



DISTRIBUSI FASIES PENGENDAPAN BATUAN KARBONAT FORMASI GUMAI DI LAPANGAN 'NA', CEKUNGAN SUNDA

Nadya Widya Putri^{1*}, Undang Mardiana¹, Reza Moh Ganjar Gani¹, Yusi Firmansyah¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: nadyawdy@gmail.com

ABSTRAK

Lokasi penelitian terletak di daerah Sukaratu dan sekitarnya, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Daerah penelitian termasuk ke dalam kawasan gunungapi, tepatnya berada pada lereng potensi sumber daya airtanah yang baik. Namun daerah penelitian juga merupakan daerah padat industri. Sehingga kebutuhan airtanah semakin lama akan semakin meningkat. Dalam rangka pengelolaan sumberdaya Lapangan 'NA' merupakan lapangan yang terletak pada Formasi Gumai di bagian barat Cekungan Sunda. Formasi Gumai yang menjadi daerah penelitian didominasi oleh batuan karbonat yang terbentuk setelah terjadinya rifting dan pada saat terjadinya kenaikan muka air laut, walaupun beberapa penurunan muka air laut juga terjadi. Batuan karbonat sangat menarik sebagai reservoir karena memiliki potensi porositas dan permeabilitas yang sangat besar. Keberagaman porositas dan permeabilitas pada batuan karbonat disebabkan oleh kompleksnya fasies. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi fasies pengendapan batuan karbonat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah analisis litofasies, elektrofases, dan korelasi antar sumur. Litofasies meliputi 25 litofasies yang diendapkan pada 6 fasies pengendapan. Distribusi fasies pengendapan pada lapangan 'NA' terbagi menjadi 5 waktu pengendapan dari t5 hingga t1 yang dibagi berdasarkan penarikan garis *flooding surface*.

Kata kunci: batuan karbonat, litofasies, distribusi fasies pengendapan, formasi gumai

ABSTRACT

'NA' field is located on Gumai Formation in western of the Sunda Basin. Gumai Formation is dominated by carbonate rocks which is deposited in post-rift and mainly under transgression conditions, although some regressive pulses have been recognized. Carbonate rocks are very interesting as reservoirs because they have enormous porosity and permeability potential. The diversity of porosity and permeability in carbonate rocks is caused by the complexity of facies. This research was conducted to determine depositional facies distribution of carbonate rocks. Methods used in this research were lithofacies, electrofacies, well to well correlation, diagenetic, and petrophysical analysis. Twenty five carbonate lithofacies were grouped into six major depositional facies. Depositional facies distribution in the 'NA' field is divided into five deposition times from t5 to t1 using flooding surface as the marker.

Keywords: Carbonate rocks, lithofacies, depositional facies distribution, gumai formation

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, industri minyak dan gas bumi terus mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat. Berbagai permasalahan yang menyangkut eksplorasi hidrokarbon memiliki aspek serta kendala tertentu yang mendorong pesatnya

perkembangan penelitian dan pengoptimalan studi cekungan dalam usaha untuk pengembangan dan optimalisasi produksi pada lapangan yang sudah ditemukan. Pengembangan lapangan seperti ini merupakan suatu hal yang menantang karena toleransi kesalahan lebih kecil ketimbang pada lapangan baru. Hal ini

menyebabkan perlunya perencanaan yang matang dalam pengembangan lapangan sehingga menguntungkan secara ekonomi.

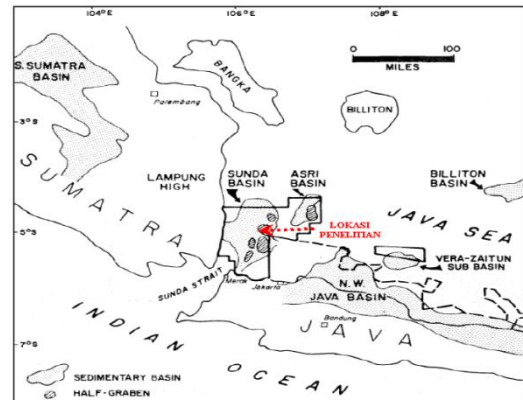
Saat ini, hampir seluruh reservoir ekonomis berupa batuan sedimen, baik itu batupasir ataupun batuan karbonat. Batuan karbonat sangat menarik sebagai reservoir karena memiliki potensi porositas dan permeabilitas yang sangat besar. Keberagaman porositas dan permeabilitas pada batuan karbonat disebabkan oleh kompleksnya fasies (Jardine dkk, 1977).

