

DIAGENESIS DAN PROPERTI BATUAN KARBONAT MIOSEN TENGAH CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA

Firman Herdiansyah, Arif Dharmawan

Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti

Gedung D, Lt.2, Jl.Kyai Tapa No.1 Grogol Jakarta 11440

Email : firman.herdiansyah@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian secara administratif terletak pada daerah Citeurep provinsi Jawa Barat dan secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat 106° 28' 26,4" – 107° 00' 00" BT dan 06° 28' 26,4" – 06° 30' 54" LS. Deskripsi megaskopis dan sayatan tipis menunjukkan fasies yang terdiri dari *Skeletal Packstone*, *Red Algae Packstone*, *Foram Packstone*, dan *Boundstone* dengan lingkungan diagenesa mulai dari *Mixing Zone*, *Fresh Water Phreatic*, dan *Meteoric Vadose*. Porositas dan Permeabilitas didefinisikan dengan melakukan analisis *routine* dari *core plug* singkapan dan ditunjang oleh sayatan tipis untuk melihat jenis dari porositas yang ada. Grup dengan lingkungan diagenesa *Meteoric Vadose* memiliki porositas 10%-22% dan permeabilitas 0.03 mD – 1.3 mD, group dengan lingkungan diagenesa *Fresh Water Phreatic* memiliki porositas 3% - 24% dan permeabilitas 0.02 mD – 1.5 mD, sedangkan grup dengan lingkungan diagenesa *Mixing Zone* memiliki porositas 20% dan permeabilitas 0.03 mD.

ABSTRACT

Studied area is located at Citeurep Region West Java Province and 106° 28' 26,4" – 107° 00' 00" BT and 06° 28' 26,4" – 06° 30' 54" LS. Megascopic description and thin section show several carbonate facies which are Skeletal Packstone, Red Algae Packstone, Foram Packstone, and Boundstone with diagenetic environment Mixing Zone, Fresh Water Phreatic, and Meteoric Vadose. Porosity, permeability defined by using routine analysis obtained from core plug outcrop and integrated with thin section to define porosity type. The group which is Meteoric Vadose diagenetic environment has porosity values 10% - 22% and permeability values 0.03mD – 1.3mD, group which is fresh Water Phreatic diagenetic environment has porosity values 3% - 24% and permeability values 0.02mD – 1.5mD, on the other hand group which is Mixing Zone environment has porosity values 20% and permeability values 0.03mD.

PENDAHULUAN

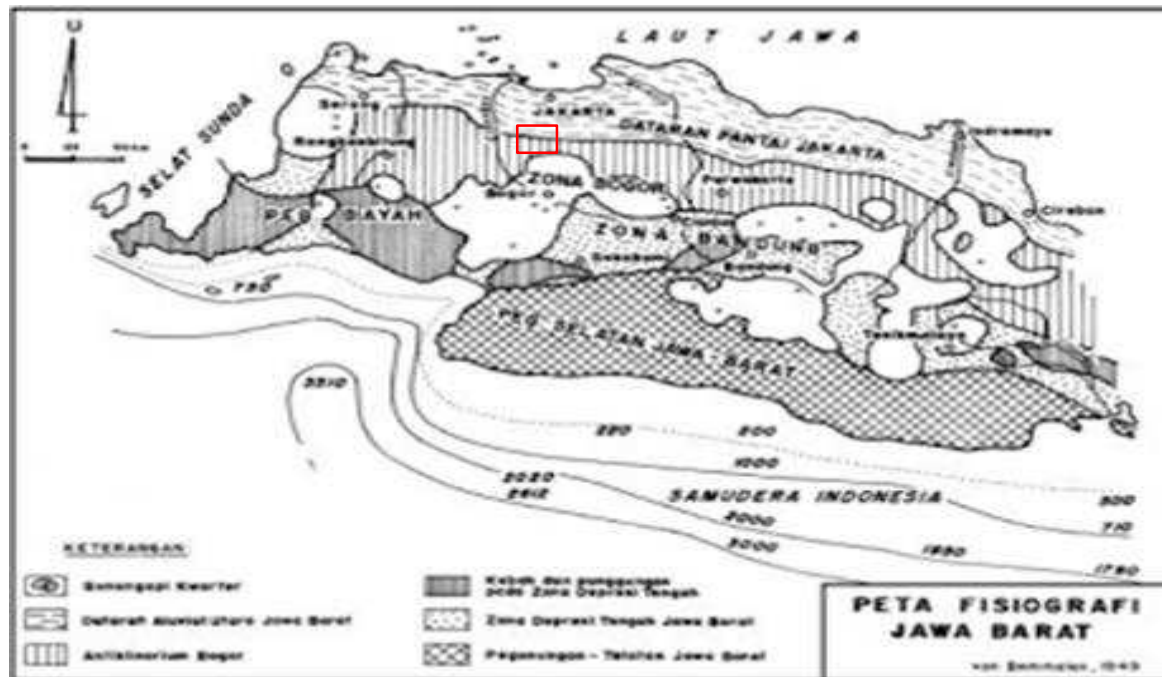
Batuan karbonat merupakan jenis batuan yang menarik dan sudah terbukti sebagai reservoir. 50% dari seluruh reservoir di Indonesia adalah batuan karbonat baik yang memiliki porositas primer maupun yang memiliki porositas sekunder. Selain fasies, lingkungan diagenesa juga sangat mempengaruhi harga properti reservoir batuan karbonat baik batuan karbonat klastika maupun non klastika.

Pada Cekungan Jawa Barat Utara, jenis batuan karbonat sangat bervariasi sehingga banyak peneliti yang telah melakukan studi detail untuk membedakan karakter batuan karbonat pada cekungan tersebut. Diantara metode yang digunakan untuk membedakan karakter batuan karbonat, peneliti mendefinisikan litofasies dan lingkungan diagenesa yang kemudian dikaitkan dengan harga porositas dan permeabilitas.

Batuan karbonat Miosen Tengah berumur N8 - N12 (Jambak dkk, 2016) oleh peneliti sebelumnya disebut sebagai Formasi Klapanunggal yang berumur N8 – N11 (Achdan & Sudana, 1992). Tujuan penelitian ini adalah (1) memisahkan unit litofasies batuan karbonat Miosen Tengah (2) untuk mengetahui pengaruh litofasies dan lingkungan diagenesa terhadap besaran porositas dan permeabilitas.

GEOLOGI REGIONAL

Merujuk kepada Van Bemmelen (1949) daerah Jawa bagian Barat dibagi kedalam 5 jalur fisiografis: Zona Dataran Rendah Pantai Jakarta, Zona Bandung, Zona Pegunungan Bayah, dan Zona Pegunungan Jawa Barat (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Fisiografis daerah penelitian Jawa Bagian Barat terletak pada dataran rendah pantai Jakarta (Van Bemmelen, 1949).

Merujuk pada Gresko dkk (1955) Cekungan Jawa Barat Utara diisi oleh endapan syrift, endapan postrift, dan endapan back arc.

- Fase Synrift ditandai dengan tektonik extension yang berkembang menjadi bentukan graben atau setengah graben yang memiliki arah utara-selatan. Pada kala Eosen Akhir hingga Oligosen Awal diendapkan formasi Jatibarang, dan kemudian diendapkan formasi Talang Akar bagian bawah pada kala Oligosen Akhir. Pada fase synrift memiliki lingkungan fluvio-deltaik sampai endapan laut dangkal secara umum.
- Fase Postrift ditandai dengan proses kenaikan muka air laut yang dominan, sedangkan proses tektonik mulai berkurang. Sedimentasi pada fase ini secara umum dikontrol oleh kelurusan berarah utara-selatan (Pola Sunda). Siklus transgresif dominan ditunjukkan oleh endapan fluvio-deltaik Formasi Talang Akar bagian atas menjadi endapan batugamping formasi Baturaja dan endapan marin Cibulakan.
- Fase Back-Arc merupakan emplacement dari jalur vlokamik jawa, yang ditunjukkan oleh endapan breksi vulkanik dan lava pada daerah Jawa Barat yang berasal dari formasi Jampang yang teramati di daerah pegunungan selatan Jawa Barat. Pada saat ini cekungan berubah dari rift basin menjadi back arc basin. Sedimentasi di cekungan Jawa Barat Utara diawali oleh sedimen klastik halus dan karbonat yaitu formasi Parigi dan Cisubuh bagian barat, dan diakhiri oleh endapan fluvial yang berasal dari formasi Cisubuh bagian atas akibat pengangkatan yang ada di selatan.

