

Studi Fasies Batuan Karbonat Guadalupian Atas, Pegunungan Guadalupe, Cekungan Perem, Texas Barat-New Mexico

Oleh: Barlian Yulihanto

SARI

Pegunungan Guadalupe yang merupakan bagian dari Cekungan Perem terletak di bagian barat Texas dan tenggara New Mexico. Cekungan ini berarah utara-selatan, berbentuk lekuk yang tidak simetri beralaskan batuan dasar Prakambrium, terletak pada batas selatan lempeng Amerika Utara.

Runtunan sedimen Guadalupian di daerah ini terdiri atas endapan paparan dan cekungan. Evolusi geologi runtunan sedimen Guadalupian diawali oleh pengendapan batuan karbonat *ramp barrier bank system* pada Leonardian Atas. Pada Guadalupian Awal-Tengah sistem ini berkembang menjadi *shelf deep rim system*. Berlanjutnya progradasi dari karbonat *rimmed* membentuk fasies terumbu pada Guadalupian Atas.

Awal sejarah diagenesis pada hampir seluruh satuan batuan di Pegunungan Guadalupe terjadi di *marine phreatic zone* dan *fresh water phreatic zone*.

ABSTRACT

The Guadalupe Mountains are part of the Permian Basin which lies in western Texas and southeastern New Mexico. Structurally the Permian Basin was formed as a north-south trending asymmetric depression in the Precambrian basement at the southern margin of the North American Plate. The Guadalupian strata in the Guadalupe mountains show a complete sequence of shelf margin and basinal deposits. Geologic evolution of the Guadalupian succession started with deposition of the ramp barrier bank system in the late Leonardian. In the Early-Middle Guadalupian the system evolved into a shelf deep rim system. Finally in the Upper Guadalupian, progradation of the rimmed shelf continued to form a high-angle shelf break of reef formation. Diagenetic history of almost all formations started within the marine and fresh water phreatic zones.

I. PENDAHULUAN

Studi fasies batuan karbonat Guadalupe merupakan gabungan analisis petrologi dan petrografi dari beberapa percontohan batuan karbonat Guadalupian Atas yang dilengkapi oleh studi kepustakaan.

Daerah penelitian terletak di Pegunungan Guadalupe, Texas Barat-New Mexico. Tujuan utama studi ini adalah untuk mempelajari perkembangan dan sebaran fasies yang dapat dipakai sebagai bahan studi perbandingan batuan karbonat di Indonesia. Sebagaimana diketahui daerah

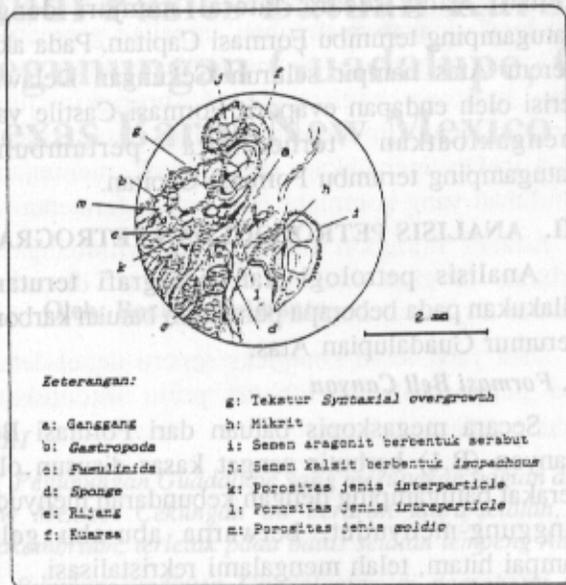
Pegunungan Guadalupe ini merupakan salah satu daerah yang ideal untuk studi batuan karbonat.

II. GEOLOGI DAERAH PEGUNUNGAN GUADALUPE

Secara geologi Pegunungan Guadalupe merupakan bagian dari cekungan sedimen Delaware berumur Perem yang membentang dari Texas bagian barat sampai selatan New Mexico. Secara umum cekungan Perem ditafsirkan sebagai lekuk berarah utara-selatan dengan batuan alas berumur Prakambrium yang terletak pada selatan lempeng

Gambar 3.

