



MIKROFASIES DAN DIAGENESIS BATUAN KARBONAT FORMASI BATURAJA, LAPANGAN MERAH, CEKUNGAN SUMATERA SELATAN

Muhamad Ridho^{1*}, Yoga Andriana Sendjaja¹, Reza Mohammad Ganjar Gani¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: ridhom1945@gmail.com

ABSTRAK

Daerah penelitian berada di Cekungan Sumatera Selatan, Sub Cekungan Palembang Selatan dengan fokus yaitu Formasi Baturaja, Lapangan MERAH. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe mikrofases dan proses diagenesis yang berkembang di daerah penelitian. Metode Penelitian yang digunakan adalah analisis petrografi pada foto sayatan tipis menggunakan *blue dye* untuk mengetahui kandungan biota, jenis mineral, dan menentukan porositas pada batuan.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 8 jenis mikrofases yang dibagi berdasarkan litologi batuan beserta kandungan biota didalamnya yaitu, Coral Packstone, Coral Wackestone, Large Foraminifera Packstone, Molluscs Wackestone, Planktic Foraminifera Packstone, Benthic Foraminifera Wackestone, Planktic Foraminifera Wackestone, dan Large Foraminifera Wackestone. Mikrofases tersebut kemudian dibagi menjadi 3 lingkungan pengendapan yakni, *off reef open shelf*, *reef crest*, dan *outer lagoon*. Sementara proses diagenesis yang berlangsung adalah *mikritisasi mikrobial*, *sementasi micrit dan fibrous calcite*, *dolomitisasi*, *porositas interkristalin*, *disolusi kalsit*, *porositas vuggy dan mouldic*, *neomorfisme*, *porositas fraktur*, *stilolitisasi*, dan *sementasi equant calcite*. Diagenesis tersebut terbagi kedalam 5 tahapan diagenesis berdasarkan lingkungan pembentukannya, yakni *marine phreatic*, *mixing zone*, *phreatic vadose*, *freshwater phreatic*, dan *burial*. Proses diagenesis tersebut kemudian berpengaruh terhadap bertambah dan berkurangnya nilai porositas batuan.

Kata Kunci: Mikrofases, Diagenesis, Formasi Baturaja, Porositas

ABSTRACT

The research area is located in the Basin of South Sumatra, Sub Basin of South Palembang with the focus of Baturaja Formation, MERAH Field. This study is aimed to determine the type of microfacies and diagenesis processes that develop in the study area. The method used in this research is petrographic analysis on thin incision photograph using blue dye in order to know the content of biota, mineral type, and determine porosity in rocks.

The results showed that there were 8 types of microfacies divided according to the lithology of rocks and their biota content; Coral Packstone, Coral Wackestone, Large Foraminifera Packstone, Wackestone Molluscs, Planktic Foraminifera Packstone, Wackestone Foraminifera Planktic, Wackestone Foraminifera Planktic, and Large Foraminifera Wackestone. The microfacies were then divided into 3 deposition environments ie, *off reef-open shelf*, *reef crest*, and *outer lagoon*. While the ongoing process of diagenesis were *microbial micritization*, *cementation of micrit and fibrous calcite*, *dolomitization*, *intercrystalline porosity*, *dissolution of calcite*, *vuggy and mouldic porosity*, *neomorphism*, *fracture porosity*, *stilolitization*, and *equant calcite cementation*. Diagenesis were divided into 5 stages of diagenesis based on the environment of its formation, namely *phreatic marine*, *mixing zone*, *phreatic vadose*, *freshwater phreatic*, and *burial*. Diagenesis process then affected the increase and decrease the porosity of rocks.

Keywords: Microfacies, Diagenesis, Baturaja Formation, Porosity

1. PENDAHULUAN

Formasi Baturaja, Lapangan MERAH berada pada Cekungan Sumatera Selatan, Sub-cekungan Palembang Selatan. Formasi ini merupakan batuan karbonat yang terdiri dari litologi batugamping klastik dan non-klastik. Selain itu, Formasi Baturaja menarik untuk diteliti karena merupakan salah satu target reservoir hidrokarbon di Cekungan Sumatera Selatan.

Data didapatkan dari P.T. Pertamina UTC berupa petrografi foto sayatan tipis. Data tersebut kemudian diamati untuk mengetahui kandungan biota, jenis mineral, serta porositas yang terbentuk.

