

POLA PERTUMBUHAN FASIES KARBONAT FORMASI PEUTU LAPANGAN ADM, CEKUNGAN SUMATERA UTARA

Alvin Adam Arifin^{1*}, Yoga Andriana¹, Iyan Haryanto¹.

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: alvinadm@gmail.com

ABSTRAK

Lapangan 'ADM' merupakan lapangan penghasil hidrokarbon yang berlokasi di Blok B, Cekungan Sumatera Utara. Objek dari penelitian adalah Formasi Peutu pada lapangan 'ADM' yang telah terbukti menghasilkan gas bumi. Data-data yang digunakan dalam penelitian meliputi data batuan inti, *mudlog*, data *wireline logging* dari 3 buah sumur, dan seismik 3D untuk mengetahui litofasies, elektrofases, fasies pengendapan, distribusi fasies, dan pola pertumbuhan fasies karbonat Formasi Peutu. Pembagian litofasies dilakukan melalui pengamatan pada batuan inti dan data *mudlog* untuk menginterpretasi fasies pengendapan. Pengamatan pada kurva *gamma ray* dan log pendukung lainnya dilakukan untuk mendukung hasil interpretasi litofasies dan fasies pengendapan. Pada daerah penelitian didapati 5 litofasies dan fasies pengendapan, yaitu Litofasies 1 *Packstone-grainstone* dengan fasies pengendapan *outer back-reef lagoon*, Litofasies 2 *Grainstone* dengan fasies pengendapan *reef core*, Litofasies 3 *Wackestone-mudstone* dengan fasies pengendapan *inner back-reef lagoon*, Litofasies 4 *Grainstone-packstone* dengan fasies pengendapan *outer back-reef lagoon*, dan Litofasies 5 *Grainstone* dengan fasies pengendapan *reef core*. Sementara pola elektrofases dijumpai pola *funnel*, *cylindrical*, dan *bell*. Melalui interpretasi seismik 3D dapat diketahui distribusi fasies dari hasil korelasi batas-batas fasies pada sumur sehingga dapat memperlihatkan pola pertumbuhan fasies karbonat Formasi Peutu.

ABSTRACT

The 'ADM' field is one of the oil field that is generating hydrocarbon on North Sumatra Basin. The object of study is Peutu Formation, a proven formation with gas production. Core data, mudlog, wireline logging, and 3d seismic used to fulfill aim of this research that is to determine lithofacies, electrofacies, depositional facies, facies distribution, and facies growth of Peutu Formation. The determination of lithofacies is done through observation of the core analysis and mudlog data to interpret the depositional facies. Observations on the gamma ray curve and other supporting logs were carried out to support the results of lithofacies interpretation and depositional facies. In the research area, 5 lithofacies and depositional facies were found, Lithofacies 1 *Packstone-grainstone* with *outer back-reef lagoon* depositional facies, Lithofacies 2 *Grainstone-packstone* with *reef core* depositional facies, Lithofacies 3 *Wackestone-mudstone* with *inner back-reef lagoon* depositional facies, Lithofacies 4 *Grainstone-packstone* with *outer back-reef lagoon* depositional facies, and Lithofacies 5 *Grainstone* with *reef core* depositional facies. While the pattern of electrofacies found funnel shape, cylindrical shape, and bell shape. Through the 3D seismic interpretation can be seen the facies distribution of the results of the correlation of facies boundary at the well so that it can show the growth pattern of Peutu Formation carbonate facies.

Keywords: Carbonate Facies, Depositional Facies, Facies Growth Pattern, North Sumatra Basin.

1. PENDAHULUAN

Minyak dan gas bumi hingga saat ini masih menjadi salah satu sumber utama untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Setiap tahun kebutuhan tersebut

terus bertambah sehingga dibutuhkan upaya untuk menemukan cadangan-cadangan baru dan pengembangan lapangan-lapangan yang telah terbukti menghasilkan hidrokarbon. Reservoir minyak dan gas