Sketsa sayatan tipis Bioclastic Grainstone (perconto B.1) Formasi Bell Canyon.



B. Formasi Tansill

Batuan dari Formasi Tansill (B.3) berwarna kuning, berbutir halus, dengan kandungan *allochem* kurang dari 5% yang umumnya terdiri atas *calcsphere* dan foraminifera bentonik, telah mengalami dolomitiasi, porositas batuan sekitar 5% dari jenis *interparticle*. Batuan dari Formasi Tansill ini dapat digolongkan sebagai *Dolomitized wackstone* yang diendapkan pada lingkungan laguna di daerah paparan.

Percontohan (B.4) berbutir kasar, terutamanya disusun oleh alga, fusulinida, pesoid, bryozoa. Analisis petrografi menunjukkan bahwa batuan ini disusun oleh *Dasyplede algae* (*Mizzia*), *pisolit*, *fusulinid*, *brachiopoda*, *bivalve*, dan *echinoid*. Terlihat adanya butiran mineral kuarsa yang tersebar tidak merata. Klastik penyusun batuan ini pada umumnya tersemenkan oleh mineral aragonit berbentuk serabut. Besarnya porositas sebesar 35% dari jenis *interparticle* dan *intraparticle*. Batuan ini dapat digolongkan sebagai *Algae Grainstone* yang diendapkan pada lingkungan paparan dangkal berenergi tinggi.

Percontohan (B.5) memperlihatkan adanya variasi dalam ukuran butir dari sedang-kasar, disusun oleh pisolit dan ooid. Memperlihatkan struktur sedimen pengtasaran ke atas dari *wackstone-packstone* di bagian bawah menjadi *grainstone* di bagian atas.

Analisis petrografi memperlihatkan dua jenis semen kalsit: equant dan *isopachous*. Juga terlihat adanya *micrite envelopes* yang menyeliputi butiran. Porositas yang terbentuk dari jenis *interparticle* dan *intraparticle* sebesar 10-15%. Batuan ini dapat digolongkan sebagai *Pisolitic Grainstone* (Gambar 4), diendapkan pada lingkungan laut dangkal berenergi tinggi.

C. Formasi Yates

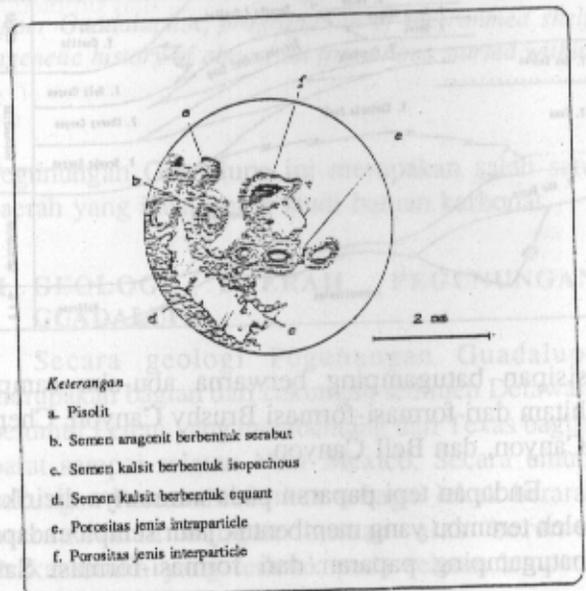
Formasi Yates dibentuk oleh batupasir gampingan, berbutir halus, dengan sortasi menengah, terutama disusun oleh kuarsa, mika dan pecahan cangkang yang tersemenkan oleh kalsit. Batuan ini diinterpretasikan sebagai batuan klastik asal darat yang diendapkan pada lingkungan laut dangkal.