Hasil analisis tersebut dapat digunakan untuk menentukan mikrofases dan proses diagenesis yang terbentuk. Sehingga pada akhirnya penelitian ini dapat dikembangkan untuk mengetahui lingkungan pengendapan daerah penelitian dan pengaruh diagenesis terhadap perubahan nilai porositasnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Batuan karbonat didefinisikan sebagai batuan dengan kandungan material karbonat lebih dari 50% yang tersusun atas partikel karbonat klastik yang tersemenkan atau karbonat kristalin hasil presipitasi langsung air laut, sedangkan yang dimaksud batugamping adalah batuan yang mengandung mineral karbonat sedikitnya 95% (Reijers dan Hsu, 1986).

Pembagian jenis batuan karbonat mengacu pada klasifikasi Dunham (1962) yang didasari oleh kemas yaitu mud supported dan grain supported, komponen yang saling terikat waktu pengendapan, dan tekstur kristalin.

Batuan karbonat disusun oleh mineral-mineral karbonat yang beragam, yang setiap mineralnya memiliki tingkat intensitas pelarutan berbeda. Intensitas pelarutan berpengaruh terhadap

kemampuan dalam menghasilkan porositas sekunder saat terdiagenesis sehingga mempengaruhi kualitasnya sebagai reservoir. Pada akhirnya, kualitas reservoir akan bergantung pada produk diagenesis yang merupakan proses terakhir yang dialami oleh batuan.

Diagenesis adalah seluruh proses yang terjadi pada sebuah batuan sedimen setelah pengendapan namun sebelum temperatur dan tekanan menjadi cukup tinggi untuk proses metamorfisme. Tucker (1990) membagi 6 proses utama yang termasuk kedalam diagenesis yakni, mikritisasi mikrobial, pelarutan, sementasi, kompaksi, neomorfisme, dan dolomitisasi.

Menurut Jaldrin dan Wilshart (1988) dari proses tersebut terdapat 4 proses yang berpengaruh terhadap bertambah dan atau berkurangnya nilai porositas, yaitu pelarutan, sementasi, neomorfisme, dan kompaksi.

Formasi Baturaja Lapangan MERAH terdiri dari batuan karbonat yang memiliki umur Miosen Awal (N5) dengan ditemukannya kemunculan fosil *Spiroclypeus sp* (Pertamina UTC, 2016). Sedangkan untuk lingkungan pengendapannya, Formasi Baturaja Lapangan MERAH ini dikelompokkan menurut klasifikasi Luis Pomar (2004) dengan mengamati litologi batuan beserta kandungan biota didalamnya.

3. METODE

Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai geologi daerah Sumatera Selatan. Kemudian diberikan data berupa laporan akhir 3 sumur yaitu RI-1, RI-2, dan RI-3, data petrografi foto sayatan tipis, dan data *cutting*. Analisa petrografi dilakukan terhadap 30 foto sayatan tipis dengan mencocokkan data *cutting* dan laporan akhir sumur. Analisis tersebut menghasilkan beberapa informasi seperti; kandungan biota dan jenis mineral yang kemudian diintegrasikan

dengan litologi sehingga didapatkan lingkungan pengendapan, serta porositas yang terbentuk dengan mengamati cairan *blue dye* yang mengisi sayatan tipis tersebut. Tahapan selanjutnya adalah interpretasi proses diagenesis dengan melihat jenis diagenesis yang terbentuk kemudian disusun sesuai perkiraan urutan pembentukannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mikrofases

Pembagian mikrofases pada penelitian ini didapatkan dengan melihat jenis litologi dengan kandungan biota yang terdapat pada petrografi foto satayan tipis kemudian diasosiasikan dengan klasifikasi lingkungan pengendapan Luis Pomar (2004). Didapatkan 8 jenis mikrofases pada daerah penelitian, yakni *Coral Packstone*, *Coral Wackestone*, *Large Foraminifera Packstone*, *Molluscs Wackestone*, *Planktic Foraminifera Packstone*, *Benthic Foraminifera Wackestone*, *Planktic Foraminifera Wackestone*, dan *Large Foraminifera Wackestone*. Fasies-fasies tersebut kemudian dikelompokkan menjadi 3 kelompok lingkungan pengendapan yaitu *off reef open shelf*, *reef crest*, dan *outer lagoon*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian terdiri dari lingkungan pengendapan laut dangkal hingga laut dalam.