Pengetahuan yang didapat dari mengidentifikasi dan mengklasifikasi tipe batuan dan merekonstruksi model pengendapan karbonat akan membantu *subsurface geologist* dalam eksplorasi maupun pengembangan reservoir karbonat (Asquith, 1979).

Daerah penghasil hidrokarbon yang menjadi target penelitian adalah Cekungan Sunda. Cekungan Sunda merupakan suatu daerah yang memiliki potensi hidrokarbon yang secara *petroleum system* memiliki sumber batuan induk (*source rock*) dan *reservoir* (Wight, 1986). Akan tetapi, penelitian tentang fasies pengendapan masih kurang lengkap dan butuh penelitian lebih rinci terutama berhubungan dengan data.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cekungan Sunda merupakan bagian dari daerah operasi *China National Offshore Oil Company* (CNOOC) blok *South East Sumatera* (SES). Cekungan Sunda termasuk salah satu rangkaian cekungan sedimen *back-arc* berumur Tersier yang mengandung minyak di belakang rantai gunungapi Jawa dan Sumatera. Secara umum, Cekungan Sunda terletak di barat Laut Jawa dan timurlaut Selat Sunda yang memisahkan pulau Jawa dan Sumatera (Gambar 2.1)

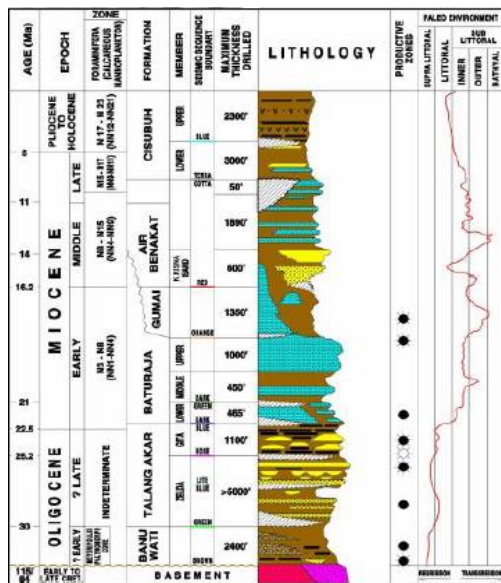


Gambar 2.1 Peta Fisiografi Cekungan Sunda (Wight, 1986)

Wight dkk (1986) mengusulkan urutan sejarah tektonik yang telah disederhanakan dari Cekungan Sunda, yaitu Tektonisme pada Mesozoikum, Pengangkatan dan erosi pada Paleogen, Rifting dan subsidens yang sangat cepat pada Oligosen Awal, Tektonik pasif bersamaan dengan subsidens postrift dan transgresi *marine* pada Miosen Awal, Tektonisme bersamaan dengan proses regresi pada Miosen Tengah, dan Rifting minor yang membentuk beberapa sesar *antithetic* kecil dan terjadinya migrasi hidrokarbon pada Miosen Akhir - Pliosen.

Urutan stratigrafi Cekungan Sunda dari umur tertua hingga termuda menurut Wight (1986) terdiri atas tiga fase (Gambar 2.2). Fase pengendapan pertama diendapkan pada Kontinental, terdiri atas Batuan Dasar (*basement*) berumur Kapur, Formasi Banuwati berumur Oligosen, dan Formasi Talang Akar berumur Oligosen-Miosen Awal.

Fase pengendapan kedua diendapkan pada saat Transgresi Laut, terdiri atas Formasi Baturaja berumur Miosen Awal dan Formasi Gumai berumur Miosen Awal-Tengah. Fase pengendapan ketiga diendapkan pada saat Regresi Laut, terdiri atas Formasi Air Benakat dengan umur Miosen Tengah-Akhir dan Formasi Cisubuh berumur Miosen Akhir-Pleistosen.



Gambar 2.2 Stratigrafi Regional Cekungan Sunda (Wight, 1986)

3. METODE

Penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai metode yang akan dilakukan, geologi regional daerah penelitian, teori – teori dasar yang akan diaplikasikan, cara pengoperasian perangkat lunak yang akan digunakan, dan pengumpulan data yang akan dibutuhkan selama pengerjaan penelitian.

Tahap selanjutnya berupa analisis litofasies. Analisis batuan inti yang terdiri atas *conventional core*, *sidewall core*, *cutting*, serta sayatan tipis petrografi dideskripsi dan diinterpretasi untuk mengetahui bentuk kondisi litologi pada saat diendapkan, untuk selanjutnya dikelompokkan menjadi fasies pengendapan tertentu.