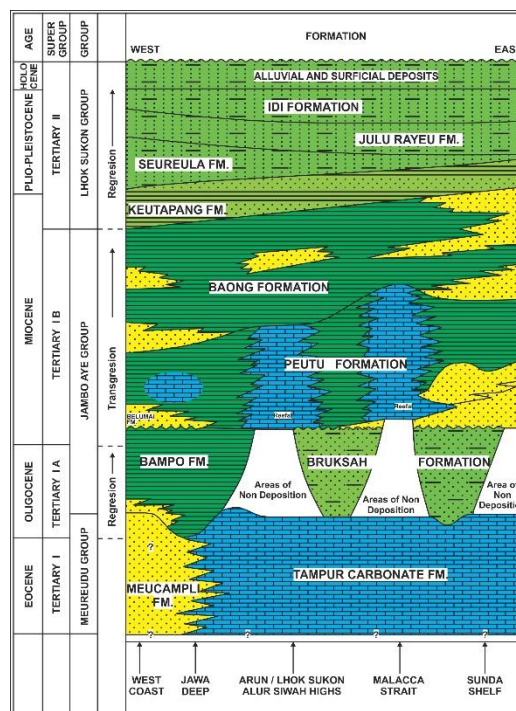
bumi yang ekonomis saat ini banyak dijumpai pada batuan sedimen baik itu batupasir atau batuan karbonat. Batuan karbonat dapat menjadi reservoir minyak dan gas bumi dengan kualitas yang baik karena porositas dan permeabilitasnya yang baik dalam menyimpan hidrokarbon sehingga menjadi target eksplorasi industri migas.

Fasies merupakan sebuah tubuh batuan yang dicirikan oleh kombinasi litologi, stuktur biologi, atau fisika yang membedakan tubuh batuan tersebut dengan batuan yang ada di atasnya, di bawahnya, atau di bagian lain secara lateral (Walker, 1992). Melalui pendekatan analisis fasies batuan karbonat diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai fasies pengendapan batuan karbonat sehingga dapat mengungkap dimensi dan karakter reservoir yang dapat menunjang kegiatan eksplorasi maupun produksi hidrokarbon serta perkembangan ilmu pengetahuan mengenai batuan karbonat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cekungan Sumatera Utara merupakan *rift basin* yang terletak di bagian paling tenggara Pulau Sumatera. Bentuknya memanjang berarah Barat-laut-Tenggara yang berbatasan di sebelah Utara-Timurlaut oleh Malacca Platform, sebelah tenggara di batasi oleh Asahan Arch yang memisahkan cekungan ini dengan Cekungan Sumatera Tengah, sedangkan sebelah Baratdaya dibatasi oleh Pegunungan Bukit Barisan, dan sebelah Barat-laut dibatasi oleh Cekungan Mergui. Cekungan ini terbentuk pada Eosen Akhir (Davies, 1984) yang dikontrol oleh Sesar Sumatera dan Sesar Malaka yang merupakan sesar mendatar dekstral. Aktivitas sesar tersebut membentuk *pull a part basin* yang mengubah bentuk morfologi Cekungan Sumatera Utara menjadi berupa tinggian dan rendah (*horst-graben*).

Stratigrafi regional Cekungan Sumatera Utara (**Gambar 1**) tersusun atas beberapa formasi, yaitu:



Gamban 1. Kolom stratigrafi Cekungan Sumatera Utara (Davies, 1984)

- Batuan Dasar

Batuan dasar pada Cekungan Sumatera Utara memiliki susunan litologi berupa batupasir, batugamping dan dolomit yang diendapkan pada lingkungan pantai sampai laut dangkal yang berumur pra tersier.

- Formasi Tampur

Formasi Tampur tersusun atas sebagian bioklastik dan biokalsilit masif serta dijumpai juga nodul rijang, batugamping, basal konglomeratik, dan dolomitik. Formasi ini berumur Eosen Akhir – Oligosen Awal yang terendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasar pada lingkungan pengendapan litoral.

- Formasi Meucampli

Formasi Meucampli tersusun atas dominasi sedimen klastik, batugamping dan di beberapa tempat material vulkanik. Formasi ini diendapkan pada kondisi paralik (Cameron dkk., 1980), selama Eosen sampai Oligosen Awal.

- **Formasi Bruksah**

Formasi Bruksah tersusun atas konglomerat, batupasir, setempat lanau, dan batubara. Formasi ini berumur Oligosen Awal yang terendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasar dan formasi Tampur pada cekungan graben batuan asal, fluviatil dan secara lokal pada lingkungan laut dangkal.

- **Formasi Bampo**

Formasi Bampo terdiri atas batulempung dan serpih gampingan, berlapis buruk, piritik dan sedikit material karbonan yang diendapkan selama transgresi. Formasi ini berumur Oligosen Akhir selaras di atas formasi Bruksah dan terendapkan pada lingkungan laut.

