

**FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUAN KARBONAT FORMASI RANCAK,
PAPARAN MADURA UTARA, CEKUNGAN JAWA TIMUR UTARA**

Achhmad Yusqi Maulana¹, Ildrem Syafri¹, Reza Mohammad Ganjar Gani¹, Yusi Firmansyah¹, Riszky Baisal Risyad²

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

²Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore

Email Korespondensi : yusqi.maulanaa@gmail.com

ABSTRACT

The location of the research area is in the "COVID" field, North Madura Platform, North East Java Basin. The purpose of this study is to identify the facies and depositional environment that developed in the Rancak Formation which is a reef system in carbonate rocks. The research methodology was carried out by qualitative analysis of well log data to determine lithology and facies analysis using core and petrographic data. There are 7 lithofacies that can be identified, namely silty foraminiferal packstone, bioclastic wackestone, silty bioclastic wackestone, red algal wackestone, larger forams packstone, coralline Rudstone, and intraclastic coralline Rudstone, Grainstone, and Boundstone. The identified lithofacies can be grouped into 3 facies associations, namely Backreef, Reef Core, and Fore Reef. Based on the results of the depositional environment analysis, it can be concluded that the research area is part of a rimmed carbonate platform reef system.

Keywords : Carbonate Facies, Facies Association, Rancak Formation, North Madura Platform

ABSTRAK

Lokasi daerah penelitian terletak pada lapangan "COVID", Paparan Madura Utara, Cekungan Jawa Timur Utara. Tujuan dari penelitian ini merupakan pengidentifikasian faseis dan lingkungan pengendapan yang berkembang pada Formasi Rancak yang merupakan suatu sistem terumbu pada batuan karbonat. Metodologi penelitian dilakukan dengan cara analisis kualitatif pada data log sumur untuk mengetahui litoogi dan analisis fasies menggunakan data *core* dan petrografi. Terdapat 7 litofasies yang dapat diidentifikasi, yaitu *silty foraminiferal packstone*, *bioclastic wackestone*, *silty bioclastic wackestone*, *red algal wackestone*, *larger forams packstone*, *coralline Rudstone*, *intraclastic coralline Rudstone*, *Grainstone*, dan *Boundstone*. Litofasies yang telah diidentifikasi dapat dikelompokkan ke dalam 3 asosiasi fasies, yaitu *Backreef*, *Reef Core*, dan *Fore Reef*. Berdasarkan hasil analisis lingkungan pengendapan tersebut dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian merupakan bagian dari sistem terumbu *rimmed carbonate platform*.

Kata Kunci: Fasies Karbonat, Asosiasi Fasies, Formasi Rancak, Paparan Madura Utara

PENDAHULUAN

Rencana Umum Energi Nasional Indonesia (RUEN) memproyeksikan pada tahun 2050 target konsumsi bahan bakar fosil ditekan hingga di bawah 25% dari total bauran energi Indonesia. Walau persentasenya lebih kecil proses eksplorasi hidrokarbon tetap harus dilakukan secara massif untuk tetap dapat memenuhi kebutuhan energi di Indonesia. Menurut Akbar, et al (2000) 60% Cadangan minyak di dunia terletak pada reservoir batuan karbonat. Batuan karbonat merupakan salah satu kelompok batuan sedimen yang memiliki karakteristik yang khas, baik dari tekstur, struktur, dan lingkungan pengendapannya. Oleh karena itu sebelum melakukan eksploitasi hidrokarbon, pada fase eksplorasi sangat penting untuk dilakukan analisis fasies dan lingkungan pengendapan yang berkembang pada Paparan Madura Utara pada interval Formasi Rancak.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan analisis elektrofases, analisis litofases, asosiasi fasies, serta perhitungan pada log sumur berupa *crossplot* log *neutron porosity* dengan *bulk density* untuk mengidentifikasi litologi. Alur penelitian mencakup input data, interpretasi, dan analisis pada penelitian ini dijelaskan dalam diagram penelitian (Gambar 1).