Tahap analisis elektrofases menggunakan sepuluh log yang dilakukan untuk menentukan fasies pada sumur yang tidak memiliki data batuan inti.

Kemudian tahap korelasi antar sumur dilakukan terhadap waktu dengan mengkorelasikan sumur menggunakan *flooding surface* sehingga didapatkan garis-garis parasikuen yang menghubungkan titik yang memiliki waktu pengendapan yang sama. Untuk selanjutnya didapatkan peta distribusi fasies untuk memperlihatkan arsitektur fasies yang menyusun lapangan 'NA', model persebaran fasies batuan

karbonat, dan evolusi fasies pengendapan batuan karbonat lapangan 'NA' seiring waktu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Litofasies

Karakteristik litofasies dilakukan berdasarkan litologi dan kandungan fosil. Berdasarkan analisis batuan inti, secara garis besar dapat dikelompokkan litofasies pada lapangan 'NA' terdiri atas 25 litofasies berdasarkan klasifikasi Dunham (1962) dan Embry-Klovan (1971) serta 6 fasies pengendapan berdasarkan James (1983) dan Wilson (1975). Untuk beberapa litofasies yang tidak memiliki data tekstur, digunakan analisis litofasies dari data *cutting*, *sidewall core*, dan biostratigrafi (Tabel 4.1)

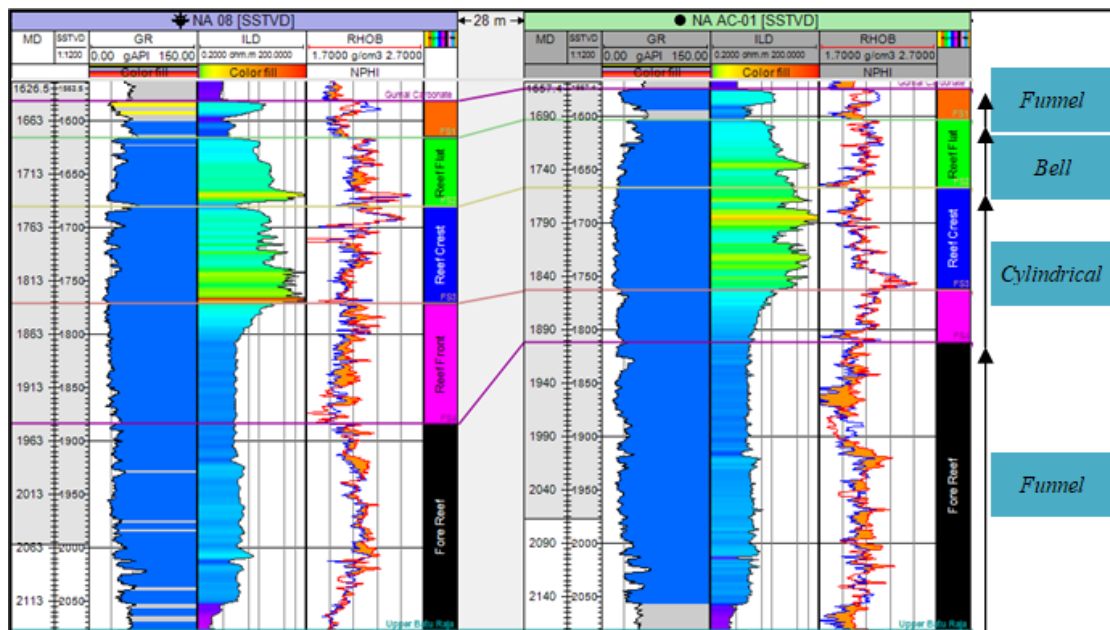
Sumur NA 01 sampai NA AC-02 diendapkan pada *platform* yang sama yaitu *isolated platform* sebagai *platform* air dangkal dengan kemiringan landai, lebar sepuluh hingga ratusan kilometer, terletak pada lepas pantai paparan kontinental dangkal yang dikelilingi oleh air dalam yang memiliki kedalaman dari beberapa ratus hingga beberapa kilometer. Hal ini sesuai dengan kedalaman sumur yang terletak pada lepas pantai Sunda.

