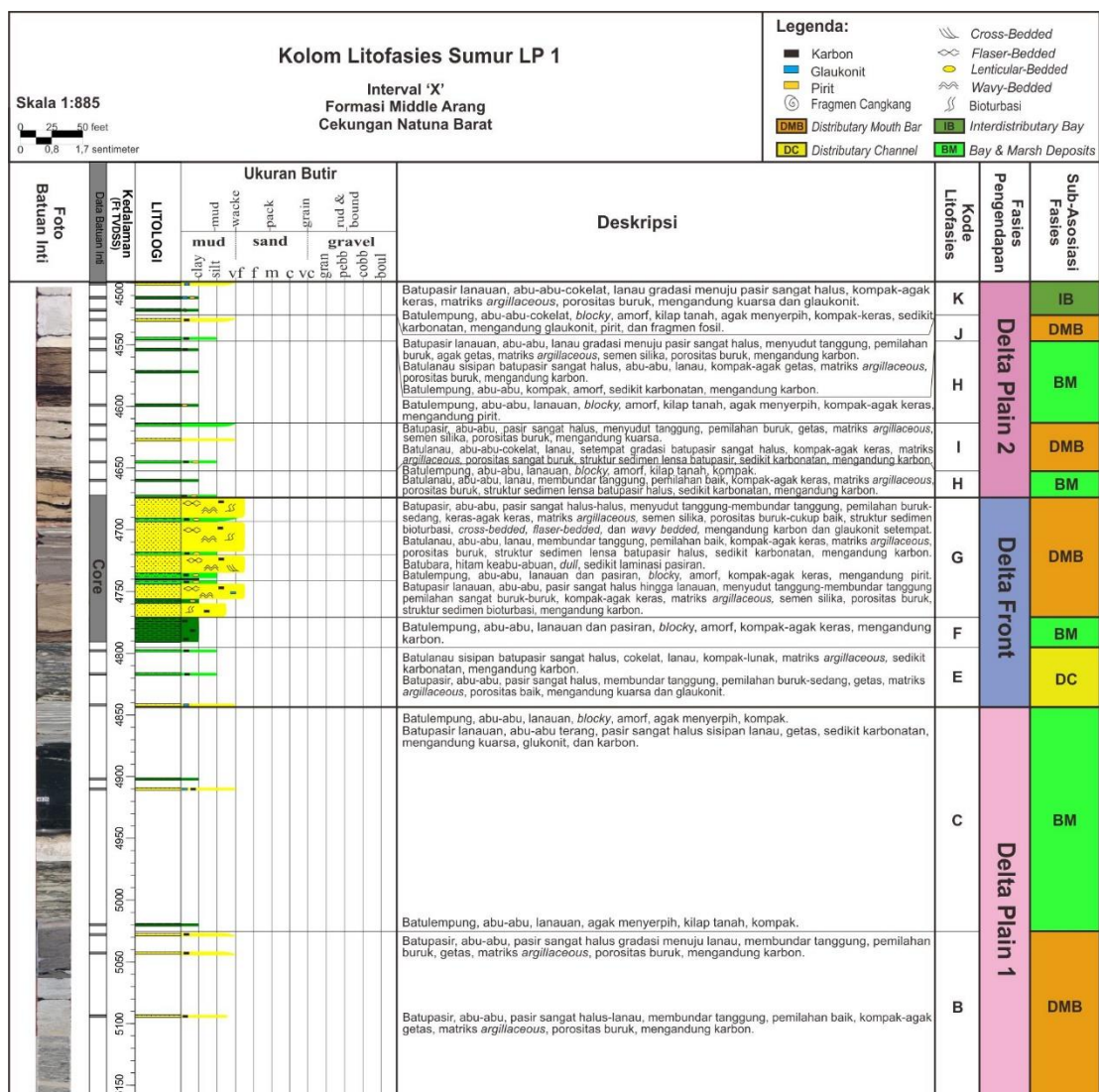
DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya, J. P. 2006. *Deltas*. Canada: Geological Association of Canada.
- Boggs, Sam, Jr. 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Fourth Edition*. New Jersey: Prentice Hall Englewood Cliffs.
- Coleman, J. M. 1981. *Deltas: Processes of Deposition and Models for Exploration, 2nd Eds*. Boston: IHRDC Publication.
- Darman, H. dan Sidi, F. Hasan. 2000. *An Outline of the Geology of Indonesia*. Jakarta: Publikasi Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Ginger, D. C., W. O. Ardjakusumah, R. J. Hedley, dan J. Pothecary. 1993. *Inversion History of the West Natuna Basin: Examples from the Cumi-Cumi PSC*. Jakarta: Proceedings of the Annual Convention and Exhibition of Indonesian Petroleum Association.
- Tjia, H. D. 2014. *Wrench-Slip Reversal and Structural Inversion: Cenozoic Slide-Rule Tectonics in Sundaland*. Indonesian Journal on Geoscience.
- Walker, R. G. dan James, Noel P. 1992. *Facies Models: Response to Sea Level Change*. Canada: Geological Association of Canada.