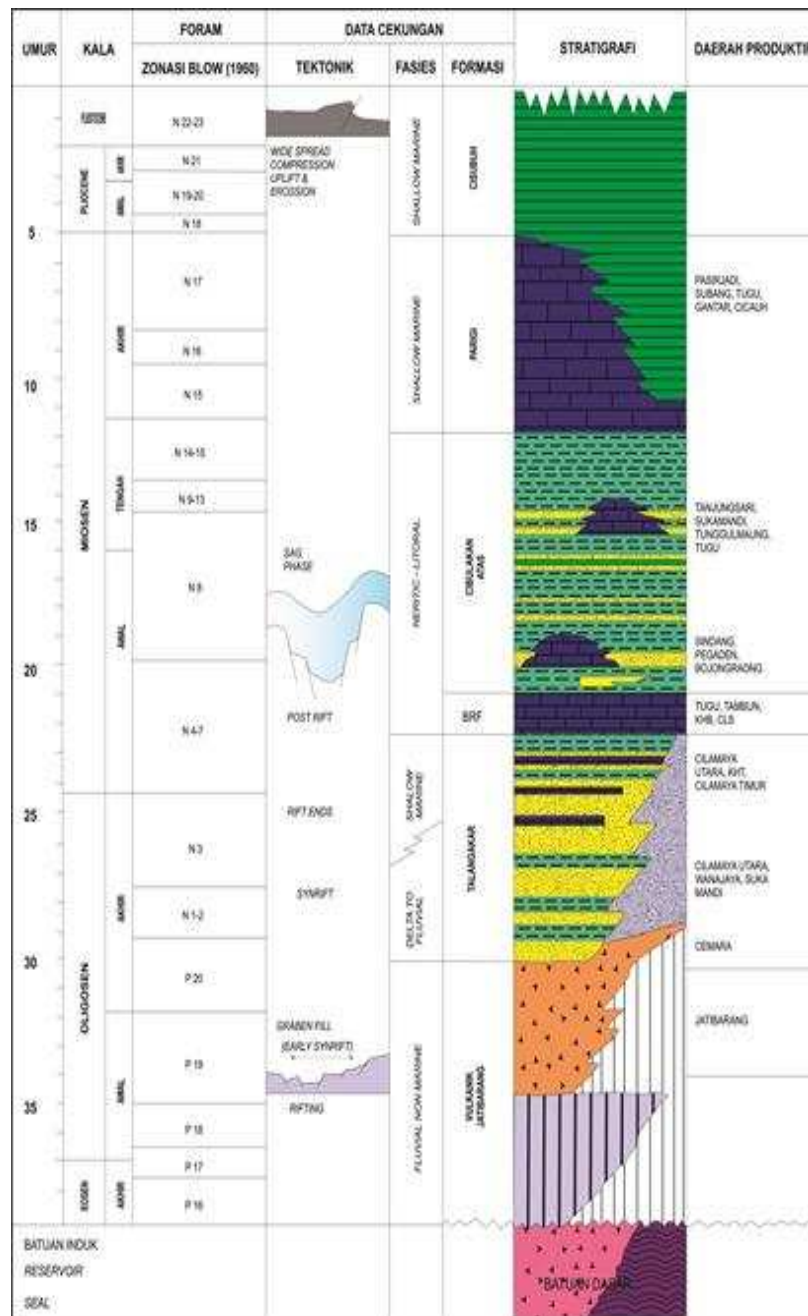
Stratigrafi umum Jawa Barat Utara berturut-turut dari tua ke muda menurut Pertamina BPPKA (1996) adalah sebagai berikut (Gambar 2.2) :

- Formasi Jatibarang merupakan endapan early synrift, terutama dijumpai di bagian Tengah dan Timur dari Cekungan Jawa Barat Utara. Formasi ini berkembang sangat baik di daerah Struktur Jatibarang. Pada bagian Barat Cekungan ini (daerah Tambun-Rengasdengklok), Formasi Jatibarang sangat tipis hingga tidak dijumpai. Formasi ini terdiri dari tufa, breksi, aglomerat dan konglomerat alas. Formasi ini diendapkan pada fasies fluvial.
- Pada fase synrift berikutnya pada bagian atas Formasi Jatibarang diendapkan Formasi Talangakar. Bagian awalnya berfasies fluvio-deltaic sampai fasies marine. Litologi formasi ini diawali oleh perselingan sedimen batupasir dengan serpih non marine dan diakhiri oleh perselingan antara batuan karbonat, serpih dan batupasir dalam fasies marine. Formasi Talang Akar ekuivalen dengan Formasi Cibulakan Bawah.
- Pengendapan Formasi Baturaja yang terdiri atas batuan karbonat, baik yang berupa paparan maupun yang berkembang sebagai buildup reef menandai fase post rift yang secara regional menutupi seluruh sedimen klastika Formasi Talangakar di Cekungan Jawa Barat Utara. Perkembangan batuan karbonat terumbu umumnya dijumpai pada daerah tinggian.

- Formasi Cibulakan Atas terdiri atas perselingan antara serpih dengan batupasir dan batuan karbonat. Batuan karbonat pada satuan ini umumnya merupakan batuan karbonat klastik serta batuan karbonat terumbu yang berkembang secara setempat-setempat. Batuan karbonat terumbu ini dikenali sebagai Mid Main Carbonate (MMC).
- Formasi Parigi terdiri atas batuan karbonat klastik maupun batuan karbonat terumbu. Pengendapan batuan karbonat ini melampar ke seluruh Cekungan Jawa Barat Utara dan pada umumnya berkembang sebagai batuan karbonat

terumbu yang menumpang secara selaras di atas Formasi Cibulakan Atas.

- Lebih muda dari Formasi Parigi diendapkan sedimen klastik serpih, batulempung, batupasir dan di tempat yang sangat terbatas diendapkan juga batuan karbonat tipis yang dikenal sebagai Formasi Cisubuh. Seri sedimentasi ini sekaligus mengakhiri proses sedimentasi di Cekungan Jawa Barat Utara.

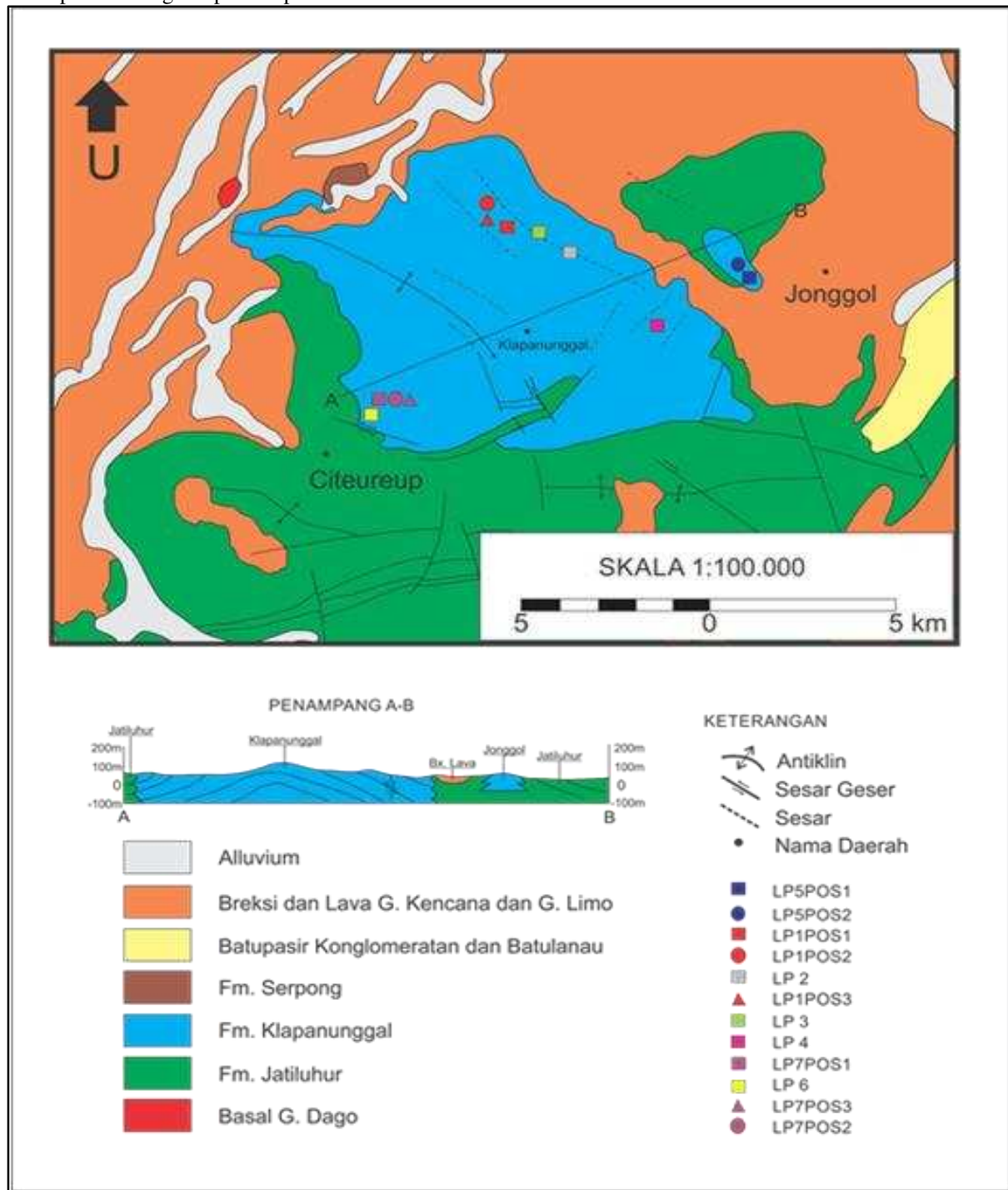


METODOLOGI

Data Lapangan dan Laboratorium

Studi ini dilakukan dengan merujuk peta regional lembar Karawang (Achdan dan Sudana, 1992), lembar Jakarta dan Kep. Seribu (Turkandi, 1992), dan lembar Bogor (Effendi, 1998) (Gambar 3.1). Dengan peta regional yang ada kemudian dilakukan pengambilan conto batuan dilapangan, pengukuran, pengambilan foto singkapan, dan deskripsi baik megaskopis maupun thin section.