- **Formasi Peutu dan Belumai**

Formasi Peutu dan Belumai tersusun atas batulanau dan batugamping. Formasi ini berumur Miosen Awal yang terendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasar dan selaras di atas Formasi Bampo selama transgresi pada lingkungan laut dangkal.

- **Formasi Baong**

Formasi Baong memiliki litologi penyusun berupa batulempung abu-abu sampai hijau dan napal yang kadang mengandung tufa dengan lensa-lensa batupasir di bagian tengah formasi. Formasi ini berumur Miosen Tengah yang diendapkan selama transgresi pada lingkungan neritik dalam-luar dan batial atas.

- **Formasi Keutapang**

Formasi Keutapang tersusun atas sebagian besar oleh batupasir dan lempung dengan sisipan serpih dan lapisan tipis batugamping. Formasi ini berumur Miosen Akhir tidak selaras di atas formasi Baong yang diendapkan pada lingkungan delta dan laut dangkal.

- **Formasi Seureula**

Formasi Seureula tersusun atas dominasi batupasir dengan perlapisan serpih dan batulempung. Formasi ini berumur Pliosen

Awal selaras di atas formasi Keutapang yang diendapkan pada lingkungan neritik tengah – luar.

- **Formasi Julu Rayeu**

Formasi Julu Rayeu tersusun atas lempung dan konglomerat di bagian bawah formasi yang semakin ke bagian atas formasi berupa batupasir tufaan. Formasi ini berumur Pliosen – Plistosen selaras di atas Formasi Seureula yang diendapkan pada lingkungan darat sampai laut dangkal.

3. METODE

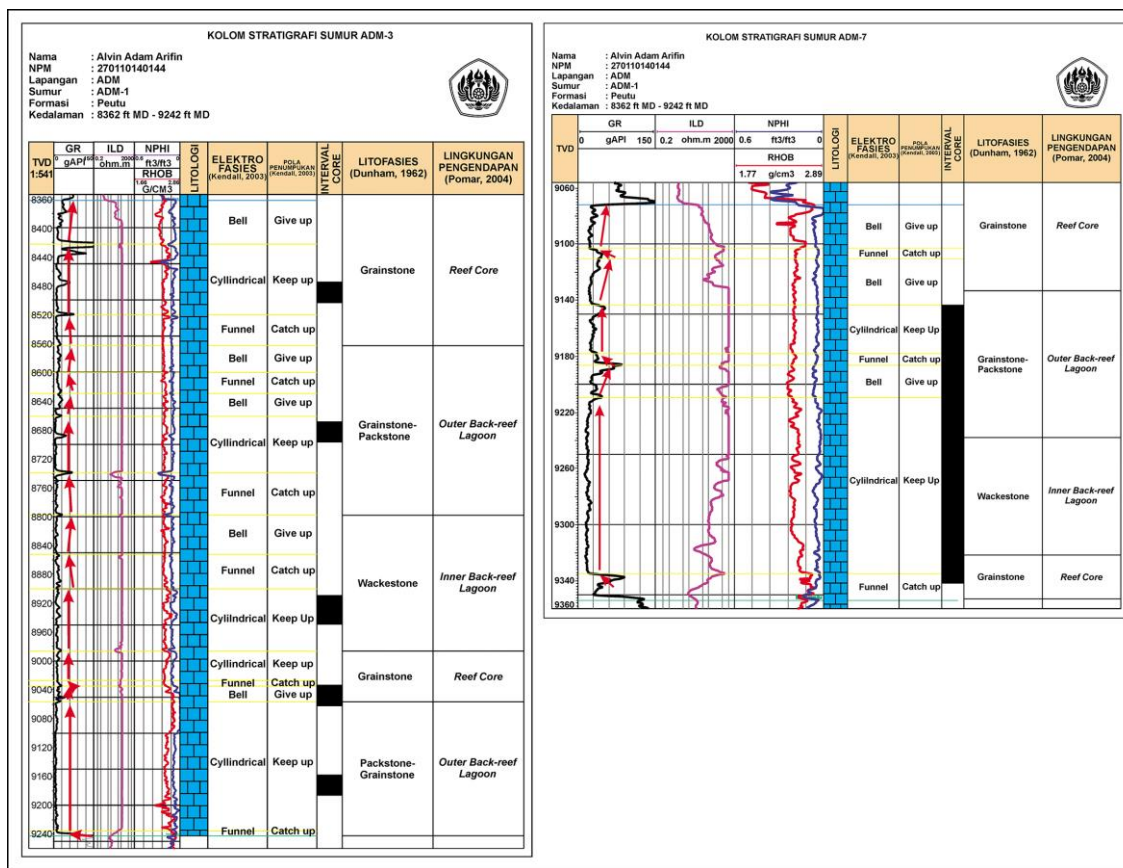
Pada penelitian ini digunakan 3 data sumur yaitu ADM-1, ADM-3, dan ADM-7 yang dianalisis untuk mengetahui fasies dan lingkungan pengendapan karbonat yang didukung dengan elektrofases serta distribusi setiap fasies sehingga dapat direkonstruksi pola pertumbuhan fasies karbonat Formasi Peutu pada Lapangan ADM, Cekungan Sumatera Utara. Deskripsi data batuan inti sumur ADM-3 dan ADM-7 digunakan untuk mengetahui litofases pada masing-masing sumur yang selanjutnya dilakukan korelasi litofases. Analisis elektrofases dilakukan untuk mengartikan respon data log sumur ke dalam arti geologi yang selanjutnya dilakukan korelasi elektrofases. Berdasarkan analisis litofases yang didukung analisis elektrofases didapatkan suksesi fasies dan fasies pengendapan pada masing-masing sumur. Batas-batas fasies digunakan sebagai *marker* pada penampang seismik untuk selanjutnya dilakukan interpretasi horizon masing-masing fasies sehingga didapatkan pola pertumbuhan fasies karbonat Formasi Peutu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Litofases