4.2 Elektrofases

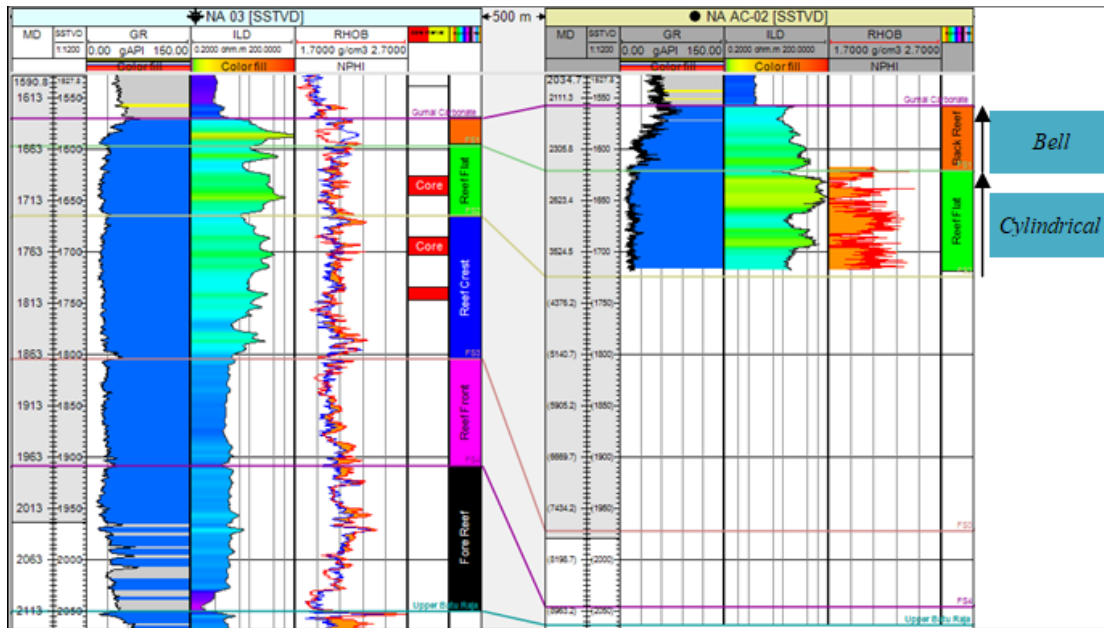
Penentuan keadaan geologi bawah permukaan juga dapat dilakukan melalui pengamatan terhadap data log sumur. Pola log *gamma ray* dari log sumur dapat digunakan untuk mengetahui kondisi pengendapan sebuah batuan pada saat diendapkan (Kendall, 2003). Pola respon umum *gamma ray* ini digunakan dalam analisis elektrofases untuk menentukan pola perubahan keadaan energi pengendapan pada sumur yang tidak memiliki data batuan inti, yaitu sumur NA AC-01 dan NA AC-02.

Tabel 4.1 Rangkuman Litofasies dan Fasies Pengendapan Lapangan 'NA'

Litofasies	Fasies Pengendapan
<i>Skeletal limestone interkalasi batulempung</i>	<i>Shelf Lagoon</i>
<i>Micrite – biomicrite limestone interkalasi batulempung</i>	
<i>Large foraminifera-red algae packstone</i>	<i>Back Reef</i>
<i>Large foraminifera-red algae packstone-grainstone</i>	
<i>Red algae-large foraminifera packstone</i>	
<i>Large foraminifera limestone</i>	
<i>Micrite – biomicrite limestone</i>	
<i>Coral-large foraminifera-red algae packstone-grainstone</i>	<i>Reef Flat</i>
<i>Coral-large foraminifera-red algae grainstone-packstone</i>	
<i>Coral-large foraminifera-red algae grainstone</i>	
<i>Coral-red algae-large foraminifera packstone</i>	
<i>Coral-mollusk packstone</i>	
<i>Fossil limestone</i>	
<i>Coral bindstone</i>	<i>Reef Crest</i>
<i>Oil stain limestone – coral-large foraminifera packstone</i>	
<i>Coral bafflestone</i>	<i>Reef Front</i>
<i>Oil stain limestone – coral-large foraminifera-skeletal debris packstone</i>	
<i>Biomicrite limestone</i>	
<i>Skeletal debris-planktonic foraminifera-mollusk packstone-wackestone interkalasi batulempung</i>	<i>Fore Reef</i>
<i>Skeletal debris-red algae-planktonic foraminifera wackestone interkalasi batulempung</i>	
<i>Planktonic foraminifera floatstone interkalasi batulempung</i>	
<i>Large foraminifera-planktonic foraminifera packstone</i>	
<i>Planktonic-benthonic foraminifera limestone</i>	
<i>Planktonic-benthonic foraminifera interkalasi batulempung</i>	
<i>Limestone interkalasi batulempung</i>	



Gambar 4.2 Elektrofasies Sumur NA AC-01



Gambar 4.3 Elektrofases Sumur NA AC-02

1. Elektrofases Sumur NA AC-01

Penentuan fasies dari sumur NA AC-01 dilakukan dengan mengkorelasikan sumur NA AC-01 dengan sumur yang paling dekat yaitu sumur NA 08. Jarak antar sumur hanya 28 m dengan pola gamma ray yang hampir sama. Pola log gamma ray pada reservoir lapangan 'NA' dari bawah ke atas terdiri atas 4 pola yaitu *funnel*, *cylindrical*, *bell*, dan *funnel* (Gambar 4.2).