Deskripsi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara megaskopis dan sayatan petrografi yang diambil dari batuan conto pada permukaan di setiap lokasi pengamatan. Kemudian analisis petrologi berupa core plug yang diambil dari sampel permukaan diamati dan dianalisis struktur maupun teksturnya serta dilakukan analisis *routine core* untuk mengestimasi besaran porositas dan permeabilitas.



Gambar 3.1 Peta geologi regional lembar Karawang (Achdan dan Sudana, 1992), lembar Jakarta dan Kep. Seribu (Turkandi, 1992), dan lembar Bogor (Effendi, 1998). Sumber Nurrahmi, 2015.

PEMBAHASAN

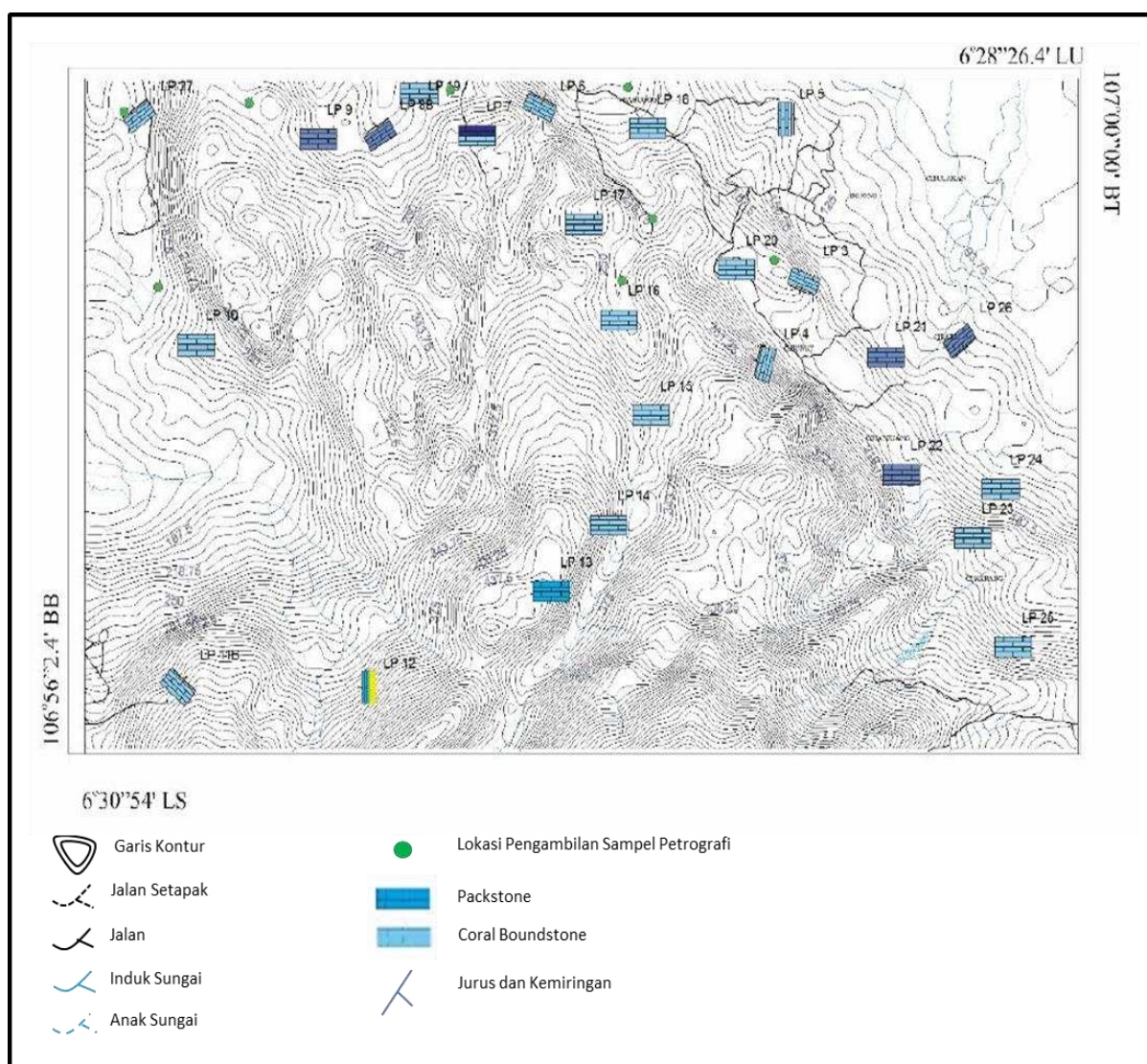
Litofasies

Klasifikasi Dunham (1962) digunakan sebagai referensi dalam mendefinisikan litofasies. Peta lokasi pengamatan merupakan rujukan untuk menentukan sampel permukaan yang akan di analisis sesuai dengan kebutuhan (Gambar 4.1). Berdasarkan tekstur dan kelimpahan organisme pada batuan contoh dapat dipisahkan kedalam 5 litofasies. Kelima litofasies tersebut disimpulkan dari sayatan tipis dalam bentuk tabulasi beserta lokasi pengamatan dan sistem terumbu yang berkembang pada daerah penelitian (Tabel 4.1).

Tabel 4.1.

Litofasies berdasarkan tekstur batuan karbonat dan kelimpahan organisme, serta sistem terumbu.

No Sampel	Texture (Dunham, 1992)	Fasies	Depositional Environment (Walker, 1992) (Iulis Pomar 2004)
LP 6 Bottom	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 27	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 25	Packstone	Skeletal Packstone	Fore Reef
LP 6 Top, 7 Bottom & 19	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 5 Top & 18	Packstone	Skeletal Packstone	Fore Reef
LP 8 & 7 Top	Boundstone	Coral Boundstone	Reef Core
LP 10 & 11	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 6 Middle	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 4 Top	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 26 & 21	Boundstone	Coral Boundstone	Reef Core
LP 5 Bottom	Packstone	Skeletal Packstone	Fore Reef
LP 14 & 15	Packstone	Large foram Packstone	Fore Reef
LP 3 Top & 20	Packstone	Skeletal Packstone	Fore Reef
LP 4 Bottom	Packstone	Red Algae Packstone	Back Reef
LP 3 Middle	Packstone	Skeletal Packstone	Fore Reef
LP 3 Bottom & 5 Middle	Packstone	Skeletal Packstone	Fore Reef
LP 23 & 24	Packstone	Skeletal Packstone	Back Reef
LP 22	Boundstone	Coral Boundstone	Reef Core
LP 9	Boundstone	Coral Boundstone	Reef Core
LP 13, 17, 12 & 16	Packstone	Skeletal Coral Packstone	Fore Reef

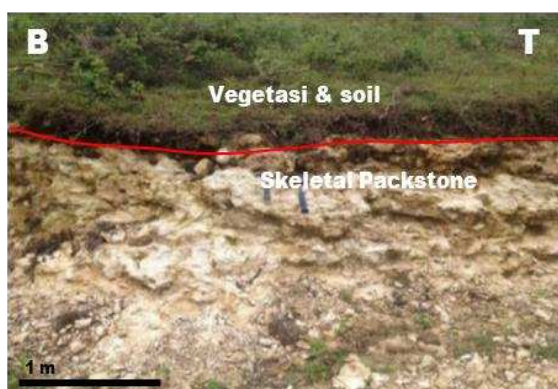


Gambar 4.1 Peta lokasi pengamatan

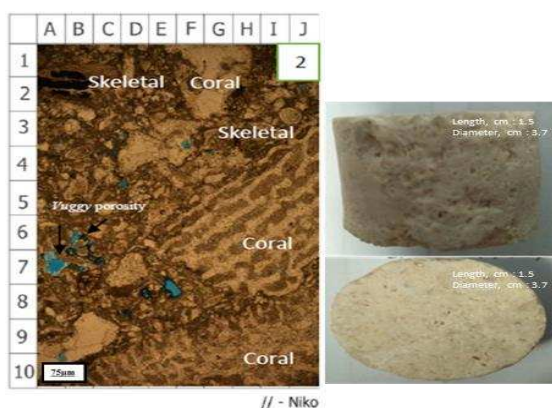
a) Skeletal Packstone

Lokasi singkapan batugamping *skeletal packstone* berada pada bagian tengah sampai ke Timur Laut daerah penelitian. Berada pada lokasi pengamatan 12 dengan panjang singkapan ± 5 meter dan tinggi ± 2 meter (Gambar 4.2). Secara megaskopis warna fresh singkapan adalah putih kecoklatan dan warna lapuk coklat, memiliki kemas *grain-suported*, bentuk butir subrounded dengan sortasi medium poor sorted..