GEOLOGI REGIONAL

Cekungan Jawa Timur Utara merupakan cekungan belakang busur (*Back arc basin*) yang berada pada batas Tenggara dari lempeng benua Eurasia (Mudjiono dan Pireno, 2002). Keterbentukan Cekungan Jawa Timur berasal dari *microplate* Jawa Timur yang mengalami *drifting* dan ter-akresikan terhadap *Sundaland* pada sebelah Barat Lautnya yang akhirnya membentuk produk tatanan *sundaland* seperti saat ini. Sejarah pengendapan dan struktur geologi yang mengontrol serta laju sedimentasi Tersier di daerah penelitian sebagian besar dikendalikan oleh konfigurasi batuan dasar yang dibentuk pada masa Kapur Akhir sampai dengan Tersier Awal oleh proses tektonik.

Secara umum stratigrafi pada Cekungan Jawa Timur Utara menurut Mudjiono & Pireno, 2002 dimulai dengan batuan dasar berumur kapur berupa batuan beku, termasuk diantaranya gabro, basal andesitik, dan tufa metamorfik dan beberapa sedimen Pra-Tersier yang belum termalihkan (Gambar 2). Pada Cekungan Laut Jawa Timur Utara, Formasi batuan berumur Tersier pada umumnya didominasi dengan litologi batuan karbonat, terutama pada Formasi Ngimbang, Kujung, dan juga Rancak.

Formasi Rancak ekuivalen dengan Formasi Tuban pada daratan Pulau Jawa yang memiliki karakteristik pelamparan yang luas sepanjang Cekungan Jawa Timur. Litologi penyusun utama pada formasi ini antara lain batupasir, batugamping, dan serpih. Formasi Rancak diinterpretasikan sebagai campuran litologi karbonat-

silisiklastik paparan dengan progradasi delta yang berasosiasi dengan karbonat paparan dan *build-up carbonate* yang lebih dominan pada Cekungan Laut Jawa Timur Utara. Formasi ini berumur Miosen awal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan secara kualitatif berupa penentuan litologi pada log sumur dengan metode *crossplot* log *neutron porosity* dengan *bulk density* untuk mengidentifikasi litologi. Penelitian ini juga menggunakan metode penelitian deskriptif yang dilanjutkan dengan metode analisis. Metode deskriptif merupakan metode interpretasi elektrofases pada data log sumur serta litofases pada data *core* dan petrografi yang didasarkan atas landasan teori yang valid dan relevan. Setelah dilakukan interpretasi secara deskriptif dilanjutkan dengan tahap analisis asosiasi fasies untuk mengetahui lingkungan pengendapan serta sistem terumbu yang berkembang pada daerah penelitian. Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Analisis Log Sumur

Pada data log sumur juga dilakukan *crossplot* log *neutron porosity* dengan *bulk density* untuk mengidentifikasi litologi secara kualitatif.

Selain itu, dilakukan juga penentuan elektrofases, serta fasies pengendapan yang berkembang berdasarkan analisis secara kualitatif pada kurva log Gamma Ray (GR), Resistivitas (ILD, LLD), *Neutron porosity* (NPHI), dan Densitas (RhoB). Model elektrofases yang digunakan merupakan model elektrofases berdasarkan pola log gamma ray menurut Kendall, 2003.

Analisis Fasies

Interpretasi secara kualitatif dilakukan pada data *core* dan petrografi untuk mengetahui litofases serta asosiasi fasiesnya pada suatu lingkungan pengendapan sistem terumbu.

Analisis Asosiasi Fasies dan Lingkungan Pengendapan

Lingkungan pengendapan daerah penelitian mengacu pada model lingkungan pengendapan Luis Pomar (2004). Model tersebut membagi lingkungan pengendapan secara garis besar kedalam 4 bagian, yaitu *backreef lagoon*, *reef core*, *fore reef*, serta *open reef shelf*. Model lingkungan pengendapan pomar, dijadikan standar untuk penentuan asosiasi fasies berdasarkan sifat fisik berupa ukuran butir, tekstur pengendapan, serta komponen biogenik penyusunnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan berasal dari PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data *wireline log* berupa log gamma ray, log *neutron porosity*, log resistivitas, dan log bulk density, serta data *core* pada 4 interval kedalaman, serta 8 sayatan tipis data petrografi pada sumur K – 4.