Pola *funnel* menunjukkan perubahan energi pengendapan dari energi tingkat rendah ke energi tingkat tinggi. Pola ini menandai fasies pengendapan *fore reef*. Pola *cylindrical* menunjukkan energi pengendapan yang cenderung sama dari tiap waktu. Pola *cylindrical* menandai fasies pengendapan *reef* yaitu *reef front* dan *reef crest*. Selain itu, ditemukan juga pola *bell* yang menunjukkan perubahan energi pengendapan dari energi tingkat tinggi ke energi tingkat rendah. Pola *bell* menandai fasies pengendapan *reef flat*. Kemudian pola paling atas adalah pola *funnel* yang menunjukkan perubahan energi pengendapan dari energi tingkat rendah ke energi tingkat tinggi. Pola *funnel* ini menandai fasies pengendapan *back reef*.

2. Elektrofases Sumur NA AC-02

Penentuan fasies dari sumur NA AC-02 dilakukan dengan mengkorelasikan sumur NA AC-02 dengan sumur yang paling dekat yaitu sumur NA 03. Jarak antar sumur 500 m dengan pola gamma ray yang hampir sama. Berdasarkan penampang seismik, sumur NA AC-02 merupakan sumur horizontal. Pola log *gamma ray* pada sumur NA AC-02 dari bawah ke atas terdiri atas 2 pola yaitu *cylindrical* dan *bell* (Gambar 4.3).

Pola *cylindrical* menunjukkan energi pengendapan yang cenderung sama dari tiap waktu. Pola *cylindrical* menandai fasies pengendapan *reef flat*. Kemudian pola *bell* yang menunjukkan perubahan energi pengendapan dari energi tingkat tinggi ke energi tingkat rendah. Pola ini menandai fasies pengendapan *back reef*.

4.3 Distribusi Fasies Pengendapan

Untuk lebih memahami mengenai kerangka waktu pada lapangan 'NA', maka dilakukan korelasi parasikuen dengan menarik garis-garis yang menghubungkan *flooding surface* dari tiap sumur.

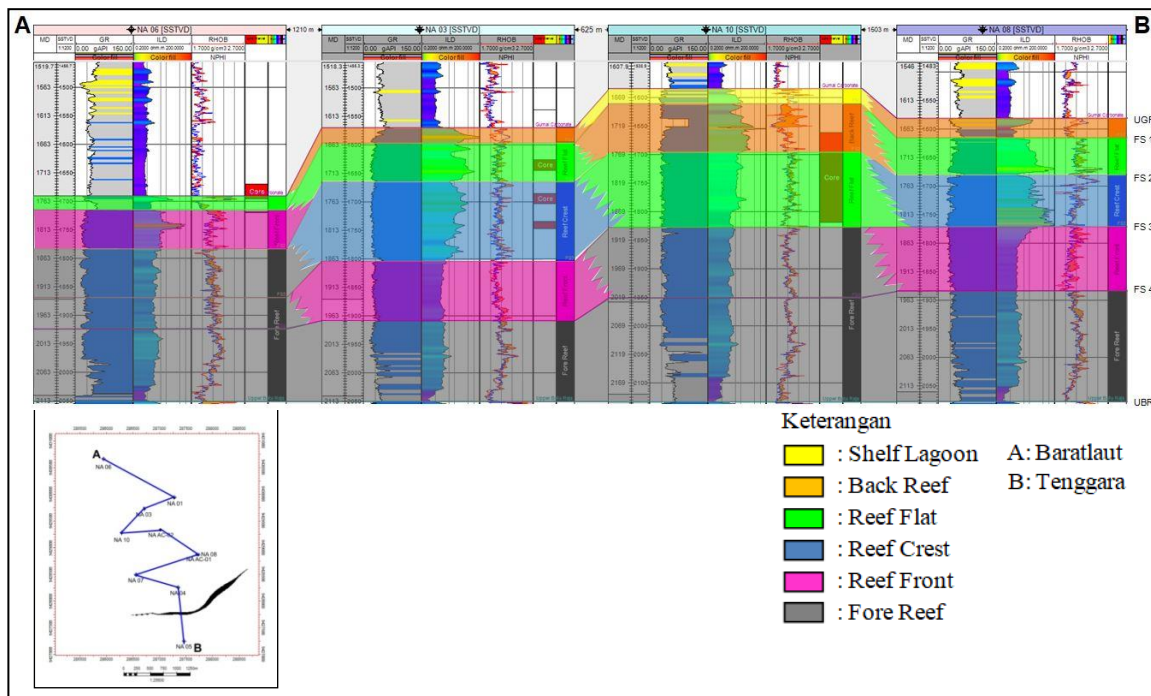
Flooding surface ini merupakan permukaan yang diendapkan pada saat pembanjiran sehingga nilai gamma ray meningkat pada seluruh bagian di lapangan