D. Formasi Capitan

Pada sayatan tipis (percontohan B.6) berwarna kuning, kemas tertutup, tersusun oleh cangkang-cangkang *Dasyplede algae* (*Mizzia*), *sponge*, *fusulinid*, *bryozoa*, *brachiopoda*. Terdapat dua jenis semen: aragonit yang berbentuk serabut atau pipih yang membungkus butiran dan *blocky spary calcit* yang terbentuk di antara butiran. Porositas yang terbentuk sebesar 30% dari jenis *interparticle* dan *intraparticle*. Batuan dari Formasi Capitan dapat dikelompokkan sebagai *Algae Boundstone* (Gambar 5) yang terbentuk sebagai batugamping terumbu di daerah tepi paparan.

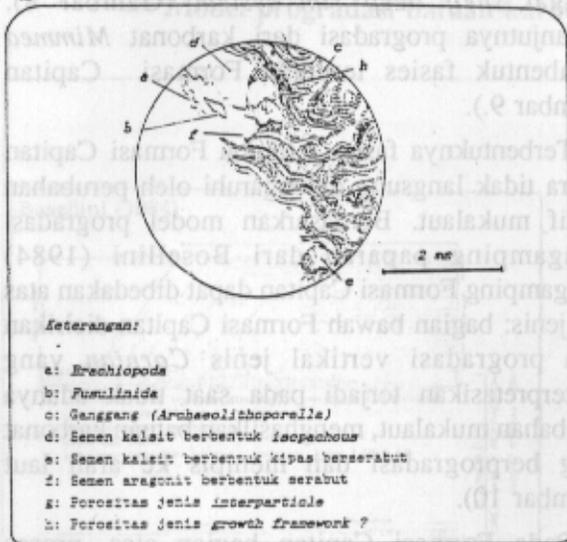
Gambar 4.

Sketsa sayatan tipis Pisolitic-Grainstone (perconto B.3) Formasi Tansill.



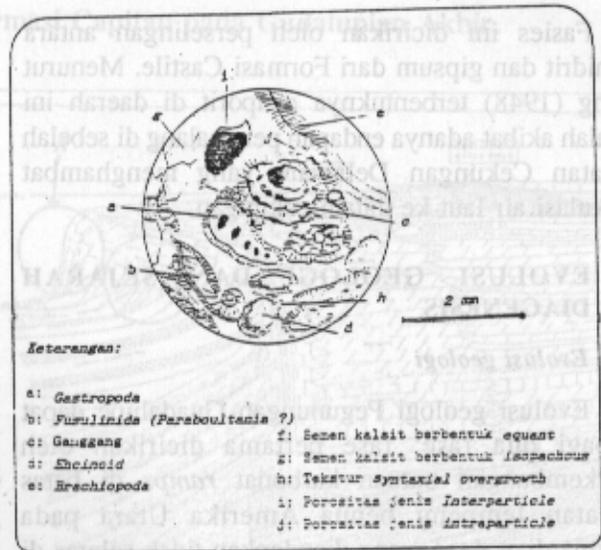
Gambar 5.

Sketsa sayatan tipis Algae-Boundstone (perconton B.6) Formasi Capitan.



Gambar 6.

Sketsa sayatan tipis Skeletal-Boundstone (perconton B.7) Formasi Capitan.



Sayatan tipis batugamping (perconton B.7) berwarna abu-abu kekuningan, berkemas tertutup, yang terdiri atas cangkang-cangkang alge (*mizzia*), *sponge*, *fusulinid*, dan *brachiopoda*. Dua jenis semen dapat diamati: aragonit berbentuk serabut dan *isopachous calcite cement*, (porositas batuan yang sekitar 30% terdiri atas jenis interparticula dan intraparticula.) Batuan dari Formasi Capitan ini dapat dikelompokkan sebagai *Skeletal Boundstone* (Gambar 6) yang diinterpretasikan sebagai endapan talus dari lereng depan terumbu.