4.1.1 Litofases Sumur ADM-3

Pada sumur ADM 3 interval karbonat Formasi Peutu dijumpai pada kedalaman 8362 ft MD sampai 9242 ft MD setebal 880 ft yang dapat diklasifikasikan menjadi 5



Gambar 2. Kolom stratigrafi sumur ADM-3 dan ADM-7

litofasies berdasarkan klasifikasi Dunham (1962), yaitu litofasies 1 (litofasies *packstone-grainstone*), litofasies 2 (litofasies *grainstone*), litofasies 3 (litofasies *wackestone*), litofasies 4 (litofasies *grainstone-packstone*), dan litofasies 5 (litofasies *grainstone*).

Litofasies 1 dijumpai pada interval kedalaman 9055 ft MD hingga 9242 ft MD setebal 187 ft berupa litofasies *packstone-grainstone* yang tersusun atas batugamping berwarna abu-abu sampai coklat muda, bertekstur *packstone* sampai *grainstone*, mengandung koral, alga, foraminifera benthik besar, terdapat stilolit dan urat kalsit di beberapa bagian, porositas interpartikel buruk sampai sedang, agak keras sampai keras. Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *outer back-reef lagoon* (Luis Pomar, 2004).

Litofasies 2 dijumpai pada interval kedalaman 8985 ft MD hingga 9055 ft MD setebal 70 ft berupa litofasies *grainstone* yang tersusun atas batugamping berwarna

abu-abu sampai coklat tua, bertekstur *grainstone* dengan di beberapa bagian dijumpai *packstone*, mengandung banyak foraminifera benthik besar, alga, koral, fragmen koral, kadang dijumpai bivalvia, moluska, dan stilolit. Porositas interpartikel dan interkristalin, kadang dijumpai *pinpoint vuggy*. Porositas buruk sampai sedang dan permeabilitas sedang. Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *reef core* (Luis Pomar, 2004).

Litofasies 3 dijumpai pada interval kedalaman 8798 ft MD hingga 8985 ft MD setebal 187 ft berupa litofasies *wackestone* yang tersusun atas batugamping berwarna abu-abu muda sampai krem kecoklatan, bertekstur *wackestone* dengan di beberapa bagian dijumpai setempat *packstone*, mengandung fragmen pecahan cangkang, moluska, dan di beberapa bagian dijumpai foraminifera dan alga, ditemukan *stylolite*, porositas interpartikel buruk sampai sedang, di beberapa bagian bersifat *chalky*. Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan

pada lingkungan *inner back-reef lagoon* (Luis Pomar, 2004).