Tabel dan gambar maksimal 6 disertai dengan nama tabel dan gambar serta pula terdapat sumber-sumber tersebut

4.2 Diagenesis

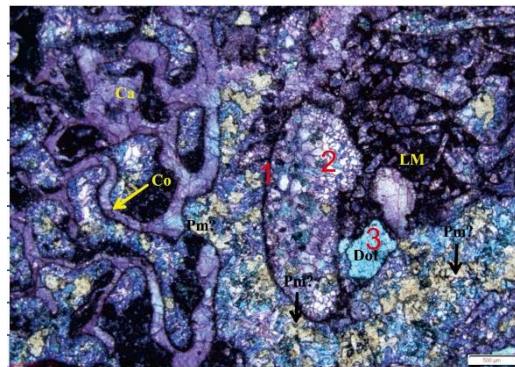
Proses diagenesis yang terjadi pada daerah penelitian akan dijelaskan pada uraian dibawah dibantu dengan penjelasan gambar yang telah diberi nomor dengan penjelasan sebagai berikut; 1. Mikritisasi mikrobial, 2. Sementasi mikrit dan *fibrous* kalsit, 3. Dolomitisasi, 4. Porositas interkristalin, 5. Pelarutan aragonit, Mg kalsit, dan

kalsit, 6. Porositas mouldic dan vuggy, 9. Neomorfisme, 12. Porositas *Fracture*, 13. Stylolitisasi, 14. Sementasi *equant*.

4.2.1 Mikritisasi Mikrobial

Mikritisasi mikrobial merupakan proses diagenesis yang disebabkan akibat adanya butiran bioklas yang terlubangi oleh organisme kecil seperti endholitic algae, fungi, dan bakteri yang kemudian diisi oleh semen. Butiran bioklas dapat terubah akibat adanya presipitasi air laut, proses metabolisme dari organisme, penghancuran material cangkang seperti disintegrasi alga, aktifitas boring dan erosi mekanik.

Jika proses boring kurang intensif maka hasil yang terbentuk adalah micrite envelopes atau selubung mikrit (matriks yang melingkupi butiran karbonat). Produk dari proses diagenesis yang terdapat dalam penelitian berupa boring dan micrite envelopes. Pada umumnya proses diagenesis ini terjadi pada lingkungan marine phreatic.



Gambar 1. Sayatan plate 14 sumur RI-1 menunjukkan beberapa diagenesis yang berlangsung seperti mikritisasi mikrobial, sementasi kalsit, dan dolomitisasi

4.2.2 Sementasi

Sementasi merupakan proses diagenesis dimana semen atau sparit mengisi ruang antar butiran yang kosong akibat adanya pelarutan. Semen dengan bentuk umum yang muncul pada sayatan diantaranya *fibrous*, *bladed*, dan *equant*.

Semen aragonit dan kalsit yang memiliki kandungan *high-Mg calcite* membentuk geometri *fibrous* dan *bladed*, sementara semen kalsit yang memiliki *low-Mg calcite* membentuk geometri *equant*. Semen dengan bentuk *fibrous* dan *bladed* merupakan *early cement* yang terbentuk diawal proses diagenesis pada lingkungan marine phreatic.

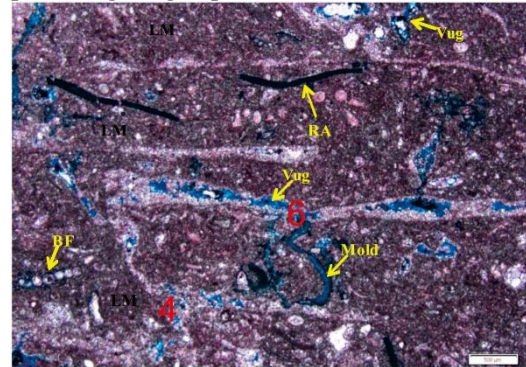
Semen dengan bentuk *equant* terbentuk pada lingkungan burial atau freshwater phreatic. Selain itu terdapat juga semen *drusy* yaitu semen *equant* yang mengisi pori intraskeletal, *mouldic* dan *fracture*. Serta bentuk *blocky* yaitu semen yang memiliki variasi ukuran dari medium mengasar tanpa memilih arah. Pada daerah penelitian, sementasi yang muncul yaitu sementasi kalsit *high-Mg* dengan geometri *fibrous* pada lingkungan marine phreatic serta sementasi *low-Mg* dengan geometri *equant* pada lingkungan burial.