Analisis Log Sumur

Hasil interpretasi pada interval daerah penelitian dari data *wireline log* sumur K – 4 yang terdiri dari log GR, Resistivitas, bulk density, dan *neutron porosity* didapatkan 3 litologi utama yaitu batupasir, batulempung, dan batugamping. Litologi diidentifikasi dengan mempertimbangkan log gamma ray yang memiliki nilai API yang tinggi menunjukkan bahwa batuan tergolong sebagai batuan *shale* dan apabila nilai log GR memiliki nilai API yang rendah maka batuan diidentifikasi sebagai batuan *non-shale*. Untuk membedakan litologi karbonat dan batupasir, dapat mengaplikasikan perbedaan nilai densitas pada log yang memiliki nilai API rendah. Litologi batugamping memiliki nilai densitas yang lebih besar ketimbang batupasir, pendekatan ini juga dapat disajikan dalam bentuk *crossplot* antara log *neutron porosity* (NPHI) dan log *bulk density* (RHOB) dan dilakukan *overprint* dengan *chart* schlumberger (2009) untuk menentukan jenis litologi antara batupasir dan batugamping. Terlihat pada gambar *crossplot* bahwa litologi pada daerah penelitian didominasi oleh litologi batugamping dan batu pasir (Gambar 4).

Setelah diinterpretasikan litologi, penentuan fasies secara vertical dilakukan berdasarkan metode elektrofasis. terdapat 4 pola elektrofasis yang ditemukan pada log gamma ray, yaitu pola *bell*, pola *funnel*, pola *serrated*, dan pola *blocky / cylindrical* (Gambar 5).

Analisis Litofasies

Data *Core* pada sumur K – 4 terdapat pada 4 interval kedalaman yaitu : *Core 1* pada interval kedalaman 3846 – 3866, *Core 2* pada interval kedalaman 3958 – 3973, *Core 3* pada interval kedalaman 4008 – 4019, dan *Core 4* pada interval kedalaman 4135 – 4141.3 (Tabel 1). Berdasarkan deskripsi makroskopis pada data *core*, dapat diidentifikasi beberapa litofasies seperti *boundstone*, *grainstone*, *packstone*, dan juga *wackestone*. Namun, untuk mendapatkan interpretasi asosiasi fasies yang lebih akurat, identifikasi microfasis juga perlu dilakukan terutama untuk mengidentifikasi kandungan fosil pada batuan karbonat.

Pada setiap interval kedalaman data *core* tersebut diambil 8 kedalaman untuk dilakukan analisis sayatan tipis padanya dan dapat ditentukan 7 litofasies yang berbeda (Tabel 2).

1. Silty Foram Packstone (3848 ft)

Litofasies ini memiliki karakteristik tekstur pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu dengan yang lainnya dengan jenis litologi *Packstone* (Dunham, 1962). Litofasies ini memiliki komposisi foraminifera besar 30%, kuarsa 15%, foraminifera bentonik kecil 12% dan sedikit mineral *glauconite* 1% dan material *carbonaceous* 1%. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan yang rendah.

2. Bioclastic Wackestone (3858.6 ft)

Litofasies ini memiliki karakteristik pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu dengan yang lainnya dengan jenis litologi *Wackestone* (Dunham, 1962). Litofasies ini memiliki komposisi debris koral 8%, foraminifera besar 6%, fragmen molluska 5%, foraminifera bentonik kecil 2% dan foraminifera planktonik 1%. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan yang rendah.

3. Silty Bioclastic Wackestone (3864 ft)

Litofasies ini memiliki karakteristik tekstur pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu dengan yang lainnya dengan jenis litologi *Wackestone* (Dunham, 1962). Litofasies ini memiliki komposisi foraminifera besar 6.5%, mineral kuarsa 12%, foraminifera bentonik kecil 7%, mineral *glauconite* 4%, dan foraminifera planktonik 1.5. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan yang rendah.