'NA'. Pada lapangan ini ditemukan 4 *flooding surface* sehingga dihasilkan 5 waktu pengendapan pada lapangan 'NA'.

Distribusi fasies pengendapan didapatkan dari proses penghubungan antara suatu interval yang memiliki fasies pengendapan yang sama agar didapat susunan fasies pengendapan lapangan 'NA'. Pendekatan elektrofases dilakukan dalam mengetahui susunan fasies pengendapan pada lapangan 'NA'. Korelasi dilakukan berdasarkan kemiripan elektrofases secara lateral. Susunan fasies pengendapan pada lapangan 'NA' dapat

dilihat pada (Gambar 4.4).

Peta distribusi fasies pengendapan merupakan kenampakan 2 dimensi dari persebaran fasies pengendapan secara lateral. 5 peta dibuat berdasarkan pembagian waktu terbentuknya fasies – fasies ini dari korelasi parasikuen dimulai dari *top* Formasi Baturaja sampai *top* Formasi Gumai (Gambar 4.5). Dari model ini dapat diidentifikasi perubahan atau evolusi pengendapan karbonat dari awal hingga akhir pembentukan lapangan 'NA'.



Gambar 4.4 Penampang Fasies Pengendapan Lapangan 'NA' Berarah Baratlaut – Tenggara

1. Distribusi Fasies Pengendapan t5

Pada waktu t5 yang berada antara UBRF (*Upper Baturaja Formation*) dan FS 4, seluruh bagian pada lapangan 'NA' merupakan *Fore Reef*. Fasies ini diidentifikasi berada pada peristiwa naiknya muka air laut yang dimulai dari Formasi Baturaja sehingga lingkungan menjadi lebih dalam.

2. Distribusi Fasies Pengendapan t4

Pada waktu t4 yang berada antara FS 4 dan FS 3, diendapkan 2 fasies

pengendapan yang berbeda yaitu *Fore Reef* yang terletak pada daerah barat dan timur dan *Reef Front* yang memanjang utara ke selatan di tengah lapangan 'NA'. Pada waktu ini bagian tengah mengalami pertumbuhan terumbu sehingga muncul fasies pengendapan *Reef Front*. Fasies pengendapan *Fore Reef* diidentifikasi berada pada daerah yang lebih dalam dan merupakan hasil erosi dari fasies pengendapan *Reef Front*.