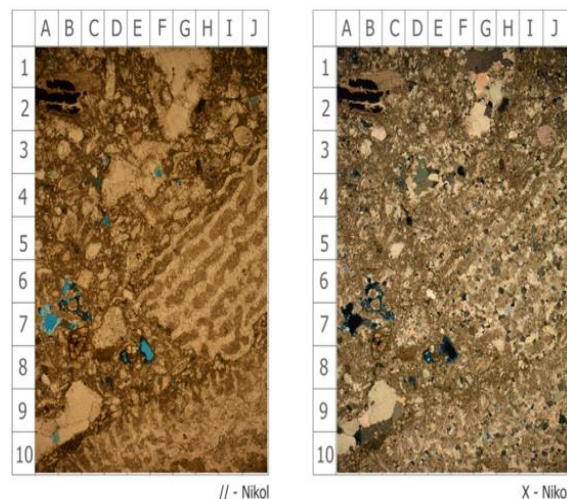
Secara mikroskopis Warna pada pengamatan nikol sejajar (4x) adalah cokelat beretardansi rendah dan warna pada nikol bersilang (4x) adalah cokelat beretardansi lebih tinggi. Tersusun atas fragmen berupa: coral (I-5) berukuran >2.5 mm dengan sebaran 20-24% total batuan, mineral opak (A-2, H-2) berukuran 0.12-0.2 mm dengan sebaran 5% total batuan, glaukonit, K-felspar (A-3, B-2) dengan sebaran 4% total batuan, Moluska, *Lepidocyclina sp.*, dan *other skeletal grain*. Semen berupa *sparry calcite* dengan bentuk *pore lining cement*. Kontak antar butir adalah dominan *point contact* (B-4, C-4), porositas hadir sebagai porositas skunder berupa *vuggy porosity* (A-7, E-8) (Gambar 4.3 dan Gambar 4.4). Batuan batuan termasuk skeletal packstone yang masuk kedalam fore reef dalam sistem terumbu.



Gambar 4.2 Singkapan skeletal packstone pada LP 13.



Gambar 4.3 Kenampakan *core plug* dan Sayatan tipis fasies skeletal packstone pada LP 12.



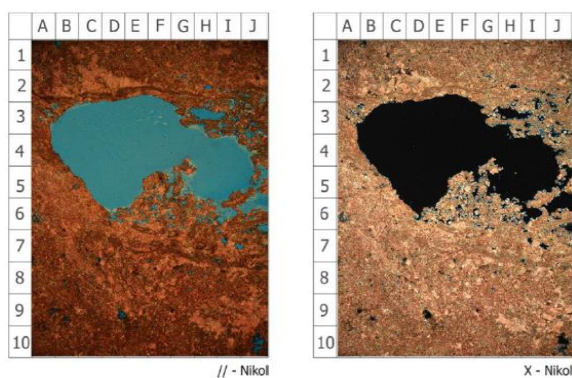
Gambar 4.4 Sayatan tipis fasies skeletal packstone pada LP 12.

b) Red Algae Packstone

Red algae packstone hanya terdapat pada LP 4 dengan posisi bottom lapisan. Fasies ini diasumsikan terbentuk pada back reef. Jika dilihat dari teksturnya termasuk ke dalam golongan litofasies packstone (Gambar 4.5). Secara mikroskopis Warna pada pengamatan nikol sejajar (4x) adalah cokelat beretardansi rendah dan warna pada nikol bersilang (4x) adalah cokelat beretardansi lebih tinggi. Material penyusun batuan adalah kristal kalsit [tersebar dari A-2 hingga J-9 ; colorless pada nikol sejajar dan merah muda interferensi orde II-III pada nikol bersilang, relief rendah, sistem kristal hexagonal, prismatic-subhedral, tanda optik uniaxial (-)] berukuran 0,01-0,02 mm dengan sebaran 50-51% total batuan. Mikrit tersebar 24-25% total batuan. Porositas hadir berupa porositas sekunder tipe vuggy (B-3 hingga J-7 ; 24-25% total batuan). Kekompakan batuan termasuk kompak-sedang (Gambar 4.6).



Gambar 4.5 Core plug fasies red algae packstone pada LP 4.



Gambar 4.6 Sayatan tipis fasies red algae packstone pada LP 4.

c) Foram Packstone

Singkapan batuan ini terdapat pada Lp 10 yaitu di bagian Barat daerah penelitian. Singkapan batuan memiliki panjang ± 5 meter dan tinggi ± 4 meter, singkapan berwarna abu-abu, memiliki kemas *grain-suported* (Gambar 4.7). Jika dilihat dari jenis foram yang ada, yaitu large foram maka batuan karbonat ini memiliki nama Large Foram Packstone yang masuk kedalam fore reef dalam sistem terumbu.

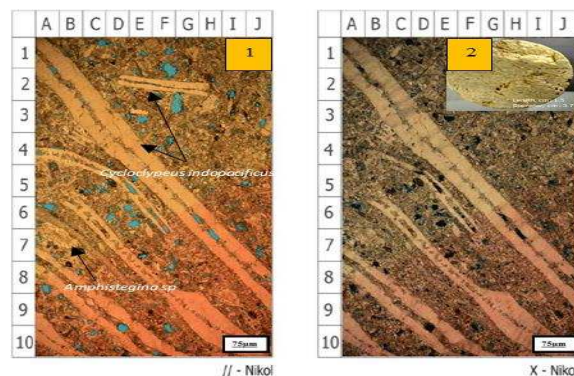


Gambar 4.7 Singkapan large foram packstone pada LP 10.

Jika dilihat dari sayatan tipis Warna pada pengamatan nikol sejajar (4x) adalah cokelat. Fragmen batuan tersusun atas: *Lepidocyclina* sp. (A-10, B-9, E-5, G-6) berukuran 1,5- lebih dari 2,5 mm dengan sebaran 20-23% total batuan, *Cyclodipeus* sp. (H-9) berukuran $>2,5$ mm dengan sebaran 7-8% total batuan, red algae (I-1, I-2,5 mm ; 5-6% total batuan), green algae (J-4) berukuran 0,12-0,13 mm dengan sebaran 1% total batuan, Indeterminate Fragmen. (0,9-1 mm ; 3-4% total batuan), klastika kristal kalsit [F-1, J-3 ; colorless pada nikol sejajar dan merah muda interferensi orde II-III pada nikol bersilang, relief rendah, sistem kristal hexagonal, prismatic-subhedral, tanda optik uniaxial (-)]

berukuran 0,16-0,21 mm dengan sebaran 6-7% total batuan. Semen sparry calcite dengan sebaran 3-5% total batuan hadir dengan tipe pore lining cement mendominasi. Mikrit hadir sebesar 18-20%

total batuan. Porositas batuan hadir berupa porositas sekunder tipe growth framework (D-10, H-6 ; dengan besaran 1-2% total batuan) dan vuggy (A-6, A-8, F-2, G-3 ; dengan besaran 3-5% total batuan). Kontak antar butir batuan berupa point contact dengan kemas mud supported (Gambar 4.8).



Gambar 4.8 Sayatan tipis (1) dan core plug (2) large foram packstone pada LP 10.

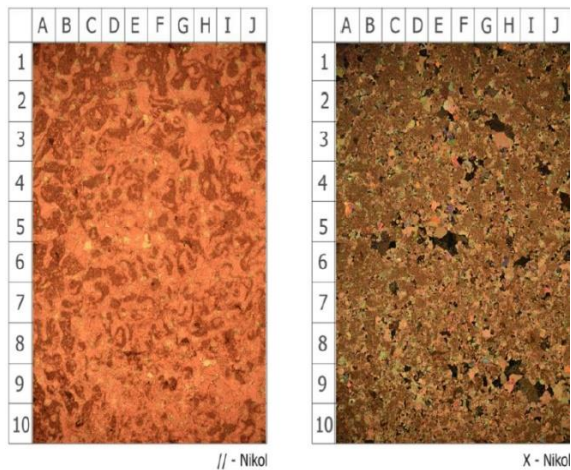
d) Coral Boundstone

Singkapan batuan ini terdapat di Lp 9 sebelah Barat Laut daerah penelitian (Gambar 4.9). Singkapan batuan memiliki panjang ± 15 meter dan tinggi ± 7 meter, umumnya singkapan berwarna abu-abu terang dan putih, dengan semen karbonat memiliki kemas *grain-suported*, ukuran butir pasir halus sampai sedang, bentuk butir rounded. Batuan sedimen klastik ini memiliki nama Coral Boundstone yang berada pada core reef dalam sistem terumbu.