4.2.3 Pelarutan

Pelarutan merupakan proses diagenesis yang terjadi akibat larutnya komponen karbonat saat fluida pori tidak jenuh (*unsaturated*) oleh mineral-mineral karbonat. Hal ini dipengaruhi oleh mineral yang tidak stabil serta nilai pH yang rendah sehingga lingkungan menjadi asam. Fluida dalam pori akan semakin agresif melarutkan karbonat apabila terkandung gas CO_2 yang dilepaskan oleh jasad organik.

Proses pelarutan terjadi pada lingkungan *phreatic vadose* karena pada lingkungan tersebut sangat dipengaruhi adanya air meteorik. Berdasarkan pengamatan pada sayatan tipis terdapat beberapa jenis porositas baik itu primer maupun sekunder, diantaranya interkristalin, *mouldic*, dan *vuggy*. Porositas primer seperti interkristalin terbentuk pada saat pengendapan, porositas ini kemungkinan dapat rusak saat proses diagenesis sehingga pada beberapa sayatan didaerah penelitian sedikit ditemukan porositas primer.

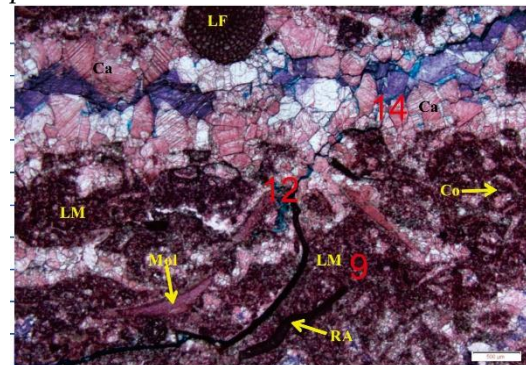
Selanjutnya porositas sekunder seperti *mouldic* dan *vuggy* akan mulai terbentuk pada lingkungan *phreatic vadose*.



Gambar 2 Sayatan plate 29 sumur RI-1 menunjukkan beberapa diagenesis yang berlangsung seperti porositas interkristalin, vuggy, dan mouldic.

4.2.4 Neomorfisme

Neomorfisme (Folk, 1965 dalam Boggs, 1992) terdiri dari inverse, rekristalisasi, dan penyatuan neomorfisme (*agradation/ degradation neomorphism*). Berdasarkan data sayatan tipis petrografi, neomorfisme menyebabkan mikrit berubah menjadi mikrospar di sebagian sampel tersebut. Proses ini terjadi pada awal *burial* dari lingkungan *freshwater phreatic* dan *deep burial*. Neomorfisme yang terjadi pada daerah penelitian berupa rekristalisasi, terutama terjadi pada awal *burial* di lingkungan *freshwater phreatic*.



Gambar 3 Sayatan plate 28 sumur RI-1 menunjukkan beberapa diagenesis yang berlangsung seperti neomorfisme, porositas *fracture*, dan sementasi *equant*.

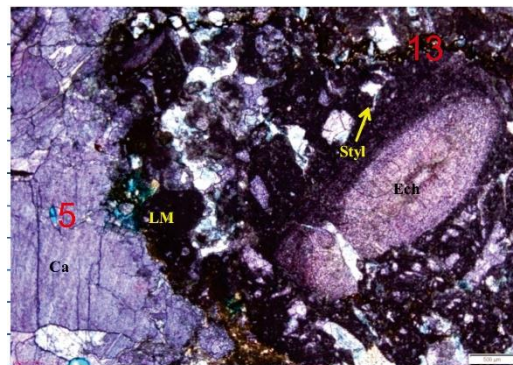
4.2.5 Dolomitisasi

Dolomitisasi terdiri dari penggantian (*replacement*) yang dihasilkan dari proses presipitasi atau sementasi, dan ditemukan pada lingkungan *mixing zone* dan *deep burial*. Suhu merupakan faktor utama dalam pertumbuhan dolomit. Dibawah suhu “critical roughening temperature” (CRT) sekitar 50-1000°C, menghasilkan pertumbuhan dolomit kristal euhedral-subhedral dalam tekstur planar, sementara diatas CRT, menghasilkan pertumbuhan dolomit kristal anhedral dalam tekstur non-planar. Kristal dolomit pada formasi ini adalah kristal subhedral-euhedral, bentuk dolomit terang (*limpid*) dan lebih resisten terhadap pelarutan, jadi dolomitisasi disini diinterpretasikan terjadi pada lingkungan dekat permukaan *mixing zone* selama awal diagenesis.