Litofasies 4 dijumpai pada interval kedalaman 8562 ft MD hingga 8798 ft MD setebal 236 ft berupa litofasies *grainstone-packstone* yang tersusun atas batugamping berwarna krem sampai coklat muda, bertekstur *grainstone* sampai *packstone*, mengandung koral, fragmen koral, alga, foraminifera benthik besar, di beberapa bagian dijumpai bivalvia dan gastropoda, porositas interpartikel dan vuggy yang buruk, permeabilitas baik dan pada beberapa bagian berkapur (*chalky*). Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *outer back-reef lagoon*.

Litofasies 5 dijumpai pada interval kedalaman 8362 ft MD hingga 8562 ft MD setebal 200 ft berupa litofasies *grainstone* yang tersusun atas batugamping berwarna putih sampai krem, mengandung koral, alga, foraminifera benthik besar, di beberapa bagian dijumpai moluska dan pecahan cangkang, porositas interpartikel dan *pinpoint* vuggy yang sedang, permeabilitas sedang, dan batuan bersifat sangat berkapur sampai sedang. Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *reef core* (Luis Pomar, 2004). Litofasies sumur ADM-3 dapat dilihat secara keseluruhan pada kolom stratigrafi (**Gambar 2**).

4.1.2 Litofasies Sumur ADM-7

Pada sumur ADM 3 interval karbonat formasi Peutu dijumpai pada kedalaman 9070 ft MD sampai 9358 ft MD setebal 288 ft yang dapat diklasifikasikan menjadi 3 litofasies berdasarkan klasifikasi Dunham (1962), yaitu litofasies 1 (litofasies *grainstone-packstone*), litofasies 2 (litofasies *grainstone*), dan litofasies 3 (litofasies *wackestone-mudstone*).

Litofasies 1 dijumpai pada interval kedalaman 9210 ft MD hingga 9358 ft MD setebal 148 ft yang tersusun atas batugamping berwarna krem sampai coklat

muda, bertekstur *grainstone* sampai *packstone*, mengandung banyak foraminifera, koral, bivalvia, terkadang dijumpai bryozoa, ukuran butir sedang sampai sangat kasar, berkembang porositas intergrabular, interkristalin, dan beberapa bagian vuggy, porositas buruk sampai sedang dan permeabilitas sedang. Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *outer back-reef lagoon* (Luis Pomar, 2004).

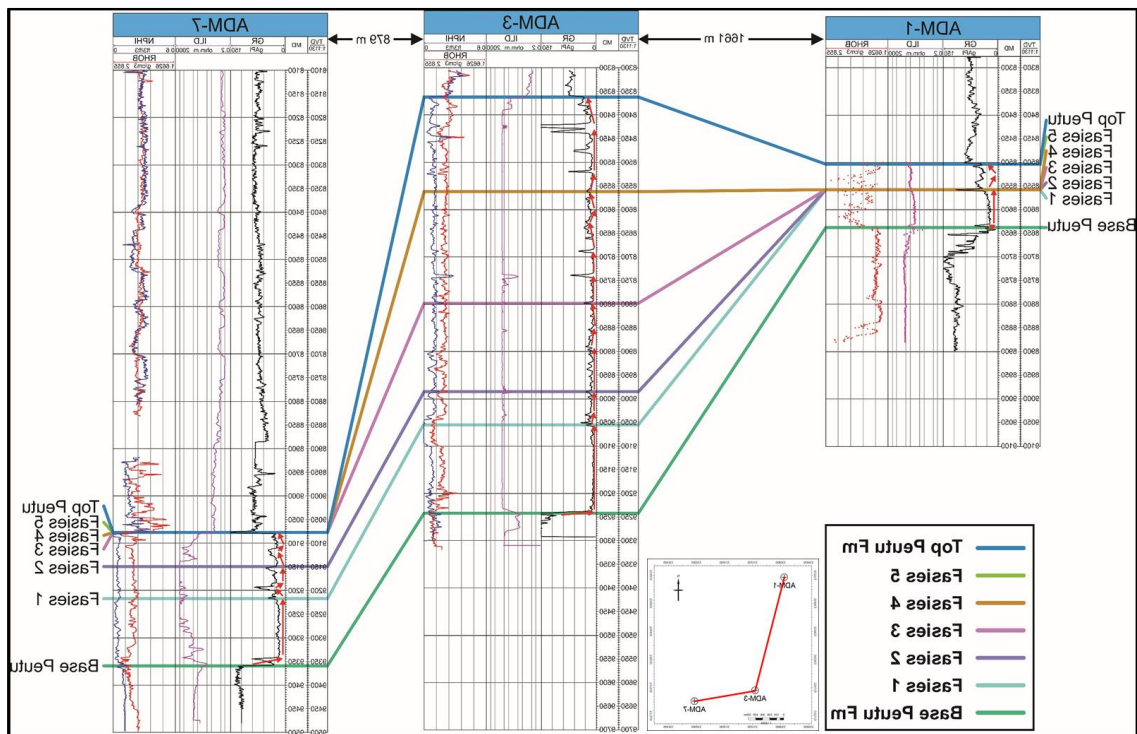
Litofasies 2 dijumpai pada interval kedalaman 9143 ft MD hingga 9210 ft MD setebal 67 ft yang tersusun atas batugamping berwarna krem sampai abu-abu kecoklatan, bertekstur *grainstone* dengan di beberapa bagian dijumpai *packstone* dan *boundstone*, mengandung banyak foraminifera benthik besar, koral, kadang dijumpai moluska, bivalvia, bryozoa, dan pecahan cangkang, berkembang porositas interpartikel, interkristalin, dan dijumpai di beberapa bagian *vuggy*. Porositas buruk sampai sedang dan permeabilitas sedang. Di beberapa bagian berkapur (*chalky*). Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *reef core* (Luis Pomar, 2004).