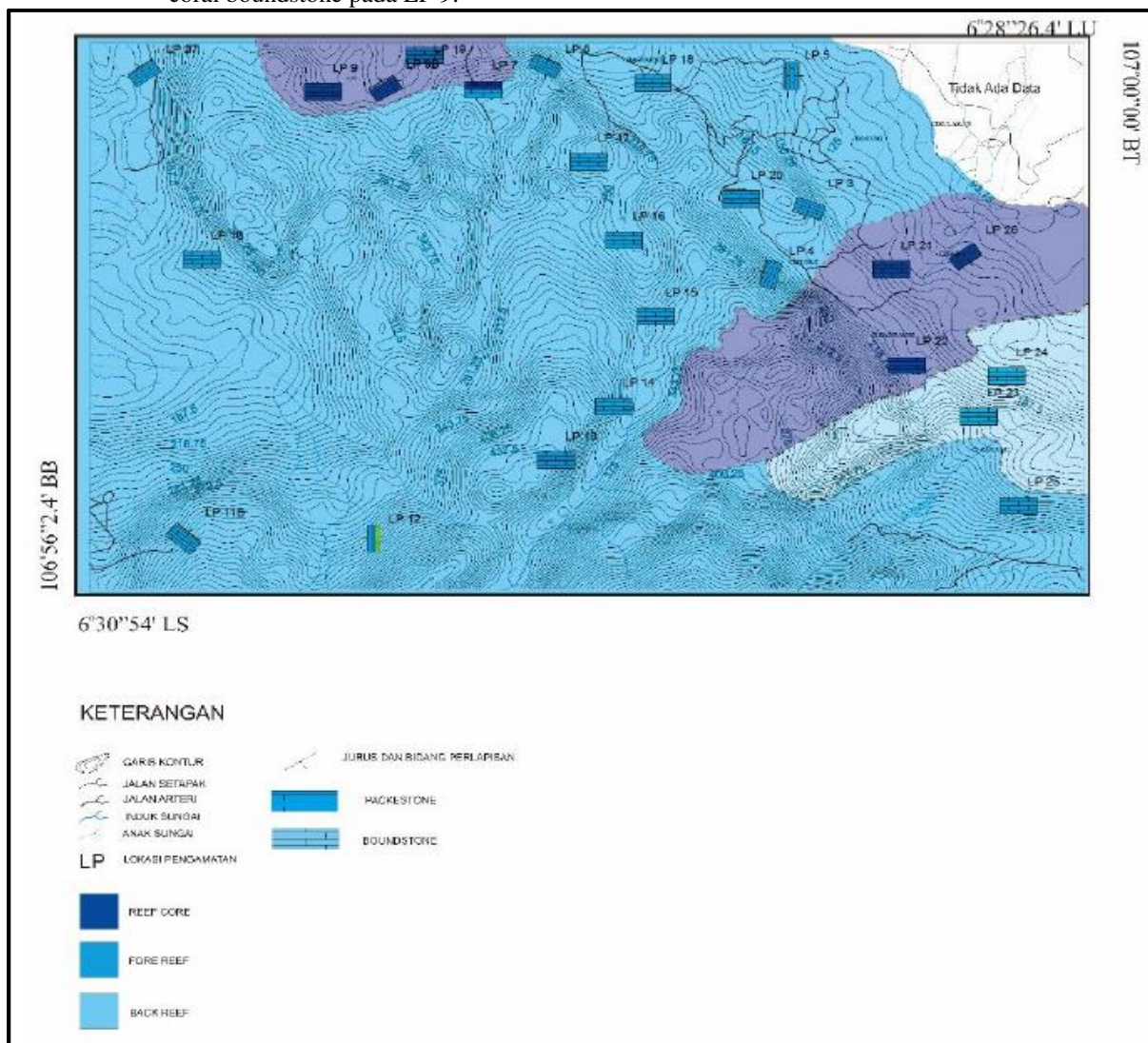
Gambar 4.9 Foto singkapan coral boundstone pada LP 9.

Jika dilihat dari sayatan tipis Warna pada pengamatan nikol sejajar (4x) adalah colorless dan warna pada nikol bersilang (4x) adalah cokelat beretardansi tinggi. Fragmen penyusun berupa mikrit yang terjebak di antara lengan koral (20-21% total batuan) dan Coral (sudah mengalami diagenesis dengan tergantikan oleh kalsit) dengan sebaran 74-75% total batuan. Porositas hadir berupa growth framework (3-4% total batuan). Sampel menunjukkan batuan sangat kompak (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 Sayatan tipis (1) dan core plug (2) coral boundstone pada LP 9.

Pada gambar dibawah menunjukan peta penyebaran sistem terumbu pada daerah penelitian (Gambar 4.11). Penyebaran sistem terumbu terluas yaitu pada lingkungan fore reef yang berada pada daerah penelitian dari utara hingga selatan. Dan pada lingkungan back reef berada pada bagian tenggara pada daerah penelitian dan lingkungan reef core berada pada bagian utara dan bagian timur pada daerah penelitian.



Gambar 4.11 Peta penyebaran sistem terumbu daerah Citeureup dan Sekitarnya Provinsi Jawa Barat.

Lingkungan Diagenesa

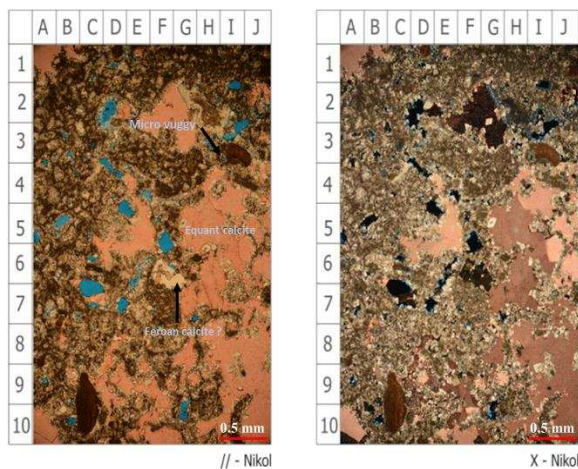
Lingkungan dan tahapan diagenesa batuan karbonat dapat diketahui dari beberapa ciri dan karakteristiknya, antara lain karakter sementasi,

morfologi semen, sortasi, jenis dan jumlah porositas dan penciri diagenesa lainnya. Karakter-karakter tersebut didapatkan dari sayatan tipis batuan.

Dengan dilakukan analisis routine core maka dapat diketahui pula besaran porositas sekaligus besaran permeabilitas yang selanjutnya juga digunakan dalam memisahkan lingkungan diagenesa.

Meteoric Vadose

Pada sayatan tipis lokasi pengamatan 26 menunjukkan kehadiran porositas sekunder jenis *rounded vuggy* dan *vuggy* sebesar 7% - 9% (C-7, D-2, F-6, I-3). Porositas *vuggy* ini terbentuk akibat dari pelarutan oleh air permukaan. Sedimen dan semen dalam batuan karbonat dapat mengalami pelarutan dalam skala kecil ataupun besar akibat dari rongga fluida yang terlewat jenuh sebagai akibat proses mineralogi. Butiran tunggal dapat larut dan terlepas, terlihat juga proses dedolomitisasi dengan kenampakan mencakup 38% total batuan dan kenampakan dolomit berbentuk sukrosik secara local (G-5, G-3, I-9). Terlihat juga *equant calcite* (G-5) dan *ferroan calcite* (F-6). Neomorphism terjadi di sebagian tempat pada lokasi pengamatan 22 ini. Berdasarkan hasil pengamatan pada sayatan tipis lokasi pengamatan 22 ini dapat diperkirakan bahwa lingkungan diagenesa adalah *Meteoric Vadose*.

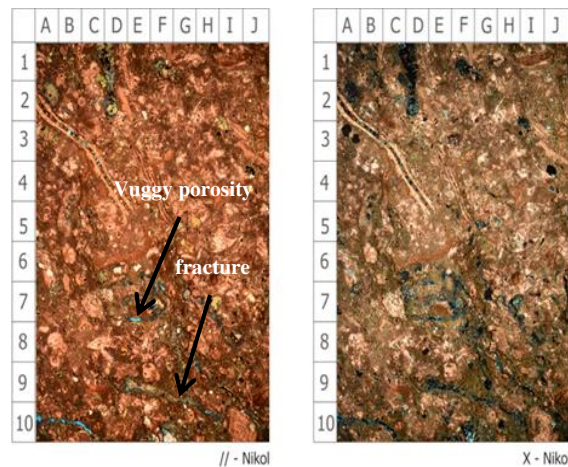


Gambar 4.11 Foto sayatan tipis Ip 22 menunjukkan porositas *vuggy* dan *micro vuggy*.