4.2.6 Kompaksi

Produk kompaksi yang teramati pada sayatan tipis berupa kompaksi mekanik dan kimia. Kompaksi mekanik ini menyebabkan pengurangan ketebalan, porositas, permeabilitas, serta menyebabkan adanya pecahan dan distorsi pada butiran. Selain itu, produk kompaksi mekanik juga dapat diidentifikasi dari adanya butiran yang saling bersentuhan seperti point-contact, concavo-contact, dan sutured –contact.

Pada pengamatan beberapa sayatan tipis ditemukan adanya point-contact, pecahan butiran, porositas *fracture*, dan *stylolite*. Porositas *fracture* dan *stylolite* merupakan produk dari kompaksi kimia. Adanya produk kompaksi menunjukkan bahwa lingkungan diagenesis telah melewati tahap pada lingkungan *burial*.



Gambar 4 Sayatan plate 17 sumur RI-1 menunjukkan beberapa diagenesis yang berlangsung seperti pelarutan aragonit, Mg kalsit, dan kalsit,serta hadirnya stylolitisasi.

4.3 Proses Diagenesis

Proses diagenesis Formasi Baturaja lapangan MERAH dan lingkungan keterbentukannya dirangkum sebagai berikut:

- 1) Diagenesis tahap pertama terjadi di lingkungan marine phreatic, dicirikan oleh proses diagenesis mikritisasi mikrobial dan menghasilkan mikrit dan semen kalsit dengan geometri fibrous.
- 2) Diagenesis tahap kedua berlangsung di lingkungan mixing zone, dicirikan oleh proses diagenesis dolomitisasi menghasilkan kristal dolomit subhedral-euhedral (*limpid dolomite*) dan porositas interkristalin.
- 3) Diagenesis tahap ketiga berlangsung di lingkungan phreatic vadose, dicirikan oleh proses diagenesis disolusi aragonit, Mg kalsit, dan kalsit, membentuk porositas mouldic dan vuggy.
- 4) Diagenesis tahap keempat berlangsung di lingkungan freshwater phreatic, dicirikan dengan neomorfisme dari mikrit menjadi mikrospat.
- 5) Diagenesis tahap kelima berlangsung di lingkungan burial, dicirikan dengan kompaksi mekanik dan kimia, membentuk point-contact dan sutured-contact, retakan membentuk porositas

fracture, kehadiran stylolite, dan proses diagenesis terakhir berupa sementasi akhir dengan geometri equant.

4.4 Hubungan diagenesis dengan perkembangan nilai porositas

Terdapat 4 jenis diagenesis yang berperan dalam menambah dan atau mengurangi nilai porositas Formasi Baturaja Lapangan MERAH, yaitu sementasi, neomorfisme, dan kompaksi yang menurunkan nilai porositas, sedangkan proses pelarutan menambah nilai porositas.

Tabel 1 Rangkuman Diagenesis Formasi Baturaja Lapangan MERAH Beserta Tahapannya dan Hubungannya Dengan Nilai Porositas

Nomor	Proses Diagenesis	Marine Phreatic	Mixing Zone	Phreatic Vadose	Freshwater Phreatic	Burial
1	Mikritisasi Mikrobial					
2	Sementasi Mikrit dan Kalsit Fibrous					
3	Dolomitisasi					
4	Porositas Interkristalin					
5	Pelarutan Aragonit, Mg Kalsit, dan Kalsit					
6	Porositas Mouldic dan Vuggy					
7	Neomorfisme					
8	Porositas Fracture					
9	Stylolitisasi					
10	Sementasi Equant					