4. Red Algal Wackestone (3959 ft)

Litofasies ini memiliki karakteristik tekstur pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu dengan yang lainnya dengan jenis litologi *Wackestone* (Dunham, 1962). Litofasies ini memiliki komposisi alga merah 11%, fragmen molluska 8%, foraminifera besar 7%, debris koral 2%, mineral kuarsa 1%, serta mineral dolomite 8%. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan yang rendah.

5. Intraclastic Coralline Rudstone (3962 ft)

Litofasies ini memiliki tekstur pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu sama lainnya, dengan jenis litologi *Rudstone* (Embry dan Klovan, 1971). Litofasies ini memiliki komposisi intraclasts 20 % yang direpresentasikan dengan foraminifera besar 3%, alga merah 8%, *coralline algae* 5%, foraminifera planktonik 1%, foraminifera bentonik kecil 3%. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan menengah, yang berasosiasi dengan kompleks terumbu.

6. Coralline Rudstone (3971 ft)

Litofasies ini memiliki karakteristik tekstur pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu sama lainnya, dengan jenis litologi *Rudstone* (Embry & Klovan, 1971). Litofasies ini memiliki komposisi debris koral 40%, foraminifera besar 5%, foraminifera bentonik kecil 1%. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan menengah -

tinggi, yang berasosiasi dengan kompleks wajah terumbu / *fore reef* dimana banyak ditemui hasil rombakan terumbu yang terkena oleh gelombang dengan energi tinggi.

7. *Red Algal-Larger Forams Packstone (4018 ft)*

Litofasies ini memiliki karakteristik tekstur pengendapan yang terlihat namun komponen tidak terhubung satu dengan yang lainnya dengan jenis litologi *Packstone* (Dunham, 1962). Litofasies ini memiliki komposisi foraminifera besar 43-45%, fragmen molluska 1-5%, foraminifera bentonik kecil 5-8%, *coralline algae* 1-4%, dan foraminifera planctonik 1-2%. Litofasies ini diperkirakan diendapkan pada wilayah laut dangkal dengan kondisi energi pengendapan menengah.

Penentuan Asosiasi Fasies dan Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan litofasies yang sudah diidentifikasi, litofasies pada sumur K – 4 merupakan fasies yang terdapat pada lingkungan pengendapan *Rimmed Carbonate Platform*. Penciri utama dari salah satu asosiasi fasies pada lingkungan *Rimmed Carbonate Platform* yaitu asosiasi fasies *Reef Core*, merupakan tekstur pengendapan batugamping yang terlihat serta memiliki komponen penyusun terikat yang menjadi penciri utama batugamping terumbu / *autochthonus limestone*.

Berdasarkan litofasies yang diidentifikasi dapat diinterpretasikan terdapat 4 asosiasi fasies pada daerah penelitian (Tabel 3). Rentang asosiasi fasies daerah penelitian dapat digambarkan pada model pomar, 2004 (Gambar 12).

1. *Backreef Lagoon*

Asosiasi fasies ini didominasi oleh litofasies *Silty foraminiferal packstone*, *Bioclastic Wackestone*, *Silty bioclastic wackestone*, *Red algal wackestone* dan *Larger forams packstone*. Asosiasi fasies ini terbentuk pada lingkungan yang memiliki kedalaman 0 – 10 m pada wilayah Shelf. Litologi yang didapati pada lingkungan ini memiliki kandungan *mud* yang cukup melimpah dikarenakan posisinya yang cukup jauh dari inti terumbu, sehingga litologi berubah menjadi *packstone*, dan *wackestone*. Pada lingkungan ini pengaruh gelombang tidak terlalu kuat dikarenakan berada pada bagian landward dari inti terumbu, sehingga gelombang laut yang datang menjadi lebih tenang karena menabrak struktur terumbu yang keras. Gelombang dan arus yang tenang memungkinkan litologi serpih dari arah daratan untuk terendapkan sehingga endapan batugamping berasosiasi dengan endapan batuserpih dan menghasilkan sifat *argillaceous* / lempungan. Fragmen – fragmen skeletal yang tumbuh pada inti terumbu sangat mungkin untuk hancur akibat dari pengaruh gelombang laut dan terbawa oleh arus kepada lingkungan ini sehingga litologi batugamping memiliki fragmen skeletal yang cukup dominan.