Mixing Zone

Pada sayatan tipis yang berasal dari conto lokasi pengamatan 6 B dapat diamati adanya jenis porositas sekunder berupa *fracture* (Gambar 4.12). Porositas jenis ini pada umumnya terjadi oleh adanya pengaruh dari proses pembebanan yang diakibatkan oleh tekanan dan suhu. Porositas jenis ini juga dapat diakibatkan oleh struktur geologi yang bekerja pada fase mesogenesis. Porositas jenis ini memiliki sebaran 8% dari sayatan. Dan pada sayatan ini juga ditemukan adanya porositas sekunder berupa *vuggy*. Porositas jenis ini umumnya terjadi akibat adanya pelarutan oleh air permukaan. Porositas *vuggy* ini memiliki sebaran 6%.

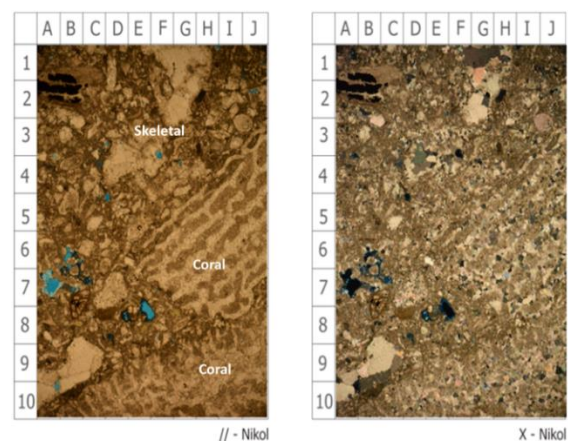
Berdasarkan hasil dari pengamatan sayatan tipis dari sampel Ip 6 B ini, dapat diperkirakan lingkungan diagenesa adalah *mixing zone*.



Gambar 4.12 Foto sayatan tipis Ip 6B menunjukkan porositas *vuggy* dan *fracture*.

Fresh Water Phreatic

Pada sayatan tipis yang berasal dari conto lokasi pengamatan 13 dapat diamati kehadiran dari porositas *vuggy* 3%. Porositas *vuggy* ini terbentuk akibat dari pelarutan oleh air permukaan. Kemudian dapat diamati pula adanya sementasi ulang yang mengisi rongga dari hasil pelarutan. Proses ini terjadi apabila terdapat fluida yang sangat jenuh pada pori batuan karbonat, serta tidak ada proses kinetik yang bekerja pada saat presipitasi. Berdasarkan hasil dari pengamatan sayatan tipis dari conto lokasi pengamatan 9 berupa coral yang mengalami *replacement* ini dapat di perkirakan lingkungan diagenesanya adalah *Fresh Water Phreatic* (Gambar 13).



Gambar 4.13 Foto sayatan tipis Ip 13 menunjukkan porositas *vuggy* dan coral yang mengalami *replacement*.

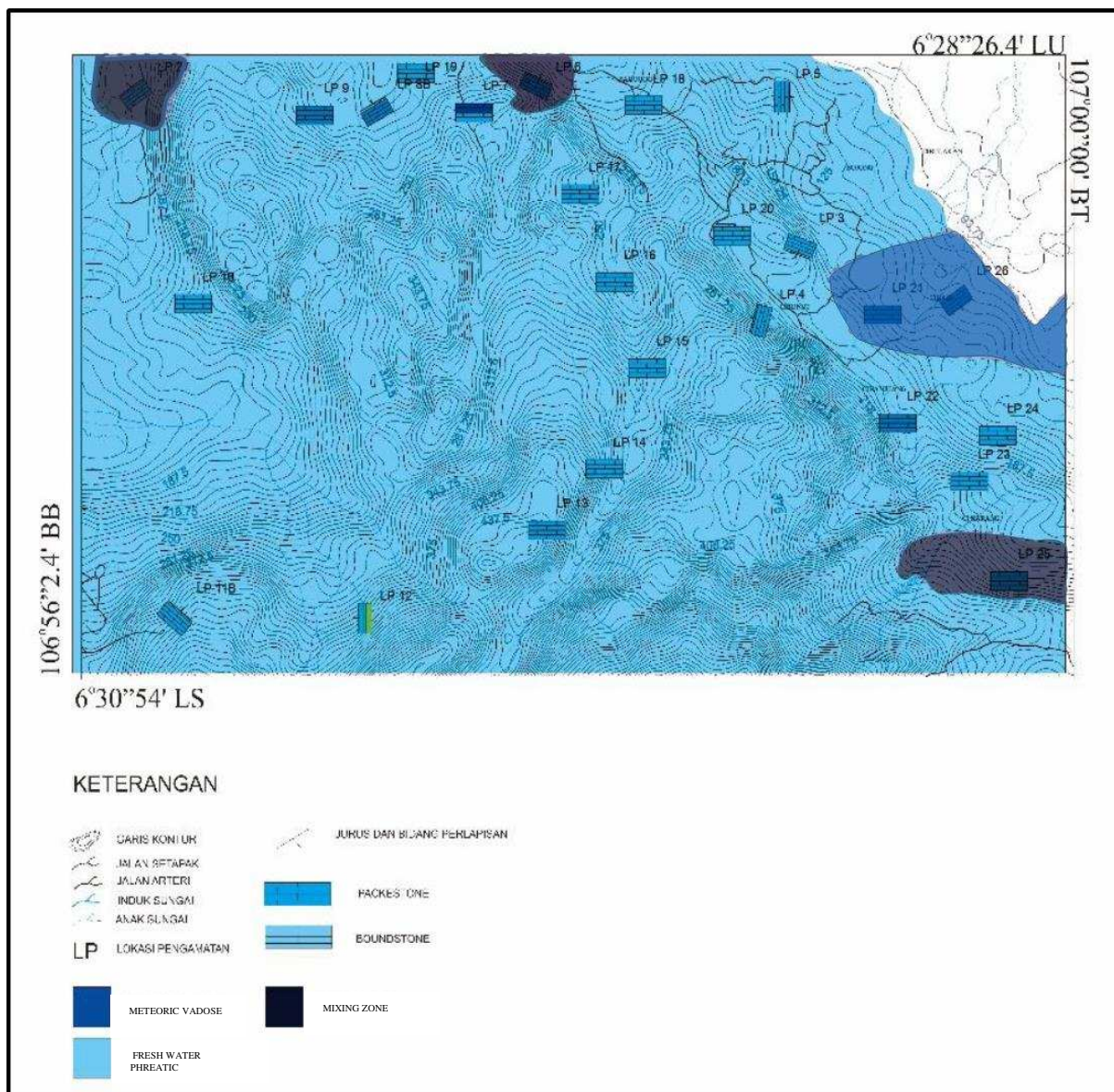
Masing-masing lingkungan diagenesa dikaitkan dengan litofasies dan disimpulkan dalam bentuk tabulasi (Tabel 4.2).

Tabel 4.2

Tabel harga Porositas, Permeabilitas, Diagenesa, dan Reef System pada masing-masing batuan conto.

Sample	Porositas Petrografi								Diagenetic Environment	Reef System
	Primer				Sekunder					
	Interpartial 0%-10%	Intrapartial 0%-10%	Intercrystalline 0%-10%	Moldic 0%-10%	Vuggy 0%-10%	Channel 0%-10%	Fracture 0%-10%	Dolite 0%-10%		
LP 6 Bottom									Mixing Burial	Fore Reef
LP 17									Meteoric Vadose	Fore Reef
LP 25									Meteoric Vadose	Fore reef
7 Bottom & 19									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 5 Top & 18									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 8 & 7 Top									Meteoric Phreatic	Reef Core
LP 10 & 11									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 6 Middle									Meteoric Vadose	Fore Reef
LP 26 & 21									Meteoric Vadose	Reef Core
LP 5 Bottom									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 14 & 15									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 4 Bottom									Meteoric Phreatic	Back Reef
LP 3 Middle									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 3 Bottom & 5 Middle									Meteoric Phreatic	Fore Reef
LP 23 & 24									Meteoric Phreatic	Back Reef
LP 9									Meteoric Phreatic	Reef Core

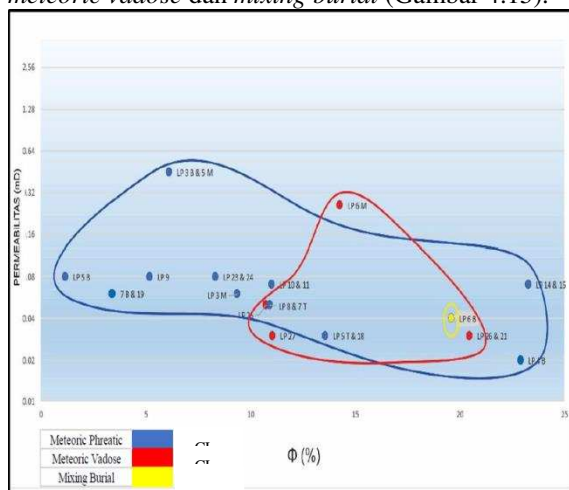
Berdasarkan data dan analisis tersebut maka dapat didefinisikan penyebaran dari lingkungan diagenesa daerah penelitian (Gambar 4.14).