Litofasies 3 dijumpai pada interval kedalaman 9070 ft MD hingga 9143 ft MD setebal 73 ft yang tersusun atas batugamping berwarna putih sampai krem, bertekstur *wackestone* gradasi sampai *mudstone*, berkapur (*chalky*), agak lunak, porositas interpartikel. Porositas buruk dan permeabilitas buruk sampai sedang.

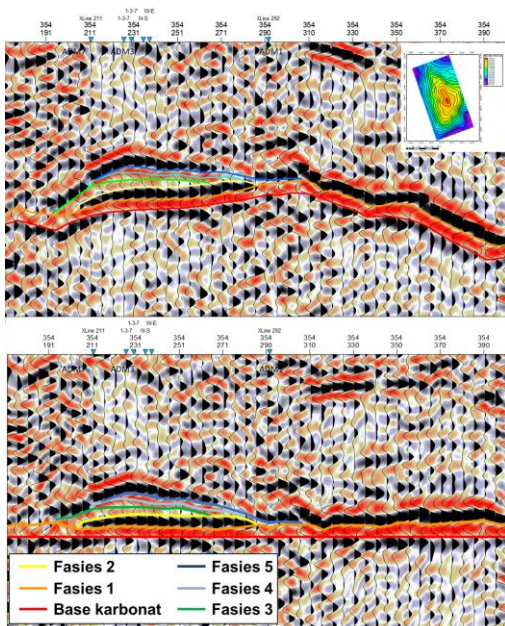
Litofasies ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan *inner back-reef lagoon* (Luis Pomar, 2004). Litofasies sumur ADM-3 dapat dilihat secara keseluruhan pada kolom stratigrafi (**Gambar 2**)

4.2 Analisis Elektrofases

Pembagian pola elektrofases dilakukan dengan mengamati pola kurva



Gambar 3. Korelasi elektrofasis antara sumur ADM-1, ADM-3, dan ADM-7



Gambar 4. Horizon masing-masing fasies karbonat pada penampang seismik

gamma ray yang mengacu pada model klasifikasi elektrofasis Kendall (2003) dan mempertimbangkan litofasies yang diperoleh dari data-data litologi. Pembagian elektrofasis dimulai pada sumur ADM 3 dan ADM 7 yang memiliki data litologi

untuk selanjutnya dikorelasikan dengan sumur yang tidak memiliki data litologi yaitu ADM 1. Dari hasil korelasi tersebut dapat digunakan dalam menentukan batas fasies dan fasies pengendapan terutama pada sumur ADM 1.