F. Formasi Castile

Formasi Castile dibentuk oleh lapisan tipis evaporit. Pada sayatan tipis (perconton B.8) terlihat anhidrit yang dicirikan oleh bentuknya yang pipih dan radial, dengan relief yang tinggi dan bias rangkap yang kuat. Sayatan tipis perconton B.8 disusun oleh selang-seling antara gipsum dan anhidrit. Mineral gipsum pada sayatan tipis ini memperlihatkan bentuk jaring-jaring yang tidak teratur dan telah mengalami dolomitisasi, porositas sangat rendah. Evaporit dari formasi ini ditafsirkan sebagai evaporit primer, yang terbentuk sebagai akibat langsung dari penguapan air laut.

IV. ANALISIS FASIES

Ditafsirkan ada empat jenis fasies berkembang di Pegunungan Guadalupe: fasies cekungan, fasies tepi paparan, fasies paparan - terumbu belakang, dan fasies evaporit.

A. Fasies cekungan

Fasies cekungan diwakili oleh Formasi Bell Canyon (B.1) dan Anggota Lamar (B.2); keduanya dapat dikelompokkan dalam fasies batugamping cekungan. Secara rinci perconton B.1 yang merupakan *Bioclastic Packstone* diinterpretasikan sebagai endapan lereng cekungan. Perconton B.2 yakni *wackstone* berlaminasi halus dapat dikelompokkan sebagai endapan *Pelagic-hemipelagic limemud*.

B. Fasies tepi paparan.

Fasies tepi paparan terutama terdiri atas fasies terumbu dari Formasi Capitan. Bagian bawah formasi ini disusun oleh batugamping berlapis dan masif yang dapat dikelompokkan ke dalam fasies lereng depan terumbu seperti terlihat pada perconton B.6 yang terbentuk sebagai endapan talus. Bagian atas terdiri atas fasies terumbu (*Algal Boundstone*).

C. Fasies paparan-terumbu belakang

Fasies ini diwakili oleh Formasi Yates dan Tansill. Formasi Yates yang disusun oleh batupasir gampingan (B.7), ditafsirkan sebagai endapan klastik belakang terumbu yang secara lateral dengan fasies batugamping dari Formasi Yates.

Di atas Formasi Yates diendapkan batulempung dolomitan (B.3), Algae Grainstone (B.4), penghalusan ke atas Pisolitic Grainstone dari Formasi Tanzil yang merupakan endapan sand-flat dan barrier island.

Fasies ini dicirikan oleh perselingan antara anhidrit dan gipsum dari Formasi Castile. Menurut King (1948) terbentuknya evaporit di daerah ini adalah akibat adanya endapan penghalang di sebelah selatan Cekungan Delaware yang menghambat sirkulasi air laut ke dalam cekungan.

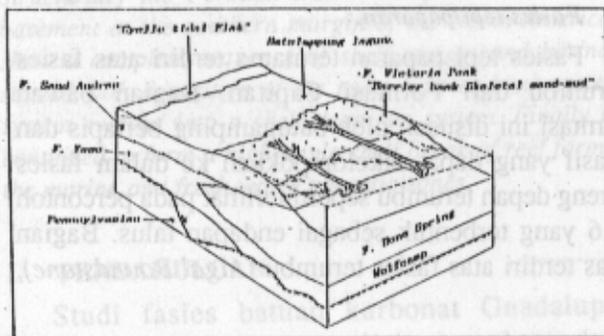
V. EVOLUSI GEOLOGI DAN SEJARAH DIAGENESIS

A. Evolusi geologi

Evolusi geologi Pegunungan Guadalupe dapat dibagi dua fase: fase pertama dicirikan oleh perkembangan batuan karbonat *ramps* di batas selatan lempeng benua Amerika Utara pada Leonardian Atas, yang diendapkan tidak selaras di atas batuan sedimen Paleozoikum Bawah. Berdasarkan sebaran fasies di daerah tersebut, endapan karbonat *ramps* dapat digolongkan ke dalam *homoklinal ramps system* atau lebih rinci dapat dikelompokkan sebagai *ramp barrier bank system*. Pada fase ini diendapkan Formasi Victoria Peak dan Bone Spring (Gambar 7).