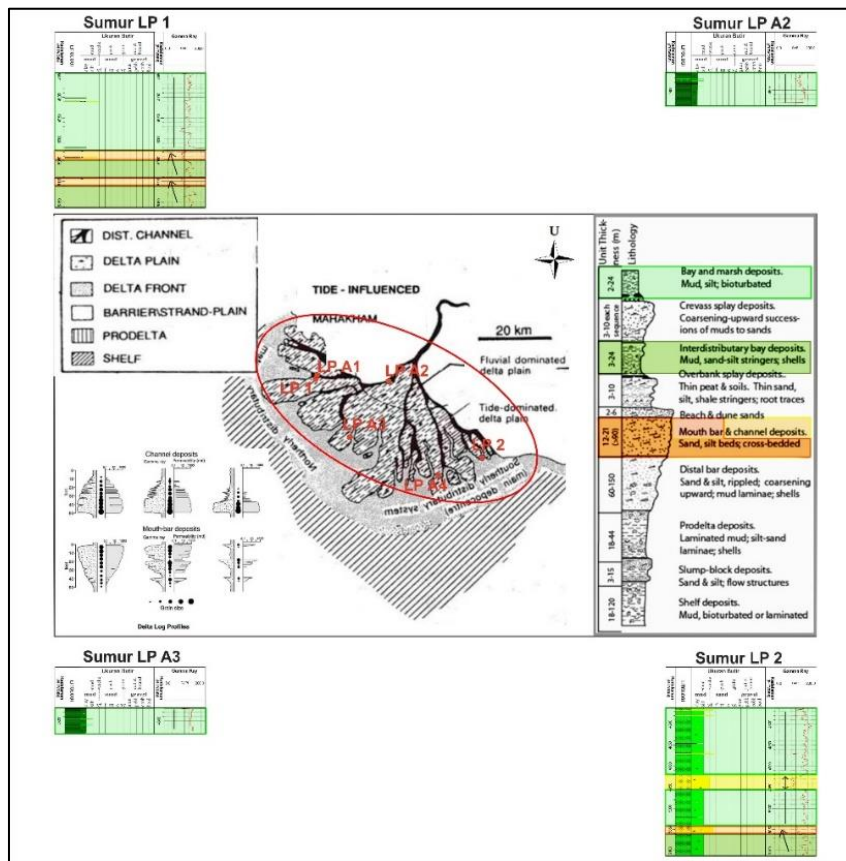


Gambar 4. 2 Kolom Litofasies Sumur LP 2

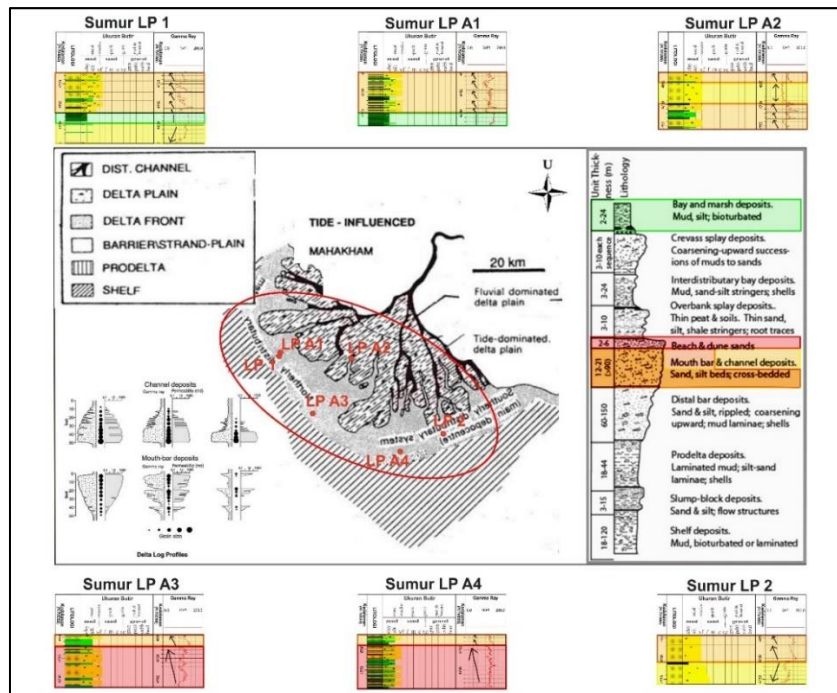
Fasies Pengendapan Batupasir Formasi Arang Bagian Tengah di Lapangan 'LP' Cekungan Natuna Barat
(Linda Apriana Paskah)