Gambar 4.14 Peta penyebaran lingkungan diagenesa batuan karbonat Miosen Tengah daerah Klapanunggal Provinsi Jawa Barat, lebih dari 70% daerah penelitian adalah lingkungan *fresh water phreatic*, 20% adalah lingkungan *mixing zone* pada bagian Utara, sisanya adalah *meteoric vadose* pada bagian Timur daerah penelitian.

Relasi Porositas dan Permeabilitas Dengan Lingkungan Diagenesa

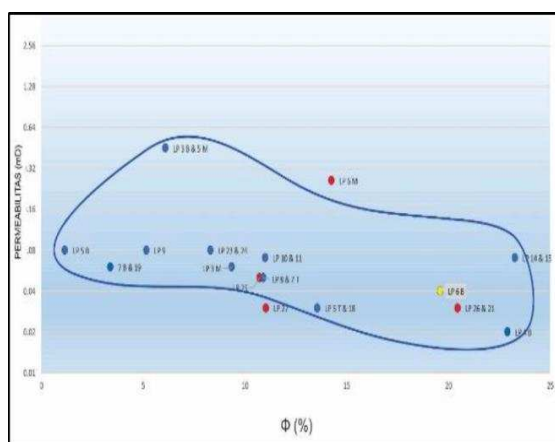
Berdasarkan hasil *routine core* yang berupa porositas dan permeabilitas, lingkungan pengendapan dapat dipisahkan menjadi 3 cluster yaitu lingkungan diagenesa *meteoric phreatic*, *meteoric vadose* dan *mixing burial* (Gambar 4.15).



Gambar 4.15. Kurva hasil plot lingkungan diagenesa dengan nilai perbandingan antara nilai porositas dan permeabilitas yang di dapat dari hasil *routine core*.

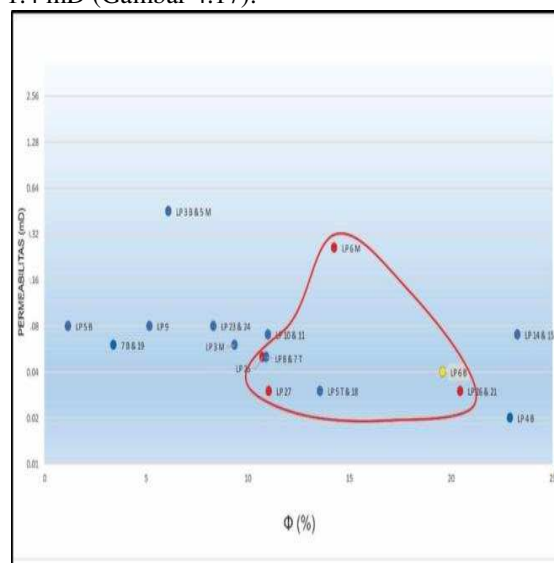
Dari hasil *crossplot* antara harga porositas dan harga permeabilitas pada masing-masing lokasi pengamatan dengan masing-masing interpretasi lingkungan diagenesa memperlihatkan pola yang berbeda. Pola tersebut dipisahkan kedalam cluster-cluster untuk menunjukan lingkungan diagenesa dari setiap lokasi pengamatan.

Cluster 1 merupakan lingkungan diagenesa *fresh water phreatic* dengan kisaran harga porositas paling beragam yaitu 3%-24%, dan harga permeabilitas 0.02 mD-1.5 mD (Gambar 4.16).



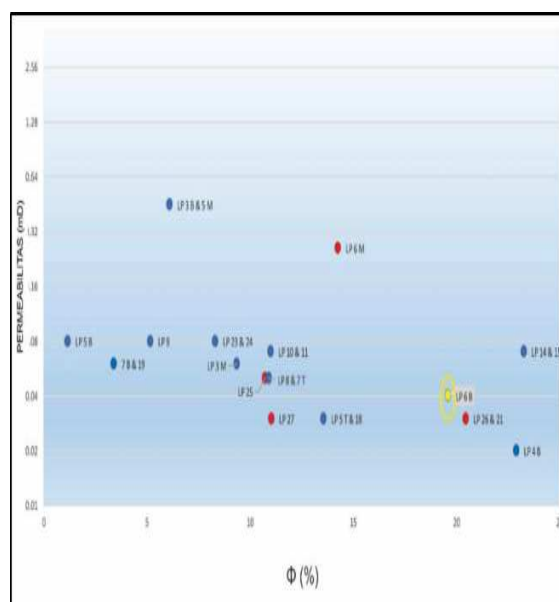
Gambar 4.16 *Crossplot* porositas dan permeabilitas diinterpretasikan sebagai lingkungan *fresh water phreatic* (cluster 1).

Cluster 2 merupakan lingkungan diagenesa *meteoric vadose* dengan kisaran harga porositas >10% - 23% dan harga permeabilitas >0.02 mD – 1.4 mD (Gambar 4.17).



Gambar 4.17 *Crossplot* porositas dan permeabilitas diinterpretasikan sebagai lingkungan *Meteoric vadose* (cluster 2).

Cluster 3 merupakan lingkungan diagenesa *mixing zone* dengan harga porositas 20% tetapi memiliki harga permeabilitas sedang yaitu 0.04 mD (Gambar 4.18).

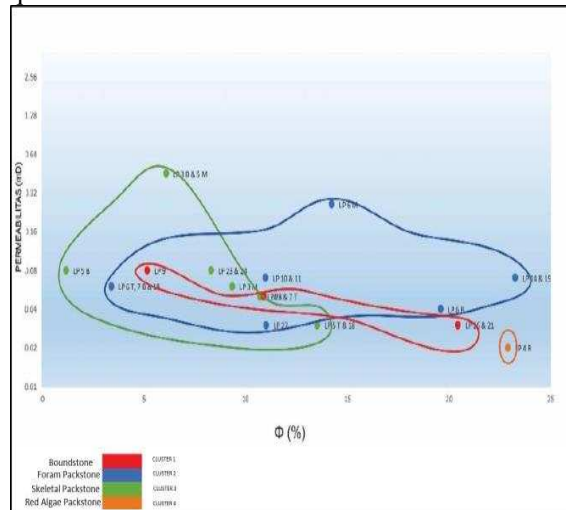


Gambar 4.18 *Crossplot* porositas dan permeabilitas diinterpretasikan sebagai lingkungan *mixing zone* (cluster 3).

Relasi Porositas dan Permeabilitas Dengan Fasies

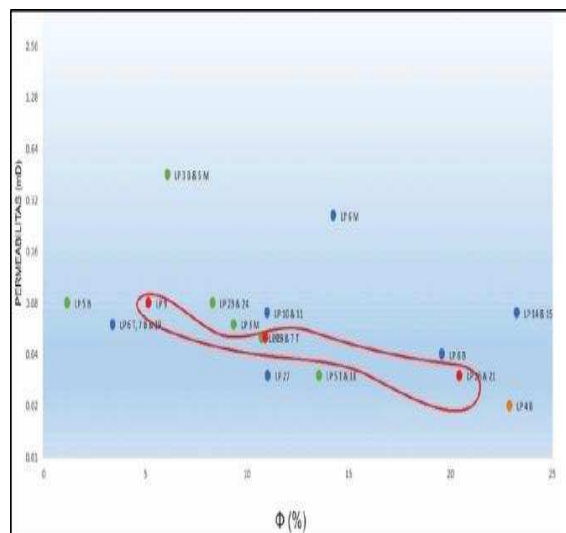
Selain memiliki keterkaitan antara property batuan karbonat dengan lingkungan diagenesa, property batuan karbonat juga memiliki keterkaitan dengan fasies (Gambar 4.19).

qa



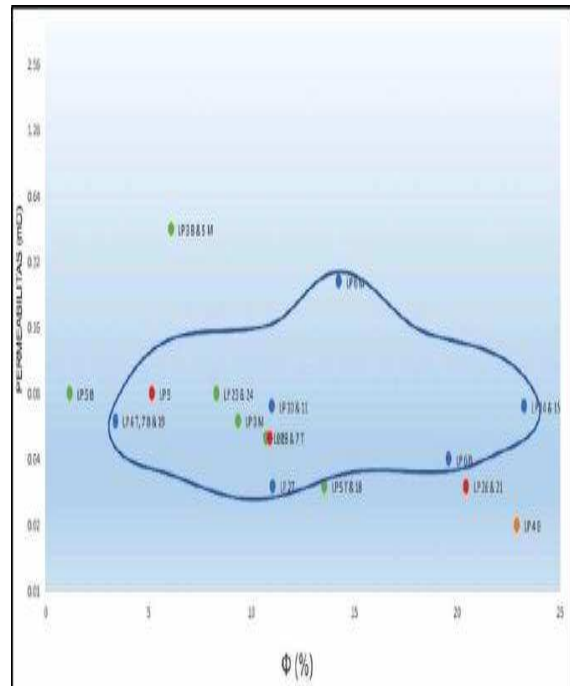
Gambar 4.19 Kurva hasil plot antara harga porositas dan permeabilitas dengan fasies.