2. *Reef Core*

Asosiasi fasies reef *core* terdiri atas litofasies *Grainstone*, *Boundstone*, serta *Coralline Rudstone*. Umumnya fasies ini tersusun oleh batugamping yang masif dan tidak berlapis. Litofasies yang didominasi oleh litologi batugamping *grain supported* mengidentifikasi lingkungan pengendapan yang posisinya tidak jauh dari pertumbuhan organisme koloni insitu di asosiasi fasies *Reef Core / Shelf Margin*. Asosiasi fasies ini merupakan suatu timbulan karbonat yang dibentuk oleh pertumbuhan organisme koloni yang insitu, mempunyai potensi untuk berdiri tegar membentuk struktur topografi yang tahan gelombang.

3. *Fore Reef*

Asosiasi fasies ini dwakili oleh litofasies *Argillaceous Wacke – Packstone*, serta litofasies *Intraclastic Coralline Rudstone*. Asosiasi Fasies ini terdapat pada Sumur K-4, yang diendapkan pada Formasi Rancak. Fasies ini terbentuk pada lingkungan yang mempunyai kedalaman >30 m dan lereng 5-30°. Pada lingkungan pengendapan ini memiliki gelombang yang cukup kuat karena berhadapan langsung dengan laut terbuka. Pecahan-pecahan dari fragmen pada inti terumbu terbawa dan terendapkan pada lingkungan ini seperti litofasies *intraclastic coralline Rudstone*. Keberadaan yang cukup jauh dari posisi inti terumbu juga memungkinkan litologi serpih untuk mengendap dan menghasilkan sifat lempungan.

KESIMPULAN

1. Secara garis besar litofasies pada daerah penelitian yang dapat diidentifikasi merupakan *silty foraminiferal packstone*, *bioclastic wackestone*, *silty bioclastic wackestone*, *red algal wackestone*, *larger forams packstone*, *coralline Rudstone*, *intraclastic coralline Rudstone*, *Boundstone*, dan *Grainstone*.
2. Berdasarkan litofasies yang ada disimpulkan bahwa lingkungan pengendapan daerah penelitian merupakan lingkungan pengendapan *platform margin reef* pada *rimmed carbonate shelf platform* dengan keterdapatannya asosiasi fasies berupa *Backreef Lagoonal*, *Reef Core*, dan *Fore Reef*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M., Vissapragada, B., Alghamdi, A.H., Allen, D., Herron, M., Carnegie, A., Dutta, D., Olesen, J.R., Chourasiya, R.D., Logan, D. and Stief, D., 2000. A snapshot of carbonate reservoir evaluation. *Oilfield Review*, 12(4), pp.20-21.
- Dunham, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional textures.
- Embry, A. F., & Klovan, J. E. (1971). A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian petroleum geology*, 19(4), 730-781.
- Handford, C. R., & Loucks, R. G. (1993). Carbonate depositional sequences and *systemss tracts*--

- responses of carbonate platforms to relative sea-level changes: Chapter 1.
- Kendall C (2003) Use of well logs for sequence stratigraphic interpretation of the subsurface. USC Sequence Stratigraphy Web. University of South Carolina. <http://www.sepmstrata.org/page.aspx?&pageid=35&6>
- Configuration to Stratigraphic Interpretation.
- Mudjiono., R., dan Pireno., G. E. 2002. Exploration Of The North Madura Platform, Offshore East Java. Indonesia. 28th Annual Convention Proceeding. Indonesian Petroleum Association
- Pomar, L. (2004). The Late Miocene Reef Complex. Mallorca, Universitat Illes Balears.
- Read, J. F. (1985). Carbonate platform facies models. AAPG bulletin, 69(1), 1-21.
- Satyana, AH., Djumlati, M. (2003). Oligo-Miocene Carbonates of the East Java Basin, Indonesia : Facies Definition Leading to Recent Significant Discoveries. AAPG Search and Discovery Article #90017@2003
- Wilson, J. L. (1975). The lower carboniferous Waulsortian facies. In Carbonate Facies in Geologic History (pp. 148-168). Springer, New York, NY.