3. Distribusi Fasies Pengendapan t3

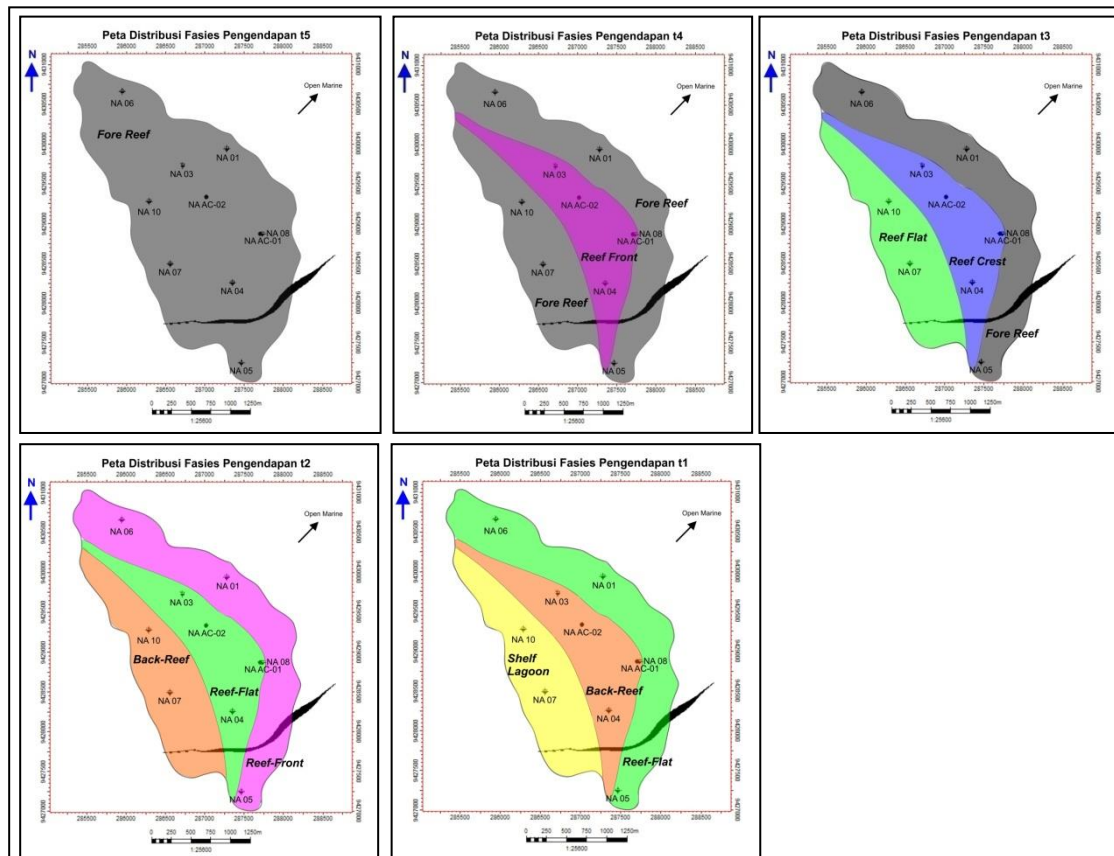
Pada waktu t3 yang berada antara FS 3 dan FS 2, diendapkan 3 fasies pengendapan yang berbeda yaitu *Fore Reef* yang terletak pada daerah timur, *Reef Crest* yang memanjang utara – selatan di tengah lapangan ‘NA’, dan *Reef Flat* yang terletak pada daerah barat.

Pada waktu ini bagian barat mengalami pertumbuhan terumbu sehingga fasies pengendapan menjadi *Reef Flat*. Kemudian area bagian tengah berada pada lingkungan yang paling ideal untuk pertumbuhan terumbu sehingga fasies pengendapan berupa *Reef Crest* yang merupakan terumbu inti. Fasies pengendapan *Fore Reef* diidentifikasi

berada pada daerah yang lebih dalam dan merupakan hasil erosi dari *Reef Crest*.

4. Distribusi Fasies Pengendapan t2

Pada waktu t2 yang berada antara FS 2 dan FS 1, diendapkan 3 fasies pengendapan yang berbeda yaitu *Reef Front* yang terletak pada daerah timur, *Reef Flat* yang memanjang utara – selatan di tengah lapangan ‘NA’, dan *Back Reef* yang terletak pada daerah barat.



Gambar 4.5 Penampang Fasies Pengendapan Lapangan ‘NA’ Berarah Baratlaut – Tenggara

Pada waktu ini bagian barat mengalami perubahan fasies pengendapan dari *Reef Flat* menjadi *Back Reef*. Kemudian area bagian tengah mengalami perubahan fasies pengendapan dari *Reef*

Crest menjadi *Reef Flat*. Pada waktu ini fasies pengendapan *Fore Reef* mengalami perubahan menjadi *Reef Front*. Hal ini dapat disebabkan oleh peristiwa turunnya

muka air laut sehingga lingkungan menjadi lebih dangkal.

5. Distribusi Fasies Pengendapan t1

Pada waktu t1 yang berada antara FS 1 dan *Upper Gumai Formation* (UGF), diendapkan 3 fasies pengendapan yang berbeda yaitu *Reef Flat* yang terletak pada daerah timur, *Back Reef* yang memanjang utara – selatan di tengah lapangan 'NA', dan *Shelf Lagoon* yang terletak pada daerah barat.

Pada waktu ini bagian barat mengalami perubahan fasies pengendapan dari *Back Reef* menjadi *Shelf Lagoon*. Kemudian area bagian tengah mengalami perubahan fasies pengendapan dari *Reef Flat* menjadi *Back Reef*. Dan zona bagian timur mengalami perubahan fasies pengendapan dari *Reef Front* menjadi *Reef Flat*. Hal ini dapat disebabkan oleh peristiwa turunnya muka air laut sehingga lingkungan menjadi lebih dangkal lagi karena terendapkannya fasies pengendapan *Shelf Lagoon* di sebelah barat.