Cluster 1 merupakan fasies Boundstone dilihat dari 6 batuan contoh dari 6 lokasi pengamatan dengan harga porositas 5%, 10% dan 20% sedangkan harga permeabilitas 0.03 mD, 0.06 mD, dan 0.08 mD (Gambar 4.20).



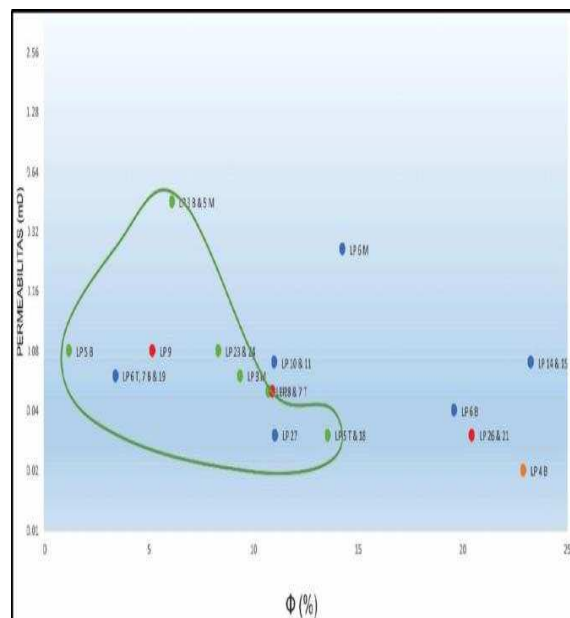
Gambar 4.20 Crossplot antara harga porositas dan permeabilitas dengan fasies.

Cluster 2 merupakan fasies foram packstone dengan harga kisaran harga porositas 3% - 24% dan harga permeabilitas 0.03 mD – 0.30 mD (Gambar 4.21).



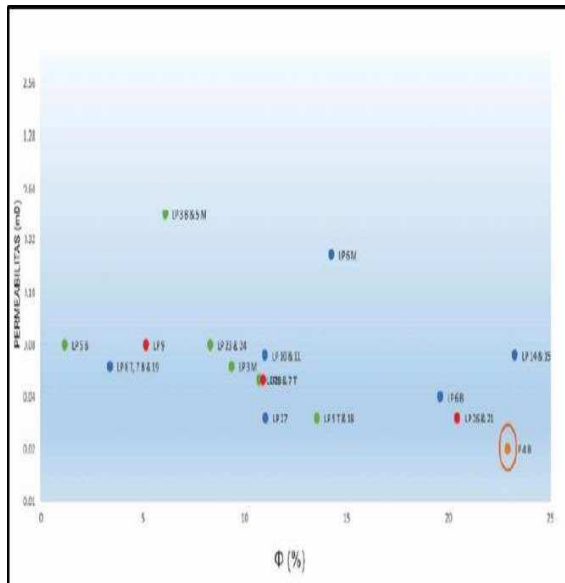
Gambar 4.21 Crossplot antara harga porositas dan permeabilitas dengan fasies.

Cluster 3 merupakan fasies skeletal packstone dengan kisaran harga porositas 3% - 13% dan harga permeabilitas 0.03 mD – 0.35 mD (Gambar 4.21).



Gambar 4.21 Crossplot antara harga porositas dan permeabilitas dengan fasies skeletal packstone.

Cluster 4 merupakan fasies red algae packstone dengan harga porositas yang cukup tinggi yaitu 23% dan harga permeabilitas yang rendah yaitu 0.02 mD (Gambar 4.22).



Gambar 4.22 Crossplot antara harga porositas dan permeabilitas dengan fasies red algae packstone.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka batuan karbonat Miosen Tengah pada cekungan Jawa Barat Utara dapat dipisahkan kedalam 4 fasies yaitu Boundstone, Foram Packstone, Skeletal Packstone, dan Red Algae Packstone. Kemudian sistem terumbu pada daerah penelitian dibagi menjadi 3 sistem terumbu yaitu *Core Reef*, *Back Reef*, *Reef Core*. Daerah penelitian dibagi menjadi 3 lingkungan diagenesa yaitu Fresh Water Phreatic, Meteoric Vadose, Mixing Zone. Kemudian fasies pada batuan Karbonat Miosen Tengah tidak memiliki relasi yang baik diakibatkan karena kondisi fasies yang tidak terdistribusi dengan baik terhadap porositas dan permeabilitas. Kemudian lingkungan diagenesa meteoric vadose memiliki property baik - sedang, mixing zone sedang, dan meteoric phreatic adalah yang paling buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpandi, D., and Patmosukismo, S., 1975, *The Cibulakan Formation as One of the Most Prospective Stratigraphic Units in the Northwest Java Basinal Area*, IPA Proceeding IV.
- Choquette PW, Pray, LC 1970 *Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates*. AAPG Bulletin.
- Dunham, R. J., 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*. In: Ham, W. E. (ed.), *Classification of carbonate rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir*.
- Effendi, A.C. et.al. 1998. *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Embry, AF, and Klovian, JE, 1971, *A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, NWT*: Canadian Petroleum Geology Bulletin.
- Epyphania, T. 2015. "Analisis Fasies Dan Diagenesis Batuan Karbonat Untuk Menentukan Kualitas Reservoir Formasi Klapanunggal Daerah Citeureup Jawa Barat" Universitas Trisakti, Jakarta. (tidak di publikasikan).
- Folk, R.L., 1959, *Practical petrographic classification of limestones: American Association of Petroleum Geologists Bulletin*.
- Folk, R.L., 1962, *Spectral subdivision of limestone types*, in Ham, W.E., ed., *Classification of carbonate Rocks-A Symposium*: American Association of Petroleum Geologists Memoir.
- Gresko, M.J. & P. Lowry .1995. *Seismic expression and channel morphology of a Recent incised valley complex, offshore Northwest Java*. In: C.A. Caughey et al. (eds.) *Proc. Int. Symp. Sequence Stratigraphy in S.E. Asia*. Jakarta 1995, Indon. Petroleum Assoc. (IPA).
- Jambak, M, A.,2016. "Mikrofasies dan Sejarah Diagenesis Batuan Karbonat Berumur Miosen Di Cekungan Jawa Barat Utara Wilayah Darat" Universitas Padjadjaran, (Tidak dipublikasi).
- James, N.P., 1984, *Shallowing-upward sequences in carbonates*, in Walker, R.G., ed., *Facies Models: Geological Association of Canada, Geoscience Canada, Reprint Series*.
- Koesoemadinata, R.P. 1978. Penerbit ITB Bandung. PPPTMGB "Lemigas".
- Nurrahmi, R. 2015. "Biozonasi Foraminifera Besar Dan Lingkungan Pengendapan Formasi Klapanunggal Daerah Citeureup, Jawa Barat" Universitas Trisakti, Jakarta (tidak dipublikasi)
- Pertamina BPPKA. 1996. *Petroleum Geology of Indonesian Basins; Principles, Methods and Application*, Volume III, West Java Sea Basins.

- Pringgoprawiro, Harsono. 1977. *Biostratigraphic Datum Planes in West Java, Inst. Geology Corelaliun Project.*
- Satyana, A.H., C. Armandita, 2004. *Deepwater Plays of Java, Indonesia: Regional Evaluation on Opportunities and Risks.* Proc. IPA-AAPG Deepwater and Frontier Symposium, 293-319.
- Scholle, P. A. and Ulmer-Scholle, D. S, 2003, *A Color Guide to the Petrography of carbonate Rocks*: AAPG Memoir.
- Tucker, M. E. 1991. *Sedimentary Petrology. An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, 2nd ed. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, Paris, Berlin, Vienna: Blackwell Scientific.
- Turkandi, S. et.all. 1992. *Peta Geologi Lembar Jakarta Dan Kepulauan Seribu, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*; Bandung.