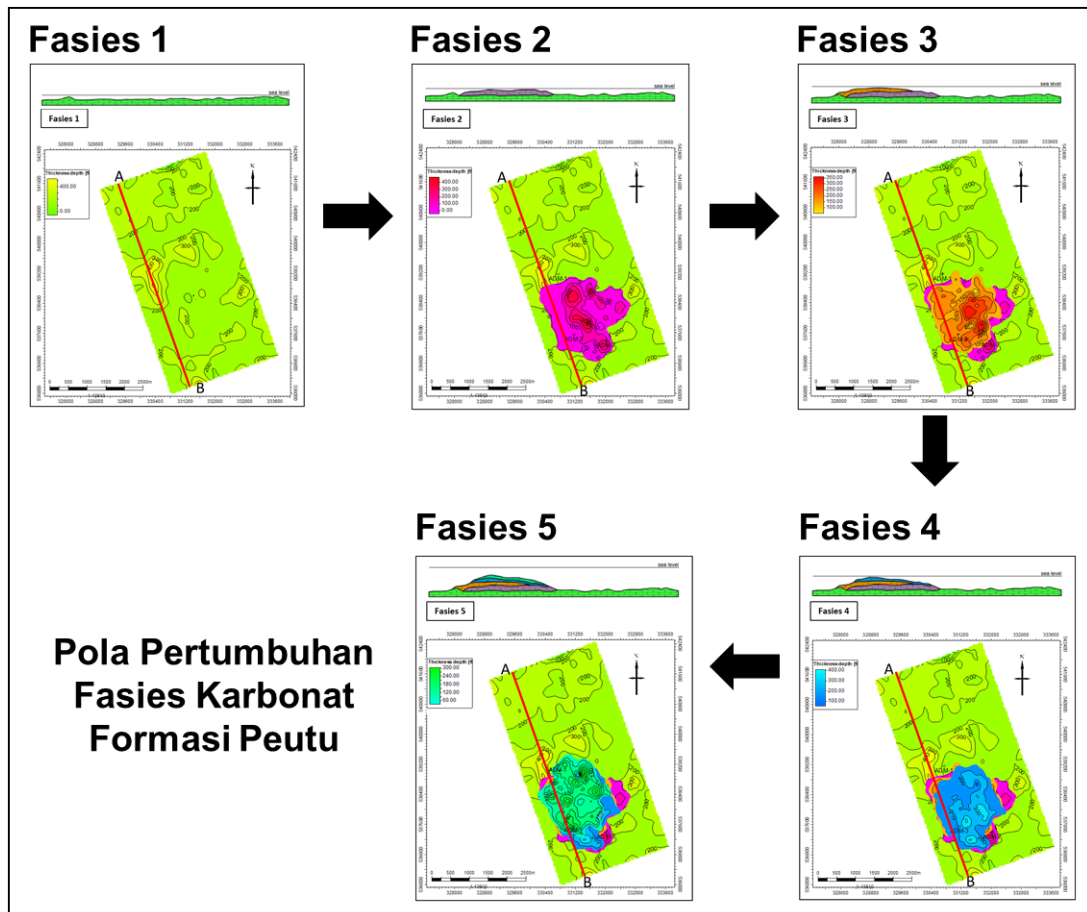
Secara umum, pola log *gamma ray* pada masing-masing litofasies diawali dengan kemunculan pola *funnel*, diikuti pola *cylindrical*, dan diakhiri dengan pola *bell*. Pola *funnel* menginformasikan kondisi regresi muka air laut dimana suplai sedimen lebih tinggi daripada ruang akomodasi membentuk pola pengendapan yang progradasi, pada kondisi tersebut karbonat berkembang pada fase *catch up*. Pola *cylindrical* menginformasikan kondisi muka air laut relatif stabil dimana suplai sedimen seimbang dengan ruang akomodasi membentuk pola pengendapan agradasi, pada kondisi tersebut karbonat berkembang pada fase *keep up*. Pola *bell* menginformasikan terjadi transgresi muka air laut dimana ruang akomodasi lebih tinggi daripada suplai sedimen membentuk pola pengendapan yang retrogradasi, pada kondisi tersebut karbonat berkembang pada fase *give up*. Pola dan korelasi elektrofasis

pada masing-masing sumur ditunjukkan pada **Gambar 3**.

4.3 Pola Pertumbuhan Fasies Karbonat

Batas-batas fasies yang diperoleh dari data sumur digunakan sebagai batas penanda (*marker*) untuk dilakukan

interpretasi horizon seismik masing-masing fasies dengan mengamati konfigurasi internal pada seismik. Kemudian dilakukan *flattening* pada *base* karbonat sehingga didapatkan bentukan sembulan karbonat Formasi Peutu dan pola pertumbuhannya (**Gambar 4**.)



Gambar 5. Pola pertumbuhan fasies karbonat Formasi Peutu lapang ADM

Pertumbuhan karbonat diawali dengan terendapkannya fasies 1 yang menutupi seluruh daerah penelitian yang semakin menebal ke arah Baratdaya dan juga menebal secara lokal di beberapa bagian membentuk sembulan karbonat yang tidak terlalu signifikan. Fasies ini menjadi dasar bagi pembentukan fasies selanjutnya.