Perkembangan Porositas	
↑ Bertambah	puncak kenaikan porositas ditandai dengan porositas sekunder berupa mouldic dan vuggy saat pengendapan muncul porositas interkristalin
↓ Berkurang	relatif konstan porositas berkurang karena neomorfisme mikrit sementasi dan kompaksi ikut menurunkan nilai porositas

5. KESIMPULAN

Batuan karbonat di daerah penelitian dibagi menjadi 8 mikrofasies, yaitu *Coral Packstone*, *Coral Wackestone*, *Large Foraminifera Packstone*, *Molluscs Wackestone*, *Planktic Foraminifera Packstone*, *Benthic Foraminifera Wackestone*, *Planktic Foraminifera Wackestone*, dan *Large Foraminifera Wackestone*. Lingkungan pengendapan daerah penelitian dikelompokkan menjadi 3 lingkungan, yaitu *off reef open shelf*, *reef crest*, dan *outer lagoon*.

Terdapat 10 jenis diagenesis yang terbentuk pada daerah penelitian

yang kemudian dibagi menjadi 5 proses diagenesis sesuai lingkungan keterbentukannya, yaitu ; 1. Mikritisasi mikrobial, Sementasi mikrit dan *fibrous* kalsit, 2. Dolomitisasi, porositas interkristalin, 3. Pelarutan aragonit, Mg kalsit, dan kalsit, porositas mouldic dan vuggy, 4. Neomorfisme, 5. porositas *Fracture*, Stylolitisasi, sementasi *equant*. Selain itu, proses diagenesis tersebut berperan penting dalam bertambah dan berkurangnya nilai porositas seperti sementasi, neomorfisme dan kompaksi yang mengurangi nilai porositas, sedangkan pelarutan menambah nilai porositas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan terselesaikannya artikel ilmiah ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada Dr. Sc. Yoga Andriana Sendjaja S.T., M. Sc dan Reza Mohammad Ganjar Gani yang turut membimbing dalam penyelesaian artikel ilmiah ini. Serta Teddy Eka Putra yang telah membimbing selama pengerjaan data di P.T Pertamina UTC.

DAFTAR PUSTAKA

- Boggs, Sam Jr. 1992. *Petrology of Sedimentary Rocks*, University of Oregon, Macmillan Publishing Company, New York, USA.
- Choquette, P.W. and Pray, L.C. (1970). *Geologic nomenclature and classification of Porosity in sedimentary carbonates*, in Beaumont. E.A. and Foster, N.H., *Reservoirs III, Carbonates. Treatise of Petroleum Geology Reprint Series, No. 5*, AAPG, Tulsa, OK, USA.
- Dunham. Robert J. 1962. *Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. The American Association of Petroleum Geologist. Tulsa, Oklahoma. USA*
- Jardine, D. and Wilshart, J.W. 1982, *Carbonate reservoir description. SPE Paper 10010*, presented at Int. Petrol. Exhibition and Technical Symp. Beijing
- Karyadi, Reghina, Abdurrokhim, dan Fauzielly, Lili. 2015. *Mikrofasies dan Diagenesa Batugamping Formasi Klapanunggal Daerah Cileungsi, Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Bandung: Seminar Nasional Geologi ke-II.*
- Ridho, Muhamad. 2018. *Mikrofasies, Diagenesis, dan Porositas Batuan Karbonat Formasi Baturaja, Lapangan MERAH, Cekungan Sumatera Selatan. Skripsi. Universitas Padjadjaran. Tidak di Publikasikan.*
- Pertamina UTC. 2016. *Laporan Biostratigrafi Sumur RI-1*. Tidak dipublikasikan.
- Pomar, Luis dan Ward, William C. 1995. *Sea-Level Changes, Carbonate Production and Platform Architecture: The Llumacmajor Platform, Mallorca, Spain. Kluwer Academic Publishers.*
- Susanto, Arif, Suparka, Emmy, Noeradi, Dardji, dan Latuconsina, Mualam. 2008. *Diagenesis and Porosity Development of Baturaja Formation in "X-1" Well "X" Field, South Sumatera. Jakarta: Proceedings, Indonesian Petroleum Association.*
- T.J.A reijers & K.J. Hsu. (eds). 1986. *Manual of Carbonate Sedimentology. A Lexicographical. Approach. Academic Press, Inc.*
- Tucker, Maurice.E.; Wright,V.Paul. 1990, *Carbonate Sedimentology, Blackwell Science Ltd., Oxford.*