Gambar 7.

Model pengendapan *ramp barrier bank* dari Formasi Victoria Peak dan Formasi Bone Spring pada Leonardian Akhir-Guadalupian Awal.



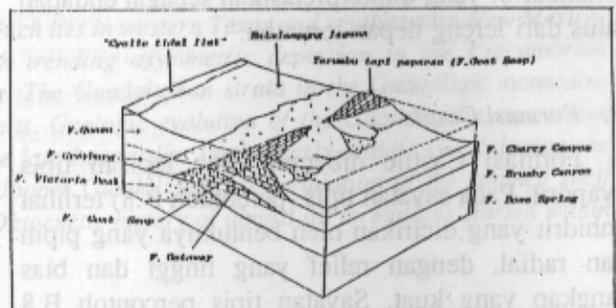
yang terbentuk pada saat itu diinterpretasikan sebagai *shelf deep rim system* (Gambar 8). Berlanjutnya progradasi dari karbonat *Mimmed* membentuk fasies terumbu Formasi Capitan (Gambar 9).

Terbentuknya fasies terumbu Formasi Capitan secara tidak langsung dipengaruhi oleh perubahan relatif mukalaut. Berdasarkan model progradasi batugamping paparan dari Bosellini (1984) batugamping Formasi Capitan dapat dibedakan atas dua jenis: bagian bawah Formasi Capitan dicirikan oleh progradasi vertikal jenis *Carnian* yang diinterpretasikan terjadi pada saat tidak adanya perubahan mukalaut, menghasilkan batuan karbonat yang berprogradasi dan menipis ke arah laut (Gambar 10).

Pada Formasi Capitan bagian atas, proses progradasi diikuti oleh aggradasi yang terjadinya berhubungan erat dengan naiknya mukalaut sebagai akibat menurunnya dasar cekungan yang teratur dan menerus. Jenis progradasi yang demikian diklasifikasikan sebagai jenis *Ladinian* (Gambar 10).

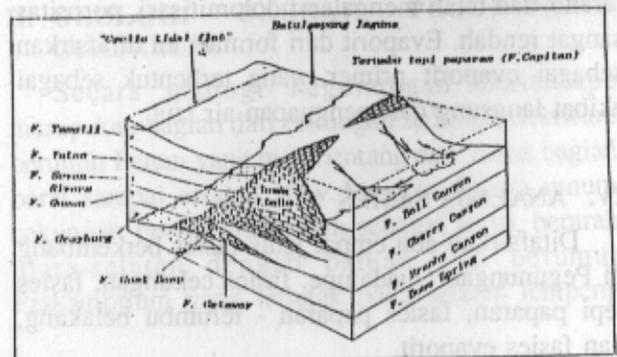
Gambar 8.

Model pengendapan yang memperlihatkan evolusi dari ramp barrier bank menjadi *shelf deep rim* dari Formasi Getaway dan Formasi Goat Seep pada saat Guadalupian Tengah.



Gambar 9.