Pengendapan dilanjutkan dengan terendapkannya fasies 2 seiring dengan turunnya muka air laut dan masih berlanjut seiring fluktuasi muka air laut menjadi

relatif stabil sehingga menutupi bagian tenggara daerah penelitian dengan penebalan di bagian tengah fasies.

Berikutnya terendapkan fasies 3 melanjutkan fasies sebelumnya pada fase *keep up* tumbuh seiring menyesuaikan muka air laut kemudian secara perlahan terhenti saat terjadi transgresi muka air laut dan menebal secara lokal membentuk sembulan karbonat di beberapa tempat.

Pengendapan masih berlanjut dengan diendapkannya fasies 4 seiring dengan turunnya muka air laut dan terus tumbuh

seiring dengan fluktuasi muka air laut cenderung stabil hingga terhenti secara perlahan (*give up*) bersamaan dengan naiknya muka air laut. Fasies ini semakin menebal ke arah tenggara daerah penelitian.

Pengendapan fasies karbonat Formasi Peutu berlanjut dengan turunnya muka air laut mengendapkan fasies 5 dan diakhiri seiring dengan kembali terjadinya kenaikan muka air laut maksimum secara regional dan mengakhiri pengendapan bersamaan dengan terendapkannya serpih Formasi Baong. Fasies ini menebal secara lokal membentuk sembulan karbonat di bagian tenggara daerah penelitian. Pola pertumbuhan fasies karbonat Formasi Peutu secara keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 5**.

5. KESIMPULAN

Litofasies dan asosiasi fasies pengendapan batuan karbonat Formasi Peutu dapat dibagi menjadi 5 litofasies dan asosiasi fasies pengendapan, yaitu Litofasies 1 *Packstone-Grainstone* dengan fasies pengendapan *outer back-reef lagoon*, Litofasies 2 *Grainstone* dengan fasies pengendapan *reef core*, Litofasies 3 *wackestone-mudstone* dengan fasies pengendapan *inner back-reef lagoon*, Litofasies 4 *Grainstone-packstone* dengan fasies pengendapan *outer back-reef lagoon*, dan Litofasies 5 *Grainstone* dengan fasies pengendapan *reef core*.

Pola elektrofases di daerah penelitian secara umum diawali dengan pola *funnel* yang diikuti dengan pola *cylindrical* dan diakhiri dengan pola *bell*. Pola *funnel* menjelaskan karbonat berkembang di fase *catch up* saat muka air laut relatif turun. Pola *cylindrical* menjelaskan karbonat berkembang di fase *keep up* saat fluktuasi muka air laut relatif stabil yang masih memungkinkan karbonat tumbuh seiring menyesuaikan dengan muka air laut. Pola *bell* menjelaskan karbonat berkembang di fase *give up* saat muka air laut mengalami kenaikan sehingga secara perlahan karbonat berhenti tumbuh dan mati.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT yang dengan izin-Nya penelitian ini dapat terlaksana. Penulis juga menyampaikan rasa hormat kepada pembimbing yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A.J., Crow, M.J., Milsom, J.S., 2005, *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*, Geological Society, London.
- Boggs, Sam, J. R., 1995, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Darman, H. & Sidi, F. H.. 2000. *An Outline of The Geology of Indonesia*, IAGI
- Davies, P.R. 1984. *Tertiary Structural Evolution And Related Hydrocarbon Occurrences, North Sumatra Basin*. Indonesian Petroleum Association, Proceedings Of The 13th Annual Convention, Jakarta, 1984, I, 19-50.
- Dunham, R. J., 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*. American Association of Petroleum Geologists Memoir, p. 108-121.
- Kendall. 2003. *Carbonate and Relatives Change in Sea Level*. Mar. Geol. 44
- Pomar, Luis dan Ward, William C. 1995. *Sea-Level Changes, Carbonate Production and Platform Architecture: The Llumacmajor Platform, Mallorca, Spain*. Kluwer Academic Publishers.
- Tucker, Maurice.E.; Wright, V.Paul. 1990, *Carbonate Sedimentology*, Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Walker, R.G. and James, P. Noel. 1992. *Facies Models: Responses to Sea Level Change, Second Edition*., Canada: Geological Association of Canada