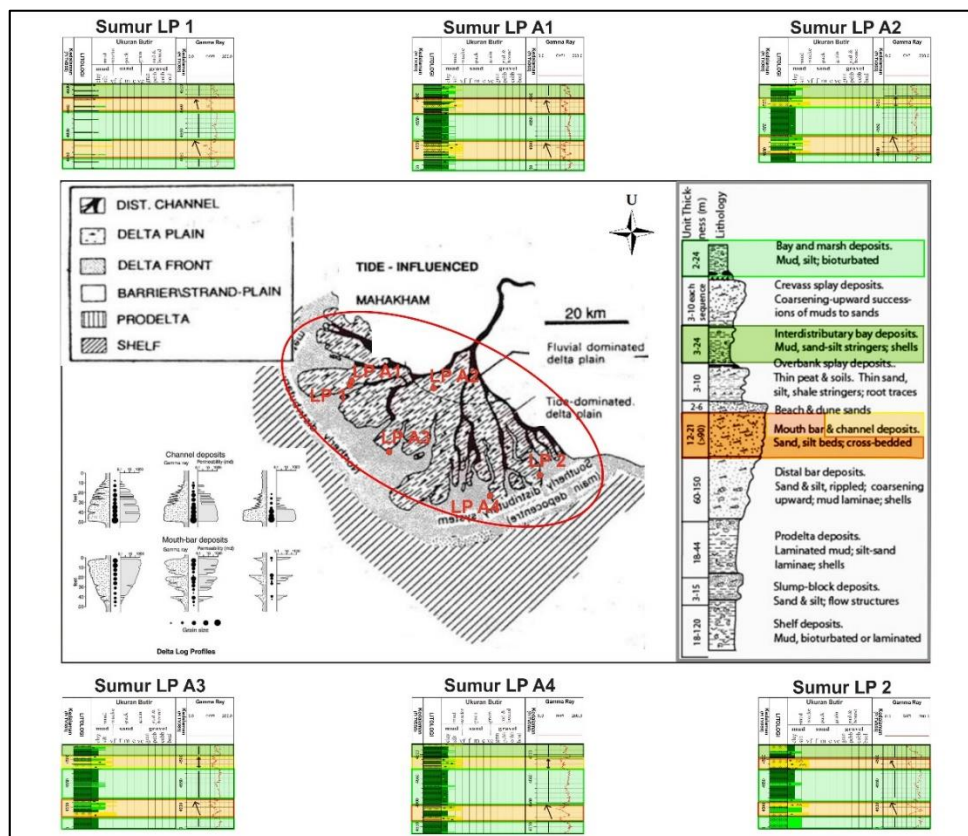
Gambar 4. 3 Kolom Litofasies Sumur LP 1



Gambar 4. 13 Rekonstruksi Fasies Pengendapan *Delta Plain 1* (Model Sistem Pengendapan *Tide-Dominated Delta* dalam Bhattacharya, 2006)



Gambar 4. 14 Rekonstruksi Fasies Pengendapan *Delta Front* (Model Sistem Pengendapan *Tide-Dominated Delta* dalam Bhattacharya, 2006)



Gambar 4. 15 Rekonstruksi Fasies Pengendapan *Delta Plain 2* (Model Sistem Pengendapan *Tide-Dominated Delta* dalam Bhattacharya, 2006)