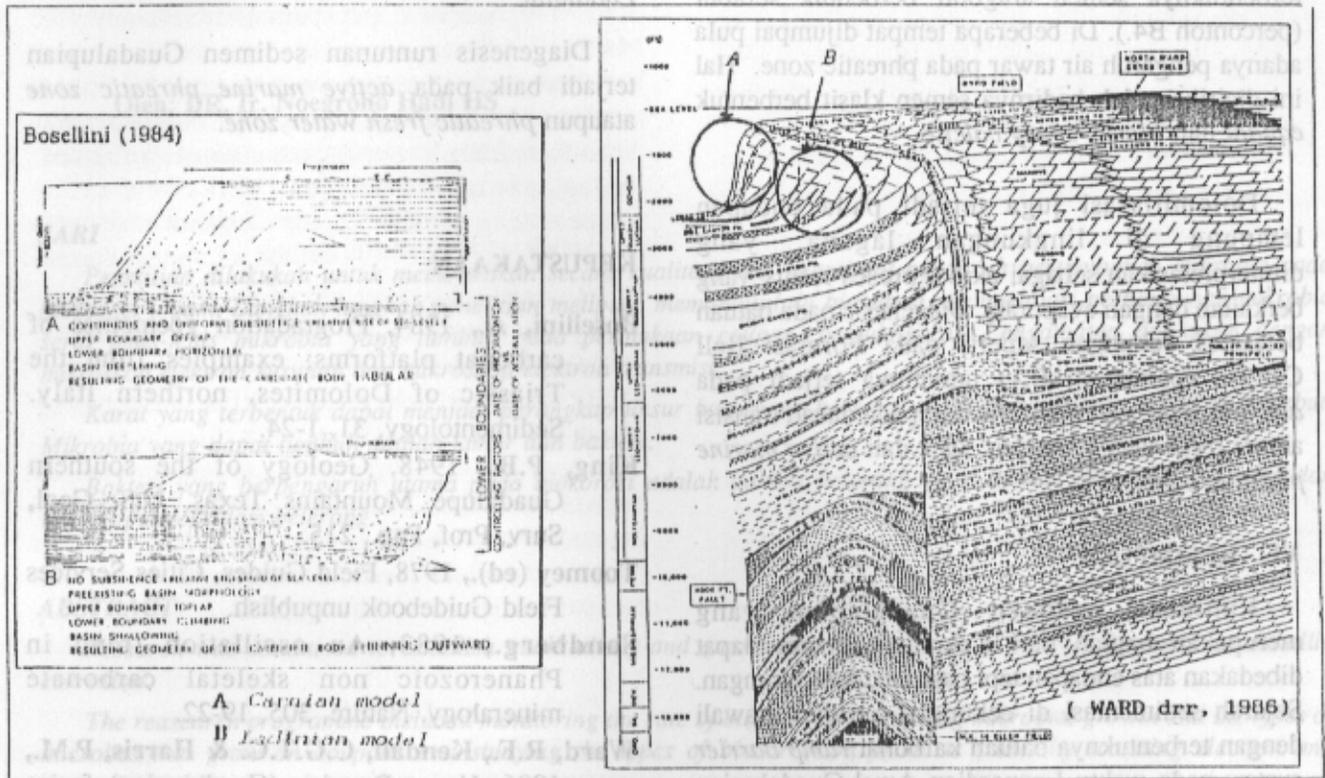
Model pengendapan *shelf deep rim* dari Formasi Capitan pada Guadalupian Akhir.



Meningkatkan pengendapan batuan karbonat di sepanjang tepi paparan pada Guadalupian Awal menyebabkan sistem karbonat *ramps* berkembang menjadi suatu karbonat *rimmed*. Perkembangan tersebut dicirikan oleh pengendapan Formasi Brushy Canyon, Cerry Canyon di Cekungan Delaware. Kemudian di atasnya diendapkan Formasi Gataway, fasies terumbu Formasi Goat Seep, dan Formasi Cerry Canyon di daerah paparan. Karbonat *rimmed*

Gambar 10.

Model progradasi batuan karbonat Formasi Capitan pada Guadalupian Akhir.



Bersamaan dengan pengendapan Formasi Capitan, di daerah paparan didapatkan Formasi Seven Rivers, Yates, dan Tansil yang merupakan endapan *sand-flat*, *barrier island*, dan *laguna*. Pada saat itu didapatkan pula klastik pasir yang berasal dari daerah pasang-surut, seperti terlihat pada percontoh B.4.

Dijumpainya pisolit yang mencirikan endapan *barrier island* atau *sand-flat* ditafsirkan merupakan suatu *subtidal coated grains* yang terbawa arus ke lingkungan *barrier island*, yang kemudian tersemenkan bersama-sama dengan butiran karbonat lainnya akibat evaporasi di daerah pasang-surut. Kemungkinan lainnya adalah akibat terpendamnya butiran pada zone marine phreatic di daerah *barrier island* (Ward dkk. 1986).