5. KESIMPULAN

1. Litofasies Lapangan 'NA' meliputi 25 litofasies yang diendapkan pada 6 fasies pengendapan, yaitu:
 - Litofasies *limestone* interkalasi batulempung, *planktonic-benthonic foraminifera* interkalasi batulempung, *planktonic-benthonic foraminifera limestone*, *large foraminifera-planktonic foraminifera packstone*, *planktonic foraminifera floatstone* interkalasi batulempung, *skeletal debris-red algae-planktonic foraminifera wackestone* interkalasi batulempung, dan *skeletal debris-planktonic foraminifera-mollusk packstone-wackestone* interkalasi batulempung. Diendapkan pada fasies pengendapan *Fore Reef*.
 - Litofasies *biomicrite limestone*, *oil stain limestone* – *coral-large foraminifera-skeletal debris packstone*, dan *coral bafflestone*.

Diendapkan pada fasies pengendapan *Reef Front*.

- Litofasies *oil stain limestone* – *coral-large foraminifera packstone* dan *coral bindstone*. Diendapkan pada fasies pengendapan *Reef Crest*.
 - Litofasies *fossil limestone*, *coral-mollusk packstone*, *coral-red algae-large foraminifera packstone*, *coral-large foraminifera-red algae grainstone*, *coral-large foraminifera-red algae grainstone-packstone*, dan *coral-large foraminifera-red algae packstone-grainstone*. Diendapkan pada fasies pengendapan *Reef Flat*.
 - Litofasies *micrite* – *biomicrite limestone*, *large foraminifera limestone*, *red algae-large foraminifera packstone*, *large foraminifera-red algae packstone-grainstone*, dan *large foraminifera-red algae packstone*. Diendapkan pada fasies pengendapan *Back Reef*.
 - Litofasies *micrite* – *biomicrite limestone* interkalasi batulempung dan *skeletal limestone* interkalasi batulempung. Diendapkan pada lingkungan *Shelf Lagoon*.
2. Elektrofasis yang terdapat pada Lapangan 'NA' menunjukkan pola *funnel*, *cylindrical*, dan *bell*.
 3. Distribusi fasies pengendapan pada Lapangan 'NA' terbagi menjadi 5 waktu pengendapan dari t5 hingga t1 yang dibagi berdasarkan penarikan garis *flooding surface*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya artikel ilmiah ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada CNOOC SES Ltd. atas izinnya untuk mempublikasikan data – data di atas ke dalam sebuah artikel ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

Asquith, 1979. *Subsurface Carbonate Depositional Model*. Tulsa: Pennwell Publishing.

- Dunham, Robert J. 1962. *Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Textures*. AAPG Memoir 1.
- Embry A. F. and Klovan J.E. 1971. *A Late Devonian Reef Tract on North-eastern Banks Island*. Bulletin of Canadian Petroleum Geology vol. 19.
- Harsono, Adi. 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*. Revisi kedelapan. Jakarta.
- James, N. P. 1979. *Facies models 11. Reefs*. In Walker, R.G., ed., *Facies models: Geoscience Canada Reprint Series 1*, h. 121-132.
- James, N. P. 1983. *Reefs*. In: *Carbonate Depositional Environments*, P.A Scholle, D. G. Bebout & C.H. Moore (eds). Mem. Am. Ass. Petrol. Geol. 33, h. 345-462.
- Jardine D.E, et al, 1977. *Distribution and Continuity of Carbonate Reservoirs*, Journal Petroleum Technology no.10.
- Kendall. 2003. *Carbonate and Relatives Change in Sea Level*. Mar. Geol. 44.
- Koesoemadinata, R.P. 2004. *Regional Setting of The Sunda and Asri Basins*. Jakarta: CNOOC SES Ltd.
- Moore, C. H. and Wilson, J.L. 1985. *Carbonate Platforms*, in J.E. Warme and K.W. Shanley, eds., *Carbonate Depositional Environments, Modern and Ancient*, Part 2: *Carbonate Platforms: Colorado School of Mines Quarterly*, v. 80, no. 4, h. 31-60.
- Wight, A. 1986. *Stratigraphy, Structure and Depositional Systems of The Sunda Basin*. Jakarta: IIAPCO Inc., A Diamond Shamrock International Petroleum Company.
- Wight, A., Sudarmono dan Imron A. 1986. *Stratigraphic Response to Structural Evolution in A Tensional Back-Arc Setting and Its Exploratory Significance, Sunda Basin, West Java Sea*. Jakarta: Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA) 15th Annual Convention, h. 79-100.
- Wilson, J. L. 1975. *Carbonate Facies in Geologic Time*. New York: Springer-Verlag, 471p.