Evolusi geologi batuan karbonat paparan di daerah tersebut diakhiri oleh pengendapan evaporit Formasi Castile pada waktu Ochoan.

B. Sejarah diagenesis

Berdasarkan analisis petrografi beberapa percontoh, ditafsirkan bahwa awal diagenesis pada hampir seluruh satuan batuan di Pegunungan Guadalupe dipengaruhi oleh air laut. Diagenesis pada Formasi Capitan berada pada *active marine phreatic zone*, yang dicirikan oleh terbentuknya semen aragonit berbentuk serabut dan radial, atau semen Mg-kalsit yang berbentuk lembar.

Diagenesis berlanjut dengan pembilasan oleh air tawar pada semen aragonit yang terbentuk sebelumnya. Proses ini terjadi pada saat batu gamping paparan tersebut berprogradasi. Proses pencucian ini dicirikan oleh terbentuknya semen klastik dari jenis blocky, isopachous, atau equant.

Berdasarkan model varias jenis mineral pada semen yang terbentuk dari air laut dan ooid sepanjang waktu geologi (Sandberg, 1983), ditafsirkan bahwa jenis semen pada batuan karbonat guadalupian didominasi oleh mineral aragonit berbentuk serabut.

Diagenesis pada formasi Tansill yang diendapkan dalam lingkungan paparan terjadi pada active marine phreatic zone, yang dicirikan oleh terbentuknya semen aragonit berbentuk serabut (percontoh B4.). Di beberapa tempat dijumpai pula adanya pengaruh air tawar pada phreatic zone. Hal ini dicirikan oleh hadirnya semen klasit berbentuk *equant* dan *blocky spary calcite*.

Dolomitiasasi juga terjadi pada endapan lempung di lingkungan laguna, yang diinterpretasikan sebagai akibat proses reflux yang berkaitan dengan evaporasi. Diagenesis pada batuan berfasies cekungan seperti pada Formasi Bell Canyon (percontoh B.1) umumnya terjadi pada active marine phreatic zone dan pada daerah transisi antara fresh water phreatic zone dan active marine phreatic zone.

VI. KESIMPULAN

Runtunan sedimen Guadalupian yang merupakan bagian dari Cekungan Perem dapat dibedakan atas endapan tepi paparan, dan cekungan. Sejarah sedimentasi di cekungan tersebut diawali dengan terbentuknya batuan karbonat *ramp barrier system* pada waktu Leonardian Awal-Guadalupian Atas. Batuan karbonat tersebut pada Guadalupian Tengah-Atas berkembang menjadi *shelf deep rim system*.

Terumbu Formasi Capitan dapat dibedakan atas dua jenis progradasi *Carnian*, dan bagian atas dikelompokkan sebagai jenis program tadasi *Ladanian*.

Diagenesis runtunan sedimen Guadalupian terjadi baik pada active marine phreatic zone ataupun phreatic fresh water zone.

KEPUSTAKAAN

- Bosellini, A., 1984, Progradation geometries of carbonate platforms: examples from the Triassic of Dolomites, northern Italy. *Sedimentology*, 31, 1-24.
- King, P.B., 1948, Geology of the southern Guadalupe Mountains Texas. U.S. Geol. Surv, Prof. Pap., 215.
- Toomey (ed)., 1978, Field Guides, Cities Services Field Guidebook unpublsh.
- Sandberg., 1983, An oscillation trend in Phanerozoic non skeletal carbonate mineralogy. *Nature*, 305, 19-22.
- Ward, R.F., Kendall, C.G.T.C. & Harris, P.M., 1986, Upper Permian (Guadalupian) facies and their association with Hydrocarbon-Permian Basin, West Texas - New Mexico. *Am., Assoc., Petrol., Geol., Bull.*, 70, 239-262.